

GENEL KİMYA I KONULARI

Prof. Dr. Mahmut Üstün

(Barış Bay Özgür)

Lir - Bay (B-2004)

Aptürcü Bay

Hüseyin H.

IVize

- + 1. Madde - Özellikleri ve Ölçümü
- + 2. Atomlar ve Atom Kuramı
- + 3. Kimyasal Bileşikler
- + 4. Kimyasal Tepkimeler
- + 5. Sulu Çözelti Tepkimelerine Bakış
- + 6. Gazlar
- + 7. Atomun Elektron Yapısı
- + 8. Periyodik Çizelge ve Bazı Atom Özellikleri
- + 9. Kimyasal Bağlar
- + 10. Sıvılar, Katılar ve Moleküllerarası Kuvvetler
- + 11. Çözelti ve Fiziksel Özellikleri
- + 12. Kimyasal Kinetik
- + 13. Kimyasal Denge
- + 14. Asitler, Bazlar, Asit-Baz Dengeleri
- + 15. Çözünürlük Dengeleri
- + 16. Elektrokimya

I MADDE - ÖZELLİKLERİ VE ÖLÇÜMÜ

KİMYA NEDİR?

Kimya, maddenin bileşimi ve bileşimindeki değişmelerle ilgili bilim dalıdır. Kimya, maddenin çeşitli hallerinin bileşimleri ve özellikleri ile ilgilenen bilim dalıdır.

MADDE NEDİR?

Madde boşlukta yer tutan ve kütle denen bir özelliğe sahip olan herşeydir.

Bileşim; bir madde örneğinin bileşenlerini ve bunların madde içindeki bağıl oranlarını belirtir. Örneğin; H_2O : Bileşiminde 2 madde vardır; Hidrojen ve Oksijen. % 11,19 Hidrojen (kütlece bileşimi)
% 88,81 Oksijen

Özellikler; bir madde örneğini başka madde örneklerinden ayıran niteliklerdir. Maddenin özellikleri, genellikle fiziksel özellikler ve kimyasal özellikler diye 2 grupta toplanır.

FİZİKSEL ÖZELLİKLER VE FİZİKSEL DEĞİŞMELER

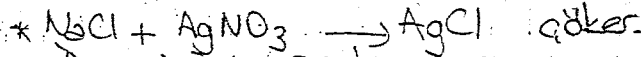
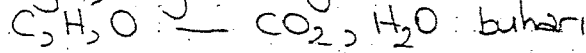
Maddenin kimyasal bileşimini bozmadan çeşitli fiziksel yöntemlerle tayin edilen özelliklerdir. Bunlar yoğunluk, fiziksel hal (katı, sıvı, gaz), erime noktası, kaynama noktası, sertlik, renk ve kristal şekli gibi özelliklerdir. Fiziksel değişimde maddenin bazı fiziksel özellikleri değişir. Fakat kimyasal bileşimi değişmeden kalır. Örnek; H_2O .
Sıvı halde suyun kütle % 11,19 Hidrojen
bileşimi % 88,81 Oksijen

H₂O katı hale geçince bileşimi değişmez.

2

KİMYASAL ÖZELLİKLER VE DEĞİŞMELER

Kimyasal özellik, bir madde örneğinin belli koşullarda bileşiminde bir değişme meydana getirebilmesi veya getirememesi özelliğidir. Kimyasal değişimde bir ya da daha fazla madde örneği farklı bileşimlerde yeni madde örneklerine dönüşür. Kimyasal değişim, maddenin bileşiminde meydana gelen değişimdir. Örneğin; *kağıdın yanması.

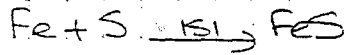


* Demirin paslanması.

MADDENİN SINIFLANDIRILMASI

Madde, atom denen çok küçük birimlerden oluşur. Tek bir atom re-
sidinden oluşmuş maddelere element denir. Elementlerin bilinen
kimyasal yöntemleri ile daha basit maddelere ayrışması mümkün
değildir. Kimyasal bileşikler; farklı element atomlarının birleşme-
siyle oluşan maddelerdir. İki ya da daha fazla maddenin kim-
yasal bir reaksiyon ile birleşmesinden meydana gelen maddeye
bileşik denir.

Örneğin Fe ve S tozlarını belli oranlarda karıştırıp karışım a-
ısı veritirse karışım ısınır ve yeni bir madde FeS oluşur.



Bir element ya da bileşiğin bileşimi ve özellikleri verilen bir
örneğin her tarafında aynıdır, değişmez ve bir örnekten diğerine
değişim olmaz. Element ve bileşiklere madde adı verilir. Özet
olarak madde örneği ya saf maddedir veya karışımdır. Eğer saf
maddeyse ya element ya da bileşiktir. Eğer karışım ise ya ho-
mojendir ya da heterojendir.

KARIŞIM NEDİR?

İki veya daha fazla maddenin kimyasal değişime uğramaksızın
birlikte bulunmalarına karışım denir. Karışımlar, fiziksel yöntemlerle
bileşenlerine ayrılabilir ve homojen ve heterojen olmak üzere
2 türüdür.

Homojen karışımlar ya da çözeltilerin bileşimi ve özellikleri
verilen bir örneğin her tarafında aynıdır. Bunlar gözle ve mik-
roskopla ayırt edilemeyen karışımlardır. Örneğin; tuzlu su, şekerli
su, hava, çay.

Heterojen karışımlarda ise bileşenler farklı bölgelere ayrılır
ve karışımın bir yerinden diğerine bileşimi ve fiziksel
özellikleri değişebilir. Bunlar gözle ve mikroskopla ayırt edile-
bilen karışımlardır. Örneğin; kirlili su, demir tozları - kükürt, su - yağ, ha-
vadaki tozlar.

AYIRMA YÖNTEMLERİ

AYIRMA YÖNTEMLERİ

3

Karışımların Ayırılması:

Bir karışım, uygun fiziksel değişikliklerle bileşenlerine ayrılabilir. Homojen ve heterojen karışımları bileşenlerine ayırma yöntemlerine saflaştırma denir. Saflaştırma yöntemleri 2 grupta toplanır:

1. Heterojen karışımları ayırma yöntemleri:

2. Homojen karışımları ayırma yöntemleri:

1. Heterojen Karışımları Ayırma Yöntemleri:

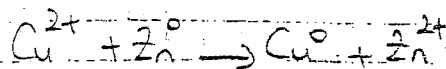
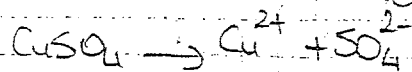
- a) Sedimentasyon, dekantasyon, süzme (katı-sıvı)
- b) Santrifüjleme (katı-sıvı ve yoğunlukları farklı sıvı-sıvı)
- c) Ayırma hunisi (yoğunlukları farklı sıvı-sıvı)
- d) Yüzeğe çıkma veya dibeye çökme (katı-katı)
- e) Manyetik ayırma (katı-katı) Fe-S
- f) Eleme (katı-katı) farklı capta olan kum örnekleri

2. Homojen Karışımları Ayırma Yöntemleri:

- a) Distilasyon (sıvılara) → K.N. farklı olan sıvıları ayırmak için kullanılır
→ Alkol, su, gliserin
- b) Kristallendirme (katılara, katı-sıvı)
- c) Kromatografi (Adsorplanan maddelere)
Adsorplanan madde → Yüzeğe tutunan.
Absorplanan madde → Yutulma.
- d) Ekstraksiyon (çözünen maddelere)
- e) Süblimasyon (katı-sıvı)
- f) Kondensasyon (gaz-gaz)

Bileşiklerin Ayrıştırılması:

Fiziksel değişimler süresince bir kimyasal bileşiğin yapısında değişiklik olmaz. Kimyasal bileşiğin ayrışması kimyasal bir değişimdir. Örneğin; bakır sülfatın sudaki çözeltisinde bakır kükürt ve oksijenin geri kazanılması. $CuSO_4$ bileşiğinin suddaki çözeltisi mavi renklidir. Bu çözeltiye bir çinko tanecik ektilirse kimyasal bir reaksiyon olur. $CuSO_4$ kısmen ayrışarak kırmızı kahve renkli katı bakır çökeleği elde edilir ve çinko çözeltiye bakırın yerini alır. Çinko sülfatın suddaki renksiz çözeltisi ek edilir. Başlangıçtaki $CuSO_4$ 'in yapısında bulunan kükürt ve oksijen geri kazanılmak için ek kimyasal değişimlere gerek var. Bu da zor bir yöntemdir.



MADDENİN HALLERİ

Madde evrende 3 ayrı hâlde bulunabilir:

- a) Katı hâl
- b) Sıvı hâl
- c) Gaz hâl

4

Bir katıda atomlar ya da moleküller birbirine çok yakındır ve çok düzenli bir yapıda bulunurlar.

Bir sıvıdaki atom ya da moleküller bir katınınakilere göre birbirinden çok daha uzaktırlar. Bu atom ya da moleküllerin hareketliliği sıvıya en önemli ayırt edilebilme özelliği olan akış yeteneğini verir. Bulunduğu kabın şeklini alırlar.

Bir gazda ise atom ya da moleküller arasındaki uzaklık genellikle bir sıvınınkinden çok daha büyüktür. Bir gaz kabına bulunduğu kabı doldurmak üzere genişler. Kısıtlara bağlı olarak bir madde yalnızca bir hâlde görülebilir ya da 2 veya 3 hâlde bulunabilir.

Örnek: Küçük bir havuzdaki buz (katı) baharda erimeye başladığında örnek 2 hâlde bulunur. Sıcaklık iyice arttığında buharlaşmaya başlar.

MADDENİN ÖLÇÜLMESİ

Birim Sistemleri:

Birim: Bir büyüklüğü ölçmek ve karşılaştırmak amacıyla seçilen aynı cinsten büyüklüklere birim denir. 4 birim sistemi vardır:

MKS (metre - kilogram kuvvet - saniye)

CGS (santimetre - gram - saniye)

MTS (metre - ton - saniye)

(SI) UKSA (metre, kilogram, saniye, amper)

(SI) (metrik birimleri): Ölçümün bilimsel sistemi 'Système Internationale d'Unités' (Uluslararası Birimler Sistemi) diye bilinir ve (SI) şeklinde kısaltılır. Bu sistem metre diye bilinen uzunluk birimini temel alan metrik sistemin modern şeklidir. (SI) ondalık bir sistemdir.

(SI) Birim Sistemine Göre Temel Birimler:

Miktar (Sembol)	Birim Adı	Kısaltılmış Şekli
Uzunluk (l)	metre	m
Kütle (m)	kilogram	kg
Zaman (t)	saniye	s
Sıcaklık (T)	kelvin	K
Madde miktarı (n)	mol	mol
Elektrik akımı (I)	Amper	A

(SI) Birimleri İçin Kullanılan n Ekler:

5

Katlar	n Ek	Kısaltma
10^1	deka	da
10^2	hekto	h
10^3	kilo	K
10^6	mega	M
10^9	giga	G
10^{12}	tera	T

Kesirler	n Ek	Kısaltma
10^{-1}	desi	d
10^{-2}	senti	c
10^{-3}	miti	m
10^{-6}	mikro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	piko	p

Kötü; bir cisimdeki madde miktarını belirtir. (SI)'da kötü standardi kilo n ekini taşır. Bu 1 kg'dır. Ağırlık; bir cisim üzerindeki yerçekimi kuvvetidir ve kötü ile doğru orantılıdır.

W

m

g

W a m

W = mg bağıntısı vardır. Kütlenin birimi kg'dır.

$$1 \text{ kg} \rightarrow 10^3 \text{ g} = 10^6 \text{ mg}$$

Bir maddenin kütlesi sabittir, ağırlığı değerir.

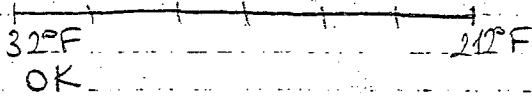
Sıcaklık: Kullanılan 2 sıcaklık eğeli vardır:

Fahrenheit $^{\circ}\text{F}$

Celsius $^{\circ}\text{C}$

Kelvin

Fahrenheit sıcaklık eğelinde buzun erime noktası 32°F , suyun kayma noktası 212°F olarak alınır ve bunların araları Fahrenheit dereceleri diye bilinen 180 eğit aralığa bölünür.



Celsius eğelinde buzun erime noktası 0°C ve kaynama noktası 100°C 'dir ve bunların arası Celsius denilen 100 eğit aralığa bölünür.

(SI)'da sıcaklık eğelinde dğnlen en dğk sıcaklık 0 alınır. Bu sıcaklık -273.15°C 'yi gösterir. Bunu da suyun donma noktası kabul etmiştir. K eğelindeki derece aralığı C eğelindeki ile aynıdır.

$$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273.15$$

$$t(^{\circ}\text{C}) = \frac{5}{9} [t(^{\circ}\text{F}) - 32]$$

$$t(^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5} t(^{\circ}\text{C}) + 32$$

$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.15$$

$$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \cdot 1.8 + 32$$

(SI) Birimlerinden Türetilmiş Birimler:

6

Öğülen birçok özellikler temel büyüklüklerin belli bir kısmının birleşimiyle ifade edilir. Böyle özelliklerin birimlerine türetilmiş birimler denir.

Ukter (Sembol)	Birim Adı	Türetilmiş Birim (Kısaltma)
Alan (A)	metrekare	m^2
Hacim (V)	metreküp	m^3
Yoğunluk (ρ)	kilogram/metreküp	kg/m^3
Hız (U)	metre/saniye	m/s
Baskı (P)	Pascal (Pa)	kg/ms^2
Enerji (E)	joule	$kg.m^2/s^2$
Frekans (ν)	Hertz (Hz)	$1/s$
Elektrik miktarı (Q)	Coulomb (C)	As (Amper saniye)
Elektrik motor kuvveti (E)	Volt (V)	$kg.m^2/As$
Kuvvet (F)	Newton (N)	$kg.m/s^2$

Hız; belli bir uzaklığın bu uzaklığı olmak için geçen zaman bölümüdür. Hız birimi $\frac{\text{uzunluk}}{\text{zaman}} = \frac{m}{s}$ ya da ms^{-1}

Hacim Birimi (uzunluk)³ (SI)'de hacim birimi m^3 'tür. cm^3 , l daha çok kullanılan hacim birimidir.

$$1ml = 1cm^3$$
$$1L = 1dm^3$$

$$\text{Yoğunluk: } d = \frac{\text{Kütle}}{\text{Hacim}} = \frac{m}{V}$$

(SI)'de yoğunluğun birimi kg/m^3 'tür.

$$d = \frac{g}{ml} = \frac{g}{cm^3}$$

Katı: $g/ml, g/cm^3, kg/m^3$

Sıvı:

Gas: $g/L, g/dm^3$

Uzunluk Birimi metredir.
metre (m)

$$1m = 10^2 cm = 10^3 mm = 10^6 \mu m \text{ (mikron)}$$

$$1\mu m = 10^{-6} m$$

$$1nm = 10^{-9} m = 10A^\circ \text{ (Ångström)}$$

$$1A^\circ = 10^{-10} m = 10^{-8} cm$$

Basınç:

$$1 \text{ Atm} = 760 \text{ mm Hg} = 76 \text{ cm Hg}$$

Enerji:

$$\text{Joule (J)} \quad \text{kg m}^2/\text{s}^2$$

$$1 \text{ Joule} = 0,239 \text{ Cal}$$

$$1 \text{ Cal} = 4,184 \text{ J}$$

$$1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$$

$$1 \text{ J} = 10^7 \text{ erg}$$

$$1 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Ölçümlerde Belirsizlikler:

Tüm ölçümlerde hata olabilir. Bir yere kadar ölçme aletlerinin ya minden ya da doğasından ileri gelen hatalara sistematik hata denir. Deneyi yapan kişinin bilimsel bir aleti okumadaki beceri ve yeteneğindeki sınırlar da hatalara ve verim sonuçlarının yüksek ya da düşük bulunmasına yol açabilir. Bu hatalara da tesadüfi hatalar denir.

Kesinlik; ölçülen miktarın tekrarlanabilirlik derecesini gösterir. Ya birkaç kez ölçülen miktarın sonuçları arasındaki yakınlığı belirtir. Eğer her bir ölçüm serisi ortalamadan az bir miktar saparsa bu ölçümlerin kesinliği yüksektir. Yani sonuçlar iyidir. Aksine ölçüler arasında büyük bir sapma varsa kesinlik zayıftır, yani sonuçlar kötüdür.

Doğruluk; ölçüm değerinin kabul edilen değere ya da gerçek değere ne kadar yakın olduğunu gösterir.

Anlamlı Rakamlar:

Sayılar kesin sayılar ve ölçme sayıları olarak 2'ye ayrılırlar. Kesin sayılar belirsizliği olmayan sayıma sayıları ve tanımlıdır. Ölçme sayıları ise bir ölçme sonucu elde edilmiş son hanesinde belirsizlik bulunan sayılardır. Son hanedeki rakamın önündeki rakamlar kesin olarak bilinen rakamlardır. Kesin olarak bilinen rakamlara belirsizlik olan rakamların tümüne anlamlı rakamlar denir.

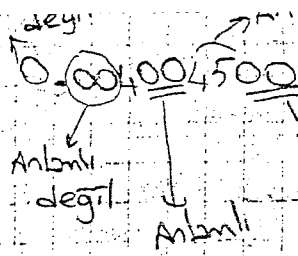
$$25 \quad (\text{belirsizlik} \pm 1)$$

$$2300 \quad (\text{belirsizlik} \pm 100)$$

$$0.029 \quad (\text{belirsizlik} \pm 0.001)$$

$$26.64 \quad (\text{ " } \pm 0.01)$$

Bir anlamlı sayıdaki anlamlı rakamlar soldan sağa doğru 0'lar olmayıp ilk rakamdan itibaren sayarak bulunur. 0'lar ortada ise veya ondalık noktasından sonra ise anlamlı rakam olarak sayılırlar. Ondalık noktasını yerleşirmek için kullanılan 0'lar anlamsızdır.



Belirsizlik = ...
Anlamlı rakam sayısı: 7

8

Bazı Ölçme Sayılarının Belirsizliği ve Anlamlı Rakam Sayısı

Ölçme sayısı	Belirsizlik	Anlamlı rakam sayısı
680	± 1	3
6830	± 10	4 * 3 (sondaki sıfırlar anlamlı değil)
6830.510	± 0.001	7
0.00045	± 0.00001	2
0.0403	± 0.0001	3
8.000	± 0.001	4
7.210	± 0.001	4
15.00	± 0.01	4
10.00005	± 0.00001	7
0.0015	± 0.0001	2
0.01050	± 0.00001	4

Örnek: Aşağıdaki sayıların belirsizliğini ve anlamlı rakam sayısını söyleyiniz.

	Belirsizlik	Anlamlı rakam sayısı
273.15	± 0.01	5
56.00	± 0.01	4
0.0008	± 0.0001	1
1.305	± 0.001	4
625	± 1	3
45.3	± 0.1	3
0.033	± 0.001	2
320.03	± 0.01	5
0.04050	± 0.00001	4
0.007	± 0.001	1
$7 \cdot 10^2$	± 100	1
67.000.000	± 0.000001	8

Örnek: $0,7 \text{ Å}$? nm, pm, cm dir.
 $4,5 \text{ } \mu\text{m}$? m, mm, pm dir.

$$1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$0,7 \text{ Å} = 7 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 7 \cdot 10^{-2} \text{ nm} = 7 \cdot 10^1 \text{ pm} = 7 \cdot 10^{-9} \text{ cm}$$

$$1 \text{ } \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$$

$$4,5 \text{ } \mu\text{m} = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm} = 4,5 \cdot 10^6 \text{ pm}$$

$$14.79 \text{ cm} \times 12.11 \text{ cm} \times 5.05 \text{ cm} \Rightarrow 904$$

4

4

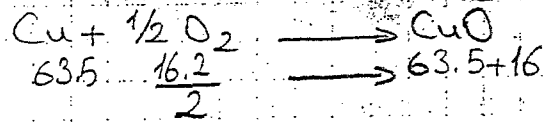
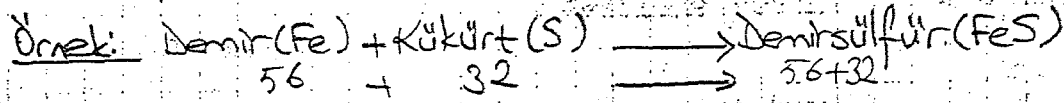
3

10

II-ATOM VE ATOM KURAMI

KİMYANIN TEMEL KANUNLARI

1) Kütlenin Korunması Yasası (Lavoisier): Bir kimyasal tepkimede tepkimede çıkan ürünlerin kütleleri toplamı tepkimeye giren maddelerin kütleleri toplamına eşittir. Yani bir kimyasal reaksiyonda madde yok olmaz, olmayı madde de reaksiyonda yer almaz.



Örnek: Bir Mg örneğinin 0.455g, 2.315g oksijen gazı içinde yakılıyor. Oluşan ürün MgO'dır. Tepkime sonunda 2.015g oksijen reaksiyona girmedi kalıyor. Oluşan MgO'nun kütlesi nedir?

$$0.455 + 2.315 = ? \text{ MgO} + 2.015 \text{ g O}$$

$$2.770$$

$$\text{MgO} = 2.770 - 2.015 = 0.755 \text{ g}$$

Ödev: 7.12g'lık bir Mg örneği 1.80g Br₂ ile ısıtılmıştır. Bütün Br₂ tüketilmiş ve tek bir ürün olarak 2.07g MgBr₂ elde edilmiştir. Tepkimeye girmemiş olan Mg'nun kütlesini bulunuz.

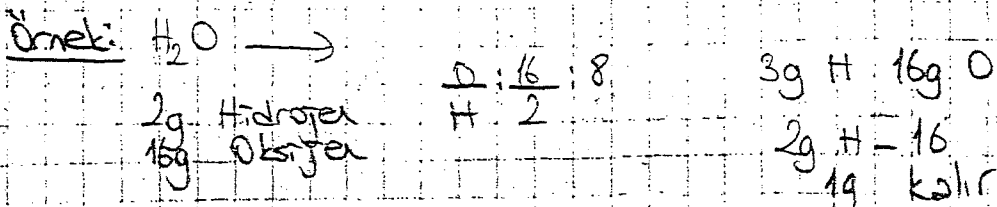
$$(7.12 - x) + 1.80 = 2.07$$

$$8.92 - x = 2.07$$

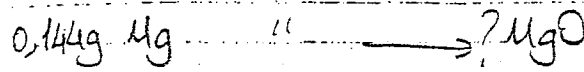
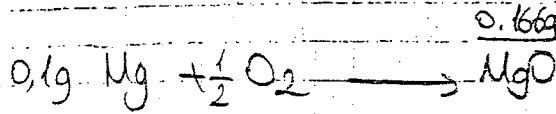
$$8.92 - 2.07 = x$$

$$x = 6.85 \text{ g}$$

2) Sabit Oranlar Yasası (Proust): Bir bileşiğin bütün örnekleri aynı bileşime sahiptir. Yani bileşenler sabit bir oranda birleşir.



- Örnek: 0,1g'lık Mg örneği O_2 ile birleşerek 0,166g MgO oluşturuyor. 0,144g'lık diğer bir Mg örneği O_2 ile birleşirse ne kadar MgO oluşturur?



$$\frac{\text{Mg}}{\text{MgO}} = \frac{0,1}{0,166}$$

$$\frac{0,1g \text{ Mg}}{0,144g \text{ Mg}} = \frac{0,166g \text{ MgO}}{x}$$

$$x = 0,23g \text{ MgO}$$

Bu yasa "bir kimyasal bileşikte elementlerin yüzdeleri sabittir" şeklinde de ifade edilebilir.

- Örnek: Na_2CO_3

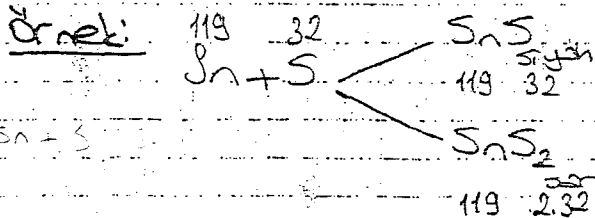
$$M = 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 = 106g/mol$$

$$\% Na = \frac{2 \cdot 23}{106} \cdot 100 \rightarrow \% 43,4$$

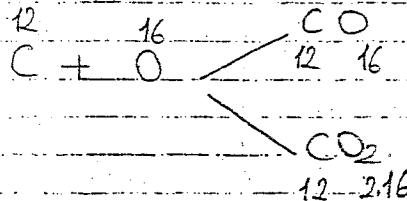
$$\% C = \frac{12}{106} \cdot 100 \rightarrow \% 11,3$$

$$\% O = \frac{3 \cdot 16}{106} \cdot 100 \rightarrow \% 45,3$$

3-Katlı Oranlar Yasası (Dalton): Farklı element birbirleriyle birleşip birden fazla bileşik meydana getiriyorsa bu elementlerden birinin belirli miktarı ile birleşen diğer element miktarları arasında basit, küçük rakamlarla gösterilen bir oran vardır.



$$119g \text{ Sn} / \begin{cases} 32 \\ 2 \cdot 32 \end{cases} = \frac{1}{2}$$

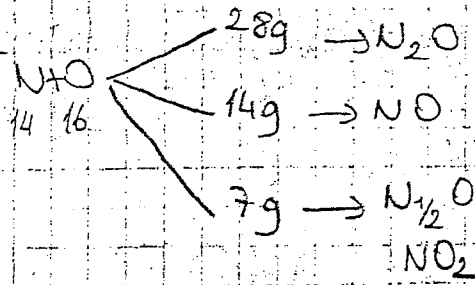


$$12C / \begin{cases} 16 \\ 2 \cdot 16 \end{cases} = \frac{1}{2}$$

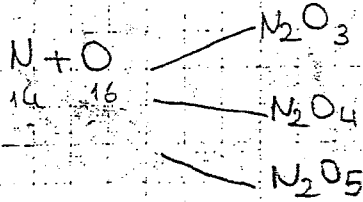
- Örnek: Aşağıdaki verileri göz önünde bulundurarak katlı oranlar yasasını gösteriniz.

Bileşik 1	16g O	28g N
Bileşik 2	16g O	14g N
Bileşik 3	16g O	7g N

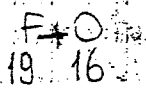
Bu bileşikler için oksijen formüllerini yazınız.



- Ödev: 28g N₂ ile birleşen O₂'nin ağırlığı 8g azotoksit olmak 48g, 64g, 80g dir. Oksijen formüllerini bulunuz.

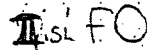


Ödev: F₂ ve O₂ %70.5 F₂ ve %29.5 O₂ ağırlık yüzdesi ile florit oluşturmak üzere birleşmişlerdir. Aynı 2 element bir %54.2 F₂ ve %45.8 O₂ ağırlık yüzdesi ile florit oluşturmak üzere birleşmişlerdir. Bu verilerin katlı oranlar konunu nasıl gerçekleştirdiğini ve floritlerin basit formüllerini gösteriniz.



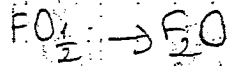
$$\begin{array}{c}
 35 \quad 19 \\
 100 \quad x \\
 \hline
 x = \%54,2 \text{ F}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 35 \quad 16 \\
 100 \quad x \\
 \hline
 x = \%45,8 \text{ O}
 \end{array}$$



İsitiğin

$$\begin{array}{c}
 100 \quad 70,5 \\
 x \quad 19 \\
 \hline
 x = 27 \\
 27 - 19 = 8
 \end{array}$$



$$\text{Katlı Oran O}_2 \text{ için } \frac{8}{16} = \frac{1}{2}$$

- Ödev: Kimyasal formüllerin yardımıyla aşağıdaki bileşiklerin elementlerinin ağırlıkça yüzde bileşimlerini bulunuz.

- CuCl (Cu=63,5, Cl=35,5)
- ZnF₂ (Zn=65, F=19)
- AlCl₃ (Al=27, Cl=35,5)
- SiBr₄ (Si=28, Br=80)

$$\begin{array}{l}
 \text{CuCl} \rightarrow M = 63,5 + 35,5 = 99 \text{ g/mol} \\
 \% \text{ Cu} = \frac{63,5}{99} \cdot 100 = \%64 \\
 \% \text{ Cl} = \frac{35,5}{99} \cdot 100 = \%36
 \end{array}$$

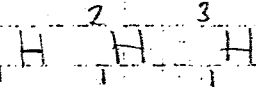
$$\begin{aligned} \text{ZnF}_2 &\rightarrow M = 65 + 2 \times 19 = 103 \\ \% \text{ Zn} &= \frac{65}{103} \cdot 100 = \% 63 \\ \% \text{ F} &= \frac{2 \cdot 19}{103} \cdot 100 = \% 37 \end{aligned}$$

13

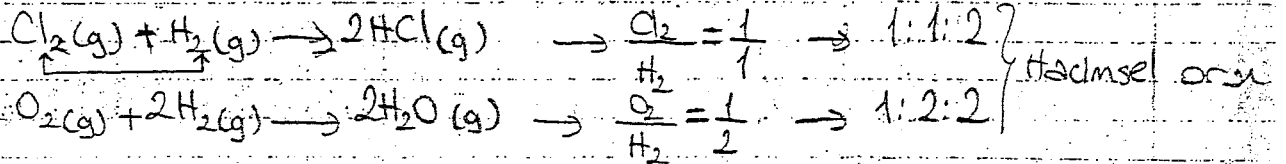
$$\begin{aligned} \text{AlCl}_3 &\rightarrow M = 27 + 3 \times 35,5 = 133,5 \\ \% \text{ Al} &= \frac{27}{133,5} \cdot 100 = \% 20 \\ \% \text{ Cl} &= \frac{3 \times 35,5}{133,5} \cdot 100 = \% 80 \end{aligned}$$

Atom no aynı
Kütle no farklı $\rightarrow$ İzotop

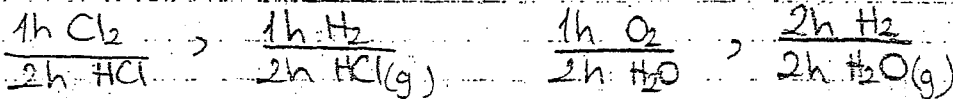
$$\begin{aligned} \text{SiBr}_4 &\rightarrow M = 28 + 4 \times 80 = 348 \\ \% \text{ Si} &= \frac{28}{348} \cdot 100 = \% 8 \\ \% \text{ Br} &= \frac{4 \times 80}{348} \cdot 100 = \% 92 \end{aligned}$$



4-) Birleşik Hacimler Kanunu (Gay-Lussac): İki gaz aynı şartlar altında tepkimeye girdikleri zaman bu gazların hacimlerinde belli bir oran vardır.



Aynı şartlar altında tepkimeye giren gazların hacimleri ile tepkimeye meydana gelen gazların hacimleri arasındaki katsayılarla ifade edilen basit bir oran vardır.



5-) Avogadro Yasası:

1- Tepkimeye girebilen elementel gazlar atomal değil, moleküler haldedir. $\text{O}_2, \text{H}_2, \text{N}_2, \text{F}_2, \text{Cl}_2, \text{Br}_2, \text{I}_2$

2- Aynı koşullar altında eşitli gazların eşit hacimdeki kütlelerinin oranı moleküler kütlelerinin oranına eşittir ya da aynı şartlardaki eşitli gazların hacimlerinin oranı molekül sayılarının oranına eşittir. Kısa su sonuç çıkarılabilir. Bütün gazların aynı şartlar altında eşit hacimlerde eşit sayıda molekül veya atom bulunur.

6-) Mol Kavramı

1 mol, tam 12g ^{12}C de bulunan ^{12}C atomlarının sayısı kadar tane içeren madde miktarıdır. Atom ve molekül gibi taneleklerin 1 molünün verdiği tanelek sayısına Avogadro sayısı denilir ve N_A ile gösterilir. Eğer 1 mol ^{12}C nin kütlelerini tek 1 atom ^{12}C nin kütlelerine bölersek 1 mol ^{12}C deki tanelek sayısını buluruz.

$$\frac{1 \text{ mol } ^{12}\text{C}}{1 \text{ atom } ^{12}\text{C}} = \frac{12,00000 \text{ g/mol}}{1,992648 \cdot 10^{-23} \text{ g}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

1 mol atomun kütlesine mol kütlesi denir.

1 mol $MgCl_2 \rightarrow 95g$ --- $= 6,02 \cdot 10^{23}$ $MgCl_2$ molekülü vardır.

1 mol C $\rightarrow 12$ --- $= 6,02 \cdot 10^{23}$ atom C = 12g

1 mol O $\rightarrow 16$ --- $= 6,02 \cdot 10^{23}$ atom O = 16g

1 mol Mg $\rightarrow 24$, --- $= 6,02 \cdot 10^{23}$ atom Mg

14

Örnek: Bir demir metali örneğinde, 2,35 mol demir olduğu bilinmektedir. Bu örnekte ne kadar demir atomu vardır?

1 mol Fe $6,02 \cdot 10^{23}$ Fe
2,35 mol Fe x

$$x = 6,02 \cdot 10^{23} \times 2,35 \text{ atom Fe}$$

Örnek: 1×10^{22} Mg atomu içeren bir örnek kaç moldür?

$6,02 \cdot 10^{23}$ Mg atomu 1 mol
 1×10^{22} Mg x

$$x = \frac{1 \times 10^{22}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,0166 \text{ mol Mg}$$

Kaç gr'dır?

$$0,0166 \times 24 = 0,404 \text{ g Mg}$$

Ödev: 22,6g He gazında kaç He atomu vardır?

4g He $6,02 \cdot 10^{23}$ tane He atomu
22,6g He x

$$x = \frac{22,6 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{4} = 34,03 \cdot 10^{23} \text{ tane He atomu}$$

Ödev: $0,105 \text{ cm}^3$ hacimdeki küçük bir Pb parçasında ne kadar Pb atomu vardır? ($d_{Pb} = 11,34 \text{ g/cm}^3$)

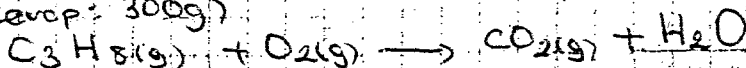
$$d_{Pb} = \frac{m_{Pb}}{V_{Pb}} \Rightarrow 11,34 = \frac{m_{Pb}}{0,105}$$

$$m_{Pb} = 1,2 \text{ g}$$

207g Pb $6,02 \cdot 10^{23}$ tane Pb atomu
1,2g Pb x

$$x = 0,03 \cdot 10^{23}$$

Ödev: 100g C_3H_8 (propan) yanmasından meydana gelen CO_2 'nin kütlesi kaç gramdır. (Cevap: 300g)



Ödev: $NaBH_4 + H_2O \rightarrow NaOH + H_3BO_3$ Bu reaksiyona göre 125g $NaBH_4$ ne kadar H_2 üretilir?

III- KİMYASAL BİLEŞİKLER

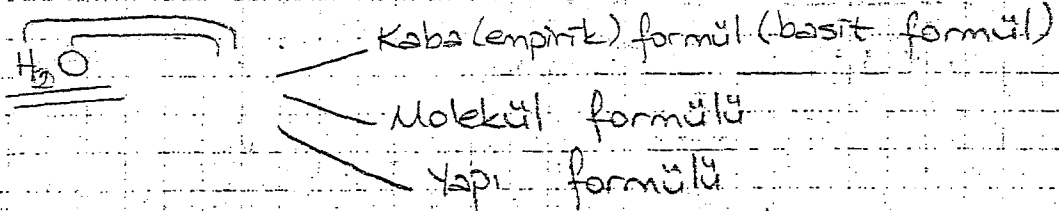
12.11.2019

15

KİMYASAL BİLEŞİKLERİN GEŞİTLERİ VE FORMÜLLERİ

Bileşikler, oluşturdıkları elementlerin simgelerinden yararlanarak gösteririz ve bu gösterime kimyasal formül denilir. Bir bileşiğin formülü diğer bilgilerin yanında en az şu bilgileri de içermelidir:

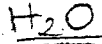
- 1- Bileşikteki elementlerin neler olduğunu
- 2- Her bir element atomunun bileşikteki bağlı sayısını belirtme



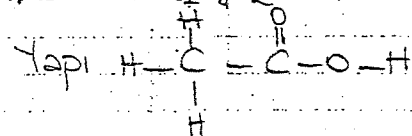
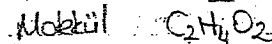
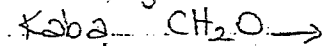
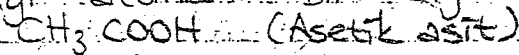
Bir formülü oluşturan atomların en küçük oranlarını gösteren formüle kabala (empirik) formül veya basit formül denilir. Bu formül bileşik hakkında fazla bilgi vermez.

Bir molekül formülü ise bileşikteki atomların gerçek sayısını belirtir. Bazı durumlarda bileşiğin kabala ve molekül formülü aynıdır. Örnek: CH_2O

(Formaldehit)



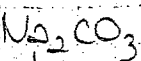
Yapı formülü ise moleküldeki atomların hangi bağ türlerini hangi atomların birbirleriyle bağlı olduğunu gösterir.



Bir bileşiğin formül kütlesi ^{12}C 'nin kütlesi tam 12 alınarak hesaplanan formül biriminin (kabala formülü) bağlı kütlesidir. Molekül yapısındaki bileşiklerin molekül formüllerinin kütlesine de molekül kütlesi denilir.



2 atom H kütlesi + 1 atom O kütlesi

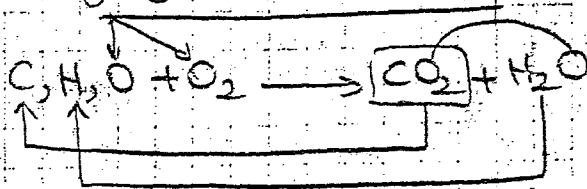


2 atom Na + 1 atom C + 3 atom O

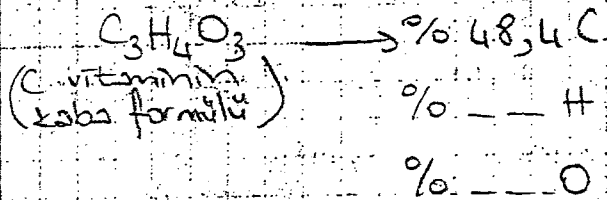
KİMYASAL BİLEŞİKLERİN BİLEŞİMİ

16

Kimyasal formüllerden yararlanarak bileşiklerin mol kütlesi ve yüzde bileşimini bulabiliriz. Yine bir bileşiğin kabaca ve molekül formüllerini yüzde bileşimlerden yararlanarak bulabiliriz. Yalnız bileşiklerin kabaca formüllerini belirlemek için ise yakma analizlerinden faydalanılır. Yakma analizinde belli ağırlıktaki bileşik örneği oksijen gazı ortamında ısıtılır. Örnekteki bütün karbon CO_2 haline, bütün hidrojen H_2O buharı haline geçer. Yakma sonucu elde edilen CO_2 ve H_2O buharının kaynağı örnekteki karbon, hidrojen ve oksijendir.



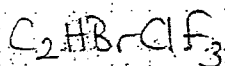
CO_2 ve su buharındaki oksijen atomları hem kullanılan O_2 gazından ve hem de örnekten gelir. Örnekteki O_2 'nin miktarı deneyli yoldan hesaplanır.



I-) Kimyasal Formüllerin Yüzde Bileşiminin Hesaplanması:

Formüle bakarak bileşiğin mol kütlesini hesaplayınız. Sonra elementin kütlesinin formül kütlesine oranını bulunuz. Bulduğunuz oranı 100 ile çarparak yüzdeyi veriniz.

— Örnek: Halotan'ın % bileşimi nedir?



$$\begin{aligned} M &= 2C + 1H + 1Br + 1Cl + 3F \\ &= 2 \cdot 12 + 1 + 1 \cdot 80 + 1 \cdot 35,5 + 3 \cdot 19 \\ &= 197 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\% \text{ C} = \frac{2 \cdot 12}{197} \cdot 100 = \% 12,2$$

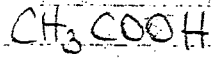
$$\% \text{ H} = \frac{1}{197} \cdot 100 = \% 0,50$$

$$\% \text{ Br} = \frac{80}{197} \cdot 100 = \% 40,6$$

$$\% \text{ Cl} = \frac{35,5}{197} \cdot 100 = \% 17,8$$

$$\% \text{ F} = \frac{3 \cdot 19}{197} \cdot 100 = \% 29$$

Ödev: Asetik asit'in % bileşimini bulunuz.



17

$$\begin{aligned} M &= 2C + 4H + 2O \\ &= 2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 16 \\ &= 60 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\% C = \frac{2 \cdot 12}{60} \cdot 100 = \% 40$$

$$\% H = \frac{4}{60} \cdot 100 = \% 6,7$$

$$\% O = \frac{2 \cdot 16}{60} \cdot 100 = \% 53,3$$

II-) Bir Bileşiğin Deneyel Olarak Bulun Yüzde Bileşiminden Formülünün Bulunması:

Yüzde bileşim, bir bileşiğin içerdiği elementlerin kütle bağıl oranlarını verir. Kimyasal formülle bu oranlar mol cinsinden yani atom sayıları cinsinden gösterilir. Kütle oranlarını, mol oranına çevirmek ve buradan da bileşiğin formülünü saptamak için şu basamaklar izlenir.

1- Bileşiğin 100g olduğunu varsayınız. 100g örnekte elementlerin kütleleri % bileşimlerine eşittir.

2- 100g örnekte bulunan elementlerin kütlelerini mol sayısına çeviriniz.

3- Saptadığınız mol sayılarını elementlerin simgelerinin altına yazarak yazınız.

4- Bulduğunuz sayıları en küçüğüne bölerek tam sayı haline getiriniz.

- Örnek: Metilbezozat (w/w)

Kütlece % 70,58 C

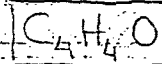
% 5,93 H

% 23,49 O

bulunuz.

$$\begin{array}{lcl} 100 \text{ g} & \begin{array}{l} 70,58 \text{ g C} \\ 5,93 \text{ g H} \\ 23,49 \text{ g O} \end{array} & \begin{array}{l} \frac{70,58}{12} = 5,876 \text{ mol C} \\ \frac{5,93}{1} = 5,93 \text{ mol H} \\ \frac{23,49}{16} = 1,468 \text{ mol O} \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{C} & \text{H} & \text{O} \\ \frac{5,876}{1,468} & \frac{5,93}{1,468} & \frac{1,468}{1,468} \end{array}$$



b) Metilbezozatın molekül ağırlığı 136 a.k.b dir. Metilbezozatın molekül formülünü bulunuz.

$$\text{C}_4\text{H}_4\text{O} \rightarrow 12 \cdot 4 + 1 \cdot 4 + 16 = 68 \text{ a.k.b}$$

$$\frac{136}{68} = 2$$

$$n = 2 \quad \frac{68}{68} \quad (C_4H_4O) \times 2 = C_8H_8O_2$$

- Ödev: %63,2 C } İçerik bileşimin kaba formülünü bulunuz.
 % 5,26 H
 % 31,6 O

18

100g — 63,2g C
 5,26g H
 31,6g O

$$\left. \begin{array}{l} \frac{63,2}{12} = 5,27 \text{ mol C} \\ \frac{5,26}{1} = 5,26 \text{ mol H} \\ \frac{31,6}{16} = 1,2 \text{ mol O} \end{array} \right\} \begin{array}{l} C_{\frac{5,27}{1,2}} H_{\frac{5,26}{1,2}} O_{\frac{1,2}{1,2}} \\ C_4 H_{4,2} O \end{array}$$

- Ödev: Bir kafein örneği 0,624g C; 0,065g H; 0,364g N ve 0,208g O içermektedir. Molekül ağırlığı 194 olduğuna göre kafein molekül formülünü bulunuz.

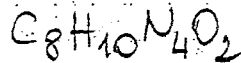
$$0,624 + 0,065 + 0,364 + 0,208 = 1,261g$$

$$\frac{1,261g \text{ örnekte } 0,624g \text{ C}}{194g} \quad \frac{0,624g}{x}$$

$$n_C = \frac{x=96}{12} = 8 \text{ mol}$$

$$\frac{1,261g \text{ örnekte } 0,065g \text{ H}}{194g} \quad \frac{0,065g}{x}$$

$$n_H = \frac{x=10}{1} = 10 \text{ mol}$$



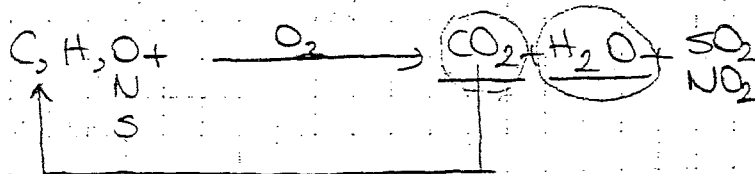
$$\frac{1,261g \text{ örnekte } 0,364g \text{ N}}{194g} \quad \frac{0,364g}{x}$$

$$n_N = \frac{x=56}{14} = 4 \text{ mol}$$

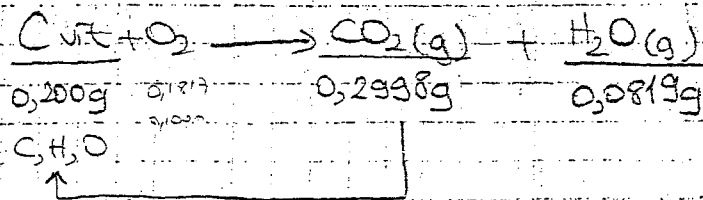
$$\frac{1,261g \text{ örnekte } 0,208g \text{ O}}{194g} \quad \frac{0,208g}{x}$$

$$n_O = \frac{x=32}{16} = 2 \text{ mol}$$

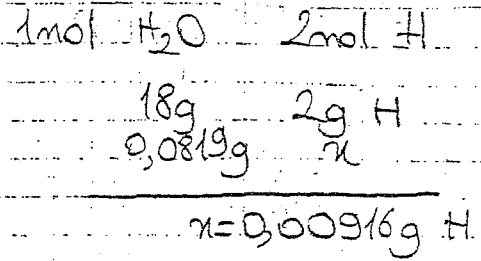
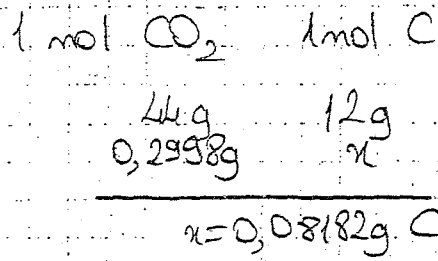
III-) Yakma Analizleri Sonuçlarından Kaba Formülün Bulunması:



- Örnek: C vitamininin 0,200g'lık bir örneği yakıldığında 0,2998g CO₂(g) ve 0,0819g H₂O(g) oluşmaktadır. C vitamininin kaba formülünü bulunuz.



19

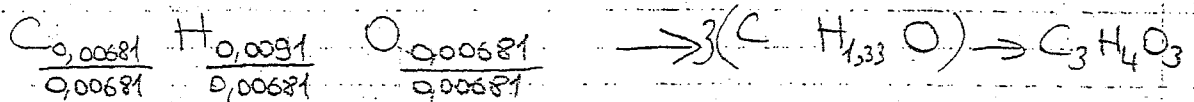


Oksijenin gram miktarı = $0,200 - (0,08182 + 0,00916)$
 $x = 0,1090\text{g}$

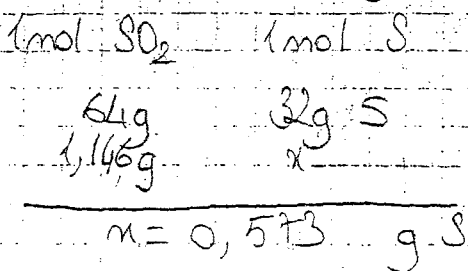
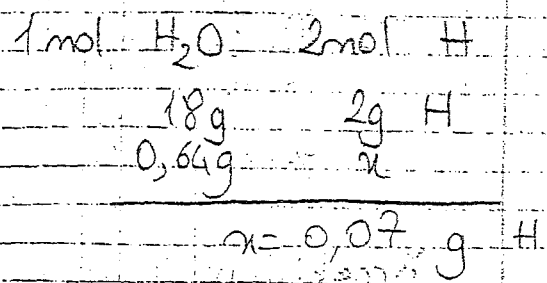
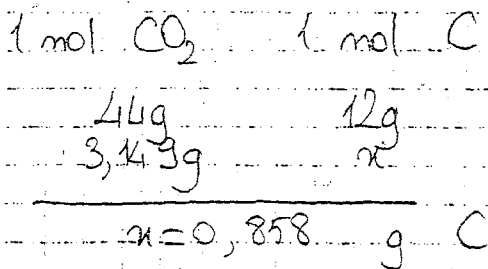
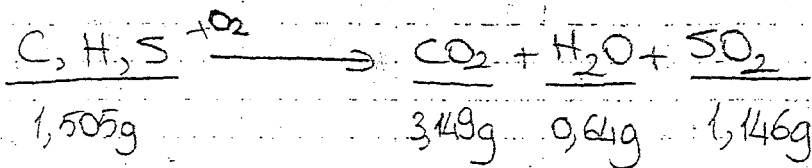
$$\frac{0,08182\text{g C}}{12\text{g}} = 0,006812 \text{ mol C}$$

$$\frac{0,00916\text{g H}}{1,008\text{g H}} = 0,0091 \text{ mol H}$$

$$\frac{0,1090\text{g O}}{16,00} = 0,006813 \text{ mol O}$$



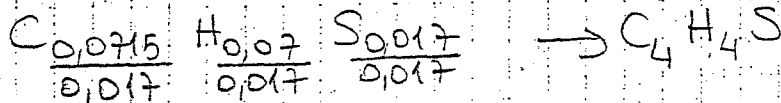
- Ödev: Bir C, H ve S bileşiği olan tüpün 1,505g'lık bir örneği tamamen yakılıyor. Oluşan ürünler 3,149g CO₂, 0,64g H₂O ve 1,146g SO₂ dir. Tüpün kaba formülünü bulunuz.



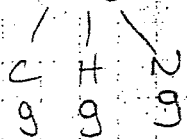
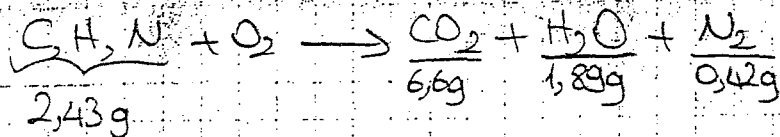
$$\frac{0,858g}{12g} C = 0,0715 \text{ mol } C$$

$$\frac{0,07g}{1} H = 0,07 \text{ mol } H$$

$$\frac{0,573g}{32} S = 0,017 \text{ mol } S$$



Örnek: Şişirde bulunan ve organik bir bileşik olan nikotin C, H ve N elementlerinden oluştuğu bilinmektedir. 2,43g nikotin örneği O ile yakıldığında 6,6g CO₂, 1,89g H₂O ve 0,42g N₂ oluşmaktadır. Nikotin kütlece % bileşimini bulunuz.



$$\begin{array}{cc} 1 \text{ mol } CO_2 & 1 \text{ mol } C \\ 44g CO_2 & 12g C \\ 6,6g & x \end{array}$$

$$x = 1,8g$$

$$\begin{array}{cc} 1 \text{ mol } H_2O & 2 \text{ mol } H \\ 18g H_2O & 2g \\ 1,89g & x \end{array}$$

$$x = 0,21g H$$

$$g N_2 = 2,43 - (0,21 + 1,8) = 0,42g N$$

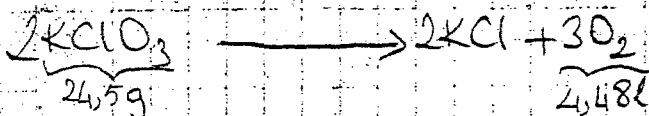
$$\begin{array}{cc} 2,43g \text{ örnekte} & 1,8g C \\ 100g & x \end{array}$$

$$\% C = \% 74,10$$

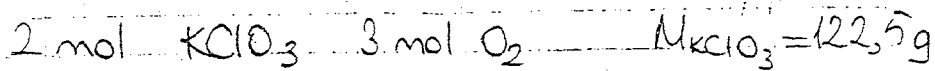
$$\% H = \frac{0,21}{2,43} \cdot 100 = \% 8,6$$

$$\% N = \frac{0,42}{2,43} \cdot 100 = \% 17,3$$

Örnek: Laboratuvarda oksijen potasyum kloratın kuru kuruya ısıtılmasıyla elde edilir. 24,5g KClO₃ ısıtarak 4,48l O₂ gazı elde edilir. Yarı reaksiyonun verimini hesaplayınız.



$$\% \text{ Verim} = \frac{\text{Pratik Verim}}{\text{Teorik Verim}} \cdot 100 \rightarrow \frac{0,2}{0,3} \cdot 100 = \% 67$$

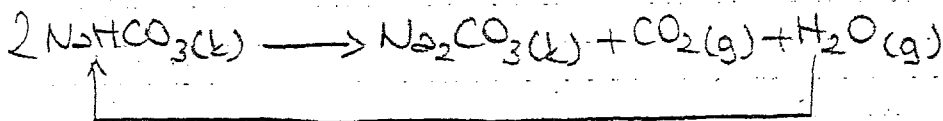


$$\frac{24,5}{122,5} = 0,20 \text{ mol} \quad \frac{0,3 \text{ mol } O_2}{\text{Teorik Verim}}$$

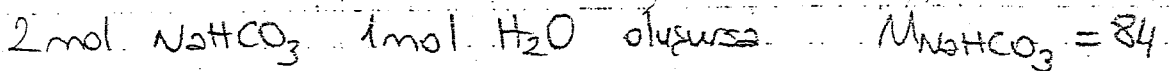
$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol} & \text{gas} & 22,4 \text{ l} \\ n & & 4,48 \text{ l} \end{array}$$

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

- Örnek: 3,86g CaCO_3 ve NaHCO_3 karışımı ısıtılıyor ve aşağıdaki denklemlere göre ayrılıyor.



Reaksiyon sonunda $1,1\text{g CO}_2$ gazı ve $0,36\text{g}$ su buharı elde edilmiştir. Karışımdaki CaCO_3 yüzdesini bulunuz.



$$\begin{array}{r} 2 \times 84g \\ n \end{array} \quad \begin{array}{r} 18g \\ 0,36g \end{array}$$

$$x = 3,36g$$

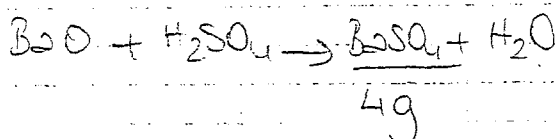
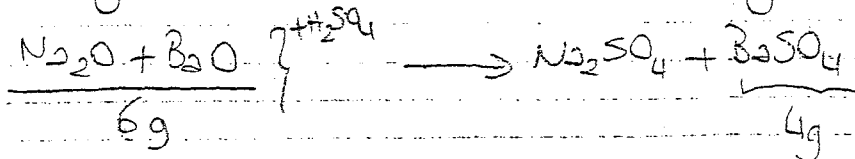
$$N_2HCO_3 = 3,36$$

$$\text{CaCO}_3 \text{ g. m. k.} = 3,86 - 3,36 = 0,5 \text{ g}$$

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{0,5}{3,86} \cdot 100 = \% 13$$

Ödev: Bir Na_2O ve BaO karışımının 6g 'ı suda çözünüyor. Ortamda Na ve Ba iyonlarının toplamı Na_2SO_4 ve BaSO_4 olarak göktürülüyor. Göken BaSO_4 'ün ağırlığı 4g olduğuna göre karışımdeki BaO 'ün yüzdesini bulunuz.

$\text{Na}=23$ $\text{Ba}=137$



$$1 \text{ mol BaO} \quad 1 \text{ mol BaSO}_4 \quad \text{---} \quad M_{\text{BaO}} = 137 + 16 = 153 \text{ g}$$

$$153 \text{ g BaO}$$

x

$$233 \text{ g BaSO}_4$$

$$4 \text{ g BaSO}_4$$

22

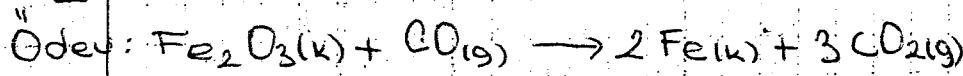
$$x = 2,6 \text{ g BaO}$$

$$\frac{6 \text{ g}}{100 \text{ g}}$$

$$\frac{2,6 \text{ g BaO}}{x}$$

$$\text{ya da } \% \text{ BaO} = \frac{2,6}{6} \cdot 100 = \%43,3$$

$$x = \%43,3$$



$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 10 kg'dan yukarıdaki reaksiyon gereğince elde edilecek Fe kütlesini bulunuz. (Cevap: 6,98 kg)

ATOM VE YAPISI

Kimyanın bugünkü gelişimi 20. yy'ın başlarına rastlanmaktadır. Atomun yapısı hakkında Rutherford, Planck, Einstein, Bohr ve Schrödinger gibi fizikçilerin ortaya attıkları teori ve deney sonuçları bugünkü büyük gelişmeye en büyük katkı olmuştur.

Başlıca 3 büyük buluş atomun bugünkü yapısını sıkıca ifade eden büyük etkidir. Bunlar:

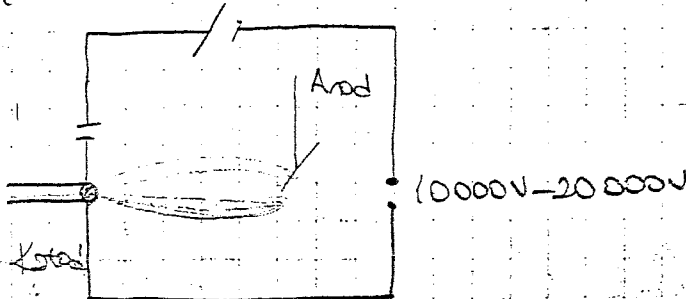
1- Maddenin elektriksel tabiatı.

2- Atomun bir çekirdek etrafındaki elektronlardan oluştu-

ğu

3- Dalga mekaniği

1833'te Faraday bileşiklerin elektriksel ayrıştırılması olan elektroliz ile ilgili bir deney gerçekleştirmiştir. 1839'da Plucker elektrik akımını vakumdan geçirerek katot ışınlarını bulmuştur.



Bu ışınların başlıca özellikleri şunlardır:

1- Bir doğru boyunca hareket ederler.

2- Elektrik ve manyetik alanda saparlar.

3 Negatif yüklü taneçiklerdir.

4- Bu taneçiklerin bir kütleleri vardır.

5 Katot ve anotun yapıldığı maddelerle tüp içindeki çok düşük basınçtaki gazın dinsi ne olursa olsun bu ışınlar hep aynı katot ışınlarıdır.

1909'da Milliken yağ damlacığı deneyi ile elektronun yükünü bulunmuştur ve $e = 1,6022 \cdot 10^{-19}$ Coulomb olarak bulmuştur.

1886'da Goldstein, katot ışınları (pozitif ışınlar) sayesinde protonların varlığını keşfetmiş, proton olarak tanımlanan parçacıkların atomların yapısında bulunduğunu ve tespit edilmiş yükünün elektronunkine eşit, ancak zıt işaretli olduğunu söylemiştir.

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad \frac{m_p}{m_e} = 1836$$
$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

Yüksek olmaları nedeniyle elektrik ve manyetik alanda sapmadıklarından nötronun varlığı 1932 yılında keşfedilmiştir. Kütleleri $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ olarak bulunmuştur. Nötronlar, atomun yapısında bulunan protonun kütlesine eşit kütlede yüksek parçiküllerdir. Atom çekirdeği (+) yüklü proton ve yüksek olan nötron parçiküllerinde meydana gelmiştir.

ATOM SEMBOLLERİ

Atomlar, Latince isimlerinin baş harfı olan 1 ya da 2 harfle gösterilir.

Sodyum - Na

Berilyum - Be

Nitrojen - N

Hafnium - Hf

Atom içindeki parçiküllerin sayısını, dolayısıyla atomun bazı özelliklerini belirleyecek 2 numara vardır.

1. Atom numarası (Z)

2. Kütle numarası (A)

Z atom numarası, çekirdekteki birim (+) yük sayısını gösterir.

$$\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$$

$$Z = p$$

$$\text{Nötr atom} \rightarrow p = e = Z$$

$$A = p + n$$

$$n = A - Z$$

Örnek:

$${}_{11}^{23}\text{Na} \rightarrow Z = 11 = p = e$$
$$A = 23 \quad n = 23 - 11 = 12$$

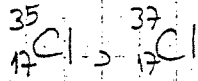
$${}_{17}^{35}\text{Cl} \rightarrow Z = 17 = p = e$$
$$A = 35 \quad n = 35 - 17 = 18$$

$${}_{11}^{23}\text{Na}^+ \rightarrow Z = 11 = p$$
$$e = 11 - 1 = 10$$
$$A = 23 \quad n = 23 - 11 = 12$$

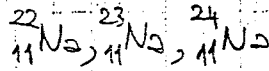
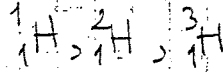
$${}_{17}^{35}\text{Cl}^- \rightarrow Z = 17 = p$$
$$e = 17 + 1 = 18$$
$$A = 35 \quad n = 35 - 17 = 18$$

İZOTOP ATOMLAR

Atom numaraları aynı, kütle numaraları farklı olan atomlardır.

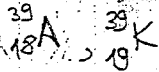
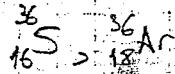


24



Doğada mevcut elementlerin çoğu izotop atomlarının karışımı halinde bulunur. Bu atomların kimyasal özellikleri aynı, fiziksel özellikleri farklıdır.

İZOBAR ATOMLAR



Kütle numaraları aynı, atom numaraları farklı olan elementlerdir. Bunların kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır.

İZOTON ATOMLAR

Kütle ve atom numaraları farklı, nötron sayıları aynıdır.

RUTHERFORD ATOM MODELİ

1911'de vermiştir. Çok ince metal kılıfında He atomu geçirilerek geçirilerek yapılabilecek sonuca atoma bu tür taneleklerin konumu saptanmaya çalışılmıştır.

SUMMERFIELD ATOM MODELİ

Summerfield, Rutherford'un atom modelini beğenmemiş, fakat yörüngelerin elips şeklinde olduğunu söylemiştir.

BOHR ATOM MODELİ

Bu modelde göre Rutherford'un önerileri esas alınmış ve bunu tamamlama hipotezleri öne sürülmüştür.

1. Hidrojen atomunun elektronu sadece belirli küresel yörüngelerde bulunur. Bu yörüngelere enerji seviyesi veya kabuk denir. Bu kabuklar K, L, M, N gibi harflerle veya 0, 1, 2, 3 gibi rakamlarla gösterilir. e^- ile çekirdek arasındaki Coulomb çekim kuvvetiyle merkezî kuvvet dengededir.

$$k = \frac{Ze^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

Coulomb Merkezî kuv.

$v = r$ yarıçapında dönen e^- un hızı.

k = birimlere bağlı bir sabit.

Z = Atom numarası.

$e = e^-$ un yükü.

$r = e^-$ un döndüğü yörüngesinin yarıçapı.

m = elektronun kütlesi.

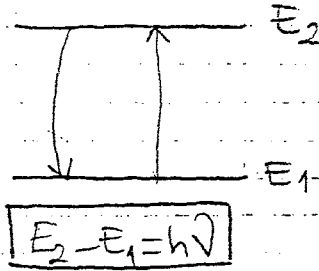
2r

2- Elektron, sonsuz yörünge yerine çok azısal momentum değeri mvr , değeri $n \cdot h$ olan veya bunun belli katları kadar yörüngelerde hareket edebilirler.

3- Bir atomun elektronları çekirdeğe mümkün olan en kısa uzaklıktaysa en düşük enerjidedir. Bu duruma temel durum denir. Atomlar, herhangi bir enerji kaynağında enerji aldıklarında e^- lar bu enerjiyi absorblayarak daha yüksek enerjili düzeye geçerler. Bu duruma ise uyarılmış durum denir.

4- Elektron çok yakın enerjisi E_2 olan kararlı bir yörüngede toplam enerjisi E_1 olan başka bir yörüngeye geçtiğinde tek renkli bir ışık yayılır. Bu ışığın enerjisi söz konusu olan 2 enerji yörüngesi arasındaki enerji farkına eşittir.

$$E_2 - E_1 = h \cdot \nu$$



DALGA MEKANİĞİ

Bohr atom teorisi ve diğer teoriler atomun yapısını açıklamakta yeterli olmamıştır. Dalga mekaniğinde temel düşünce şudur: Elektron kadar küçük bir cismin kesin olarak ne zaman ve nerede bulunacağından söz edilemez. Ancak böyle küçük bir cismin belirli bir zamanda belirli bir yerde bulunma olasılığında söz edilebilir. Örneğin hidrojen atomunun elektronu çekirdekteki çekircekten belirli uzaklıktaki bir küre içinde bulunma olasılığına sahiptir.

Dalga mekaniğinde atomlardaki e^- lar kabuklara ayrışmıştır. Kabuklar da daha alt kabuklar içerir. Elektronların bulunduğu bu alt kabuklara orbital adı verilir. Bir elektronun bulunabileceği bölgeleri ifade eden sayılara kuantum sayıları denir. Her kabuk 1 ya da daha fazla sayıda alt kabuk içerir. Kabuklar n ile gösterilir. n pozitif bir tam sayıdır ve bir kabuktaki alt kabuk sayısı n ile eşittir.

26

$n=1$ kabuğunda 1. alt kabuk vardır.
 $n=2$ alt kabuklar yarı kuantum sayısı l ile gösterilir ve her alt kabuk 1 yarı da daha fazla sayıda orbital içerir ve orbital sayısı da $2l+1$ ile verilir. Eğer $l=0,1,2,3$ durumunda kabukların olmuş olduğu orbitaller s, p, d, f ile gösterilir.

$$l=0,1,2,3$$

$$s, p, d, f$$

n	l	Orbital sayısı	Spektroskopik gösterim
K 1	0	1	1s
L 2	0	1	2s
	1	3	2p
M 3	0	1	3s
	1	3	3p
	2	5	3d
N 4	0	1	4s
	1	3	4p
	2	5	4d
	3	7	4f

Kuantum Sayıları:

1) n = Başkuantum sayısı

K, L, M, N, O, P ---
 1, 2, 3, ---

Temel enerji düzeylerine karşılıktır.

2) l = Yan kuantum sayısı

Yan enerji düzeylerini gösterir. Bunlara atomik orbital denilir.

0, 1, 2, 3 --- $(n-1)$
 s, p, d, f ile gösterilir.

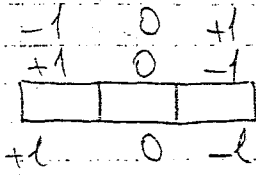
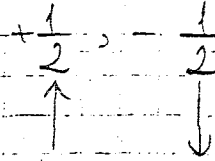
3) m_l = Manyetik kuantum sayısı

Orbitalleri tanımlamak için kullanılır. Yan enerji düzeyinde kaç tane orbital bulunduğunu gösterir ve $+l$ ile $-l$ değerleri arasında değerler alır. Değeri, yarı kuantum sayısına bağlıdır.

$m_l = +l, +(l-1), 0, -(l-1), -l$ değerlerini alır.

4) m_s = manyetik spin kuantum sayısı

Elektronun kendi eksen etrafında dönerken olduğu manyetik alanı belirler. Aynı orbital içinde birbirine ters yönde dönen 2 elektron olduğunu belirtir ve $+\frac{1}{2}$ ile $-\frac{1}{2}$ değerlerini alır. (Elektronun yönüne göre)



ELEKTRONİK YAPI (KONFIGÜRASYON)

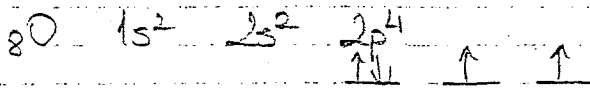
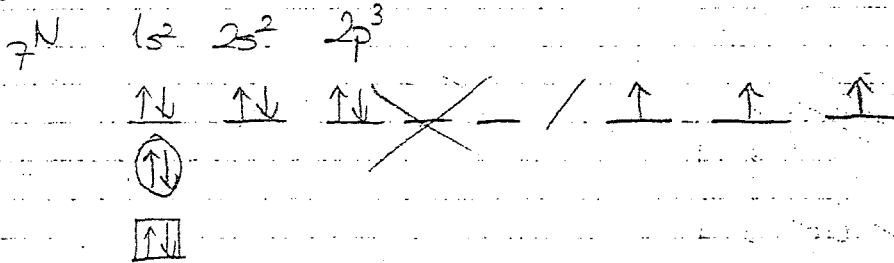
Küresel bir atombda bulunan e⁻ ların atomun temel duru-
munda geçtiği tabakalardaki dağılımına denir. Elektronik yapıyı
belirtmek için geçtiği kurallardan yararlanılır. Bunları:

1) Elektronlar en düşük enerjiye orbitallerde bulun-
ur. Bir alt orbitaldeki orbital dolmadan bir üst ener-
jideki orbitale e⁻ lar yerleşemez.

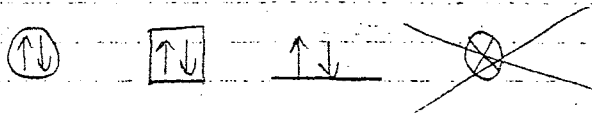
2) Bir atombdaki e⁻ ların herbirinin 4 kuantum sayısı bir-
birinden farklıdır. (Pauli ilkesi)

3) Bir kabukta bulunabilecek max e⁻ sayısı $2n^2$ 'dir
(n=kuantum sayısı)

4) En son enerji düzeyine e⁻ lar yerleşirken spin ko-
llüğünün maksimal olması istenir. (Hund ilkesi)



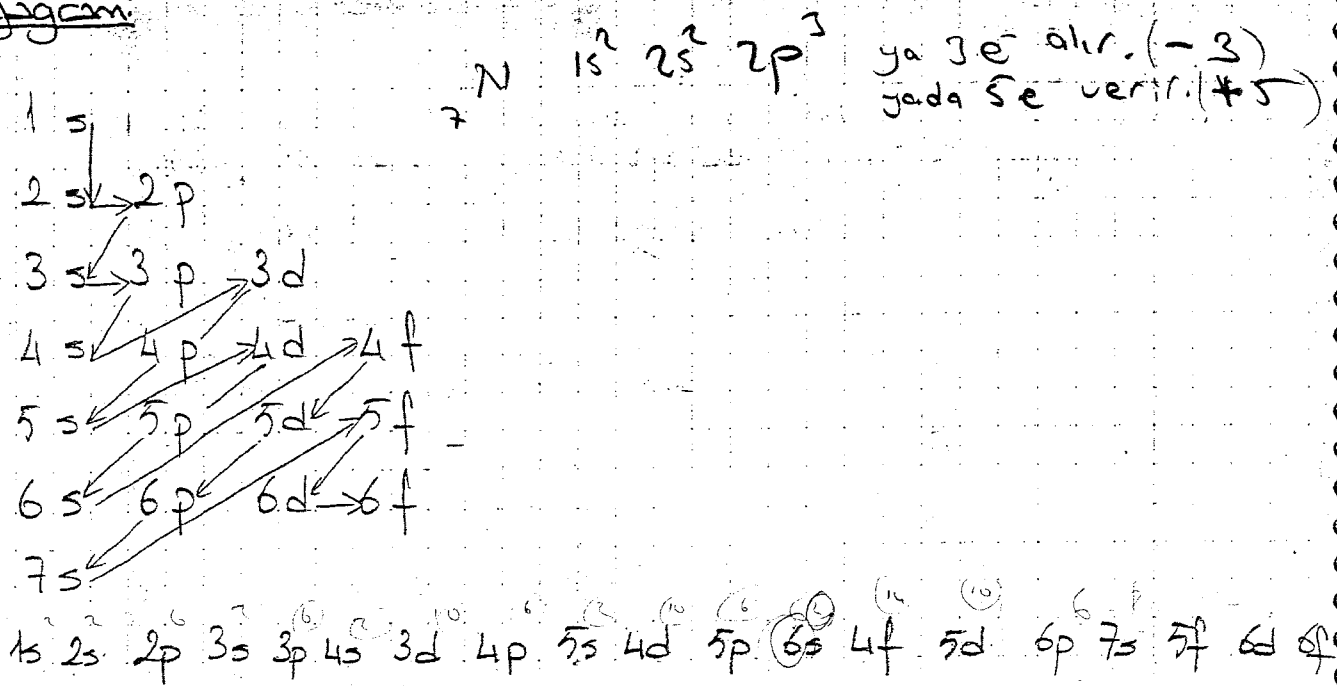
Orbital Diyagramları:



Element	Orbital Diyagramı 1s 2s 2p 3s	Elektronik gösterim
1H	↑	$1s^1$
2He	↑↓	$1s^2$
3Li	↑↓ ↑	$1s^2 2s^1$
4Be	↑↓ ↑↓	$1s^2 2s^2$
5B	↑↓ ↑↓ ↑	$1s^2 2s^2 2p^1$

Element	Orbital Diyagramı 1s 2s 2p 3s	Elektronik gösterim
6C	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow -$	$1s^2 2s^2 2p^2$ 28
7N	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \uparrow$	$1s^2 2s^2 2p^3$
8O	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow$	$1s^2 2s^2 2p^4$
9F	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$	$1s^2 2s^2 2p^5$
10Ne	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$	$1s^2 2s^2 2p^6$
11Na	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
12Mg	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

Orbitallerin Enerji Sıralamalarını Bulmada Kullanılan Diyagramı



* MAGNETİK ÖZELLİKLER

Elektronun spin atom ve moleküllerin magnetik özelliklerinin açıklanmasına yarar. Bu özellikler

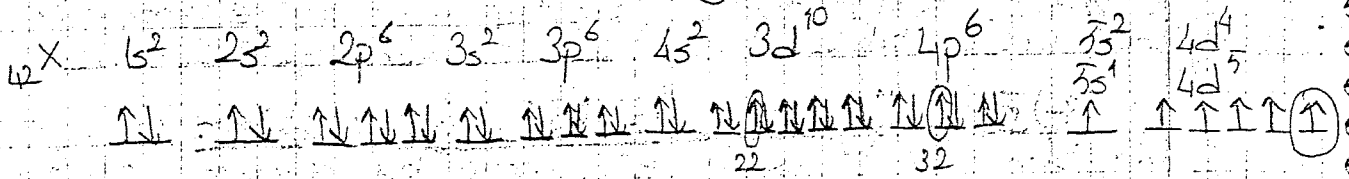
- 1) Paramagnetik özellikler
- 2) Diamagnetik
- 3) ferromagnetik " dir.

Renkli 1) Paramagnetik Özellikler: Eğer e⁻ lar orbitallerde tek olarak bulunuyorsa atom magnetik özellik kazandırır. Uygulanan dış alandan etkilenirler. Bu gibi atomlara paramagnetik özelliktedir denilir. Bu tür atomlarda veya bu tür bileşiklerde spinleri belli yönde olan e⁻ ların sayısı diğer yönde olanlardan fazladır.

2) Diamagnetik Özellik veya Mankbeler: Aynı orbitallerde çift spinli olarak bulunan e⁻ ların oluşturacağı magnetik alanlar $+\frac{1}{2}$ ve $-\frac{1}{2}$ olarak birbirini nötralize eder.

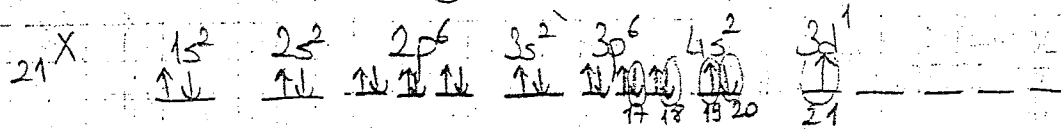
Renksiz

Ödev: ^{42}X olan atomun e^- dağılımını yazınız. 22,32
ve ^{42}X e^- lerin kuantum sayılarını belirtiniz.



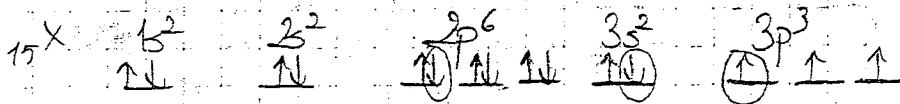
$$\begin{array}{r} 22 \\ 3 \\ \hline 2 \\ +1 \\ \hline +1/2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 32 \\ 4 \\ \hline 1 \\ 0 \\ +1/2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 42 \\ 4 \\ \hline 2 \\ -2 \\ +1/2 \end{array}$$

Ölevi 2. obn stonun e^- dağılımını yazınız. 17, 18, 19, 20, 21.
 e^- obn kuantum sayılarını belirtiniz.



	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>	<u>21</u>
α :	3	3	4	4	3
β :	1	1	0	0	2
γ :	0	1	0	0	+2
γ_3 :	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$

Örnek 15 X olan atomun e^- dağılımını yazınız. 8, 12, 13. e^- ların kuantum sayılarını belirtiniz.



	8	- 12	13
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>3</u>
c_1	1	0	1
c_2	+1	0	+1
m_1	-1/2	-1/2	+1/2

PERİYODİK SİSTEM VE BAZI ÖZELLİKLERİN PERİYODİK DEĞİŞİMİ

31

Elementler, atom numarasına göre sınıflandırılmıştır. Periyodik sistemde elementlerin 1'ten A.N'larına göre sıralanmış satırlarına periyot denir. Elementlerin A.N'ı, e^- sayıları, atom bir e^- bulutları, dolr. 7 tane e^- bulutu bildiği için (K, L, M, N, R ---) 7 tane periyot vardır.

1. periyot	2. element	1s ²
2. "	8 "	2s ² 2p ⁶
3. "	8 "	3s ² 3p ⁶
4. "	18 "	4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶
5. "	18 "	5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶
6. "	32 "	6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6p ⁶
7. "	17 " (heviz)	7s ² 5f ¹⁴ 6d ¹

Elementlerin benzer özelliklerine göre dizilmiş düzge sıralara ise grup adı verilir. Periyodik sistemde 8'den fazla grup vardır ve her dikey grup yani grup da içerir 8'den fazla grup veya A grubu, 8 tane yan grup veya B grubu ve bir tane de 0 grubu bulunmaktadır. Bunlardan 1A-7A arasında bulunurlar metal ya da ametaller, 8A grubu (0 grubu) asal gazlar, 1B-8B ye kadar olan yan grup da ise geçiş elementleri bulunmaktadır.

2s ² 2p ⁵	2. periyot 7A
2s ² 2p ⁶	2. periyot 8A

Elementler e^- yapılarına göre 4 gruba ayrılırlar:

1) Asal gazlar (0 grubu): Periyodik tabloda en solda bulunurlar. Soygazlar da denirler. Kimyasal olarak etkin değildirler. Diamagnetik özelliktedirler. Zehirsizdirler. He dışın e^- yapıları ns² np⁶ dir.

2) Bas grup elementleri: A grubu elementleridir. Metal ve ametalleri içerirler. Bu elementlerin bazıları paramagnetik, bazıları diamagnetiktir. Bileşikleri de genellikle diatometik ve zehirsizdirler. Bunun en dış tabakalarına da ilk tabaka denir. Buradaki e^- lara değerlik elektrö denir. Bu elementlerin değerlik e^- sayısı atom numarasını verir. Bu elementlerin kimyası bu dış tabakadaki e^- lara ilgilidir.

3) Geçiş (Tranzisyon) elementleri: B grubu elementleridir. Metaldir. Güçlü paramagnetiktir. Renkli paramagnetik bileşikler oluştururlar.

4) İç geçiş (İç tranzisyon) elementleri: Periyodik tabloda 6. ve 7. periyotta 33 alt grubu element

40. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

lemler sonra yer alırlar. 6. periyotta olurlar. Lanthanide 7. periyotta olurlar. Alakiler devir tümü metaldır ve paramagnetiktir. Bunların bileşikler de renkli ve paramagnetiktir.

* BAZI ÖZELLİKLERİN PERİYODİK DEĞİŞİMİ

Elementlerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri elementin A.N. ile periyodik olarak değişir. Bu özellikler

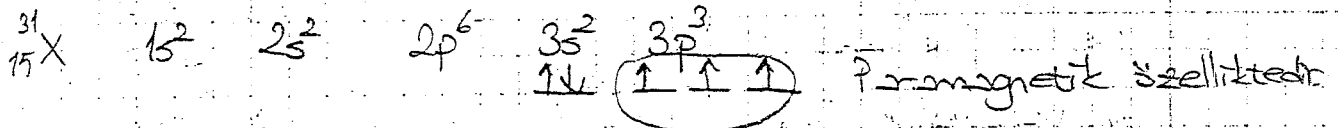
- 1-) Atomik yarıçap
- 2-) İyonlaşma enerjisi
- 3-) Elektron ilgisi (Elektronegatiflik)
- 4-) Oksidasyon sayısı
- 5-) İletkenlik

Örnek: $^{31}_{15}X$ elementinin söylebilecek özelliklerini söyleyiniz.

$$Z = 15 = p = e^-$$

$$A = 31$$

$$n = 31 - 15 = 16$$



3. periyot 5A grubu elementidir. Bileşiklerinde -3 ya da +5 değerliklerini alır. Ametal sınıfında yer alır. Metallerle yaptığı bileşiklerde -3, metallerle yaptığı bileşiklerde +5 değerlik alır.

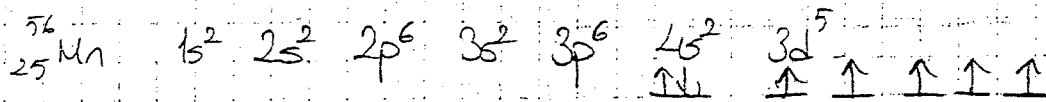
Örnek: $^{56}_{26}Mn$ elementinin söylebilecek özelliklerini belirtiniz.

$$^{56}_{26}Mn$$

$$Z = 26 = p = e^-$$

$$A = 56$$

$$n = 56 - 26 = 30$$



4. periyot 7A grubu elementidir. Bileşiklerinde -1 ya da +7 değerliklerini alır. Ametal sınıfında yer alır. Metallerle yaptığı bileşiklerde -1, metallerle yaptığı bileşiklerde +7 değerlik alır.

Paramagnetik özelliktedir.

4. periyod

IA
K
4s¹

IIA
Ca
4s²

III A
Sc
4s² 3d¹

IV A
Ti
4s² 3d²

V A
V
4s² 3d³

VI A
Cr
4s¹ 3d⁵

VII A
Mn
4s² 3d⁵

VIII A
Fe
4s² 3d⁶

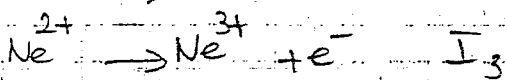
IX A
Co
4s² 3d⁷

X A
Ni
4s² 3d⁸

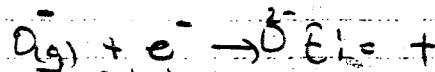
XI A
Cu
4s¹ 3d¹⁰

XII A
Zn
4s² 3d¹⁰

33

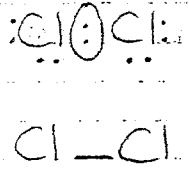
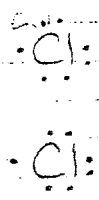
$$\text{Ne} \rightarrow \text{Ne}^+ + e^- \quad I_1(14)$$


Atom yarıçapı $\xrightarrow{\quad}$ r $\rightarrow$ Küçülür
İyonlaşma enerjisi $\downarrow$ I $\rightarrow$ Artar

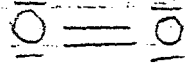
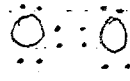
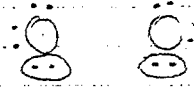
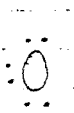
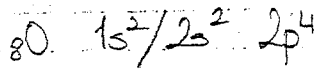
$$X + e^- \longrightarrow X^- + \nu_e, \quad O(g) + e^- \longrightarrow O^-(g) + \nu_e = -$$


4-) Oksidasyon Sayısı:

2-) Kovalent Bağ: e^- ortaklığına dayanır. Ortaklaşa kullanılır e^- her 2 veya daha fazla atoma aynı derecede aittirler. Elementlerin e^- ilgileri ve iyonlaşma enerjileri birbirine yakın veya aynı ise kovalent bağ oluşur. Bu tip bağlara genellikle ametallerde rastlanılır.



Görüldüğü gibi, atomlar e^- bir ortaklaşa kullanarak en dış e^- düzeylerini 8'e tamamlamaya çalışırlar (Okteet kuralı). Elektron çiftleri çizgi ile gösterilir. Atom üzerindeki e^- bir daire veya $\cdot\cdot$ ile gösterilir. Bu şekilde gösterim Lewis yapısı olarak bilinir. Lewis yapısında sözü edilen e^- lar dışında en dış tabakaya sahip e^- larıdır.

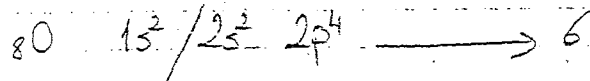
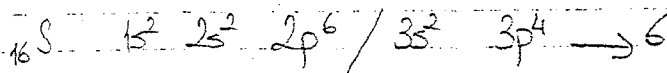


Lewis Yapıları:

Kovalent bağ ile bağlı olan her atomun asal gaz yapısına ul tığını söyler. Bir molekülün Lewis yapısını bulmak için Zenginlik kuralları vardır.

Örnek: SO_2 'nin Lewis yapısını gösteriniz.

1-) İpide bulunan tüm atomlara ait değerlik e^- larının sayısı toplanır. (A grubunda; değerlik e^- sayısı = grup no) Eğer madde iyon ise negatif iyonlarda değerlik e^- larının toplam sayısına negatif yük eklenir. Pozitif iyonlarda ise değerlik elektronlarının sayısından pozitif yük çıkarılır.



$$t.d.e.s = 6 + 2 \cdot 6 = 18e^-$$

2-) Hidrojen atomu için 2, diğerleri için ise $8e^-$ düşünülerek okteet e^- sayısı hesaplanır.

$$o.e.s = 3 \cdot 8 = 24e^-$$

3-) Ortaklaşa kullanılır e^- sayısı bulunur.

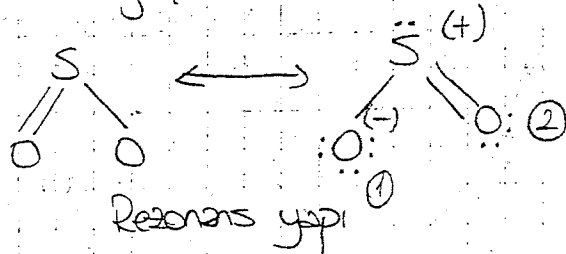
$$o.k.e.s = 24 - 18 = 6e^-$$

4-) Her kovalent bağda $2e^-$ bulunduğu için ortaklaşa kullanılır e^- sayısı 2'ye bölünür, bağ sayısı bulunur.

$$B.S. = \frac{O.k.e.s}{2} = 3$$

36

5-) Verilen moleküldeki atomların sembolleri yazılır. Önce oralara benzer kovalent bağlar yerleştirilir. Sonra diğer bağlar geçirilir.



6-) Bağ oluşumuna katılmayan yani ortaklanmamış e^- sayısı bulunur.

$$\text{ortaklanmamış } e.s = 18 - 6 = 12e^-$$

7-) Atomların formal yükleri hesaplanır.

$$\text{Formal yük} = \text{grup no} - \text{bağ sayısı} - \text{b.y.e.s. (b.s.)}$$

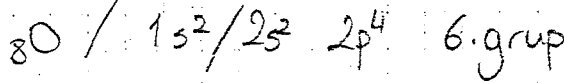
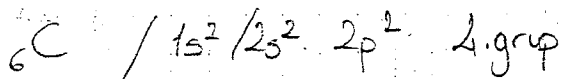
$$S = 6 - 3 - 2 = 1+$$

$$O_1 = 6 - 1 - 6 = 1-$$

$$O_2 = 6 - 2 - 4 = 0$$

0

Örnek: CO_3^{2-} (karbonat) iyon Lewis yapısını yazınız.

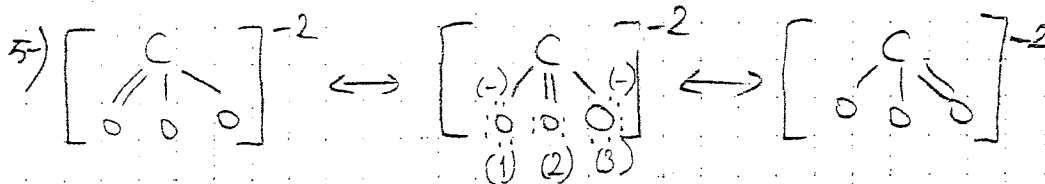


$$1) \text{td.e.s} = 4 + 3 \cdot 6 + 2 = 24e^-$$

$$2) \text{o.e.s} = 8 + 3 \cdot 8 = 32e^-$$

$$3) \text{be.s} = 32 - 24 = 8e^-$$

$$4) \text{b.s} = \frac{\text{be.s}}{2} = \frac{8}{2} = 4$$



$$6) \text{b.y.e.s} = 24 - 8 = 16e^-$$

$$7) \text{Formal yük} \quad O_{(1)} = O_{(3)} = 6 - 1 - 6 = -1 \quad \times 2 = -2$$

$$O_{(2)} = 6 - 2 - 4 = 0$$

$$C = 4 - 4 - 0 = 0$$

Örnek: HNO_3 Lewis bağ yapısı

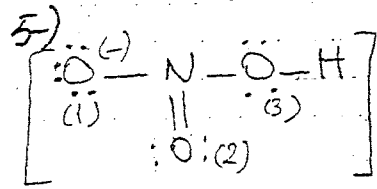
1. H : $1s^1$ 1. grup
 7. N : $1s^2/2s^2 2p^3$ 5. grup
 8. O : $1s^2/2s^2 2p^4$ 6. grup

1) o.e.s = $2 + 8 + 3 \cdot 8 = 34e^-$

2) t.d.e.s = $1 + 5 + 3 \cdot 6 = 24e^-$

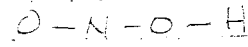
3) b.e.s = $34 - 24 = 10e^-$

4) b.s = $\frac{b.e.s}{2} = \frac{10}{2} = 5$



6) b.y.e.s = $24 - 10 = 14e^-$

7-) Formal yük
 $O_1 = 6 - 1 - 6 = -1$
 $O_2 = 6 - 2 - 4 = 0$
 $O_3 = 6 - 2 - 4 = 0$
 $H = 1 - 1 - 0 = 0$
 $N = 5 - 4 - 0 = +1$

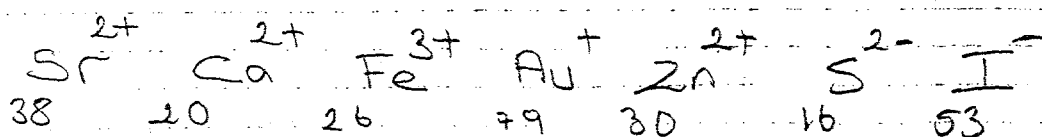
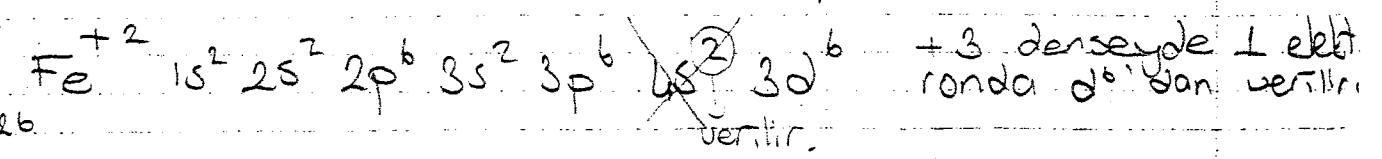
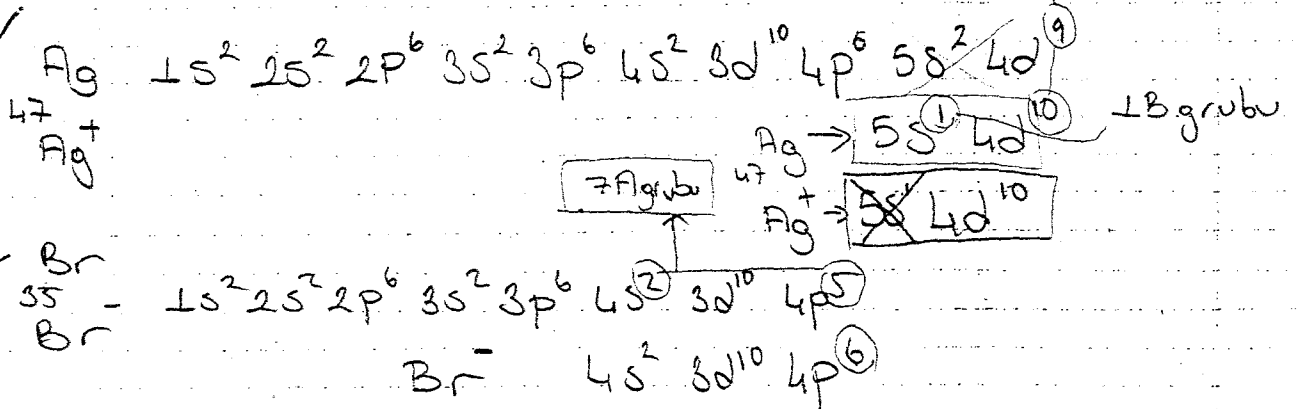


1. t.d.e.s = 34
 2. o.e.s = 10

t.d.e.s = 24 o.e.s = 34 24 - 10 = 14

kararlı duruma getirilir.

Örnek: $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{H}_3\text{PO}_4, \text{NH}_4^+, \text{PO}_4^{3-}, \text{NO}_3^-$ Lewis



unmarked notes

39

(a)
(b)

Kovalent Bağların Polarlanması:

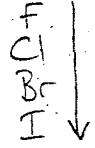
40

2. tür kovalent bağ vardır:

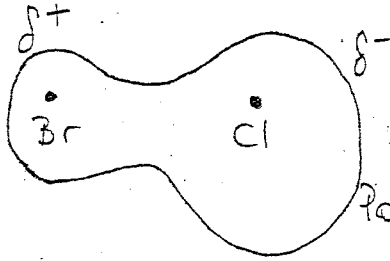
- Polar kovalent bağ
- Apolar kovalent bağ

Benzer aynı olan 2 atom arasındaki bağ tam kovalent bağdır. Atomlar aynı olduğu için elektronegatiflikleri de aynıdır. Dolayısıyla 2 atom arasındaki e^- her iki atoma eşit şekilde aittirler. Eğer atomlar farklı ise elektronegatiflik değerleri de farklı olduğundan bağdaki e^- lerin bağın 2 yanındaki atomların birine biraz daha fazla ait olacaktır.

BrCl
Elektronlar Cl'ye doğru çekileceğinden Cl tarafında e^- bulutu daha fazla olur. Br ucu (+), Cl ucu (-) olur.

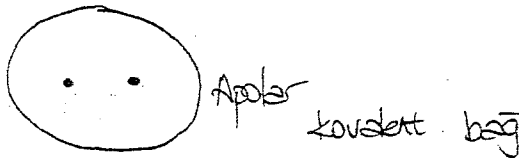
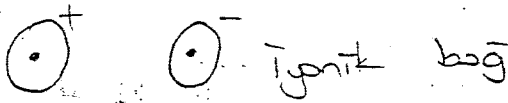


$Cl_e > Br_e$



Polar kovalent bağ

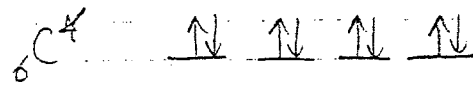
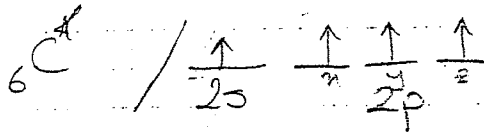
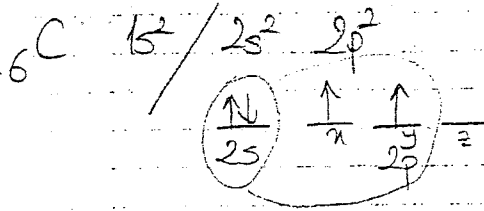
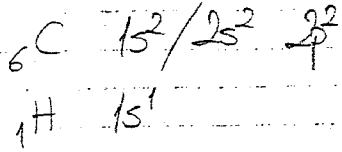
Böyle (+) ve (-) uç taşıyan kovalent bağlara polar kovalent bağ denir. Böyle bağların pozitif ve negatif yükleri iyonik bağdaki kadar belirgin olmadıklarından yükler δ^+ ve δ^- yükleri ile belirtilir.



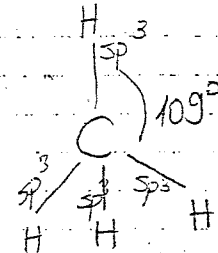
Plüsan sp^3 hibrit orbitalleri %33,3 s, %66,6 p karakterde orbitallerdir.

3- sp^3 Hibrit Orbitalleri:

Örnek: CH_4



$70,25 = 70,25\%$



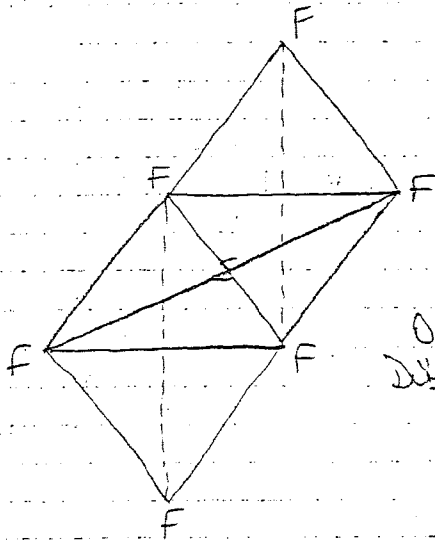
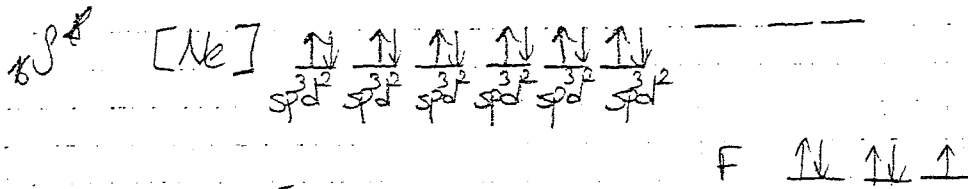
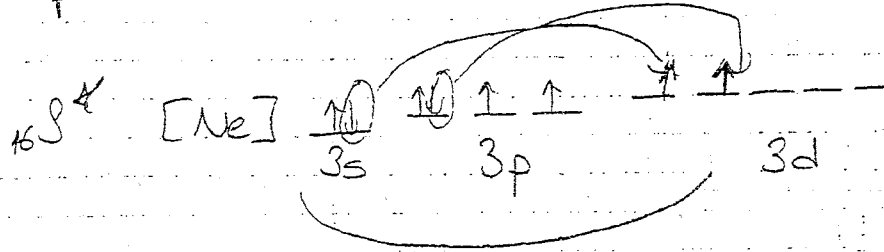
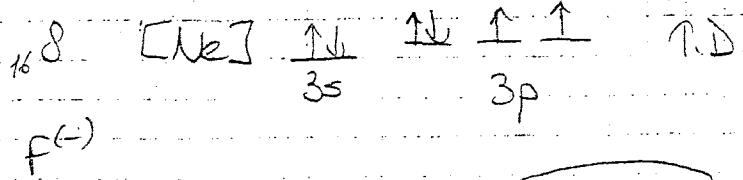
Yaklaşık Tetrahedron
 Düzgün dört yüzlü

C'nun değerlik tabakasındaki 2s değerlik e^- unun bir tanesi 2p'deki boş orbitale geçerek uyalmış C atomunu oluşturur. Sonra bu 4 adet yarı dolu orbital birbiriyle melezleşir 4 tane aynı karakterli sp^3 hibrit orbitali meydana gelir. Daha sonra bu sp^3 hibrit orbitalindeki her biri bir H atomunun 1s orbitalindeki e^- ile bağ yaparak CH_4 molekülünü oluşturur.

Ödev: NH_3 ve H_2O moleküllerinin bağ yapılarını hibrit orbitalleriyle açıklayınız.

5-) sp^3d^2 Hibrit Orbitali:

Örnek: SF_6



Oktahedron (90°)
 Düzgün 8 yüzlü

4 hibrit orbital düzleminde bir karein köşelerine uzanmak ta, diğer ikisi bunlara dik gelmektedir.

3-) Metallik Bağlar: Metaller bilindiği gibi ısı ve elektriği çok iyi iletirler ve metal atomları yavaş yavaş son derece düzenli bloklar şeklinde bulunurlar. Metal atomlarını birarada tutan ve bunlara yüksek elektrik iletkenliği veren kuvvetler (metallik bağlar) en iyi şekilde bant teorisi ile açıklanır. Buna göre metallerin değerlik e^- lerinin metalik örgü içerisinde tüm metale ait enerji seviyelerinde olduğu ve sanki hareketli bir e^- denizi oluşturdukları söylenebilir. Böylece metal atomları birarada tutulmuş olur ve hareket halindeki bu e^- ler yüksek iletkenliği sağlar.

GAZLAR

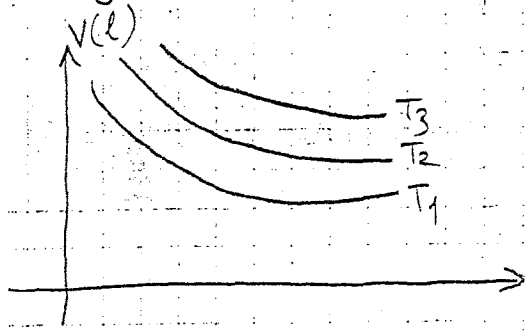
46

Gazları katı ve sıvıların ayıran özellikler şunlardır:

- 1) Gazların belirli bir hacmi ve belirli bir yüzey sınırı yoktur.
- 2) Katı ve sıvılara göre yoğunlukları düşüktür. Kolaylıkla basılabilirler.
- 3) Kısıldıklarında genişlerler.
- 4) Birbirleriyle her oranda birleşirler.
- 5) Kolaylıkla difüze olurlar.
- 6) Gazlarda yoğunluk birimi g/l'dir.

BOYLE YASASI

Bir gazın sabit sıcaklıktaki hacmi basınca ters orantılıdır.



$$V = \frac{k}{P}$$

$$k = V \cdot P$$

sabit

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

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

Örnek: Sabit sıcaklıkta verilen bir miktar gaz 500mm cıva basıncında 11,2l hacim kaplamaktadır. Gazın basıncı 750mm Hg basıncına yükseltildiğinde kaplayacağı hacim ne olur?

$$P_1 = 500 \text{ mm Hg}$$

$$V_1 = 11,2 \text{ l}$$

$$P_2 = 750 \text{ mm Hg}$$

$$V_2 = ?$$

$$P_1 \cdot V_1 = k$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{500}{750} = \frac{V_2}{11,2} \Rightarrow V_2 = 7,466 \text{ l}$$

CHARLES YASASI

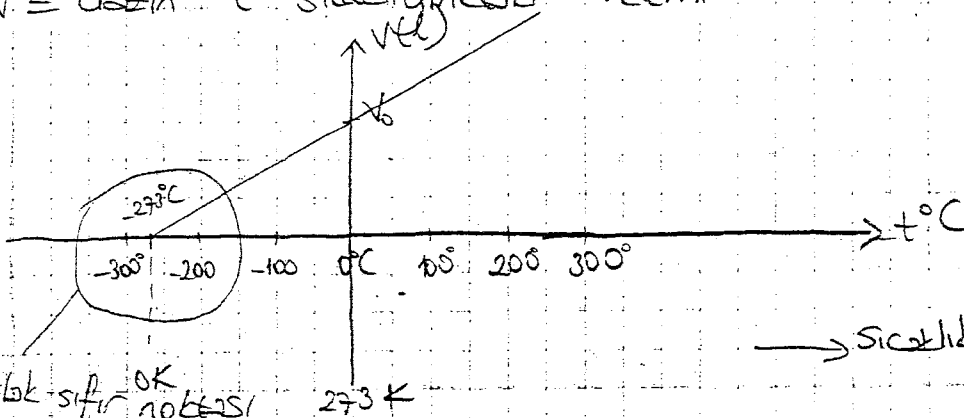
Gazların hacim ve basınçları sıcaklıkla artmaktadır. Bir gazın sabit basınçta hacmi ile sıcaklığı arasında şu bağıntı vardır:

$$V = V_0 (1 + \alpha t)$$

$$V_0 = \text{Gazın } 0^\circ\text{C}'\text{deki hacmi}$$

$$\alpha = \text{Bir sabit}$$

$$V = \text{Gazın } t \text{ sıcaklığındaki hacmi}$$



Deneyisel veriler basınca sbt tutulduğunda gazın 0°C 'de hacminin sıcaklığın 1°C artmasıyla kuant değerinin $\frac{1}{273}$ kadar arttığını göstermiştir.

57

$$V = V_0 + \frac{V_0}{273} t$$

$$V = V_0 \left(1 + \frac{1}{273} t \right)$$

$$V = \frac{V_0}{273} (273 + t) \quad t + 273 = T$$

$$V = \frac{V_0}{273} T$$

$$V = kT$$

Gazın cisime ve deneyin yapıldığı basınca bağlı olarak mayın ve deneyin yapıldığı -273°C 'ye mutlak sıfır noktası denilir.

BİRLEŞİK GAZ YASASI

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

İDEAL GAZLARIN HAL DENKLEMLERİ

Gök yüksek basıncı ve çok düşük sıcaklıklarda Boyle yasasından sapmalar gözlenir. Boyle yasasında ve diğer yasalara uyumlu olan gazlara ideal gaz denir. Gazların düşük sıcaklıkta ve yüksek basıncı bu yasalara uymamalarına ideal halde sapma denir. İdeal olarak hareket etmeyen gazlara gerçek gaz denir.

Boyle yasasına göre sbt sıcaklıkta bir gazın hacmi k sıcaklıkla ters orantılıdır.

Charles yasasına göre sbt basıncıta bir gazın hacmi sıcaklıkla orantılıdır.

Avogadro yasasına göre sbt basıncı ve sıcaklıkta bir gazın hacmi mol sayısıya doğru orantılıdır.

$$V \propto \frac{1}{P} \quad \text{Boyle Y.}$$

$$V \propto T \quad \text{Charles Y.}$$

$$V \propto n$$

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

$$PV \propto T \propto n$$

$$PV \propto nT$$

$$PV = nRT \quad \text{İdeal gaz denklemini} \quad R = \text{İdeal gaz sabiti}$$

$$R = \frac{P \cdot V}{n \cdot T} = \frac{(1 \text{ atm}) (22,4 \text{ l})}{(1 \text{ mol}) (273 \text{ K})} = 0,082$$

48

$$R = 8,314 \text{ J/K.mol}$$

$$R = 1,987 \text{ Cal/K.mol}$$

$$P \cdot V = n R T$$

$$\frac{m(g)}{M} \text{ mol ağırlığı}$$

$$P V = \frac{m}{M} R T$$

$$P = \frac{m}{V M} R T$$

$$P = \frac{d}{M} R T \Rightarrow P M = d R T$$

Örnek: İdeal olarak davranan bir gazın CO_2 gazının 20 g , $11,6 \text{ l}$ hacim kapladığında basıncı 740 mm Hg olarak ölçüldüğü. Sıcaklığının 30°C olduğuna göre CO_2 gazının molekül ağırlığını bulunuz.

$$P V = \frac{m}{M} R T$$

$$M = \frac{m}{P V} R T$$

$$M = \frac{20}{\frac{740}{760} \cdot 11,6} \cdot 0,082 \cdot (30 + 273)$$

$$M = 44 \text{ g/mol}$$

Örnek: Siklopropanın $0,948 \text{ atm}$ basıncı altında ve 50°C deki yoğunluğu $1,5 \text{ g/l}$ dir.
a) Gazın molekül ağırlığını
b) Basıncı formülü CH_2 olan bu gazın molekül formülünü bulunuz.

$$M = \frac{d}{P} R T$$

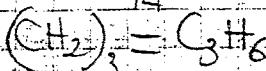
$$M = \frac{1,5}{0,948} \cdot 0,082 (273 + 50)$$

$$M = 42 \text{ g/mol}$$

$$\text{CH}_2 = 12 + 2 = 14$$

$$(14) n = 42$$

$$n = \frac{42}{14} = 3$$



$$P = n \frac{R T}{V}$$

$$0,948 = \frac{50 \cdot 0,082}{V}$$

$$V = \frac{P U M_a}{R T}$$

$$V = \frac{1,5 \cdot 0,948 \cdot (273 + 50)}{0,082}$$

$$P = n \frac{R T}{V}$$

$$n = \frac{P V}{R T}$$

DALTON'UN KISMİ BASINÇ YASASI

§9

Birbirleriyle reaksiyona girmeyen gaz karışımında bir gazın tek başına aynı hacimde bulunduğu zaman gösterdiği basıncı kısmi basınç denir. Böyle bir gaz karışımında karışımın toplam basıncı karışımada bulunan gazların kısmi basınçlar toplamına eşittir.

$$P_{\text{toplam}} = P_A + P_B + P_C + \dots$$

Avogadro ilkesine göre bir gaz karışımında toplam mol sayısı karışımada her bir gazın mol sayıları toplamına eşittir.

$$n_{\text{toplam}} = n_A + n_B + n_C + \dots$$

A gazının mol sayısının toplam mol sayısına oranına A gazının mol kesri veya mol fraksiyonu denir.

$$X_A = \frac{n_A}{n_T} = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C + \dots}$$

Bir gazın kısmi basıncı o gazın mol kesrinin toplam basınçla çarpımına eşittir.

$$P_A = X_A \cdot P_{\text{toplam}}$$

Kismi
basıncı

$$P_A = \frac{n_A}{n_T} \cdot P_{\text{toplam}}$$

Bir gaz karışımında gazların mol kesirlerinin toplamı 1'e eşittir.

$$X_A + X_B + X_C = 1$$

Örnek: Bir gazın toplam basıncı 755 mm Hg'dir. Bu gaz karışımı hacimce %55 N_2 , %25 O_2 ve %20 H_2 içermektedir. Her gazın kısmi basıncını hesaplayınız.

$$P_{N_2} = \frac{55}{100} \cdot 755 = 415,25 \text{ mm Hg}$$

$$P_{O_2} = \frac{25}{100} \cdot 755 = 188,75 \text{ mm Hg}$$

$$P_{H_2} = \frac{20}{100} \cdot 755 = 151 \text{ mm Hg}$$

755 mm Hg

Örnek: 2g H, 12g He, 32g O içeren bir gaz karışımının toplam basıncı 1000 Atm ise tek tek her bir gazın kısmi basıncını bulunuz.

$$n_{H_2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ mol}$$

$$n_{He} = \frac{12}{4} = 3 \text{ mol}$$

$$n_{O_2} = \frac{32}{32} = 1 \text{ mol}$$

$$n_T = 5 \text{ mol}$$

$$P_{H_2} = \frac{1}{5} \cdot 1000 = 200 \text{ Atm}$$

$$P_{He} = \frac{3}{5} \cdot 1000 = 600 \text{ Atm}$$

$$P_{O_2} = \frac{1}{5} \cdot 1000 = 200 \text{ Atm}$$

$$1000 \text{ Atm}$$

50

Ödev: 0,75g NO ve 0,75g NO₂ gaz karışımının basıncı 0,75 Atm'dir. Her bir gazın kısmi basıncını hesaplayınız.
(Cevap: 0,454 Atm NO; 0,296 Atm NO₂)

$$n_{NO} = \frac{0,75}{30} = 0,025 \text{ mol}$$

$$n_{NO_2} = \frac{0,75}{46} = 0,016 \text{ mol}$$

$$n_T = 0,041 \text{ mol}$$

$$P_{NO} = \frac{0,025}{0,041} \cdot 0,75 = 0,457 \text{ Atm}$$

$$P_{NO_2} = \frac{0,016}{0,041} \cdot 0,75 = 0,293 \text{ Atm}$$

Ödev: NH₃'ün 100°C ve 1,15 Atm'de yoğunluğu nedir?

$$P \cdot M = dRT$$

$$1,15 \cdot 17 = d \cdot 0,082 \cdot 373$$

$$d = 0,64 \text{ g/l}$$

Ödev: 12g N₂; 0,4 H₂; 9g O₂ 27°C'de 1 l'lik bir kap içine konuluyor. Bu gazların toplam basıncı nedir? (P_T = 23,4 Atm)

$$P \cdot V = nRT$$

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

$$n_{N_2} = \frac{12}{28} = 0,43 \text{ mol}$$

$$n_{H_2} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ mol}$$

$$n_{O_2} = \frac{9}{32} = 0,28 \text{ mol}$$

$$n_T = 0,91 \text{ mol}$$

$$P \cdot V = n R T$$

$$P \cdot 1 = 0,91 \cdot 0,082 \cdot 300$$

$$P = 22,4 \text{ Atm}$$

$$1 = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$0,560$$

51

$$\frac{C_{0,3}}{0,3} \quad \frac{H_{0,05}}{0,05}$$

$$\frac{1 \text{ mol } CO_2 \quad 22,4 \text{ lt}}{x \quad 0,56 \text{ lt}}$$

$$x = 0,025 \text{ mol}$$

$$\frac{1 \text{ mol } CO_2 \quad 44 \text{ g}}{0,025 \text{ mol} \quad x}$$

$$x = 1,1 \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{M_A}$$

$$\frac{12}{0,3} \quad \frac{0,3}{12}$$

$$\frac{12}{0,3} \quad \frac{0,3}{12}$$

$$\frac{m}{M_A} \quad \frac{0,3}{12}$$

$$\frac{1 \text{ mol } H_2O \quad 18 \text{ g}}{x \quad 0,50 \text{ g}}$$

$$x = 0,025$$

$$H_2O = 18 \text{ g} \quad 2 \text{ g}$$

$$0,45 \text{ g} \quad x \text{ g}$$

$$x = 0,05 \text{ g}$$

$$m = 0,3 \text{ g}$$

$$O_6 H$$

Örnek: Bir gazın $55^\circ C$ 'de $0,666 \text{ Atm}$ 'de yoğunluğu $d = 2 \text{ g/l}$ 'dir
 $M_A = ?$ ($C = 80,8 \text{ g/mol}$)

$$P M_A = d R T$$

$$P V = n R T$$

$$0,666 \cdot M_A = 2 \cdot 0,082 \cdot (55 + 273) \quad P V = n R T$$

$$M_A = \frac{0,164 \cdot 328}{0,666}$$

$$1 \cdot 140 \text{ cm}^3 = \frac{m}{M_A} R T = \frac{0,35}{M_A} \cdot 0,082 \cdot 273 \text{ K}$$

$$M_A = 80,8 \text{ g/mol}$$

$$\frac{0,14 \text{ Atm} \cdot 140 \text{ cm}^3}{1 \text{ mol} \cdot 80,8 \text{ g/mol}} = \frac{0,35 \text{ g}}{M_A}$$

$$C_n \frac{0,3}{16} = 1$$

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{0,3}{80,8 \text{ g/mol}}$$

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

$$P V = n R T$$

Örnek: Belirli H ve C içeren bir bileşiğin $0,35 \text{ g}$ tam olarak yakıldığında 560 cm^3 CO_2 ve $0,450 \text{ g}$ H_2O buharı oluşmaktadır. Bileşiğin kaba formülünü bulunuz. Örnek, 140 cm^3 hacim tepkeliğine göre bileşiğin M_A 'sını hesaplayınız. Molekül formülünü bulunuz.

$$\frac{1 \text{ mol } CO_2 \quad 22,4 \text{ lt}}{x \quad 0,56 \text{ lt}}$$

$$x = 1 \text{ g } CO_2$$

$$\frac{P_1 V_1}{T} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

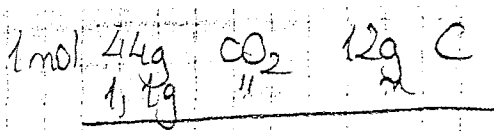
$$P V = C \cdot T$$

$$P_A = n_A \frac{R T}{V}$$

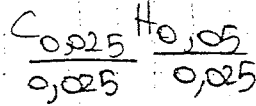
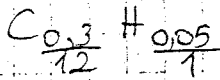
$$X_A = \frac{n_A}{n_T}$$

$$P_T = P_A + P_B$$

$$P_A = X_A \cdot P_T$$



$$n = 0,3 \text{ g C}$$

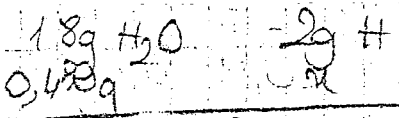


$$P \cdot V = nRT$$

$$P \cdot V = \frac{g}{M} RT$$

$$1,014 = \frac{0,35}{M} \cdot 0,082 \cdot 273$$

$$M = 53,42 \text{ g/mol}$$



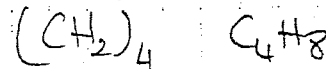
$$n = 0,05 \text{ g}$$

$$\text{CH}_2 = 14 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{CH}_2) = 53,42$$

$$n = \frac{53,42}{14}$$

$$n = 4$$



Ödev: 40g Oksijen, 40g He gazı karıştırılıyor. Bunun toplam basıncı 0,9 atm olduğuna göre oksijenin kısmi basıncını bulunuz. (C: 12, O: 16, He: 4)

$$n_{\text{O}_2} = \frac{40}{32} = 1,25 \text{ mol}$$

$$n_{\text{He}} = \frac{40}{4} = 10 \text{ mol}$$

$$+ \quad 11,25 \text{ mol}$$

$$P_{\text{O}_2} = \frac{1,25}{11,25} \cdot 0,9$$

GRAHAM DİFÜZYON YASASI

İki ayrı A ve B gazı aynı sıcaklık ve basınç koşullarında hacimleri aynı olan kaplara konulmuş olsun. Gazların bulunduğu her 2 kapta çok küçük birer delik açıldığı varsayalım. Gaz moleküllerinin bu deliklerden çıkması olayına moleküllerin difüzyon denir. Gazların yayılma hızı moleküllerin kütleleri ile ters orantılıdır. Yayılma hızı r_1 ve r_2 olan 2 gaz karıştırıldığında şu eşitliği yazabiliriz.

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \quad ; \quad \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

Örnek: Azot gazının 0,876 kez daha hızlı difüze olduğu gazın moleküler kütlesi nedir?

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \quad \left(\frac{0,876}{1} \right)^2 = \left(\sqrt{\frac{28}{M_x}} \right)^2$$

$$M_x = 36,5$$

Örnek: Bilinmeyen belirli hacimde bir gaz küçük bir delikten 189 s'de aynı koşullarda ve aynı hacimdeki N_2 gazı aynı delikten 250 s'de difüze olmaktadır. Bilinmeyen gazın moleküler kütlesi bulunur.

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \quad t = \frac{l}{v}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} \Rightarrow \frac{189}{250} = \sqrt{\frac{M_x}{28}}$$

$$M_x = 16 \text{ g/mol}$$

Örnek: Gapa 3,6 m, yüksekliği 2,5 m olan silindirik şeklindeki bir gaz tankı 25°C 'de 747 mmHg basınçta bulunan N_2 gazının kütlesini hesaplayınız.

$$P.V = n.R.T$$

$$P.V = \frac{g}{M} R.T$$

$$V = \pi r^2 h = 3,14 \cdot \left(\frac{3,6}{2} \right)^2 \cdot 2,5 = 25,44 \text{ m}^3 = 25,4 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 = \text{l}$$

$$\frac{747}{760} \cdot 25,4 \cdot 10^3 = \frac{g}{28} \cdot 0,082 \cdot 298 \rightarrow g = 28,66 \text{ g}$$

Örnek: 310 kg ağırlığındaki bir CO_2 gazı tankının manometresi sıcaklık 10°C 'de 25 atm'yi göstermektedir. Tankı dardası 210 kg olduğuna göre gazın hacmini bulunuz. ($0,2 \cdot 10^3$)

$$P.V = \frac{m}{M} R.T$$

$$25,5 \text{ m}^3 = 25500 \text{ dm}^3 = \text{l}$$

$$12 \text{ or } 16$$

$$25.V = \frac{310-210}{44} \cdot 0,082 \cdot 283$$

$$\frac{0,747 \text{ m.Hg} \cdot 25,5 \text{ m}^3}{0,760} = n \cdot 0,082 \text{ l.mol}^{-1} \cdot \text{atm} \cdot 298,15$$

$$V = 2,1 \cdot 10^3 \text{ l}$$

$$\frac{747 \text{ m.Hg} \cdot 25,44 \cdot 10^3 \text{ dm}^3}{760 \text{ m.Hg}} = n \cdot 0,082 \text{ l.mol}^{-1} \cdot \text{atm} \cdot 298,15 \text{ K}$$

$$25063,81 = 24,44 \cdot n$$

$$n = 1025,52$$

$$P = 25 \text{ atm}$$

$$T = 283,15 \text{ K}$$

$$m = 100 \text{ kg}$$

$$V =$$

$$P.V = n.R.T$$

$$(25 \text{ atm}) V = \frac{100000 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} \cdot (0,082 \text{ l.mol}^{-1} \cdot \text{atm} \cdot 283,15 \text{ K})$$

$$V = 2,1105 \text{ l}$$

Sıvılar, özellik olarak katılar ve gazlar arasında bulunurlar. Gaz hâle kıyasla sıvı hâlede moleküller birbirlerine daha yakın ve çekim kuvvetlerinin etkisi daha fazladır. Bu yüzden sıvılarda hareket gazlara nazaran daha sınırlıdır.

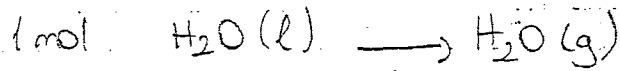
Sıvıların Özellikleri:

1. Hacim ve şekli: Sıvıların hacmi sabittir. Akıcıdır. Bulundukları kabın şeklini alır. Basınç değişmesi sıvının hacmini hemen hemen etkilemez.
2. Sıvılarda Difüzyon Olayı: Birbirine içine düşen 2 sıvı karıştırılırsa birbirini içine difüze olurlar. Difüzyon hızı gazlara göre daha düşüktür.
3. Viskozite: Viskozite, sıvının akmaya karşı gösterdiği dirençtir. Viskozitenin nedeni moleküller arası çekim kuvvetidir. Sıcaklık arttıkça viskozite azalır.
4. Yüzey Gerilimi: Sıvılarda moleküller arası çekimin nedeni olduğu bir başka özelliktir. Bir sıvı molekülü çevresindeki moleküller tarafından her yöne eşit olarak çekilir. Sıvının yüzeyindeki moleküller ise sadece sıvının içine doğru çekilir. Böylece sıvının yüzeyi en az mneye yönelir. O hâlde yüzey gerilim, sıvının yüzeyinde geriye doğru olan ve yüzey alanını genişletmek için yerilmesi gereken kuvvetin ölçüsüdür. Sıvı damlacığının küresel yapısının nedeni yüzey gerilimidir. Sıcaklık yüzey gerilim azalır.

BUHARLAŞMA

Sıvılar buharlaşabilir. Buharlaşma, sıvının buhar hâle geçmesi durumudur. Sıvılarda sıvı moleküllerini küme halinde birarada tutan kuvvetler bulunsada bile her zaman için bir kısım sıvı moleküllerinin buharlaşması yani gaz fazına geçmesi olasıdır. Çünkü sıvıda bulunan moleküllerin tümü aynı kinetik enerjiye sahip değildirler. Moleküllerin belirli bir ortalama kinetik enerjisi vardır. Ort. kin. enerjileri belirli sıcaklıklar için belirlidir. Ort. bir kinetik enerjinin bulunması moleküllerin bazılarının yüksek enerjili, bazıların düşük kinetik enerjiye sahip olmasındadır. Kinetik enerjisi yüksek olan moleküller daha kolay sıvıyı terk ederek buhar fazına geçerler. Gevredeki moleküllerin çekim kuvvetlerini yermeye yeterli kadar yüksek kinetik enerjiye sahip olan moleküller eğer yüzeye yakınsalar gaz fazına geçerler. Doğal olarak sıvının yüzeyine yakın olan moleküller daha kolay buhar fazına geçerler. Aynı şekilde buhar fazında da moleküllerin de sıvı fazına geçmeleri söz konusudur. Buharın sıvı hâle dönüşmesi olayına da yoğunlaşma ya da kondensasyon denir. Sıvının sıcaklığı arttırıldığında sıvı moleküllerinin kinetik enerjileri de artar. Yani sıvıyı terk edecek moleküllerin

ısı artar ve daha fazla buharlaşma gözlenir. Sıvıda kalın moleküllerin kin. enerjileri düşük olduğunda sıcaklık da düşüktür. Bu yüzden sıvı buharlaştıktan sonra bir soğuma gözlenir. Eğer buharlaşmayı kapalı bir sistemde yaparsak sıvı seviyesinin önce azaldığını, sonrasında bir kaldığını gözleriz. Olay, kapalı bir kaptaki gerçekleştiğinde buhar fazına geçen moleküllerin tekrar sıvıya geçmesi olasılığı yüksektir. Belirli bir süre sonra sıvı seviyesi sabit kalır. Bu durumda birim zamanda buharlaşan taneik sayısı, birim zamanda yoğunlaşan taneik sayısına eşittir. Bu duruma dinamik denge denilir. Sıvı ile dengede bulunan buhar molekülleri bir basınca sahiptir. Bu basınç her sıvı için karakteristik bir sıvının buhar basıncı denilir. Buhar basıncı, sıvının cinsine ve sıcaklığına bağlıdır. Belli bir sıcaklıkta 1 mol sıvıyı buharlaştırmak için gereken toplam ısı miktarına molar buharlaşma ısı denilir.



$$\Delta H_f = 43,8 \text{ kJ/mol}$$

KAYNAMA

Açık bir kaptaki bulunan bir sıvının kabarcıklar duturca buhar haline geçmesine kaynama denilir. Açık bir kaptaki bulunan sıvının sıcaklığı artırıldığında il. belirli bir sıcaklığa ulaşıldığında sıvının buhar basıncı üzerindeki havanın basıncına eşit olur. Bu anda sıvının buhar basıncı sıvı üzerindeki havayı bir tarafa itmeye yetecek kadar olduğunda ya da sıvının yüzeyindeki moleküller değil, iç kısımlarındaki moleküller de buharlaşabilir. Böylece kabarcıklar oluşur.

Bir sıvının 760 mmHg yani 1 atm basınçta bulunan yere ki kaynama sıcaklığına bir sıvının normal kaynama noktası denilir. Sıvının buhar basıncının dış basınç (Atmosfer basıncına) eşit olduğu sıcaklıkta sıvı kaynamaya başlar. Bir sıvının kaynama noktası dış basınçla değişmesi ile değişir. Su sadece 1 atm basınçta 100°C'de kaynar. 1 mol gazın sıvı hale yoğunlaşmasında enerji absorplanmaz, tam tersine dışarıya enerji verilir. Bu dışarıya verilen ısıya molar yoğunlaşma ısı denilir. İşareti negatif, miktarı aynı sıcaklıkta molar buharlaşma ısına eşittir.

DONMA

Bir sıvı soğutulduğunda moleküllerin kin. enerjileri azalır. Hareketleri azalır ve moleküllerin kristal bir örgü içerisinde sabitlendiği bir sıcaklığa varılır. Bu sıcaklığın altında maddeler donmaya başlar. Bir sıvının normal donma noktası 1 atm basınç altında sıvı ile katı arasında dengede olduğu sıcaklıktır. Bu noktada katı-sıvı sisteminin sıcaklığı maddenin tümü değişmeden kalır. Sabit kalır. Normal donma noktasında 1 mol sıvının donması için sistem vermesi gereken ısı miktarına molar donma ısı ya da molar kristalleşme ısı denilir.

ERİME NOKTASI

56

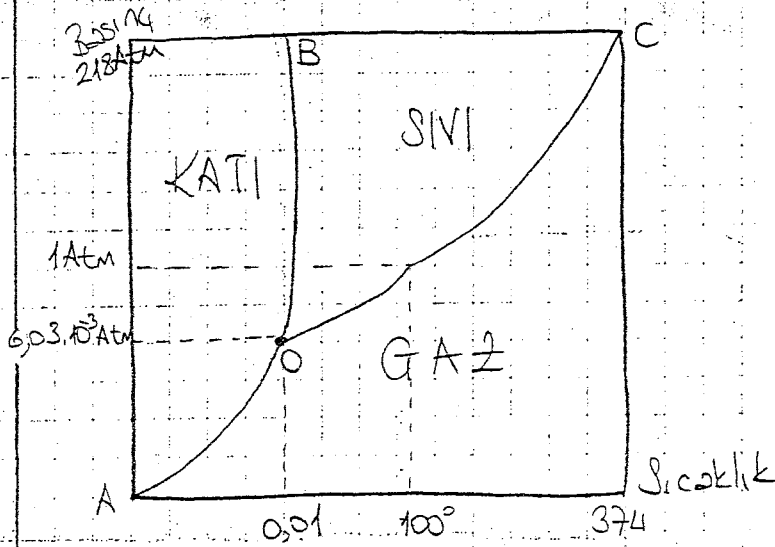
Kristal haldeki bir maddenin bulunduğu 1Atm hava basıncında katı ile sıvının dengede olduğu sıcaklığa normal erime noktası denir.

Molar Erime Isısı: 1 mol maddenin normal erime noktasında erimesi için sisteme verilen ısı miktarına molar erime ısı denir. İşareti $+$ 'dır. Çünkü dışarıdan enerji alınır.

FAZ DİYAGRAMLARI

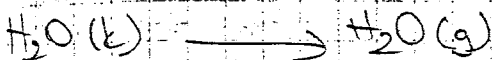
Maddelerin katı, sıvı ya da gaz halinde bulunabileceği basınca ve sıcaklık koşullarını gösteren eğrilere faz diyagramları denir. Bunlar değişik olarak elde edilir ve her maddenin kendine özgü bir faz diyagramı vardır.

Suyun Faz Diyagramı:



OA eğrisi ; buzun buhar basıncı eğrisi
OB " ; buzun erime " "
OC " ; suyun buharlaşma "

- 1-) Katı, sıvı ya da gaz uzayan bölgelerdeki koşullarda (basınca ve sıcaklık) yalnız 1 faz vardır.
- 2-) OA, OB ve OC çizgilerinin üstüne denk gelen basınç ve sıcaklık koşullarında 2 eğrihin 2 tarafındaki faz bir arada bulunur.
- 3-) O noktasına denk gelen koşullarda her 3 faz bir arada bulunur. Bu noktaya üçlü nokta denir. Bir katının sıvı hâle geçmeden gaz haline geçmesi olayına süblimleşme veya süblimasyon denir. Bu işlemin sonunda alınan ısı miktarına süblimleşme ısı denir.



$$\Delta H_s = 49,97 \text{ kJ/mol}$$

KATILAR

57

KATILARIN ÖZELLİKLERİ

Katının belli bir hacmi vardır. Hacmi, sıcaklık ve basınçla değişir. Sıkıştırılabilir. Katı parçacıkları bir arada tutan çekme kuvvetleri sıvılarinkinden daha fazladır. Katılar hemen hemen hiç difüzyona uğramazlar. Kristal yapıdadır. Bz. belirli bir kristal biçimleri vardır. Katı halin en belirgin özelliği düzenlidir. Kristalin birim uzunlukları ve aralarındaki açıların farklı olmasına göre 7 tip kristal yapı tipi tanımlanmıştır.

| Kristal tipi | Ekseler | Açılar | Örnek |
|--------------|-------------------|---|---|
| Kübik | $a=b=c$ | $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ | NaCl , Elmas |
| Rektagonal | $a=b \neq c$ | $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ | SnO_2 , Beyaz |
| Heksagonal | $a=b \neq c$ | $\alpha=\beta=90^\circ, \gamma=120^\circ$ | SiO_2 |
| Rombik | $a=b \neq c$ | $\alpha=\beta=\gamma \neq 90^\circ$ | CaCO_3 , Alü |
| Rombik | $a \neq b \neq c$ | $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ | KNO_3 , BaSO_4 |
| Monoklin | $a \neq b \neq c$ | $\alpha=\beta=90^\circ, \gamma \neq 90^\circ$ | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ |
| Triklin | $a \neq b \neq c$ | $a \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$ | $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ |

Kristal Geçitleri:

Birliklerin kristal içindeki yerleri ve aralarındaki çekim kuvvetlerine göre kristaller 4 grupta toplanır.

- 1) Kovalent
- 2) İyonik
- 3) Metalik
- 4) Moleküler

1) Kovalent Kristaller: En tipik örneği elmadır. Örgü noktasındaki atomlar birbirlerini e^- ortaklığına dayanarak tutarlar. Çok dayanıklı olup erime noktaları yüksektir.

Örnek: SiC , SiO_2

2) Moleküler Kristaller: Kristal örgüsündeki noktalarda moleküller bulunur. Bu moleküller arasındaki çekim kuvvetleri zayıf olduğundan kristaller yumuşak, erime nok. düşüktür. Moleküller bleden elektrik iletmezler.

Örnek: CO_2 (kuru buzu), I_2

3) Metalik Kristaller: Metalik kristallerde örgü noktaları pozitif yüklü metal atomlarıyla tutulmuştur. Değerlik e^- ise bunların çevresinde sürekli hareket halindedir. Tüm metaller bu durumda bulunurlar. Metallerin yüksek iletkenliklerinin nedeni bu serbest elektronlardır.

4) İyonik Kristaller: Örgü noktasında $+$ ve $-$ iyonlar vardır. B iyonlar aralarındaki çekme kuvvetiyle tutunurlar. İyonlar arasındaki elektrostatik çekim yüksek olduğundan bu kristallerin erime ve kay. nok. yüksektir. Elektrik pek iyi iletmezler. İyonik kristaller sert ve kırılma yapıdadır.

Kristal Yapı Hataları:

38

Genel olarak kristallerin çoğunda bazı yapı bozukluklarına rastlanmaktadır. Bu kusurlar, örgü noktalarının bazılarına boş kalmasından (örgü boşlukları) veya atomların örgü noktası arasına bir yere yerleşmesinden (örgü aralıkları) oluşur. Bütün kristaller 10) ye kadar kusurludur. Örneğin NaCl'de her 1000 Cl atomlarından bazıları yerinde yoktur (örgü boşluğu). Gümüş bromürde Ag iyonlarının bazıları diğer iyonlar arasında kaymıştır. Bozulmanın varlığı, katı halle difüzyon ve tet-kelikle açıklar. Örgü aralıkları hatalı kristal yapılarında daha az görülür. Gümüş bromürde ısıktı, Ag ağırlık kaybı bu yapı ile açıklanabilir. Bu yapı bozukluklarının başka kristallere kimyasal etkilerin kalmasından da çok gelir. Kusurlar da vardır. Böyle özellikler maddelerin özelliklerine de etki ederler. Örneğin NaCl'ye % 0,1'den daha az CaCl_2 katılırsa iletkenlik 10000 kez artar.

ÇÖZELTİLER

Eğer bir madde diğer bir madde içinde atom, molekül veya iyonları halinde dağılmışsa böyle karışımlara çözelti denir. Çözeltiler homojen karışımlardır ve tek bir fazda iktazettirler. Çözeltide miktarı çok olan bileşene çözücü (solvent), miktarı az olan bileşene de çözünen (solut) denir.

ÇÖZELTİ GECİTLEŞİ

1-) Gas Çözeltiler: Gas ve buharların birbirleriyle yaptığı çözeltilerdir.

2-) Sıvı Çözeltiler: Sıvıda çözünmüş katı, sıvı veya gaz karışımlardır.

3-) Katı Çözeltiler: Bunlar da bir katıda

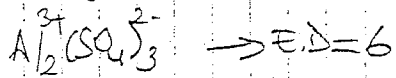
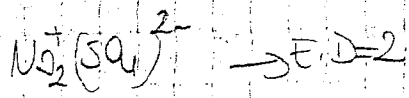
1- Katıda çözünmüş sıvıdır. Örneğin, alkolde sıvı ciğerin çözünmesi.
2- Katıda çözünmüş katılardır. Örneğin, pirinç katı katıda çinkonun çözünmesiyle elde edilmiştir.

Bir solütün belli bir miktar çözücü içerisinde çözünmüş miktarına, fazla miktarına o solütün bu çözücü içinde çözünürlüğü denir. Çözünürlük genel olarak 100g çözücü içerisinde çözünür maddenin gram miktarı şeklinde ifade edilir. Bunun başka 100ml çözeltilerde çözünür maddenin gram miktarı veya 100ml çözücüde çözünür maddenin gram miktarı olarak verilir.

Bir çözeltide belli bir miktar çözücü içinde çözünmüş olan madde miktarına o çözeltinin konsantrasyonu ya da değeri denir.

Konsantrasyon değişik birimlerle tanımlanabilir.

1-) Mol Karı: Herhangi bir bileşenin mol sayısının çözeltideki tüm bileşelerin toplam mol sayısına oranıdır.



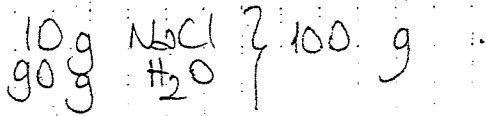
60

5-) Yoğunluk (d): g/ml : Çözeltinin kütlesinin hacmine oranıdır.

6-) Ağırlık yüzdesi: 100g çözeltide çözünmüş olarak bulunan madde nin gram miktarıdır.

$$\% = \frac{g}{100g} = \frac{\text{Çözünmüş maddenin kütlesi (g)}}{\text{Çözeltinin kütlesi (100g)}}$$

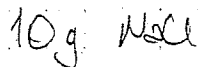
Örnek: Ağırlıkça %10'luk NaCl çözeltisi hazırlayın.



7-) Hacim yüzdesi:

$$\% = \frac{g}{100ml} = \frac{\text{Çözünmüş maddenin kütlesi (g)}}{\text{Çözeltinin hacmi (100ml)}}$$

Hacimce %10'luk NaCl hazırlayın.



Örnek: Yoğunluğu 1,17g/ml olan %50'lik (ağırlıkça) HF çözeltisinin molaritesini, normalitesini ve molalitesini bulunuz.

$$\frac{1ml}{1l \text{ çözelti}} = \frac{1,17g}{1170g} \text{ HF}$$

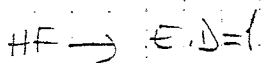
$$\frac{100g \text{ çözeltinin}}{1170g} = \frac{50g \text{ HF}}{x}$$

$$x = 585g \text{ HF}$$

$$M_{\text{HF}} = 20g$$

$$n = \frac{585}{20} = 29,25 \text{ mol}$$

$$M = 29,25 \text{ mol/l}$$



$$\text{Zedeger gram sayısı} = \frac{29,25}{1}$$

$$\text{Zedeger gram ağırlığı} = \frac{\text{Molekül kütlesi}}{E.D} = \frac{20}{1} = 20$$

$$\text{Eşdeğer gram sayısı} = \frac{20}{20} = 1$$

$$N=N$$

$$N=N \cdot ED$$

$$N=N$$

$$N=29,25 \text{ eşdeğer gram}$$

Molalite:m

1000g çözücüde

100g HF 50g HF
50g H₂O

50g H₂O 50g HF
1000g H₂O

$$m=1000g$$

$$n = \frac{1000}{20} = 50 \text{ mol HF}$$

Örnek: Yoğunluğu 1,8g/ml olan %98'lik H₂SO₄ çözeltisinin N ve M ve m bulunuz.

Molalite

1ml 1,8g
1000ml 1800g H₂SO₄

100g H₂SO₄ çöz 98g H₂SO₄
1800g

$$m=1764g$$

$$M_{H_2SO_4} = 1 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 98$$

$$n = \frac{1764}{98} = 18 \text{ mol}$$

$$M = 18 \text{ mol/l}$$

Normalite

$$N=N \cdot ED$$

$$N=18 \cdot 2 = 36$$

$$\text{Eşdeğer gram ağırlığı} = \frac{98}{2} = 49g$$

$$\text{Eşdeğer gram sayısı} = \frac{98}{49} = 2$$

(moleköl küt. / Eşdeğer gram ağırlığı) = 2
bulduğumuz mol sayısının 2 kolu okuyor gösterir.

Molalite

100g çöz 98g H₂SO₄
2g H₂O

2g H₂O 98g H₂SO₄
1000g H₂O

$$m = 49000g$$

$$\frac{49000}{98} = 500 \text{ mol } n=500$$

Örnek: Yoğunluğu $1,14 \text{ g/ml}$ olan H_2SO_4 'ün Normalitesini hesaplayınız. Ayrıca çözeltideki iyonların da molarsite ve normalitesini hesaplayınız.

62

$$\frac{1 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \quad \frac{1,14 \text{ g}}{x}$$

$$x = 1140 \text{ g}$$

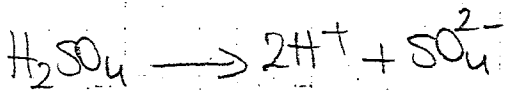
$$\frac{100 \text{ g}}{1140 \text{ g}} \quad \frac{20 \text{ g}}{x}$$

$$x = \frac{1140 \times 20}{100} = 228 \text{ g}$$

$$n = \frac{228}{98} = 2,33 \text{ mol}$$

$$M = 2,33 \text{ mol/l}$$

$$N = M \times E \cdot D = 2,33 \times 2 = 4,66 \text{ N}$$



$$2,33 \text{ mol/l} \quad 4,66 \text{ mol/l} \quad 2,33 \text{ mol/l}$$

Örnek: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 4\text{H}^+ + \dots \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ indirgenme yarı reaksiyonu göre $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yükseltgen olarak kullanılmaktadır. 500 cm^3 $0,1 \text{ N}$ çözelti hazırlamak için kaç g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ gerekmektedir. ($M = 294,19 \text{ g/mol}$) ($C = 2,45 \text{ g}$)
Çözeltinin molaritesini bulunuz. ($C = M = 0,01667 \text{ mol/l}$)

$$M = 11,70$$

$$2,1 = 11,6$$

(10)

Örnek: Yoğunluğu $1,42 \text{ g/ml}$ olan safirlikçe %63'lük HNO_3 çözelti tinerde 12l, 6M HNO_3 çözeltisi hazırlayınız. ($M_{\text{HNO}_3} = 63$)

| | | | |
|-----|----|---------|--|
| 1l | 1M | çözelti | 63g HNO_3 |
| 1l | 6M | " | $6 \times 63 = 378 \text{ g } \text{HNO}_3$ |
| 12l | 6M | " | $378 \times 12 = 4536 \text{ g } \text{HNO}_3$ |

$$\frac{1 \text{ ml çözelti } 1,42 \text{ g}}{x \quad 4536 \text{ g}}$$

$$x = \frac{4536}{1,42} \text{ ml}$$

%100'lük çözelti almalı

$$\frac{100 \text{ g}}{4,02} \times 63$$

%63'lük olduğu için ;

$$\frac{1 \text{ ml } 1,42 \text{ g } \text{HNO}_3}{x \quad 4536 \text{ g } \text{HNO}_3}$$

$$x = 5070 \text{ ml} \\ = 5,07 \text{ l alınır}$$

12l'ye su ile tamamlanır

Örnek: Yoğunluğu $d = 1,14 \text{ g/ml}$ olan safirlikçe %20'lik H_2SO_4 çözelti tinerde 4M, 5l H_2SO_4 çözeltisi hazırlayınız.

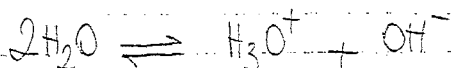
| | | | |
|----|----|---------|--|
| 1l | 1M | çözelti | 98g H_2SO_4 |
| 1l | 4M | " | $4 \times 98 = 392 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4$ |
| 5l | 4M | " | $5 \times 392 = 1960 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4$ (saf) |

$$\frac{1 \text{ ml çözelti } 1,14 \text{ g saf } \text{H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ ml çözelti } 1,14 \text{ g } 20 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4}$$

$$x = \frac{1960}{1,14 \times 0,20} = \frac{1960}{0,228} \text{ ml } \frac{1}{1000} \text{ l alınır}$$

SULU ÇÖZELTİLERDE İONİK DENGE

Suyun iyonlaşması:



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

$K_w = K_{su} \rightarrow$ Suyun iyonlaşma sabiti

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1 \cdot 10^{-14}$$

saf su
 $[H_3O^+] = [OH^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$

Saf su proton ve hidroksil iyonları
 nın eşit olduğunda nötraldir. Proton
 hidroksil iyonu fazlalığı bazik çözelti
 konsantrasyonları birbir
 fazlalığı asidik çözelti
 verir.

| Bazik
Çözelti | Nötr
çözelti | Asidik
çözelti |
|--|---------------------------------------|---|
| $[OH^-] > 10^{-7}$
$[H_3O^+] < 10^{-7}$ | $[H_3O^+] = [OH^-] = 1 \cdot 10^{-7}$ | $[OH^-] < 10^{-7} \text{ M}$
$[H^+] > 10^{-7} \text{ M}$ |
| Asidik çözelti | pH 7 | Bazik çözelti |
| Asitlik sırası | | Bazilik sırası |

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

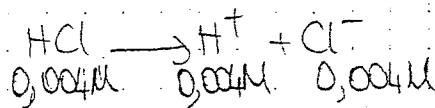
$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1 \cdot 10^{-14}$$

$$-\log K_w = -\log [H^+] + [-\log OH^-] = 14$$

$$pK_w = pH + pOH = 14$$

saf su $pH = pOH = 7$

Örnek: 0,004 M HCl çözeltisinin pH'ını bulunuz.



$$[H^+] = 0,004$$

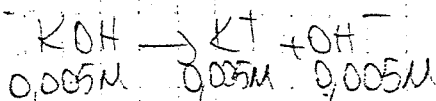
$$pH = -\log (0,004)$$

$$pH = -\log 4 \cdot 10^{-3}$$

$$pH = 3 - \log 4 \rightarrow 2,6$$

$$pH = 3 - 0,6 = 2,4$$

Örnek: 0,005 M KOH pH=?



$$[\text{OH}^-] = 0,005 \text{ M}$$

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log[\text{OH}^-] \\ &= -\log(0,005) \\ &= -\log 5 \cdot 10^{-3} \\ &= 3 - \log 5 \\ &= 2,3 \end{aligned}$$

65

$$\begin{aligned} \text{pH} + \text{pOH} &= 14 \\ \text{pH} &= 14 - 2,3 = 11,7 \end{aligned}$$

veya

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+] &= 1 \cdot 10^{-14} \\ [0,005][\text{H}_3\text{O}^+] &= 1 \cdot 10^{-14} \end{aligned}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{0,005} \rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

Örnek: $\text{pH} = 3,8$ olan potasyum suşunun $[\text{H}^+]$, $[\text{OH}^-]$ bulunuz.

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= 10^{-\text{pH}} \\ [\text{H}^+] &= 10^{-3,8} \rightarrow 10^{0,2} \cdot 10^{-4} = 1,6 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [\text{H}^+][\text{OH}^-] &= 1 \cdot 10^{-14} \\ [\text{OH}^-] &= \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,6 \cdot 10^{-4}} = 0,63 \cdot 10^{-10} \end{aligned}$$

Ödev: Her ikisi de kuvvetli asit ile hazırlanmış 2 çözelti den I sine ait $\text{pH} = 2,3$; II sine $\text{pH} = 1,8$ olduğuna göre I çözeltide 1, 2 çözeltide 3 hacim alınarak hazırlanan çözeltinin pH 'i nedir? ($C = 1,88$)

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$M_1' \cdot V_1' = M_2' \cdot V_2$$

$$10^{-2,3} \cdot 1 = M_2 \cdot 4$$

$$10^{-1,8} \cdot 3 = M_2' \cdot 4$$

$$M_2 = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$M_2' = 0,01188 \text{ M}$$

$$M_2 + M_2' = 0,01313 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 1,88$$

Çogu zaman çözeltiler denizik çözeltilerde seyreltilmek üzere hazırlanırlar. Bir solütion belli hacim denizik çözelti deki mol sayısı $mol_1 = M_1 V_1$, belli hacim seyreltik çözeltideki mol sayısı $mol_2 = M_2 V_2$ ile bulunur.

66

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

Örnek: 500ml 3M HCl çözeltisi hazırlamak için kaç ml 12M HCl çözeltisine almak gerekir?

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

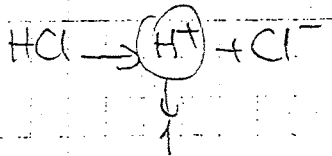
$$12 V_1 = 3 \cdot 500$$

$$V_1 = \frac{3 \cdot 500}{12} = 125 \text{ ml} \quad \text{olup 500ml'ye su ile tamamlanır.}$$

Örnek: 75ml 0,1M HCl çözeltisi 250ml'ye seyreltilirse son çözeltinin pH'si ne olur?

$$75 \cdot 0,1 = 250 \cdot n$$

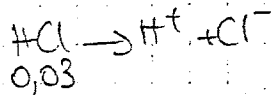
$$n = 0,03$$



$$N = M, \text{ED}$$

$$N = 1,1M$$

$$N = 0,03$$

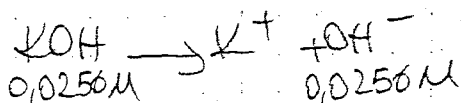


$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\ &= -\log 0,03 \\ &= -\log (3 \cdot 10^{-2}) \\ &= 2 - \log 3 \\ &= 1,52 \end{aligned}$$

Örnek: 64ml 0,1M KOH çözeltisi 250ml'ye seyreltilirse son çözeltinin pH'si ne olur?

$$64 \cdot 0,1 = 250 \cdot n$$

$$n = 0,0256M$$



$$0,0256M$$

$$0,0256M$$

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log (0,0256) \\ \text{pOH} &= 1,59 \end{aligned}$$

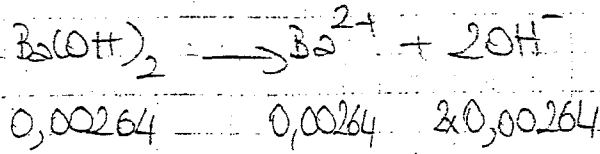
$$\text{pH} = 14 - 1,59 = 12,41$$

Örnek: 44ml 0,015M Ba(OH)_2 çözeltisi 250ml'ye seyreltilir
 Son çözeltinin pH = ?

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$0,015 \cdot 44 = M_2 \cdot 250$$

$$M_2 = 0,00264 \text{ M}$$



$$\text{pOH} = -\log(2 \cdot 0,00264)$$

$$\text{pOH} = 3 - \log 5,3 \rightarrow 0,7$$

$$\text{pOH} = 2,3$$

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

$$\text{pH} + 2,3 = 14$$

$$\text{pH} = 14 - 2,3 = 11,7$$

Örnek: 50ml 0,1N HCl çözeltisi; 25ml 0,1M NaOH çözeltisi ile karıştırıldığında son çözeltinin pH = ?

$$M = \frac{N}{ED}$$

$$0,1 \text{ N HCl} = 0,1 \text{ M HCl}$$

$$V_T = 75 \text{ ml}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{50 \cdot 0,1}{75}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$0,1 \cdot 50 = M_2 \cdot 75$$

$$= 0,066 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{25 \cdot 0,1}{75} = 0,033 \text{ M}$$

$$0,033 < 0,066$$

Çözelti asidiktir

$$[\text{H}^+] = 0,066 - 0,033 = 0,033 \text{ mol/l}$$

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

$$= -\log(3,3 \cdot 10^{-2})$$

$$= 2 - \log 3,3$$

$$= 1,48$$

25ml 0,1M NaOH = 0,1N NaOH
 25ml 0,1M NaOH 25ml 0,1N HCl
 Normalite ile çözülür.
 eşdeğer gram asit eşdeğer gram baz ile reaksiyona girer.

25ml 0,1N HCl kaldı.

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$25 \cdot 0,1 = M_2 \cdot 75$$

$$M_2 = \frac{25 \cdot 0,1}{75} = 0,033$$

Örnek: 0,1M HCl çözeltisinde 50ml alınırsa üzerine 0,2M NaOH çözeltisinde 30ml ilave edildiğinde son çözeltinin pH = ? (C=1,1)

$$0,1 \times 50 = 80 \text{ mEq}$$

$$M_2 = 0,0625 \text{ M}$$

$$0,2 \times 30 = 80 \text{ mEq}$$

$$M_2 = 0,075 \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = 1,9$$

$$\text{pH} = 14 - 1,9 = 12,1$$

ASİTLER, BAZLAR, İYONİK DENGİ

68

Asit ve bazların tanımları onların sulu çözeltilerindeki davranışlarına göre yapılmıştır. Asit, sulu çözeltide iyonlaşarak H^+ vererek tuzunu oluşturan, baz ise sulu çözeltide OH^- veren maddedir. Baz ise sulu çözeltisinde tuzunu oluşturan maddedir. Asit ve bazların tanımları olarak tanınmaktadır. Bugün ise asit ve bazların tanımları için çeşitli kavramlar vardır.

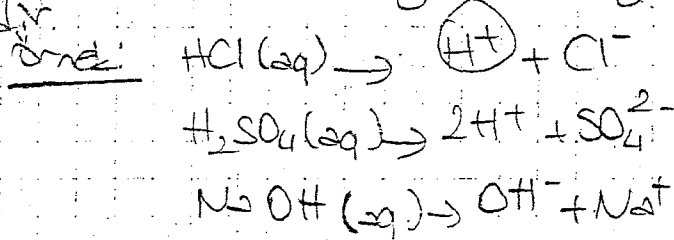
1- Arrhenius Elektrolitik Dissosiyasyon Kavramı

2- Brönsted-Lowry Kavramı

3- Lewis Asit-Baz Kavramı

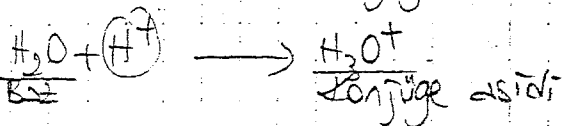
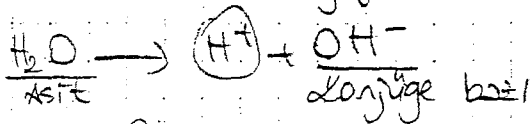
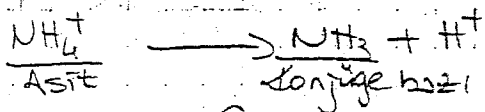
4- Arrhenius Elektrolitik Dissosiyasyon Kavramı:

Buna göre asitler sudaki çözeltide $H^+(aq)$, H_3O^+ (hidronyum) iyonunu verecek şekilde iyonlaşan; bazlar ise sudaki çözeltide $OH^-(aq)$ iyonunu verecek şekilde iyonlaşan elektrolit maddelerdir. Buna göre bir asit ya da bazın kuvveti, sudaki belli konsantrasyondaki H^+ veya OH^- iyonunun konsantrasyonu ile belirlenir. Kuvvetli asit ve bazlar suya %100 iyonlaşabilir. Kuvvetli elektrolitler, zayıf asit ve bazlar ise suya tamamen iyonlaşmazlar. Zayıf elektrolit maddelerdir.



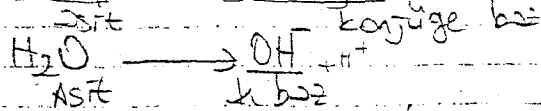
2- Brönsted-Lowry Kavramı:

Daha geniş kapsamlı olan bu kavrama göre asitler proton verebilen, bazlar ise proton alabilen maddelerdir.

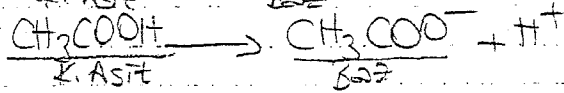
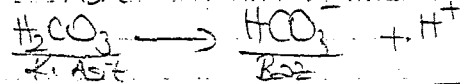
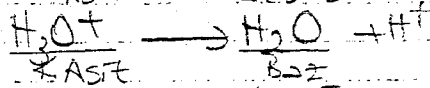


Brönsted-Lowry'ye göre asit-baz tanımlarına göre bir nokta bir asidin proton kaybederek yeni bir baz, yani konjüge bazını; bir bazın ise proton alarak yeni bir asidi, yani konjüge asidini oluşturmalarıdır. Asit-baz bu şekilde bir proton alışverişi oluşan asit-baz çiftine konjüge asit-baz çifti denir. Asit kuvvetliliği moleküllerdeki hidrojen iyonu veya iyonlarının kolayca çözeltiye verilebilme özelliği olduğundan asit kuvvetliliğe konjüge baz zayıf, baz kuvvetliliğe konjüge asidi zayıftır.

Örnek: $\text{NH}_4^+ \xrightarrow{\text{Asit}} \text{NH}_3$

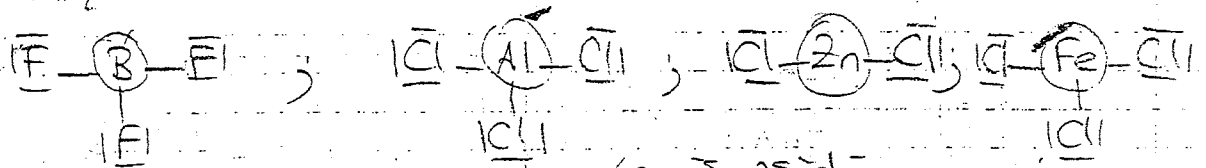


69



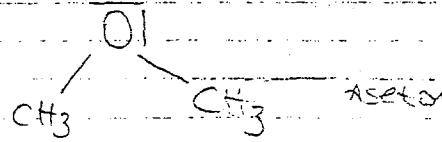
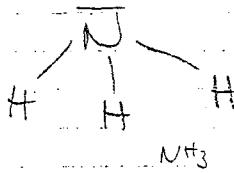
3- Lewis Asit-Bazı Kavramı:

Bazı organik reaksiyonlarda AlCl_3 , ZnCl_2 , BF_3 , FeCl_3 gibi maddeler proton transferiyle halde asidik etki yapar. Bu maddeler Lewis çok genel bir asit-bazı tanımını verir.



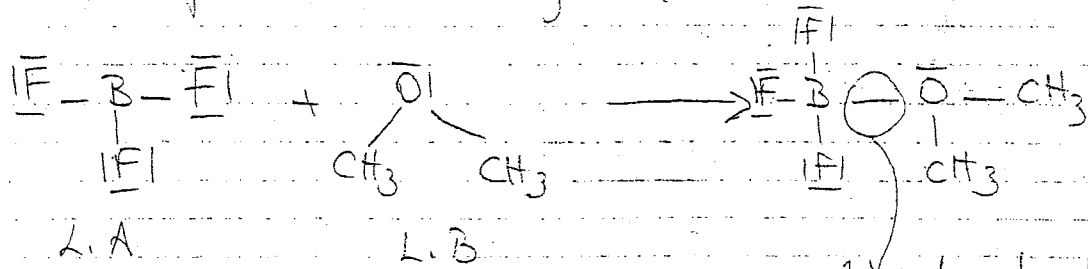
Lewis asidi

Merkez atomu üzerinde hiç elektron çifti bulunmayan bileşikler Lewis asidi, merkez atomu üzerinde ortaklaşan elektron çifti bulunan maddeler ise Lewis bazı olarak adlandırılır.



Lewis bazı

Bir Lewis asidi, bir Lewis bazıyla reaksiyona girerek koordinatif kovalent bağ oluştururlar.



L.A

L.B

koordinat kovalent bağ

En düşük yörüngesinde ortaklaşanmış e^- bulunduğu için tüm katyonlar birer Lewis asididir ve tüm anyonlar da birer Lewis bazıdır.

Katyonlar $\rightarrow \text{K}^+$, Mg^{2+} , Na^+ , ... Lewis asidi

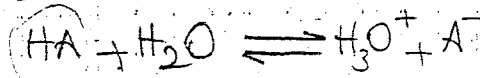
Anyonlar $\rightarrow \text{F}^-$, Cl^- , ... Lewis bazı

ZAYIF ASİT VE BAZLARIN İYONLAŞMASI

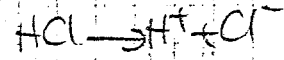
70

Kuvvetli asit ve bazlar suda tamamen iyonlaşırken, halde zayıf asit ve bazlar suda tamamen iyonlaşmayan zayıf elektrolitlerdir. Bu bileşiklerin sulu çözeltilerinde molekül halindeki asit veya baz, iyonlarıyla denge halinde dir.

Asitler için;



Kuvvetli asit
okaylı



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

K_a

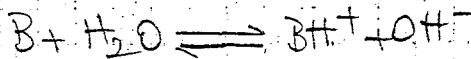
$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

Asit iyonlaşma
sabit

$$\Rightarrow pK_a = -\log K_a$$

pK_{su}

Bazlar için;

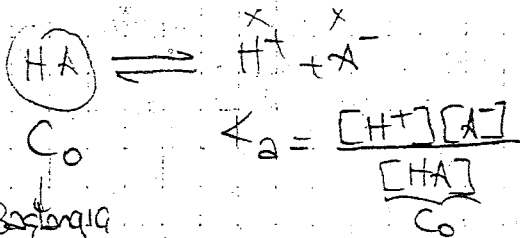


$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[H_2O][B]}$$

K_b

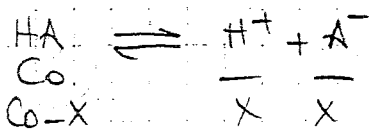
$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

$$\Rightarrow pK_b = -\log K_b$$



$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

Başlangıç
konsantrasyonu



K_a ve K_b 'nin değerine göre ihmal edilir veya edilmez.

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$[H^+] = [A^-] = x$$

$$K_a \cdot C_0 = x^2$$

$$x = \sqrt{K_a \cdot C_0}$$

$$x = (K_a \cdot C_0)^{1/2} \Rightarrow x = \frac{1}{2} \log(K_a \cdot C_0)$$

$$[H^+]$$

$$pH = -\log[H^+]$$

$$pH = -\log K_a = -\log C_0$$

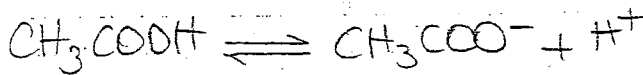
$$pH = \frac{1}{2} (pK_a - \log C_0)$$

K_b 'den giderek pOH bulunur.

$$pOH = \frac{1}{2} (pK_b - \log C_0) \rightarrow \text{bazının bağımlı konsantrasyonu}$$

$$pH = \frac{1}{2} (pK_a - \log C_0) \rightarrow \text{asidin bağımlı konsantrasyonu}$$

Örnek: 0,1M asetik asit çözeltisinin (CH_3COOH) pH'ı 2,88 olarak ölçüldüğü. Asetik asidin $K_a = ?$ ve % iyonlaşmasını bulunuz.



$$K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$pH = 2,88$$

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

$$[H^+] = 10^{-2,88} = 10^{-3} \cdot 10^{0,12} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

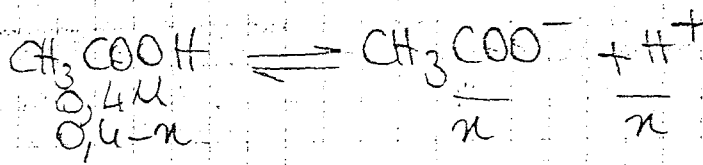
$$[H^+] = [CH_3COO^-] = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$K_a = \frac{(1,3 \cdot 10^{-3})^2}{0,1 - x} = 1,7 \cdot 10^{-5}$$

$1,3 \cdot 10^{-3}$
ihmal ettik

$$\% \text{ iyonlaşma} = \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} \cdot 100 = \frac{1,3 \cdot 10^{-3}}{0,1} = \% 1,3$$

Ödev: 0,4M CH_3COOH çözeltisindeki tüm iyonların konsantrasyonunu ve asidin iyonlaşma derecesini hesaplayınız. ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$)



72

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

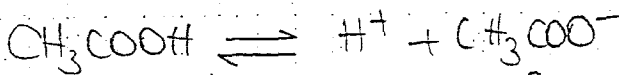
$$\frac{n^2}{0,4-n} = 1,8 \cdot 10^{-5} \Rightarrow n^2 = 0,72 \cdot 10^{-5} = 7,2 \cdot 10^{-6}$$

$$n = 2,68 \cdot 10^{-3}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 2,68 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$\% \text{ iyonlaşma} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \cdot 100 = \frac{2,68 \cdot 10^{-3}}{0,4} \cdot 100 = \% 6,7$$

Örnek: 1M CH_3COOH çözeltisinin H^+ iyonu molar konsantrasyonunu ve pH'ini bulunuz. ($pK_a = 4,74$)



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$pK_a = -\log K_a$$

$$K_a = 10^{-pK_a}$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (pK_a - \log C_0)$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (4,74 - \log 1)$$

$$\text{pH} = 2,37$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-2,37} = 10^{-3} \cdot 10^{0,63} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

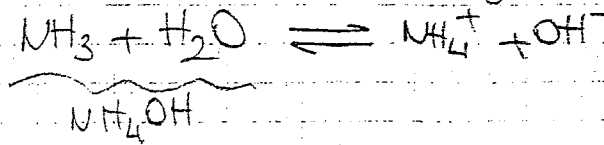
veya

$$K_a = 10^{-pK_a}$$

$$K_a = 10^{-4,74} = 10^{-5} \cdot 10^{0,26} = 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{1}$$

$$x = [\text{H}^+] = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5}}$$

Örnek: 0,01 M Amonyak çözeltisinin iyonlaşma derecesi %4,2 olarak bulunmuştur. Amonyakın bazlık sabitini hesaplayınız.



73

Değer 0,01 - x x x

100 mol 4,2 mol
0,01 mol x

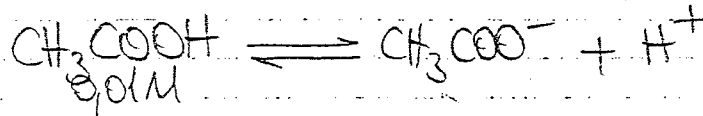
$$x = \frac{4,2 \cdot 0,01}{100} = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] = 4,2 \cdot 10^{-4}$$

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

$$K_b = \frac{(4,2 \cdot 10^{-4})^2}{(0,01 - 4,2 \cdot 10^{-4})} = 1,76 \cdot 10^{-5}$$

Örnek: 0,01 M asetik asit çözeltisinin pH'ını, pOH'ını bulunuz ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$)



$$\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_a - \log C_0)$$

$$= \frac{1}{2} (4,74 + 2)$$

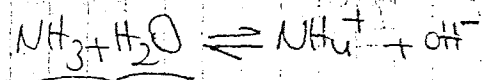
$$= 3,37$$

$$\text{pOH} = 14 - 3,37 = 10,63$$

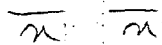
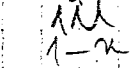
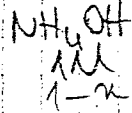
Örnek: 1M NH_3 çözeltisinin % iyonlaşması ve pH'ını bulunuz ($K_b = 1,76 \cdot 10^{-5}$)

% 0,42

11,62



74



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} \Rightarrow 1,76 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{1-x} \text{ mol}$$

$$x^2 = 17,6 \cdot 10^{-6} \Rightarrow x = 4,2 \cdot 10^{-3}$$

$$[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$\% \text{ iyonlaşma} = \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} \cdot 100 = \frac{4,2 \cdot 10^{-3}}{1} \cdot 100 = \% 0,42$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 2,38$$

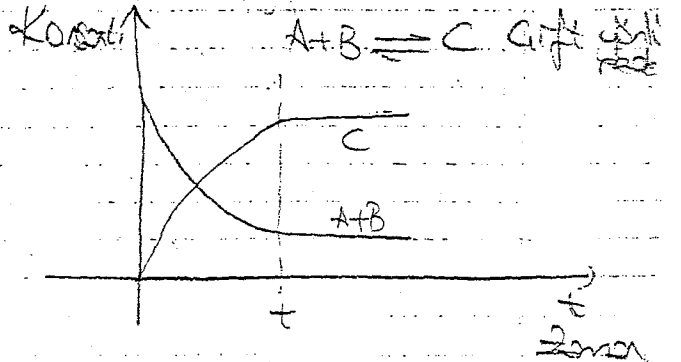
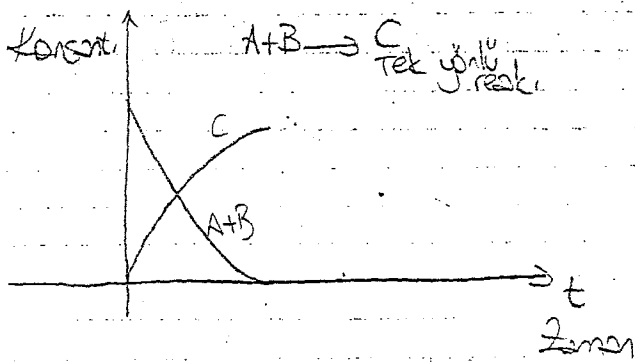
$$\text{pH} = 14 - 2,38 = 11,62$$

Örnek: 10 ml ve yoğunluğu $d = 1 \text{ g/ml}$ olan %60'lık asetik asit 240 ml suya ilave ediyor. Yeni çözeltinin pH 'i, % iyonlaşmasını (disosiasyon %'si) bulunuz. ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$)
(Cevap: $\text{pH} = 2,57$ — % iyonlaşma = % 0,67)

5000

KİMYASAL DENGİ

Bir kimyasal reaksiyonda başlangıçta bulunan başlangıç maddeleri konsantrasyonları belli bir reaksiyon hızıyla azalmaya, ürün konsantrasyonları ise artmaya başlar. Bazı reaksiyonlarda başlangıç maddeleri tamamen tükenir. Bu kimyasal reaksiyonlar bir yöne doğru cereyan ederler ve buna tek yönlü reaksiyonlar denir. Örneğin kuvvetli asit ve bazlar bazılarında ise başlangıç maddeleri tamamen tükenmeden reaksiyon durur. Buna reaksiyon dengesi denir. Bir miktar kalır başlangıç maddeleri ile oluşan ürünlerin konsantrasyonları artık değişmezken kalır. Bu tür reaksiyonlar çift yönlü reaksiyonlardır. Bu tür reaksiyonlarda başlangıç maddeleri dengeden sonra da ürünlere dönüştürürken ürünlerde bir kısmı da ters yönde reaksiyon vererek başlangıç maddelerine dönüştürür. Sonuçta başlangıç dengedeki başlangıç maddeleri ve ürün konsantrasyonları sabit kalır.



Bir reaksiyonun hızı, gerekle reaksiyona giren maddelerin konsantrasyonuna bağlıdır. Reaksiyon hızı, birim zamanda, birim hacimde dönüşümüne karşılık mol sayıdır. Konsantrasyon, mol konsantrasyon cinsinden yazılır.



$$hız = r = k [A_2] [B_2]$$

$$\frac{\Delta [AB]}{\Delta t} = \frac{\text{mol/l}}{s} = \frac{\text{mol}}{l \cdot s}$$



$$r = k [A]^a [B]^b$$

Hız sabiti

$$r = k_1 P_A^a P_B^b$$

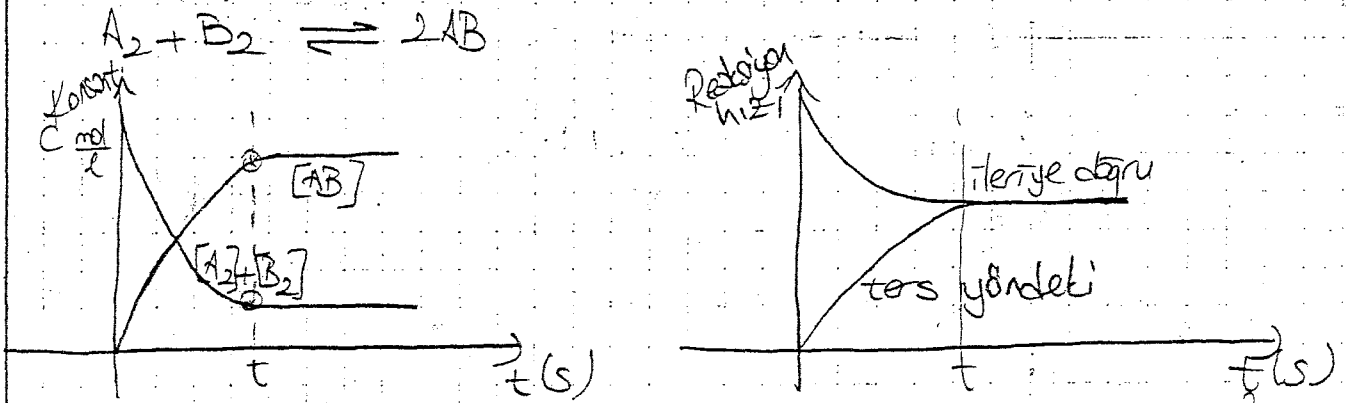
Hız sabiti

Reaksiyon hızının bağlı olduğu konsantrasyon terimlerinin sayısıdır eşittir.

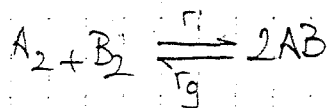
$$n = a + b + \dots$$

| Reaksiyon | Reaksiyon hızı | Reaksiyon derecesi |
|--------------------------------------|------------------|-------------------------|
| $A \rightarrow \text{Ürün(ler)}$ | $r = k[A]$ | $n = 1$ (I. derecede) |
| $A+B \rightarrow \text{Ürün(ler)}$ | $r = k[A][B]$ | $n = 2$ (II. derecede) |
| $2A \rightarrow \text{Ürün(ler)}$ | $r = k[A]^2$ | $n = 2$ (II. derecede) |
| $A+B+C \rightarrow \text{Ürün(ler)}$ | $r = k[A][B][C]$ | $n = 3$ (III. derecede) |
| $2A+B \rightarrow \text{Ürün(ler)}$ | $r = k[A]^2[B]$ | $n = 3$ |
| $A+2B \rightarrow \text{Ürün(ler)}$ | $r = k[A][B]^2$ | $n = 3$ |

Tek yönlü reaksiyonlarda reaksiyonun giren maddelerden bahsediyoruz) en az bir bittigine reaksiyon olur. İki yönlü reaksiyonlarda ise reaksiyon başladıktan bir süre sonra ikiye doğru olan reaksiyonun hızı azalırken geriye doğru olan reaksiyonun hızı artar ve belli bir t anında bu 2 hız birbirine eşit olur, denge kurulur. Bu anda tüm maddelerin konsantrasyonları sabit olur. Bu dengeye kimyasal denge denir.



Denge halinde reaksiyon her iki tarafa doğru eşit hızla devam eder.



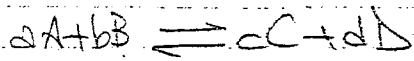
$$r_i = k_i[A_2][B_2]$$

$$r_g = k_g[AB]^2$$

$$r_i = r_g$$

$$\frac{k_i}{k_g} = K = \frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]}$$

Gazlı olrak



$$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

K_c

[mol/l]

Konsantrasyon cinsinden

Eğer gaz fazındaki reaksiyonlar söz konusuysa;

Gaz fazındaki reaksiyonlar için

K_p , basınç cinsinden

$$P.V = nRT$$

$$P = \frac{n}{V} RT$$

$$P = [A]RT$$

$$K_p = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

$$K_p = \frac{[C]^c (RT)^c \cdot [D]^d (RT)^d}{[A]^a (RT)^a \cdot [B]^b (RT)^b}$$

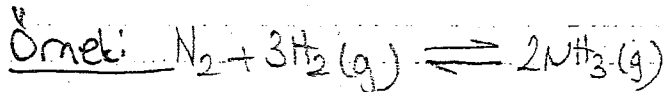
$$K_p = K_c \frac{(RT)^{a+c}}{(RT)^{a+b}}$$

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = (c+d) - (a+b)$$

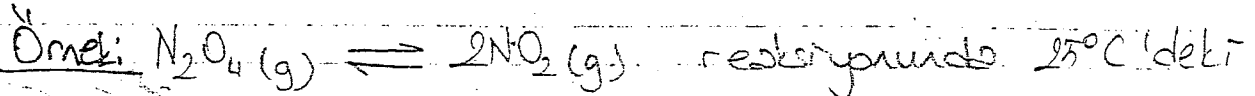
girenler

çıkışlar



$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = 2 - 4 = -2$$



bir dengede $[NO_2] = 1,41 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$; $[N_2O_4] = 4,27 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$

$K_c = ?$ ve $K_p = ?$

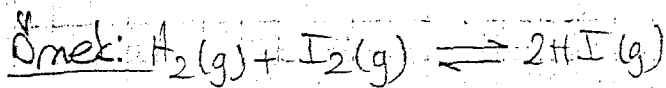
$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(1,41 \cdot 10^{-2})^2}{(4,27 \cdot 10^{-2})} = 4,66 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} \quad \Delta n = 2 - 1 = 1$$

$$= 4,66 \cdot 10^{-3} (0,082 \cdot 298)$$

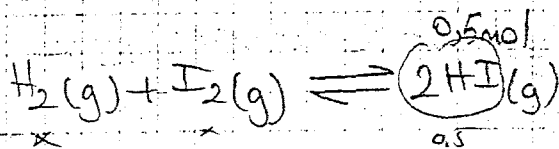
$$= 1,1387 \cdot 10^{-3}$$

$$= 0,0011387$$



78

425°C 'de $K_c = 54,8$ 'dir. 1 l 'lik bir kaba bir miktar HI konuluyor. 425°C 'de 0,5 mol/l HI ile dengede bulunur. H_2 ve I_2 gazlarının konsantrasyonlarını bulunuz ve K_p 'yi de bulunuz.

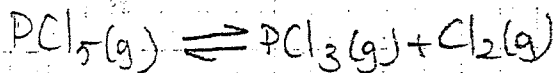


$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

$$54,8 = \frac{(0,5)^2}{(x)(x)} \Rightarrow x = 0,066 \text{ mol/l}$$

$$[H_2] = [I_2]$$

Örnek: 1 mol PCl_5 (100) l 'lik bir kaba konuluyor ve 250°C 'de ısıtılırsa



reaksiyonuna göre bulunur. Denge halinde Cl gazı konsantrasyonu 0,47 mol / l 'dir. $K_c = ?$ $K_p = ?$

$$K_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]}$$

$$C_{Cl_2} = \frac{0,47}{10} = 0,047 \text{ mol/l}$$

$$K_c = \frac{(0,047)^2}{(0,1 - 0,047)} = 0,042 \text{ mol/l}$$

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$$

$$= 0,042 \cdot (0,082 \cdot 523)^1$$

$$= 1,8$$

Ödev: 1100K 'de $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ reaksiyonunun

$K_c = 0,0271 \text{ mol/l}$ 'dir. Bu sıcaklıktaki $K_p = ?$

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$$

$$K_p = 0,0271 \cdot (0,082 \cdot 1100)^{3-2}$$

$$K_p = 2,44$$

Ödev: $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ reaksiyonu için
 1000°C de $K_p = 0,403$ bulunmaktadır. 1 Atm. karbonmonoksit gazı FeO ile bir kaba konduğunda dengedeki P_{CO} ve P_{CO_2}

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$0,403 = K_c (0,082 \cdot 1273)^{1-1}$$

$$K_c = 0,403$$

$$K_p = \frac{P_{\text{CO}_2}}{P_{\text{CO}}}$$

$$0,403 = \frac{x}{(1-x)}$$

$$0,403 - 0,403x = x$$

$$0,403 = x(1+0,403)$$

$$0,403 = 1,403 \cdot x$$

$$x = 0,29 \text{ Atm } P_{\text{CO}_2}$$

$$1 - 0,29 = 0,71 \text{ Atm } P_{\text{CO}}$$

Ödev: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ reaksiyonu için 500°C de
 $K_p = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ Atm}$ dir. $K_c = ?$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$1,5 \cdot 10^{-5} = K_c (0,082 \cdot 773)^{2-4}$$

$$K_c = \frac{1,5 \cdot 10^{-5}}{(0,082 \cdot 773)^{-2}} = 0,06$$

$$T = 500 + 273 = 773\text{K}$$

Ödev: $\text{CO(g)} + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(g)}$ reaksiyonu için 700K 'de

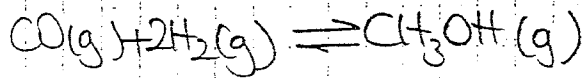
80

$$[\text{H}_2] = 0,072 \text{ mol/l}$$

$$[\text{CO}] = 0,02 \text{ mol/l}$$

$$[\text{CH}_3\text{OH}] = 0,03 \text{ mol/l}$$

Bu sıcaklık için $K_p = ?$ (0,088)
 $K_c = ?$ (290)



$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^2}$$

$$K_c = \frac{0,03}{(0,02)(0,072)^2} = 290$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

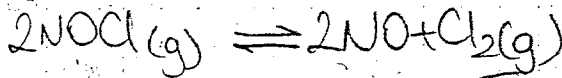
$$K_p = 290 (0,082 \cdot 700)^{1-3}$$

$$K_p = 0,088$$

Ödev: $2\text{NOCl(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO(g)} + \text{Cl}_2(\text{g})$

değer reaksiyonu

462°C ve 1L sabit hacimde incelenmiştir. Başlangıçta değer kabına 2mol NOCl konulmuştur. Dengeye ulaşıldığında NOCl 'in $0,33$ 'ünün ayrıştığı saptanmıştır. Bu veriler yardımıyla K_c ve K_p 'yi bulunuz.



$$T = 735\text{K}$$

$$V = 1\text{L}$$

Baş: 2mol
 $-0,66$

$+0,66$ $+0,33$

$1,34$

$0,66$

$0,33$

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2]}{[\text{NOCl}]^2}$$

$$= \frac{(0,66)^2(0,33)}{(1,34)^2}$$

$$= 0,1$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$= 0,1 (0,082 \cdot 735)^{3-2}$$

$$= 6,027$$

Örnek: $\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_2\text{(g)}$ - denges. $T = 100^\circ\text{C}$ deki

denge sabiti
 $K = 4,57 \cdot 10^9 \text{ l/mol ise}$

$\text{COCl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$ denges. için $K_c = ?$ $K_p = ?$

$$K'_c = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{4,57 \cdot 10^9} = 2,19 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$$

$$K_p = K'_c \cdot (RT)^{\Delta n} \quad \Delta n = 2 - 1 = 1$$

$$= 2,19 \cdot 10^{-10} \cdot (0,082 \cdot 373)^1 = 6,71 \cdot 10^{-9} \text{ Atm}$$

Örnek: $\text{H}_2\text{(g)} + \text{I}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI(g)}$

92g I_2 , 2g H_2 2l'lik bir kaptan 450°C 'ye ısıtıldığında dengedeki karışımın 3,8g I_2 bulunduğundan denges. her gazdan kaç mol bulunur?
 $K_c = ?$

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{I}_2][\text{H}_2]}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{I}_2} &= 254 \\ M_{\text{H}} &= 1 \end{aligned}$$

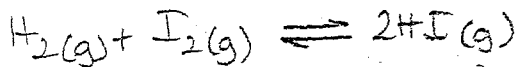
$$\text{I}_2 \text{ mol sayısı} = \frac{92}{254} = 0,362 \text{ mol}$$

$$\text{H}_2 \text{ mol sayısı} = \frac{2}{2 \times 1} = 1 \text{ mol}$$

$$\text{Dengedeki } \text{I}_2 \text{ mol sayısı} = \frac{3,8}{254} = 0,015 \text{ mol}$$

$$\text{Başlangıçtaki } [\text{I}_2] = \frac{0,362}{2} = 0,181 \text{ mol/l}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ mol/l}$$



$$\text{Dengedeki } [\text{I}_2] = \frac{0,015}{2} = 0,0075 \text{ mol}$$

Başl. 0,5 mol/l 0,181 mol/l

$$\text{Dengedeki } 0,0075 \text{ mol} \quad 2 \times 0,1735 \text{ mol/l} = 0,347$$

$$\text{Residü } 0,181 - 0,0075 = 0,1735 \text{ mol/l}$$

$$0,5 - 0,1735 = 0,3265$$

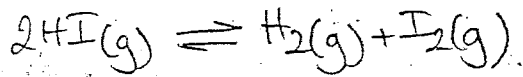
$$K = \frac{(0,347)^2}{(0,0075)(0,3265)} = 49,17$$

4

Ödev: 2mol HI 1l'lik bir balonda $6,28^\circ\text{C}$ 'ye ısıtılmıştır. Denge reaksiyonu

$2\text{HI(g)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{(g)} + \text{I}_2\text{(g)}$ ve $K_c = 3,8 \cdot 10^{-2}$ olduğuna göre bu koşullar altında her bir gazın konsantrasyonunu bulunuz.

(Cevap: $[\text{I}_2] = [\text{H}_2] = 0,28 \text{ mol/l}$
 $[\text{HI}] = 1,44 \text{ mol/l}$)



$$T = 279,28 \text{ K}$$

| | | |
|--------|----|----|
| 2M | — | — |
| -2x | +x | +x |
| <hr/> | | |
| (2-2x) | x | x |

$$K_c = \frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2}$$

$$3,8 \cdot 10^{-2} = \frac{x^2}{(2-2x)^2}$$

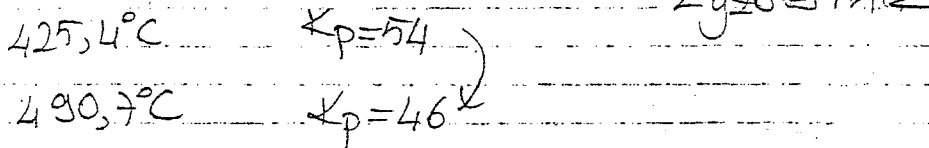
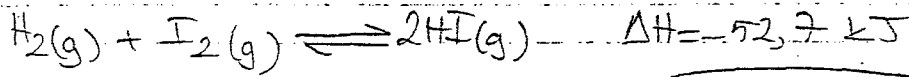
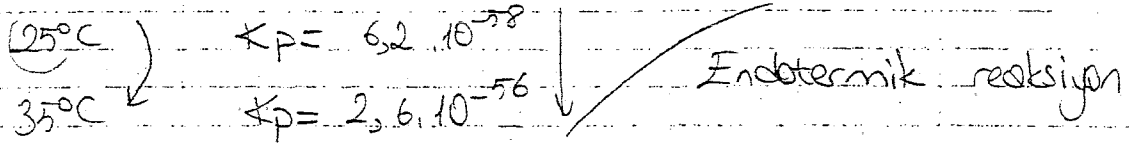
$$x = 0,28 \text{ M} = [\text{H}_2][\text{I}_2]$$

$$[\text{HI}] = 2 - 0,56 = 1,44 \text{ M}$$

DENGEYİ DEĞİŞTİREN ETKENLER

T° (Sıcaklık) P (basınç) C (konsantrasyon) 83

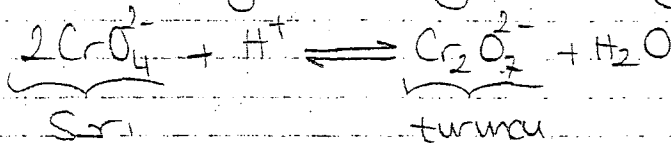
Denge sabiti, sıcaklık değişimiyle değişir. Sıcaklık y. selisi endotermik reaksiyonlarda denge sabitini artırır, egzotermik reaksiyonlarda azaltır.



Denge sabiti sadece sıcaklıkla değişirken, bir reaksiyonun denge durumu sıcaklık, basınç ve konsantrasyon ile değişir. Bu değişimlerin tümü Le Chatelier Prensibi ile verilir.

Le Chatelier Prensibi: Bu prensibe göre dengede bulunan bir sistemin denge faktörlerinden biri (T° , P (basınç), C (konsantrasyon), katalizör) değiştirilerek olursa denge, değiştirilen faktörün etkisini azaltarak yöne doğru denge konumunda değişir.

1-) Konsantrasyon Değişiklikleri: Dengedeki bir sistemde maddelerden birinin konsantrasyonu artırılırsa denge, ikave edilen maddenin konsantrasyonunu azaltacak yöne doğru kayar.



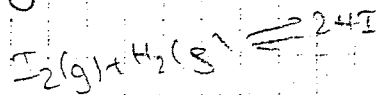
Ortama asit ikave edildiğinde reaksiyon sağa doğru kayar gözelti turuncu renk alır. Ortama su ikave edilirse denge sola doğru kayar ve gözelti sarı renk alır.

2-) Basınç Etkisi: Basınç yükseldiğinde denge hacim küçük olduğu yöne, basınç düştüğünde denge hacim büyük olduğu yöne doğru kayar. VG gazlarda hacim ve basınç birbirine bağlı 2 de diğer olduğundan basınç için söylediklerimiz aynı şekilde geçerlidir. Sıvı sıcaklıkta basınç için

değerin toplam mol sayısının azaldığı, azalması ise toplam mol sayısının arttığı yöre doğru kaymasına neden olur. Tepkimeye giren maddelerin ve ürünlerin mol sayısı eşitse basınç değeri toplamunda etkisi yoktur.

3-) Sıcaklık Değişimi: Kimyasal tepkimeler olurken sistem ya dışarıdan ısı alır (endoterm) veya dışarıya ısı verir (egzoterm). Sıcaklık değişimi ile denge sistemin endoterm veya egzoterm oluşuna göre sağa veya sola kayarak sıcaklığın fazla olmasına önler. Sbt basıncı sıcaklığın artması ile genin endoterm, azalması egzoterm yöre kaymasına neden olur. Isı alış-veriş olmayan reaksiyonlarda sıcaklık değişiminin denge durumunda etkisi yoktur.

Tablo: Reaksiyonun denge durumunda konsantrasyonu, basınç (hacim), sıcaklık etkisi.



Değişme

Etki

1-) Konsantrasyon

a) Başlangıç maddelerindeki artış veya ürünlerdeki azalış
b) Başlangıç maddelerindeki azalış veya ürünlerdeki artış

Denge ürün oluşumu yönünde kayar
Başlangıç maddeleri yönüne kayar.

2-) Sıcaklık

a) Artış

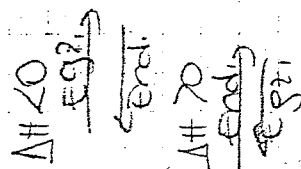
Endotermik reaksiyon ürün oluşumu yönüne kayar. < artar.

Egzotermik reaksiyon başlangıç maddeleri yönüne kayar. < azalır.

Endotermik reaksiyon başlangıç maddeleri yönüne kayar. < azalır.

Egzotermik reaksiyon ürünlerin yönüne kayar. < artar.

b) Azalış



3-) Basınç (gaz fazı reak. için)

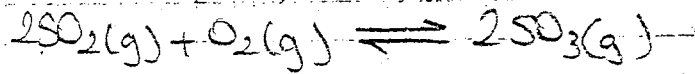
a) Artış

b) Azalış

Mol sayısında azalma olan yöre kayar.
Mol sayısında artma olan yöre kayar.

Ürün, reaksiyonun egzoterm yönünde ise sıcaklık değişimi endoterm yönde olan reaksiyonların verimini azaltacak birimlere etkiler, < nin değeri sıcaklıkla azalır.

Örnek: 0,008 mol $\text{SO}_2(\text{g}) + 0,0056 \text{ mol } \text{O}_2(\text{g})$ toplamı 1 l'ye
bir kaptan 1000 K'e iletiliyor. Denge sağlandığında 0,004
 SO_3 (sülfür) meydana geliyor.



- a) SO_2 ve O_2 'nin denge konsantrasyonlarını bulunuz.
b) 1000 K'deki K değeri bulunuz.



Başl. 0,008 mol/l 0,0056 mol/l —

Reaktifler 0,004 mol/l 0,0028 mol/l 0,004 mol/l

Denge 0,004 M 0,0036 M 0,004 M

$$K = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{(0,004)^2}{(0,004)^2 (0,0036)} = 280$$

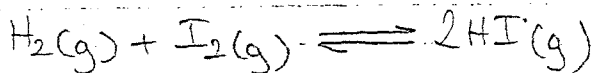
$$K_p = K (RT)^{\Delta n}$$

$$= 280 \cdot (0,082 \cdot 1000)^{-1}$$

$$= 3,39 \text{ Atm}$$

Örnek: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ reaksiyonu için 500°C'de
ortamda bulunan maddelerin konsantrasyonları $[\text{H}_2] = 0,22$
 $[\text{I}_2] = 0,22$
 $[\text{HI}] = 1,38$

Bu sisteme 0,15 mol/l I_2 gazı ilave ediyor. Sistemin yeni
denge durumuna göre her birinin konsantrasyonlarını
hesaplayınız.



İlk Denge 0,22 0,22 + 0,15 1,38
— x — x 2x

$$K = \frac{(1,38)^2}{(0,22) \cdot (0,22)} = 39,6$$

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{(1,38 + 2x)^2}{(0,22 - x)(0,22 + 0,15 - x)} = 39,6$$

$$x = 0,05 \text{ mol/l}$$

$$[\text{H}_2] = 0,22 - 0,05 = 0,17 \text{ mol/l}$$

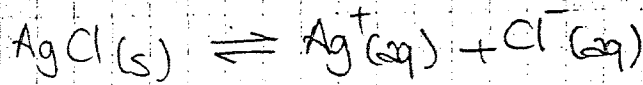
$$[\text{HI}] = 1,38 + 2 \cdot 0,05 = 1,48 \text{ mol/l}$$

$$[\text{I}_2] = 0,22 + 0,15 - 0,05 = 0,32 \text{ mol/l}$$

GÖZÜNÜRLÜK GARPIMI

Bir 22 çözün bir tuzun suaki doymuş çözeltisi hazırlanıldığında tuzun ayrışan iyonları ile çözünmeyen katı arasında dinamik bir denge kurulur.

86



$$K = \frac{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}]}$$

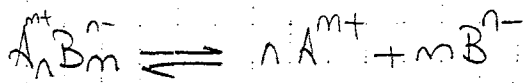
$$K[\text{AgCl}] = K_{gg} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

O halde K_{gg} doymuş bir çözeltide katsayısı K_{gg} kuyetleri alınmış iyon konsantrasyonları garpımına yon iyonlar garpımına eşittir. O halde herhangi bir çözeltide iyonlar garpımı

İyonlar Garpımı $\leq K_{gg}$ ise o çözeltide çözme olmaz.

İyonlar Garpımı $\geq K_{gg}$ ise o çözeltide çözme olur.

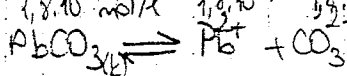
$A_n B_m$ şeklindeki bir tuz için gözünürlük garpımını genel olarak yazarsak



$$K_{gg} = [A^{m+}]^n [B^{n-}]^m$$

Örnek:

PbCO_3 'ün 25°C 'deki gözünürlüğü $4,8 \cdot 10^{-5} \text{ g/l}$ olduğuna göre gözünürlük garpımını bulunuz. ($M_n = 267 \text{ g/mol}$)



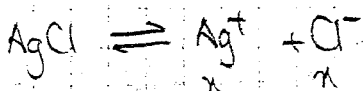
$$K_{gg} = [\text{Pb}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$$

$$[\text{PbCO}_3] = \frac{4,8 \cdot 10^{-5} \text{ g/l}}{267 \text{ g/mol}} = 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$$

$$K_{gg} = (1,8 \cdot 10^{-7}) (1,8 \cdot 10^{-7}) = 3,2 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{l}^2$$

Ödev: AgCl 'ün 25°C 'deki molar gözünürlüğünü bulunuz.

$$K_{gg} = 1,7 \cdot 10^{-10}$$



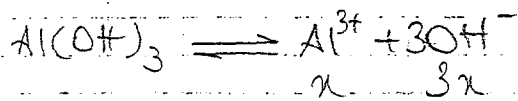
$$K_{gg} = x : x = 1,7 \cdot 10^{-10}$$

$$x^2 = 1,7 \cdot 10^{-10}$$

$$x = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

87

Örnek: $Al(OH)_3$ 'ün $25^\circ C$ 'deki iyon konsantrasyonlarını bulunuz. $K_{gg} = 2 \cdot 10^{-33}$



$$K_{gg} = [OH^-]^3 [Al^{3+}] = 2 \cdot 10^{-33}$$

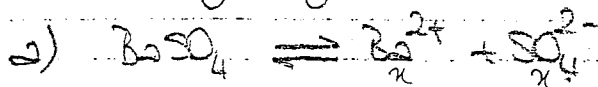
$$K_{gg} = (x)(3x)^3 = 2 \cdot 10^{-33}$$

$$[Al^{3+}] = x = 2,9 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$$

$$[OH^-] = 3x = 3,29 \cdot 10^{-9} = 8,7 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$$

Örnek: $25^\circ C$ 'de $BaSO_4$ 'ün $K_{gg} = 1 \cdot 10^{-10}$ 'dur. Buna göre

- a) $BaSO_4$ 'ün saf su'daki çözünürlüğünü
b) $BaSO_4$ 'ün $0,01 \text{ M}$ Na_2SO_4 çözeltisindeki çözünürlüğünü
bularak karşılaştırınız.

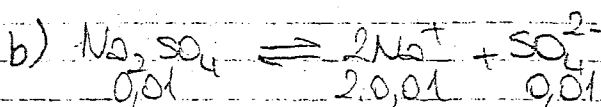


$$K_{gg} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = 1 \cdot 10^{-10}$$

$x \quad \quad x = 1 \cdot 10^{-10}$

$$x^2 = 1 \cdot 10^{-10}$$

$$x = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$



$$K_{gg} = (x)(x + 0,01) = 1 \cdot 10^{-10}$$

ihinal

$$x = \frac{10^{-10}}{10^{-2}} = 10^{-8} \text{ mol/l}$$

Ortak iyon etkisiyle çözünürlük azaldı.

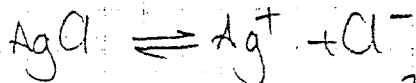
Ödev: AgCl 'ün

$$K_{\text{Ag}} = 1,8 \cdot 10^{-10}$$

88

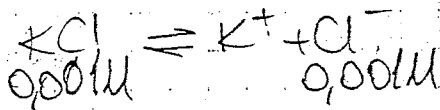
a) Saf sudaki çözünürlüğünü

b) $0,001\text{M}$ KCl çözeltisindeki çözünürlüğünü bulunuz. ($1,8 \cdot 10^{-7}$)



$$K_{\text{Ag}} = [\text{Ag}^+] [\text{Cl}^-]$$

$$1,8 \cdot 10^{-10} = x^2$$
$$x = 1,3 \cdot 10^{-5}$$



$$1,8 \cdot 10^{-10} = x \cdot (0,001 + x)$$
$$1,8 \cdot 10^{-10} = 10^{-3} \cdot x$$

$$x = 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$$

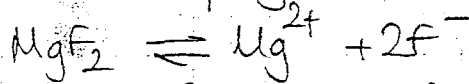
Ödev: MgF_2 'nin $K_{\text{Ag}} = 8 \cdot 10^{-8}$ dir buna göre 1 l

a) Saf su

b) $0,02\text{M}$ NaF

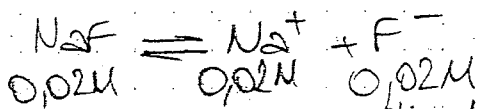
c) $0,02\text{M}$ BaF_2

($2,7 \cdot 10^{-3}$)
($2 \cdot 10^{-4}$)
çözeltisinde
çözünmüş olan MgF_2 'ün mol
sayısını hesaplayınız. ($5 \cdot 10^{-5}$)



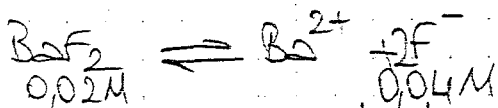
$$K_{\text{Ag}} = 8 \cdot 10^{-8} = x \cdot (2x)^2$$

$$8 \cdot 10^{-8} = 4x^3$$
$$x = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$



$$8 \cdot 10^{-8} = x \cdot (2x + 0,02)^2$$

$$8 \cdot 10^{-8} = 4 \cdot 10^{-4} \cdot x$$
$$x = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$



$$8 \cdot 10^{-8} = x \cdot (2x + 0,04)^2$$

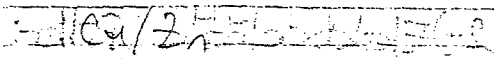
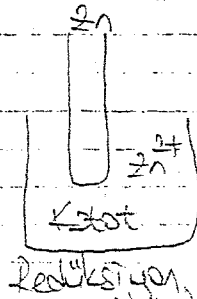
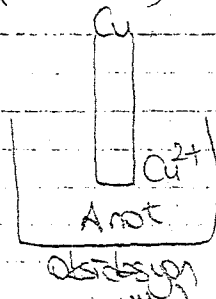
$$8 \cdot 10^{-8} = 16 \cdot 10^{-4} \cdot x$$
$$x = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

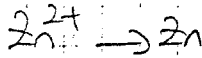
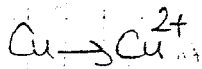
ELEKTROKİMYA

Her tür kimyasal bağ elektronlar aracılığıyla oluştuğundan bütün kim. reaksiyonlar e^- ile ilgili olup esas olarak elektriksel olaylardır. Dolayısıyla kim. reaksiyonlarda elekt. enerji üretilebilirlik (galvanik pilde olduğu gibi) ya da elekt. enerji ile kim. değişimler sağlanabilir (elektrolizde olduğu gibi). Kimyasal değişime ile elekt. enerjinin arasındaki bağlantıyı inceleyen bilim dalına elektrokimya, galvanik ve elektrolit pillere ise elektrokimyasal pil denir.

Bir elektrokimyasal olay mükemmel bir redoks reaksiyonudur, elekt. üretir veya elekt. akımı yardımıyla reaksiyon gerçekleşir. Her redoks reaksiyon da indirgeme yarım reaksiyonu ve yükseltme yarım reaksiyonu olmak üzere 2 yarım reaksiyona ayrılır. Elekt. akımı bir metalik iletken ve bir elektrolit iletken yardımıyla ortaya çıkarılır. Elekt. akımı üretir veya elekt. akımı yardımıyla gerçekleşen sistem veya cihaza elektrokimyasal pil adı verilir.

Bir pilde iyon akımının sağlandığı çözeltiye elektrolit, bu çözeltiye batırılmış obje ve elektron akımını sağlandığı metal veya grafit çubuklara da elektrot adı verilir. Her türlü elektrokimyasal pilde yükseltme yarım reaksiyonunun olduğu elektrod anot, indirgeme yarım reaksiyonunun olduğu elektrod ise katot adı verilir. Eğer inert elektrotlar kullanılmamışsa anot metali çözünür, katot metali üzerinde birikme olur.

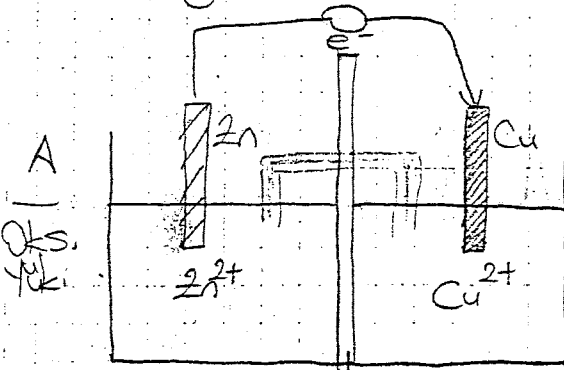




ELEKTROKİMYASAL PİLLER

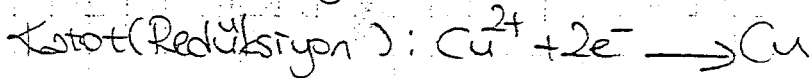
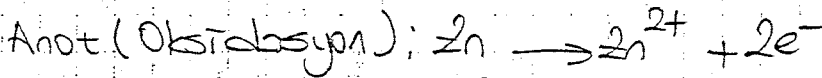
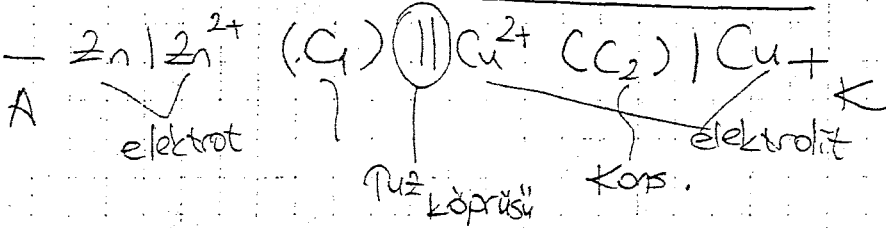
- 1) Galvanik Pili (Volta Pili): Reaksiyon sırasında elektrik akımı üreten piller.
- 2) Elektrolitik Pili: Dışarıdan verilen elektrik akımı yardımıyla bir reaksiyonu (elektroliz) gerçekleştiren piller olmak üzere 2 türüdür.

1) Volta Pili: Kim. enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. yani elektrik enerjisi üreten pillerdir.



Tuz köprüsü (KCl , KNO_3 , NH_4NO_3 , NH_4Cl)

Galvanik Pili Genel Gösterimi:



Elektronlar Zn elektrottan bakır elektroda doğru akar. Çünkü elektrotta oksidasyon ve bakır elektrotta ise redüksiyon olur. Elektron anotta olur. Yani Zn anodun işareti (-), katotun işareti (+) olur. Fakat katotta olma indirgenme anotta ise yükseltgenme olur.

2) Elektrolitik Piller: Dışarıdan elektrik akımı verilerek kendiliğinden olmayan reaksiyonların gerçekleştirildiği sistemlerdir. Elektrik akımı ile gerçekleştirilen bu reaksiyonlara elektroliz adı

verir. Örneğin krom, nikel, altın, gümüş kaplama gibi erimiş tuzlardan metallerin eldesi ve ayırma yapılır.

Her iki tür pil için elektrot reaksiyonlarını yazarsak

Anot
Yükseltgenme
Anyonlar anotta göç eder.
Elektron verir.
Galvanik pillerde negatif

Katod
İndirgenme
Kationlar katoda göç eder.
Elektron alır.
Elektrolitik pillerde negatif

FARADAY KANUNU

Elektrolizde elektrik akımı ile kim. reaksiyonlar arasındaki ilişki Faraday yasalarıyla belirlenir. Bunlar 2 taredir.

1. Faraday Yasası: Bir elektrolizde katot ve anotta açığa çıkan madde miktarları devreden geçen elektrik yükü miktarıyla orantılıdır.

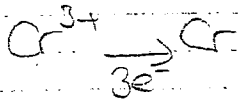
2. Faraday Yasası: Bir elektroliz devresinde 1 Faradaylık bir akım geçirildiğinde elektrotta da birer eşdeğer gram madde açığa çıkar.

$$1 F = 96500 \text{ Coulomb}$$

$6,02 \cdot 10^{23}$ tane e^- nun toplamı elektrik yükü 1 Faraday'dır.

$$q = I \cdot t \rightarrow \text{Coulomb (C)} \quad \text{Amper (A)} \quad \text{saniye (s)}$$

Örnek: Bir elektroliz hücreğinde katot üzerinde $86,3 \text{ g}$ Cr^{3+} Cr^{3+} çözeltisinde biriktirmek için 600 A 'lık akımı 4 sa süreyle geçirmeliyiz?



$$1 \text{ eşdeğer Cr} = \frac{52}{3} = 17,3 \text{ g eşd.}$$

$$86,3 \text{ g Cr} = \frac{86,3}{17,3} = 5 \text{ eşdeğer g}$$

$$\frac{1 \text{ eşd. g}}{5}$$

$$96500 \text{ Coulomb}$$

$$5 \times 96500 = 482500 \text{ Coulomb}$$

$$q = I \cdot t \rightarrow t = \frac{q}{I} = \frac{482500}{600} = 804,2 \text{ s}$$

$$\frac{804,2}{3600} = 0,22 \text{ saat}$$

Ödev: 400s süreyle $0,3A$ 'lık akım geçirilerek metalin elektroliz sonucu ayrılan $0,129g$ eşdeğer kütlesini bulunuz. (17,29)

geçirilen metoln

92

$$t = 400s = 2400s$$

$$i = 0,3A$$

$$q = i \cdot t = 2400 \cdot 0,3 = 720 \text{ coulomb}$$

$$\frac{1 \text{ esd. gram}}{x} = \frac{96500 \text{ coulomb}}{720 \text{ coulomb}}$$

$$x = \frac{720}{96500} = 0,00746 \text{ esd. gram}$$

$$\text{Eşdeğer kütle} = \frac{0,129}{0,00746} = 17,29g$$

Ödev: $CuSO_4$ çözeltisinin elektrolizinde devreden $25s$ süreyle $0,6A$ olan bir akım geçtiğinde katotta $1,29g$ bakır ayrılır? (0,296) $63,5 Cu$

$$i = 0,6A$$

$$t = 25s$$

$$q = i \cdot t = 0,6 \cdot 25 = 15 \text{ coulomb}$$

$$\frac{1 \text{ esd. gram}}{x} = \frac{96500 \text{ c}}{15 \text{ c}}$$

$$x = 0,000155 \text{ esd. g}$$

$$1 \text{ esd. gram } Cu = \frac{63,5}{2} = 31,75$$

$$x \text{ esd. gram } Cu = \frac{x}{31,75} = 0,000155$$

$$x = 0,0049$$

SOR

Ödev: % 90 verimle Al_2O_3 'ten Al elde ediyorsanız 50000 A'lık bir akım uygulayarak tane 89 olan 24 adet küçük kap yapmak için gerekli süreyi hesaplayınız. (Al^{3+}) ($ED=3$ Al^{3+})

$$Al = \frac{27}{3} = 9 \text{ eşdeğer}$$

93

$$24 \times 5 \times \frac{90}{100} = 108 \text{ g eşdeğer}$$

1 eşdeğer
9 g
108 g

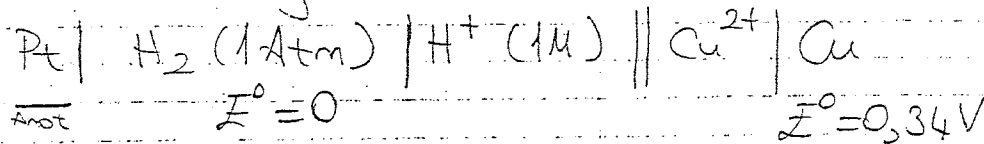
96500 Coulomb
x

$$x = 1429594 \text{ C}$$

$$t = \frac{1429594}{50000} = 28,59$$

ELEKTROT POTANSİYELLERİ

Bir pildeki reaksiyon 2 yarı pilin reaksiyonları toplamına eşit olduğu için pilin elektromotor kuvveti 2 yarı pilin elektrot potansiyelleri toplamına eşittir. Bir pilin potansiyelini saptamak için bir referans yarı pil seçilir. Bunun potansiyeli 0 alınır ve diğer tüm yarı pil potansiyelleri referans elektrotla karşı ölçülerek göreceli bir şekilde oluşturulur. Referans yarı pil olarak standart hidrojen elektrot seçilir.



Anot

$$E^0 = 0$$

$$E^0 = 0,34V$$

25°C
1 Atm
1 M

elektrot $\left\{ \begin{array}{l} Cu \\ Zn \\ Ag \\ Ni \end{array} \right. E^0$

$$E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0,793 \text{ ind. pot.}$$

$$E^0_{Cu^{2+}/Cu} = 0,34$$

Bir pilin standart potansiyeli oksidasyon yarı potansiyeli ile red. yarı potansiyeli toplamına eşittir.

$$E^0_{pil} = E^0_{ox} + E^0_{red.}$$

$$E^0_{pil} = 0 + 0,34 \rightarrow E^0 = 0,34$$

Bu şekilde standart elektrot potansiyelleri ölçülmüştür.

$$E^{\circ}_{Li^{+}/Li} = -3,045$$

94

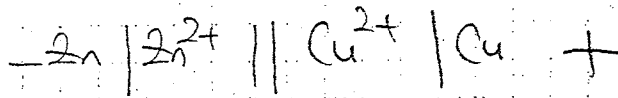
$$E^{\circ}_{Mg^{2+}/Mg} = -2,363 \quad \text{ind. yok, oks. var. pilin solunda}$$

$$E^{\circ}_{Ag^{+}/Ag} = 0,799$$

$$E^{\circ}_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,771$$

İndirgeme potansiyellerine bakarak yarı reakt-
yonlar hakkında bilgi edinebiliriz. (-) indir-
geciyorlar kendilerinin yükseltgeven, (+) indir-
geciyorlar kendilerinin indirgeyebilir.

$$\left. \begin{array}{l} E^{\circ}_{Cu^{2+}/Cu} = 0,34 \\ E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0,76 \end{array} \right\} \text{Pili oluşturun}$$



İkisi de (+) veya (-) ise büyük olarak
indirgeme kendilerinin, küçük olarak yükseltge-
me kendilerinin olacak.

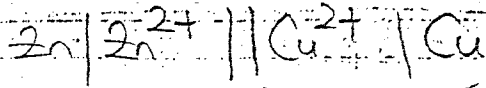
PİLİN ELEKTROMOTOR KUVVETİ

Bir galvanik pilin ürettiği elektrik zümre EOK
denir. Birimi volt'tur. Bu değer bir pilin anod
yükseltgeve potansiyeli ile katotun ind. potansiyeli
toplamına eşittir. Eğer pildeki elektrot çiftleri
standart koşullarda iken pilin ekle edilen
voltaşı 0 pilin standart EOK denir ve
 E°_{pil} ile gösterilir.

Standart Koşulları: $25^{\circ}C$
 1 atm
 $1 M$

$$E^{\circ}_{pil} = E^{\circ}_{ox} + E^{\circ}_{red}$$

$$E_{pil} = E^{\circ}_{red} - E^{\circ}_{ox}$$



$$E^\circ_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,76$$

$$E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = 0,34$$

$$0,76 + 0,34 = 1,1$$

95

$$\begin{aligned} E_{\text{pil}} &= E^\circ_{\text{soğ}} - E^\circ_{\text{soğ}} \\ &= 0,34 - (-0,76) \\ &= 1,1 \end{aligned}$$

EMK E_{pil} olan bir pilin elde edilir iş

$$\Delta G = -nF E_{\text{pil}}$$

Alınan
verilen e^- sayısı $\rightarrow$ Faraday
(96500)

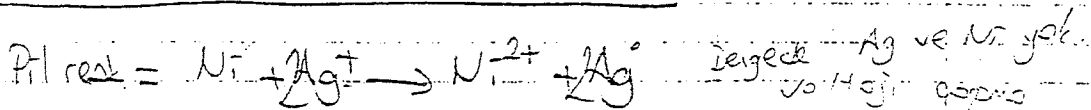
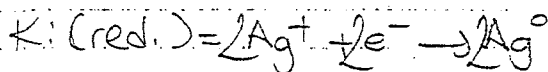
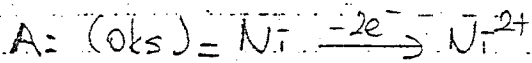
Standart haller esas alındığında

$$\Delta G^\circ = -nF E^\circ_{\text{pil}}$$

Örnek: $\text{Ni} | \text{Ni}^{2+} || \text{Ag}^+ | \text{Ag}$ pilinin EMK'nı
bulunuz. $E^\circ_{\text{pil}} = ?$ $E^\circ_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = -0,25\text{V}$ $E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = 0,799\text{V}$ ind.

$$E^\circ_{\text{pil}} = E^\circ_{\text{oks}} + E^\circ_{\text{red}} = 0,25 + 0,799 = 1,049\text{V}$$

$$= E^\circ_{\text{soğ}} - E^\circ_{\text{soğ}} = 0,799 - (-0,25) = 1,049\text{V}$$



Özet:

Pilin E° değeri (+) çıkarsa pil doğru yönde
plüştürülmüş demektir. (-) çıkarsa pil çalışmaz.

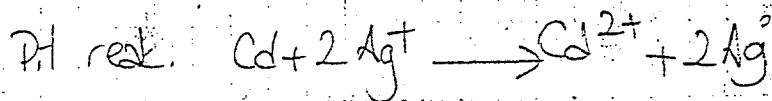
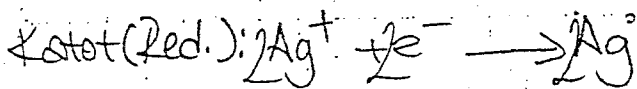
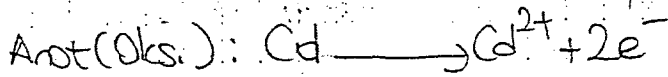
Örnek: $\text{Cd} | \text{Cd}^{2+} || \text{Ag}^+ | \text{Ag}$ pilinin $E^\circ_{\text{pil}} = ?$

96

$$E^\circ_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}} = -0,4029$$

$$E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = 0,799$$

$$\begin{aligned} E^\circ_{\text{pil}} &= E^\circ_{\text{ox}} + E^\circ_{\text{red}} \\ &= 0,4029 + 0,799 \\ &= 1,2019 \text{ V} \end{aligned}$$



PİL POTANSİYELLERİNE KONSANTRASYONUN ETKİSİ

Standart konsantrasyonda olmayan bir pilin potansiyeli NERST eşitliği ile verilir.

$$\boxed{\text{Nerst eşitliği} = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q}$$

E°_{pil} = Standart emk

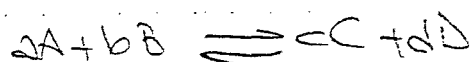
R = İdeal gaz denklemindeki R sabiti.
 $R = 8,314 \text{ J/K.mol}$

T = Mutlak sıcaklık = 298 K

n = Alınan-verilen e^- sayısı

F = Faraday = 96500 C

Q = Pildeki iyonların konsantrasyon veya kısmi basıncalarının oranı



$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

$$\frac{8,314 \text{ J/K.mol} \cdot 298 \text{ K} \cdot 2,303}{96500 \text{ C}} = 0,0592$$

$$96500 \text{ C}$$

$$E = E^\circ_{\text{ptl}} - \frac{0,0592}{n} \log Q$$

97

Standart koşullarda $Q=1$ olduğunda $\log 1=0$

$$E = E^\circ_{\text{ptl}}$$

$$\Delta G = -nFE$$

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$$

$\Delta G < 0$ = Reaksiyon ileri doğru durum eder.
 $\Delta G > 0$ = " ters yönde cereyan eder.

Denge halinde $\Delta G = 0$ 'dır.

$$E_{\text{ptl}} = E^\circ_{\text{ptl}} - \frac{0,0592}{n} \log Q$$

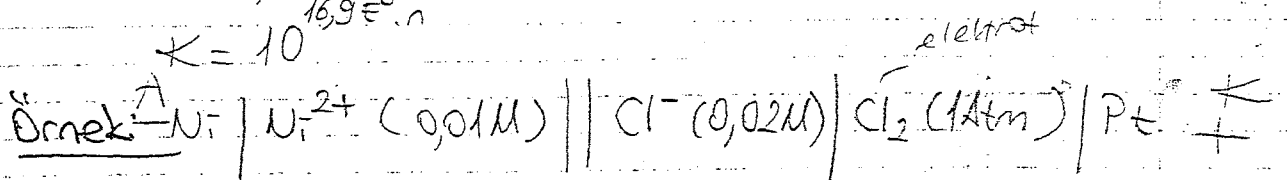
$$\text{Denge halinde } \Delta G = 0 \xrightarrow{E=0} Q = K$$

$$E_{\text{ptl}} = E^\circ_{\text{ptl}} - \frac{0,0592}{n} \log K$$

$$E^\circ_{\text{ptl}} = \frac{0,0592}{n} \log K$$

$$\log K = \frac{E^\circ \cdot n}{0,0592} = 16,9 E^\circ \cdot n$$

$$K = 10^{16,9 E^\circ \cdot n}$$



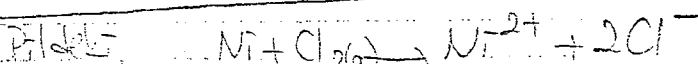
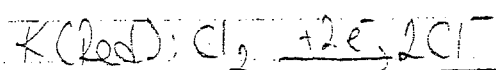
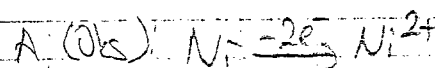
$$E^\circ_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = -0,25 \text{ V}$$

$$E^\circ_{\text{Cl}_2/\text{Cl}^-} = 1,36 \text{ V}$$

$$E_{\text{ptl}} = ?$$

$$\Delta G = ?$$

Pilin anot ve katotunu yazarak ve reaksiyonları yazınız:



$$K = \frac{[Ni^{2+}][Cl^-]^2}{[Cl_2]} = \frac{(0,01)(0,02)^2}{1}$$

$$E^\circ_{Pt} = 0,25 + 1,36 = 1,61V$$

$$E_{Pt} = E^\circ_{Pt} - \frac{0,0592}{n} \log K$$

$$= 1,61 - \frac{0,0592}{2} \log \frac{(0,01)(0,02)^2}{1}$$

$$= 1,71V$$

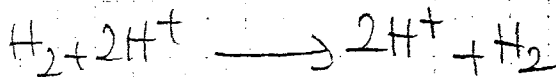
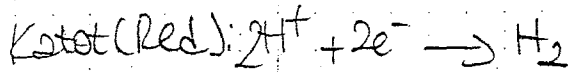
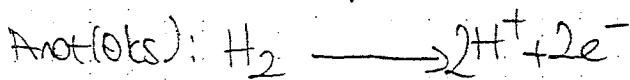
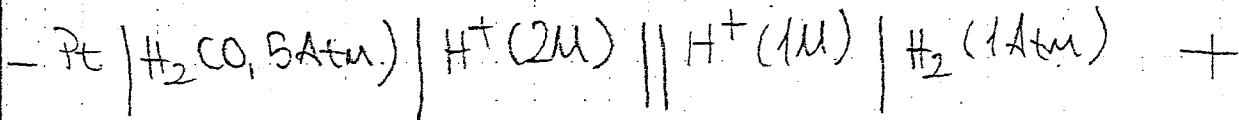
$$\Delta G = -n \cdot F \cdot E$$

$$= -2 \cdot 96500 \cdot 1,71$$

$$= -330 kJ$$

(ya da molar konsantrasyonlar
gaz basıncı olarak belirtilen
(Atm))

(Örnek) 25°C'de $Pt | H_2(0,5 \text{ Atm}) | H^+(2M)$ hidrojen yarı hücresi için elektrot potansiyelini bulunuz. ($E^\circ = 0,0267V$)



$$K = \frac{[H^+]^2 [H_2]}{[H_2] [H^+]^2} = \frac{4 \cdot 1}{0,5 \cdot 1} = 8$$

$$K = 10^{16,9E^\circ \cdot n}$$

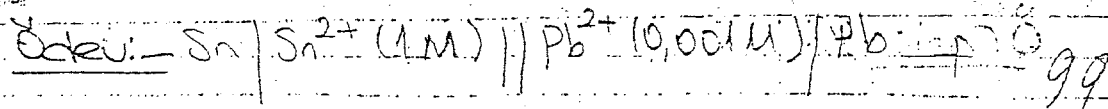
$$8 = 10^{16,9E^\circ \cdot 2}$$

$$8 = 10^{33,8E^\circ}$$

$$\log 8 = 33,8E^\circ \cdot \log 10$$

$$E^\circ_{Pt} = 0,0267V$$

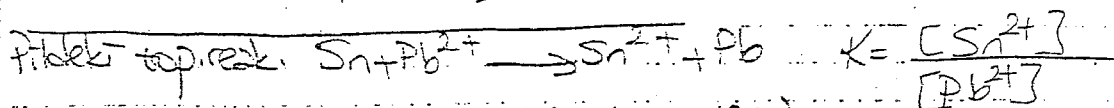
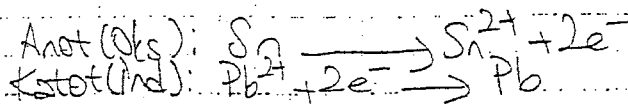
598



$$E^\circ_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}} = -0,136\text{V}$$

pilinin elektrot potansiyelini bulunuz.

$$E^\circ_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0,126\text{V}$$



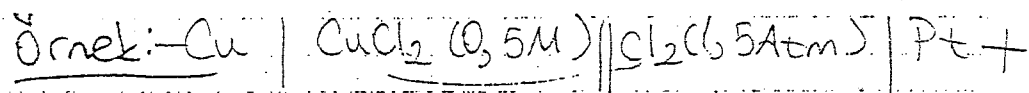
$$E^\circ_{\text{pil}} = E^\circ_{\text{kat}} - E^\circ_{\text{an}} = -0,126 - (-0,136) = 0,01\text{V}$$

$$E = E^\circ_{\text{pil}} - \frac{0,0592}{n} \log K$$

$$E = 0,01 - \frac{0,0592}{2} \log \frac{1}{0,001}$$

$$E = 0,01 - \frac{0,0592}{2} \log 10^3$$

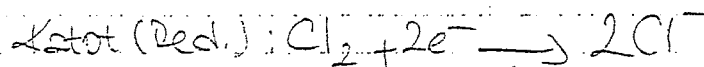
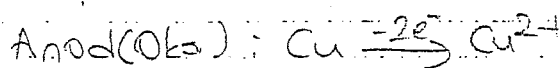
$$E = -0,0788\text{V}$$



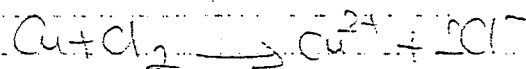
pilinin elektrot potansiyelini bulunuz.

$$E^\circ_{\text{pil}} = 1,018\text{V}$$

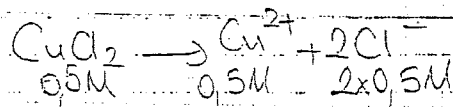
$$E = ?$$



Pilteki
reak.



$$K = \frac{[\text{Cu}^{2+}][\text{Cl}^-]^2}{[\text{Cl}_2]} = \frac{(0,5)(1)^2}{(1,5)}$$



$$E_{\text{pil}} = 1,018 - \frac{0,0592}{2} \log \frac{(1)^2 (0,5)}{(1,5)}$$

$$E_{\text{pil}} = 1,032\text{V}$$

Örnek: $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$ pilin için 25°C de K

denge sabiti değerini hesaplayınız.

$$E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = 0,337\text{V}$$

100

$$E^\circ_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,7628\text{V}$$

$$E^\circ_{\text{pil}} = \frac{0,0592}{2} \log K$$

$$E^\circ_{\text{pil}} = 0,337 + 0,7628 = 1,1\text{V}$$

$$1,1 = 0,0296 \log K$$

$$\log K = 37,16$$

$$K = 10^{37,16} = 10^{37} \cdot 10^{0,16} = 1,45$$

MADDENİN TEMEL ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ PROBLEMLER

- 1- Klorofilin analizi %2.68 magnezyum ihtiva ettiğini göstermiştir. 1.00 g klorofilde ne kadar magnezyum atomu bulunduğunu hesaplayınız.
- 2- Bir antimon oksitte %24,73 oksijen vardır. Ampirik formülünü bulunuz.
- 3- 0,90 atom-gram karbon, 1.445×10^{24} atom hidrojen ve 4.8 g oksijen ihtiva eden bir bileşiğin basit formülü nedir?
- 4- Ağırlık yüzdesi %38,7 karbon, %9,7 hidrojen, %51,6 oksijen olan bileşiğin basit formülü nedir? Bu bileşiğin molekül ağırlığı 62,0 g/mol olduğuna göre molekül formülü nedir? Bu bileşiğin 1,00 gramında kaç molekül vardır?
- 5- Yalnız hidrojen ve karbondan yapılmış bir bileşiğin 0,210 g'ı yakıldığı zaman 0,660 g CO_2 meydana geliyor. Bileşiğin ampirik formülü nasıldır? Bu hidrokarbonun 273.1°K ve 1 atm deki yoğunluğu 1,87 g/l dir. Bileşiğin molekül formülü nasıldır?
- 6- 1,00 g Europyum diklorür EuCl_2 , bol miktarda sulu gümüş nitrat çözeltisiyle muamele ediliyor ve bütün klorür 1,28 g AgCl halinde çöktürülüyor. Europyum'un atom ağırlığı ne kadardır?
- 7- Bir A elementi, oksijenle basit formülü A_3O_5 olan bir bileşik veriyor. 0,359 g A elementi 0,559 g bileşik verdiği göre A elementinin atom ağırlığını hesaplayınız.
- 8- 1,60 g gelen bir demir oksid örneği, tümüyle 1,12 g metalik demir haline dönüşürceye kadar, hidrojen gazı akımında ısıtılıyor. Demir oksidin ampirik formülü nasıldır?
- 9- Baryum bromür BaBr_2 , klor gazı akımında ısıtılırsa, tamamen, BaCl_2 baryum klorüre dönüşür. 1,50 g BaBr_2 'den tam 1,05 g BaCl_2 , elde edilmektedir. Bu verilerden faydalanarak baryumun atom ağırlığını hesaplayınız.
- 10- 0,578 g saf kalay, son ürünün ağırlığı sabit (0,944 g) kalıncaya kadar fluor gazı ile reaksiyona sokuluyor. Meydana gelen kalay fluorürün ampirik formülü nasıldır? Sentezin denklemini yazınız.
- 11- Sadece kükürt, hidrojen ve karbon ihtiva eden bir bileşiğin 6,20 gramı klor gazında yakılıyor. Ürünler, 21,9 g HCl ve 30,8 g C Cl_4 dür. Bileşiğin ampirik formülünü bulunuz.

12- Belli bir metalden, içlerinde %85,2 ve %65,8 metal bulunan iki klorür elde ediliyor. (a) Bu bileşiklerin kat oranları kanununa uygun olduklarını gösterin. (b) Bileşiklerin en basit formülleri nasıldır ve metalin bu formüllere göre atom ağırlığı ne kadardır? (c) Diğer mümkün formüllere göre, hangi atom ağırlıkları mümkündür? (d) Periyodik sistemden faydalanarak metalin atom ağırlığını tayin ediniz.

13- Vanadium ve kükürt, uygun şartlar altında farklı bileşikler meydana getirebilirler. Aşağıdaki kombinasyonlara göre bileşiklerin basit formülleri nelerdir? a) 0,15 atom-gram vanadium ve $9,03 \times 10^{22}$ atom kükürt, b) Ağırlıkça %38,9 vanadium ve %61,1 kükürt, c) 5,094 g vanadium ve 0,15 atom-gram kükürt.

14- Aşağıdaki izotop kütleleri ve bolluklarından faydalanılarak, magnezyumun atom ağırlığını hesaplayınız.

| İzotop | Çokluk | Kütle |
|--------|--------|--------|
| 24 | %78,60 | 23,993 |
| 25 | %10,11 | 24,994 |
| 26 | %11,29 | 25,991 |

15- Doğal bakır Cu^{63} ve Cu^{65} den meydana gelmiştir. Bu izotopların kütleleri sırasıyla 62,929 a.k.b. ve 64,928 a.k.b. dir. Bakırın atom ağırlığı 63,54 a.k.b. olduğuna göre iki izotopun % bolluk değerlerini hesaplayınız.

16- 7,380 g gelen bir metal oksit tamamen bozunarak 6,840 g saf metal veriyor. Metalin özgül ısısı 0,0332 cal/g'dır. Metalin duyar atom ağırlığını hesaplayın ve oksidin ampirik formülünü bulun.

17- Bir metalin özgül ısısı 0,110 Cal/g derece olarak biliniyor. Bu metalin 1.000 gramının seyreltik asit ile reaksiyon undan meydana gelebilecek hidrojen gazının hacmi NŞ. altında ne kadardır?

18- Belli bir elemental gazın çeşitli basınçlardaki yoğunlukları ölçülmüş ve 1 atm ve 273,1°K deki ideal yoğunluk için 1,787 g/litre değeri elde edilmiştir. Oksijen gazının aynı şartlar altındaki ideal yoğunluğu 1,428 g/litredir? Bilinmeyen gazın molekül ağırlığı ne kadardır? Bu molekül ağırlığının tam kesirleri için periyodik sistemdeki "yer" lere bakarak, bu elementin iki veya çok atomlu bir moleküle sahip olamayacağı hakkında bir kanıt arayın. Bu molekül ağırlığıdır?

- 19- Eşit ağırlıkta çinko ile iyod karıştırılmış ve iyodun tamamı ZnI_2 haline dönüşmüştür. Baştaki çinkonun, ağırlık yüzdesi olarak ne kadarı reaksiyona girmeden kalmıştır?
- 20- Gümüş molibden ve kükürt elementleri bir araya gelerek Ag_2MoS_4 bileşiğini meydana getiriyorlar. 8.63 g Ag, 3.36 g Mo ve 4.81 g S'den başlayarak elde edebilecek maksimum Ag_2MoS_4 bileşiğinin miktarını hesaplayınız.
- 21- 4.22 g'lık bir $CaCl_2$ ve NaCl karışımındaki bütün kalsiyum $CaCO_3$ halinde çöktürülüyor ve bu çökelek ısıtılınca, 0.959 g saf CaO elde ediliyor. $CaCl_2$ 'ün baştaki karışımındaki ağırlık yüzdesini bulunuz.
- 22- Basit formülleri Cu_5FeS_4 ve Cu_2S olan iki mineralden hangisi ağırlık yüzdesi olarak bakırca daha zengindir?
- 23- Bir alüminyum ve bakır alaşımı, sulu HCl ile reaksiyona sokuluyor. Alüminyum $Al + 3H^+ \rightarrow Al^{+3} + 3/2 H_2$ reaksiyona göre çözünüyor, fakat bakır saf metal olarak kalıyor. 0.350 g alaşımdan 415 cc H_2 gazı ($273,1^\circ K$ ve 1 atm'de) elde ediliyor. Al'nin alaşımdaki ağırlık yüzdesi ne kadardır?
- 24- 2.07 g saf kurşun, nitrat asidinde çözülerek kurşun nitrat çözeltisi elde ediliyor. Bu çözelti klorür asidi, klor gazı ve amonyum klorür ile reaksiyona sokuluyor. Sonunda amonyum heksakloroplumbat $(NH_4)_2PbCl_6$ çökeleği elde ediliyor. 2.07 g kurşundan en fazla ne kadar ürün elde edilebilir?
- 25- 2.00 g C_3H_8 ile 7.00 g O_2 maksimum miktarda CO ve H_2O elde etmek üzere reaksiyona sokuluyor. Kaç gram CO meydana gelir?
- 26- $1,00 \times 10^{-3}$ mol Ag^+ ile $1,00 \times 10^{-3}$ mol $CrO_4^{=}$ karıştırıldığında ne kadar Ag_2CrO_4 çöker?
- 27- Bor ve hidrojenin bir gaz bileşiğinden 0.596 gram, $273,1^\circ K$ ve 1 atm'de 484 cc yer kaplamaktadır. Bileşik bol oksijenle yakılınca, içindeki bütün hidrojen 1.17 g su halinde geçmekte ve borun tamamı B_2O_3 şekline dönüşmektedir. Borhidrojen bileşiğinin ampirik formülünü, molekül formülünü, molekül ağırlığını bulunuz. Yanma sonunda ne kadar B_2O_3 meydana gelir?
- 28- Baryumun bilinmeyen bir oksidi ısıtılınca 5.00 g saf BaO ve 366 cc oksijen gazı ($273,1^\circ K$ ve 1 atm'de) elde ediliyor. Bilinmeyen oksidin ampirik formülü nasıldır? Başlangıçtaki oksit ne kadardır?

29- 0,560 g gelen bir KBr ve NaBr karışımı sulu Ag^+ ile reaksiyona sokuluyor ve bromürün tamamı 0,970 g saf AgBr halinde ayrılıyor. Baştaki karışımda KBr'in ağırlık kesri ne kadardır?

30- Demir ticari olarak, hematitin (Fe_2O_3) indirgenmesi ile elde edilir. Demir üretmek için gerekli CO, kok kömürünün oksijenle reaksiyona sokulmasından elde edilir. Reaksiyon denklemlerini yazıp denkleştirerek, 1,47 g karbondan ne kadar Fe elde edilebileceğini hesaplayınız.

ATOMUN YAPISI İLE İLGİLİ PROBLEMLER

1- Aşağıdaki tabloyu tamamlayınız.

| Sembol | Z | A | Proton | Nötron | Elektron |
|------------------|----|-----|--------|--------|----------|
| Se | 34 | 80 | | | |
| Hg | | 202 | | | |
| | 48 | 114 | | | |
| Ce | | | | 82 | |
| Bi | | 209 | | 126 | |
| Cr ⁺³ | | | | 29 | |
| | 7 | | | 7 | 10 |

- 2- Aşağıdaki iki birimden hangisi daha büyüktür? 1) Kütlesi tam olarak 19 a.k.b. olan ¹⁹F atomunu temel alan atomik kütle birimi. 2) Halen kullanılan standart atomik kütle birimi. (Doğada florun bir tek izotopu vardır, o da ¹⁹F dir.)
- 3- Rubidyumun iki doğal izotopu vardır. Biri kütlesi 84.91 a.k.b. olan ⁸⁵Rb, diğeri kütlesi 86.92 a.k.b. olan ⁸⁷Rb dir. Rubidyumun atom ağırlığı 85,47 dir. Herbir izotopun yüzde bolluk değerini hesaplayınız.
- 4- Bir x elementi kütlesi 24,0 a.k.b. olan atomdan %78,7, kütlesi 25,0 a.k.b. olan atomdan %10,1, kütlesi 26,0 a.k.b. olan atomdan %11,2 ihtiva ettiğine göre, x'in atom ağırlığı nedir?
- 5- ¹²C'nin atom kütlesi tam olarak 12 a.k.b. dir. ¹²C atomunun bağlanma enerjisi (kalori cinsinden) ne kadardır? Önemli parçacıkların kütleleri şöyledir:
- Elektron, 0,0005 a.k.b., proton 1.0073 a.k.b. ve nötron 1.0086 a.k.b.. 1 a.k.b., 1.49×10^{-3} erg'e eşdeğerdir ve 1 kalori 4.18×10^7 erg'e eşdeğerdir.
- 6- Aşağıdakilerin frekansları ve kuvantum başına enerjileri nelerdir?
- 5500 Å dalga boylu sarı ışık
 - 4500 Å dalga boylu mavi ışık
 - 1.50 Å dalga boylu x- ışını
 - 5.00×10^2 m (5.00×10^{12} Å) dalga boylu radyo dalgaları.

l=0 1 2 3
m=0 0 0 0
k=0 0 0 0

S 0
P +1 0 -1
D +2 +1 0 -1 -2

7- 4000 Å dalga boyu bir ışık sodyum metalinin yüzeyi üzerine düşerse, hızları 5.37×10^7 cm/sn olan elektronlar yayılır.

- 4000 Å dalga boyu fotonların enerjisi (erg cinsinden) nedir?
- Yayılan elektronların kinetik enerjisi (erg cinsinden) nedir?
- Sodyumdan bir elektron çıkarmak için gerekli, minimum ışık frekansı ve buna karşılık gelen dalga boyu nedir? Planck sabiti $h, 6.63 \times 10^{-27}$ erg. sn. ; ışık hızı, $c, 3.00 \times 10^{10}$ cm/sn ; elektron kütlesi, 9.11×10^{-28} g ; 1 erg, $1 \text{ gcm}^2/\text{sn}^2$ dir.

8- Hidrojenin görünür bölgedeki spektra çizgileri (Balmer serisi) daha yüksek seviyelerden $n=2$ seviyesine geçişini gösterir. Hangi elektron geçişi, 6563 Å dalga boyundaki spektra çizgilerine karşılık gelir?

- Bohr teorisine göre, temel haldeki hidrojen atomunun yarıçapı nedir?
- Birçok çekirdeğin yarıçapları $r=(1.3 \times 10^{-13} \text{ cm}) A^{1/3}$ formülü ile hesaplanabilir. Burada A kütle sayısıdır. Buna göre H çekirdeğinin yarıçapı ne olur?
- a- ve b- deki cevapları kullanarak Bohr H atomunun toplam hacminin çekirdek tarafından işgal edilen yüzdesini hesaplayınız.

10- a) Işık hızının onda biri bir hızla hareket eden elektronun Broglie dalga boyu nedir?

- Aynı hızla hareket eden protonun Broglie dalga boyu nedir? Bir elektronun kütlesi 9.11×10^{-28} g ve bir protonun kütlesi 1.67×10^{-24} g dir.

11- Bir atomdaki herbir elektron 4 kuantum sayısı ile karakterize edilir.

Aşağıdakilerin herbiri için, -kaç takım kuantum sayısı mümkündür? Bu takımların herbiri listelenen bütün değerleri içermelidir.

- $n=5, l=4,$
- $n=4, l=1,$
- $n=4, l=0, m=0$
- $n=2, l=0, m=+2,$
- $n=3, l=2, m=+1,$
- $n=2, l=2,$
- $n=5.$