* O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligi
TOSHKENT FARMATSEVTIKA INSTITUTI
NOORGANIK, FIZIK VA KOLLOID KIMYO KAFEDRASI

4-MA’RUZA:

ERITMALAR KIMYOSI

Ma’ruza mualliflari:

farm.f.d., prof. To’xtayev X.R.

farm.f.d., prof. Sharipov A.T.

katta o’qituvchi: Jumabayev F.R.

farhodjumaboyev1@gmail.com

TOSHKENT-2022

ASOSIY ADABIYOTLAR:

1. X.R.Tuxtayev, A.T.Sharipov, S.N.Aminov. Noorganik kimyo. Darslik. – Toshkent.: “Fan va texnologiya”,2018, 560 bet.

2. Shriver and Atkins, Inorganic Chemisrty, Fifth Edition, 2010/ P.W.Atkins, T.L.Owerton, J.P. Rourke, M.T. Weller and F.A. Armstrong, W.H. Freeman and Company, New York. 2010. P. 825.

3. Э.Т.Оганесян, В.А.Попков, Л.И.Щербакова, А. К. Брель; под ред. Э. Т. Оганесяна. — М. : Юрайт, 2019. — 447 с. — Серия: Специалист.

4. Общая и неорганическая химия для фармацевтов: учебник и и практикум для СПО/ под общ.ред. В.В.Негребецкого, И.Ю.Белавина, В.П.Сергеевой.- Издательство Юрайт, 2019.-357 с.-Серия: профессиональное образование.

5. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия. В 2-х т. Т 1/ Перевод с англ. М.Г.Розовой, С.Я. Истомина, М.Е.Тамм-Мир, 2004.-679 с.

6. Шрайвер Д., Эткинс П.. Неорганическая химия. В 2-х т. Т 2/ Перевод с англ. А.И.Жирова, Д.О.Чаркина, С.Я. Истомина, М.Е.Тамм-Мир, 2004.-486 с.

7. Thomas R. Gilbert - Chemistry_ The Science in Context-Norton (2017)

* REJA:

Mavzuning ma’ruza davomida yoritiladigan qismlari:

1. Gazlarning eritmalari;
2. Eritmalarning fizik-kimyoviy xossalari;
3. Eruvchanlik ko’paytmasi;
4. Ion kuchi;
5. Kislota va asoslar nazariyalari.

Mavzuning talaba mustaqil o’zlashtirishi lozim bo’lgan qismlari:

1. Eruvchanlik va erish mexanizmi;
2. Eritmalar konsentratsiyasi;
3. Elektrolit va noelektrolitlar;
4. Dissotsiyalanish darajasi;
5. Kuchli elektrolitlar;
6. Suvning ion ko’paytmasi;
7. Aktivlik.

Eritmalar konsentratsiyasi

Erituvchining hajmi yoki massa birligida erigan moddaning miqdori eritmaning *konsentratsiyasi* deyiladi.

1. Erigan modda massasining eritma massasiga nisbati erigan moddaning *massa ulushi* deyiladi.

$$W = \frac{m_1}{m_2}; \qquad W = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%.$$

2. 1 litr eritmadagi erigan moddaning miqdori eritmaning *molyar konsentratsiyasi* deyiladi.

$$C_m = \frac{n}{V}; \qquad C_m = \frac{m}{M \cdot V}.$$

3. 1 litr eritmadagi erigan moddaning mol ekvivalenti eritmaning *normal konsentratsiyasi* deyiladi.

$$C_n = \frac{m}{E \cdot V}.$$

4. 1 kg erituvchidagi erigan moddaning miqdori eritmaning *molyal konsentratsiyasi* deyiladi.

$$C = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot g}.$$

5. *Erigan moddaning molyar ulushi* - erigan modda mollarining eritmadagi barcha moddalar mollari yig'indisiga nisbati.

$$N = \frac{n}{n + n_o}. \qquad No = \frac{n_o}{n_1 + n_o}.$$

6. 1 ml eritmadagi erigan moddaning mg miqdori *titr* deyiladi.

$$T = \frac{C_m \cdot M}{1000}; \qquad T = \frac{C_n \cdot M}{1000}. \qquad C_m = \frac{W\% \cdot \rho \cdot 10}{M}; \qquad C_n = \frac{W\% \cdot \rho \cdot 10}{E}; \qquad C = \frac{W\% \cdot \rho \cdot 10}{M(100 - W\%)}.$$

Gazlarning eritmalari

Ikki yoki undan ortiq komponentlardan tashkil topgan bir jinsli tizimga – eritma deb ataladi.

Genri qonuni: **O'zgarmas haroratda gazlarning eruvchanligi uning bosimiga to'g'ri proporsional.**

$$C = k \cdot P$$

C – gazlarning eruvchanligi; k – Genri doimiysi; P – gazning parsial bosimi.

Genri–Dalton qonuni: **Agar biror suyuqlikda gazlarning aralashmasi erisa, har bir alohida gazning eruvchanligi shu gazning parsial bosimiga to'g'ri proporsional.**

Sechenov qonuni: **Eritmada elektrolitning konsentratsiyasi ortishi bilan gazning unda eruvchanligi kamayadi.**

$$N = N_o \bullet e^{-kC}$$

N – gazning elektrolit eritmasida eruvchanligi;
N_o – gazning toza erituvchidagi eruvchanligi;
C – elektrolit konsentratsiyasi;
k – Sechenov doimiysi, gaz va elektrolitning tabiatiga va haroratga bog'liq kattalik.

Gazlar eruvchanligining kamayishi gidratatsiyaga bog'liq. Gidratatsiya suv molekulalarini ionlar atrofida bog'laydi va gazlarning eruvchanligi kamayadi.

Genri-Dalton va Sechenov qonunlarining tibbiyotdagi ahamiyati

* G'ovvoslarda uchraydigan kesson kasalligi Genri qonuniga amal qiladi.
* Dengiz sathidan 40 m pastda (quyida) umumiy bosim odatdagidan 4 marta ortib, qondagi bosim ham shuncha marta ko'payadi.
* Agar g'ovvos suv yuziga (tepaga) tez ko'tarilsa, uning bosimi juda tez pastga tushadi. Gazlarning eruvchanligi bu holatda keskin kamayib, qonda gazlarning pufakchalari paydo bo'ladi. Bu pufakchalar tomirlarga tiqilishi hamda to'qimalarning zararlanishiga va hatto o'limga olib kelishi mumkin.

Eritmalarning fizik-kimyoviy xossalari.
Ideal eritmalar

Berilgan haroratda 100 gr erituvchida erigan modda massasi *eruvchanlik* deyiladi. Eruvchanlik o‘z-o‘zidan boruvchi jarayondir, $\Delta G < 0$.

20°C haroratda 100 gr suvda moddaning eruvchanligi:

- ✓ **agar 10 gr dan ortiq erisa, *juda yaxshi eriydigan modda;***
- ✓ **agar 1 – 10 gr erisa, *yaxshi eriydigan modda;***
- ✓ **agar 0,01 – 1,0 gr, *kam eriydigan (yomon eriydigan) modda;***
- ✓ **agar 0,01 gr dan kam erisa, *amalda deyarli erimaydigan modda.***

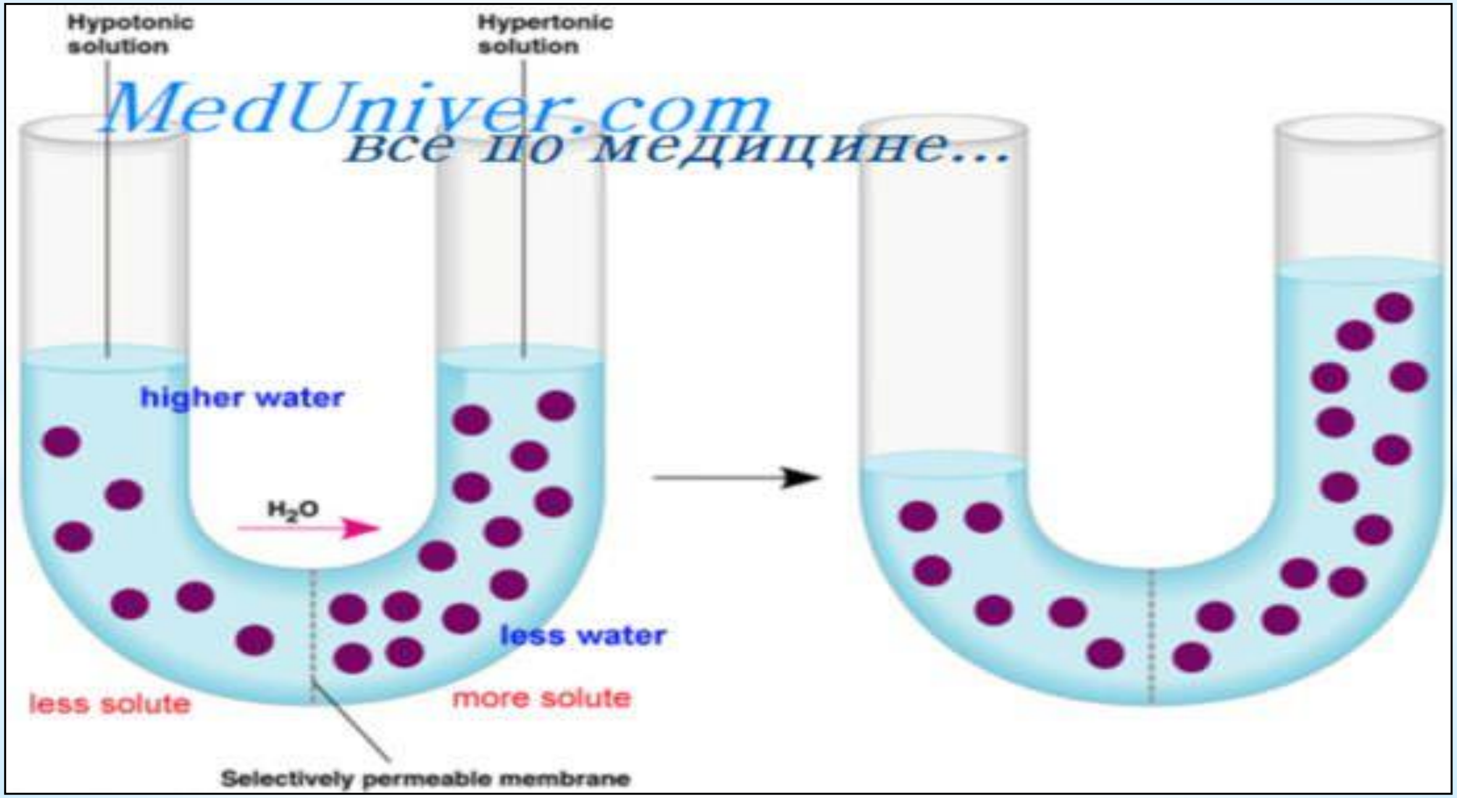
Ideal eritma* - *komponentlar o'rtasida kimyoviy reaksiyalar sodir bo'lmaydigan va komponentlar orasidagi molekulalararo o'zaro ta'sir kuchlari bir xil bo'lgan eritma. A-A, B-B va A-B ning o'zaro ta'siri teng kuchli. Ideal eritmalarning xossalari alohida komponentlar xossalaridan farq qilmaydi.

Bu eritmalar Vant Goff va Raul qonunlariga bo'ysunadi.

Osmos va osmotik bosim

Erituvchi molekulalarining yarim o’tkazgich parda orqali past konsentratsiyali eritmadan, yuqori konsentratsiyali eritmaga tomon bir tomonlama harakati (diffuziyasi) osmos deyiladi.

Osmos hodisasini to’xtatish uchun yuqori konsentratsiyali eritmaga berilishi zarur bo’lgan bosim osmotik bosim deyiladi.



Vant-Goff qonuni

Erigan modda gaz holatida bo’lib, eritma hajmiga teng bo’lganda hosil qiladigan bosimi shu eritmaning osmotik bosimiga teng bo’ladi:

Suyultirilgan eritmaning osmotik bosimi erigan moddaning bir xil haroratda, gazsimon holatda bo'lgan va eritma bilan bir xil hajmni egallagan bosimiga teng.

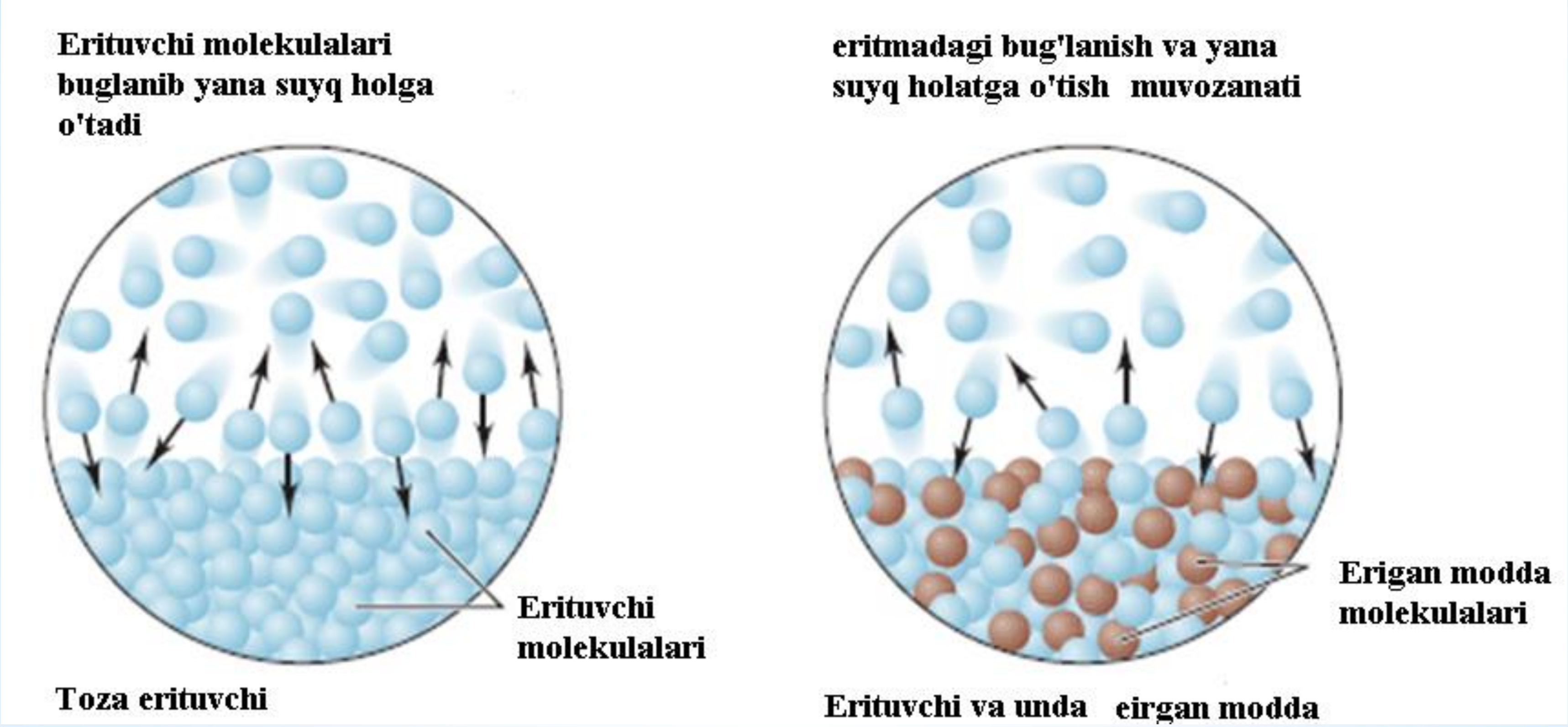
$$P = C_m \cdot R \cdot T.$$

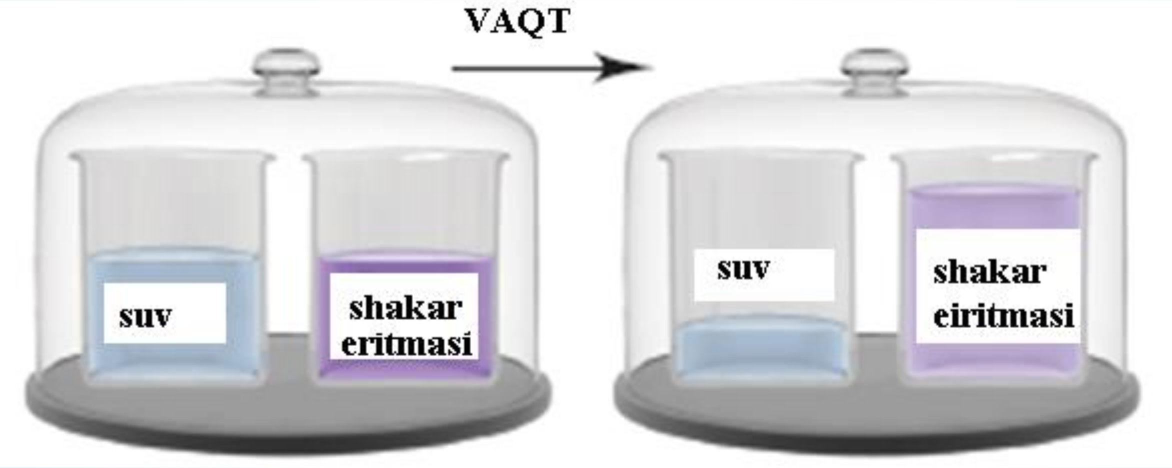
$$C_m = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V}, \quad P = \frac{m \cdot R \cdot T}{M \cdot V}; \quad M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V}.$$

P – eritmaning osmotik bosimi, kPa;
C_m – molyar konsentratsiya, mol/l;
R – gaz doimiysi 8,31; T – abs. harorat., K.

Qiziqarli ma’lumotlar:

- **Osmotik bosimlari teng bo’lgan eritmalar izotonik, osmotik bosimi yuqori eritmalar gipertonik, osmotik bosimi past bo’lgan eritmalar esa gipotonik eritmalar deyiladi.**
- **Dengiz suvi osmotik bosimi $2{,}83 \cdot 10^6$ Pa ga teng.**
- **Hayvonlar hujayralaridagi osmotik bosim 300 kPa.**
- **Ichni yumshatuvchi dori moddalarining ta’siri oshqozonda tuzlar konsentratsiyasini oshiradi, bu esa oshqozondagi moddalarning suyulishiga olib keladi.**


Erituvchi molekulalari buglanib yana suyq holga o'tadi
eritmadagi bug'lanish va yana suyq holatga o'tish muvozanati
Erituvchi molekulalari
Erigan modda molekulalari
Toza erituvchi
Erituvchi va unda eirgan modda


VAQT
suv
shakar eritmasi
suv
shakar eiritmasi

* 1887-yil ingliz olimi Raul:

Raulning 1-qonuni: Suyultirilgan eritmalarda eritma ustidagi erituvchi to'yingan bug' bosimining nisbiy pasayishi erigan modda molyar ulushiga teng.

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = N; \quad \frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n}{n + n_0};$$

$$N = \frac{n}{n + n_0}.$$

$$Po > P \quad \Delta P = Po - P$$

Raulning 2-qonuni: **Eritma muzlash haroratining pasayishi erigan modda molyal konsentratsiyasiga to’g’ri proporsional.**

$$\Delta t_{muz} = k \cdot C; \qquad \Delta t_{muz} = t^{o}_{muz} - t_{muz}$$

C – molyal kons, mol/kg; k – krioskopik doimiylik, grad.kg/mol;

K fizik ma’nosi konsentratsiyasi 1mol/kg bo‘lgan noelektrolit modda eritmasining muzlash haroratini toza erituvchiga nisbatan necha °C ga pasayishini ko’rsatadi.

$$\Delta t_{qay} = E \cdot C; \qquad \Delta t_{qay} = t_{qay} - t^{o}_{qay}$$

Eritma qaynash haroratining ortishi erigan modda molyal konsentratsiyasiga to’g’ri proporsionaldir.

E – ebbulioskopik doimiylik, grad.kg/mol;

E fizik ma’nosi 1 kg erituvchida 1 mol noelektrolit modda eriganda eritmaning qaynash harorati toza erituvchinikidan necha gradusga farq qilishini ko’rsatadi.

K va E erituvchi tabiatigagina bog'liq kattaliklardir.

Suv uchun K = 1,86; E = 0,52;

Benzol uchun K = 5,12; E = 2,57.

Molekulyar massani aniqlash:

$$\Delta_{muz} = k \cdot C; \quad bu\ yerda\ C = \frac{m}{M \cdot g};$$

$$\Delta t_{muz} = \frac{k \cdot m \cdot 1000}{M \cdot g}, M = \frac{k \cdot m \cdot 1000}{\Delta tmuz \cdot g};$$

$$M = \frac{E \cdot m \cdot 1000}{\Delta t_{muz} \cdot g}.$$

Vant-Goff va Raul q. noelektrolit moddalarning elektrolit eritmasi uchun

Eritmalarning osmotik bosimi, qaynash haroratining oshishi, eritmalarning muzlash haroratining pasayishi kolligativ xususiyatlar deyiladi.

Yuqoridagi formulalarni elektrolitlar eritmalariga tatbiq etish uchun Yakob Xendrik Vant-Goff fanga izotonik koeffitsient (i) tushunchasini kiritdi.

Izotonik koeffitsient (i) – elektrolit eritmasining osmotik bosimi P_{os}, muzlash t_{muz} va qaynash t_{qay} haroratlarining o'zgarishi teng konsentratsiyali noelektrolit moddanikidan necha marta katta ekanligini ko'rsatadi.

$$P = i \cdot C_m \cdot R \cdot T; \quad \Delta t_{muz} = i \cdot k \cdot C_m; \quad \Delta t = i \cdot E \cdot C_m$$

$$i = \frac{\Delta P_{taj}}{\Delta P_{naz}} = \frac{\Delta t_{muz\ taj}}{\Delta t_{muz\ naz}} = \frac{\Delta t_{qay\ taj}}{\Delta t_{qay\ naz.}}; \quad i = 1 + \alpha(m - 1).$$

α-dissotsiyalanish darajasi;

m-har bir molekuladan ionlarning hosil bo'lish soni.

Osmotik bosimning tibbiyotdagi ahamiyati

- Inson qon bosimi 37°C da 780 kPa ni tashkil qiladi, bu 0,9% NaCl eritmasiga (0,15 mol/l) to'g'ri keladi.
- Achchiq tuz ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) va Glauber tuzining ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$) ichni yumshatuvchi ta’siri ham osmos hodisasiga asoslanadi. Oshqozonda bu tuzlar juda yomon so'riladi. Osmotik bosimning keskin oshishi tufayli suv tuzlar tomon siljiydi va shu bilan yumshatuvchi ta'sir ko'rsatadi.

Eruvchanlik ko’paytmasi
(25°C da $CaSO_4$ eritmasida):

$CaSO_{4\,(q)} = Ca^{2+}_{(s)} + SO_4^{2-}{}_{(s)}$, $$K = \frac{[Ca^{2+}]\cdot[SO_4^{2-}]}{[CaSO_4]}$$

Ushbu geterogen muvozanatning konstantasi ifodasi qattiq fazaning kontsentratsiyasini o'z ichiga olmaydi:

$$K = [Ca^{2+}]\cdot[SO_4^{2-}]$$

Ayni haroratda qiyin eriydigan moddalarning to’yingan eritmasida ionlar konsentratsiyasining ko’paytmasi o’zgarmas son bo’lib, u eruvchanlik ko’paytmasi deb ataladi.

$$EK_{(CaSO_4)} = [Ca^{2+}][SO_4^{2-}]$$

EK – haroratga bog’liq bo’lgan kattalikdir.

$$EK = [Ca^{2+}]\cdot[SO_4^{2-}] = 2{,}25\cdot10^{-4}.$$

Eng yomon eriydigan birikma HgS dir.

25^oC da ba'zi kam eriydigan tuzlarning eruvchanlik ko'paytmasi

Birikmalar	EK	Birikmalar	EK
$CaSO_4$	$2{,}25{*}10^{-4}$	$Zn(OH)_2$	$1{*}10^{-17}$
$CaCO_3$	$5{*}10^{-9}$	FeS	$5{*}10^{-18}$
$BaSO_4$	$1{,}1{*}10^{-10}$	$Cu(OH)_2$	$2{,}2{*}10^{-20}$
$AgCl$	$1{,}8{*}10^{-10}$	ZnS	$1{*}10^{-23}$
MnS	$2{,}5{*}10^{-10}$	CuS	$6{*}10^{-36}$
$AgBr$	$6{*}10^{-13}$	Cu_2S	$1{*}10^{-48}$
AgI	$1{*}10^{-16}$	HgS	$1{*}10^{-52}$

<u>Masalan:</u> $Ca_3(PO_4)_2 \leftrightarrow 3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-}$ **uchun**

$$К_S = [Ca^{2+}]^3 \cdot [PO_4^{3-}]^2$$

Konsentratsiya faollik orqali berilsa ifoda quyidagicha bo‘ladi:

$$K_S = a_A^m * a_B^n$$

Mol / l da ifodalangan moddani eruvchanligi, uning eruvchanlik ko‘paytmasi bilan quyidagicha bog‘langan:

$$S_{AmBn} = \sqrt[m+n]{K_S / m^n * n^n}$$

Misol:

$$Ca_3(PO_4)_2 \leftrightarrow 3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-}$$

$$S = \sqrt[3+2]{K_S / 3^3 * 2^2} = \sqrt[5]{\frac{2*10^{-29}}{108}} = 7 \cdot 10^{-7}\ м/л$$

Mustaqil ishlash uchun masalalar

1. Yangi cho'ktirilgan magniy gidroksid to'yingan eritmasining 500 ml hajmida $1{,}55 \cdot 10^{-2}$ g mazkur modda erigan. Magniy gidroksid uchun eruvchanlik ko'paytmasini hisoblang.

2. Qo'rg'oshin yodidi PbJ_2 eruvchanlik ko'paytmasi $K_S°$ $(PbJ_2) = 1{,}1 \cdot 10^{-9}$ bo'lgan holda, uning to'yingan eritmasidagi qo'rg'oshin kationi $[Pb^{2+}]$ va yodid anioni $[J^{-}]$ molyar konsentratsiyalarini hisoblang.

3. Dastlabki konsentratsiyalari $5 \cdot 10^{-4}$ mol/l bo'lgan stronsiy xlorid $SrCl_2$ va kaliy sulfat K_2SO_4 eritmalarini teng hajmlari aralashtirilganda cho'kma hosil bo'ladimi? Stronsiy sulfatning eruvchanlik ko'paytmasi $3{,}2 \cdot 10^{-7}$.

Qoida: **O‘xshash tarkibli oz eruvchan elektrolitlarning** K_S qiymati kichik bo‘lsa uning eruvchanligi kamligidan dalolat beradi

Misol:

	$BaSO_4$	$SrSO_4$	$CaSO_4$
K_S	$1 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$

Eruvchanlik o‘ngdan chapga tomon kamaya boradi.

Ammo bunday solishtirish tarkibi o‘xshash bo‘lmagan cho‘kmalarga joiz emas.

Misol:

	K_S	S
AgCl	$1{,}78 \cdot 10^{-10}$	$1{,}33 \cdot 10^{-5}$
Ag_2CrO_4	$1{,}1 \cdot 10^{-12}$	$4 \cdot 10^{-5}$

$$\alpha = \frac{n}{N};$$

Kuchli elektrolitlar, α qiymati 30% dan yuqori:

- **Kuchli elektrolitlar:** HCl, HBr, HJ, HNO_3, H_2SO_4, $HClO_4$, $HMnO_4$, H_2CrO_4, $HClO_3$, $H_2Cr_2O_7$;
- **Kuchli asoslar,** $(Be(OH)_2$ и $Mg(OH)_2$ tashqari, **I va II guruh metallari;**
- **Barcha eruvchan tuzlar.**

Kuchsiz elektrolitlar, α qiymati 3% dan past:

- **Barcha organik kislotalar:** (R-COOH) va asoslar ($R\text{-}NH_2$; R_2NH; R_3N);
- **Kuchsiz kislotalar, d-elementlar asoslari** va NH_4OH.
- **Kuchsiz noorganik kislotalar:** H_2S, HNO_2, H_2SiO_3, H_2CO_3, $HClO$, HCN, H_2SO_3.

* O’rtacha kuchli elektrolitlar: $H_2C_2O_4$, $HCOOH$, H_3PO_4.
* α - konsentratsiya, harorat va elektrolit tabiatiga bog’liq.

18^o C 0,1 n eritma α qiymati:

Elektrolit	α, %	Elektrolit	α, %
H_2S	0,07	HNO_3	92
$HgCl_2$	1,0	HI	92
NH_4OH	1,34	HCl	91
CH_3COOH	1,34	KOH	91
HF	8,5	$NaOH$	91
H_3PO_4	27	KCl	86
H_2S0_3	34	$NaCl$	86
$CuSO_4$	38	$NaNO_3$	83
$MgSO_4$	42	$Ba(OH)_2$	77
H_2SO_4	58	$CaCl_2$	75
K_2SO_4	72	$Ca(OH)_2$	75

Sirka kislotasi konsentratsiyasining dissotsilanish darajasi qiymatiga bog'liqligi **(25°C)**

C_M	0,2	0,1	0,05	0,01	0,005	0,001
α, %	0,95	1,40	1,90	4,20	6,00	12,40

$$HNO_2 \leftrightarrow H^+ + NO_2^-; \quad K = \frac{[H^+]\cdot[NO_2^-]}{[HNO_2]}$$

$$[H^+] = \alpha \cdot C; \quad [NO_2^-] = \alpha \cdot C; \quad [HNO_2] = (1-\alpha)\cdot C,$$

$[H^+]$ и $[NO_2^-]$ – ionlar konsentratsiyasi; $[HNO_2]$ dissotsiyalanmagan molekulalar kons. K- dissotsatsiya konstantasi;

$$K = \frac{C\cdot\alpha\cdot C\cdot\alpha}{(1-\alpha)\cdot C} = \frac{\alpha^2\cdot C}{1-\alpha}; \quad K = \frac{\alpha^2\cdot C}{1-\alpha}.$$

$$\alpha = \sqrt{K/C}. \qquad 1 - \alpha = 1, \quad K = \alpha^2{}_* C$$

Konsentratsiya 100 marta kamayganda, dissotsilanish darajasi 10 marta ortadi.

Ayrim moddalarning dissotsilanish konstantasi

Kislota	K	Asos	K
HCN	$7{,}2*10^{-10}$	NH_4OH	$1{,}76*10^{-5}$
HNO_2	$4*10^{-4}$	$Ca(OH)_2$	$4*10^{-2}$
H_2S	$k_1=1*10^{-7}$	$Zn(OH)_2$	$k_1=4{,}4*10^{-5}$
	$k_2=2{,}5*10^{-3}$		$k_2=1{,}5*10^{-9}$
H_2CO_3	$k_1=4{,}5*10^{-7}$	$Pb(OH)_2$	$k_1=9{,}6*10^{-4}$
	$k_2=4{,}8*10^{-11}$		$k_2=3*10^{-8}$
H_3PO_4	$k_1=7{,}1*10^{-3}$	NH_2OH	$1*10^{-3}$
	$k_2=6{,}2*10^{-8}$	N_2H_4	$3*10^{-6}$
	$k_3=5*10^{-10}$	CH_3NH_2	$4{,}4*10^{-4}$
HCOOH	$1{,}4*10^{-4}$	$C_6H_5NH_2$	$3{,}8*10^{-10}$
CH_3COOH	$1{,}74*10^{-5}$	C_5H_5N	$1{,}70*10^{-9}$

Kislota va asoslar to’g’risidagi zamonaviy qarashlar

* **Arrenius nazariyasi kamchiliklari:**
* **Dissotsiyalanish sababi hamda bu jarayondagi erituvchi ahamiyati hisobga olinmagan;**
* **Kislota va asoslarning ta’rifi ham to’la qonli emas;**
* **Bir qator organik moddalar o’zidan vodorod ionini ajratmaydi, biroq kislota xossalariga ega (sulfadimezin);**
* **Ayni vaqtda trimetilamin, geksametilentetramin hamda amidopirin moddalari tarkibida gidroksil guruhi tutmaydi, biroq asos hisoblanadi;**
* **Dissotsiyalanish nazariyasini kuchli elektrolitlar va suvsiz elektrolitlarga qo’llab bo’lmaydi.**

- **1923-yil. Johan Brensted (Daniya) va Tomas Louri (Angliya) proton nazariyasi. *Kislota* — bu o'zidan proton ajratuvchi modda (molekula yoki ion). O'ziga proton biriktirib oluvchi moddalar — *asoslardir*. Shunga ko'ra:**

$$A_1 = B_1 + H^+$$

Kislota Asos Proton

$$B_2 + H^+ = A_2$$

Asos Proton Kislota

$$A_1 + B_2 = A_2 + B_1$$

Kislota Asos Kislota Asos

- **Neytrallanish reaksiyasi protonni ushlash uchun raqobatbardosh reaksiyadir.**

Kislota Asos

$$CH_3COOH = H^+ + CH_3COO^-$$

$$NH_4^+ = H^+ + NH_3$$

$$H_2PO_4^- = H^+ + HPO_4^{2-}$$

$$[Al(H_2O)_6]^{3+} = H^+ + [Al(H_2O)_5OH]^{2+}$$

- **Brensted – Louri nazariyasiga ko'ra, suv va ammiak amfoter elektrolitlardir.**

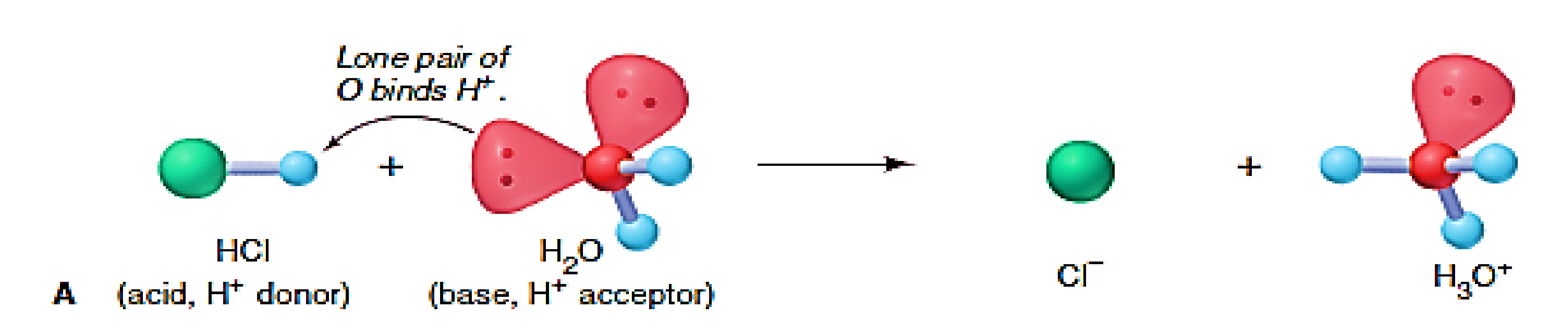
$$HCl + H_2O = H_3O^+ + Cl^-$$

$$NH_3 + H_2O = NH_4^+ + OH^-$$

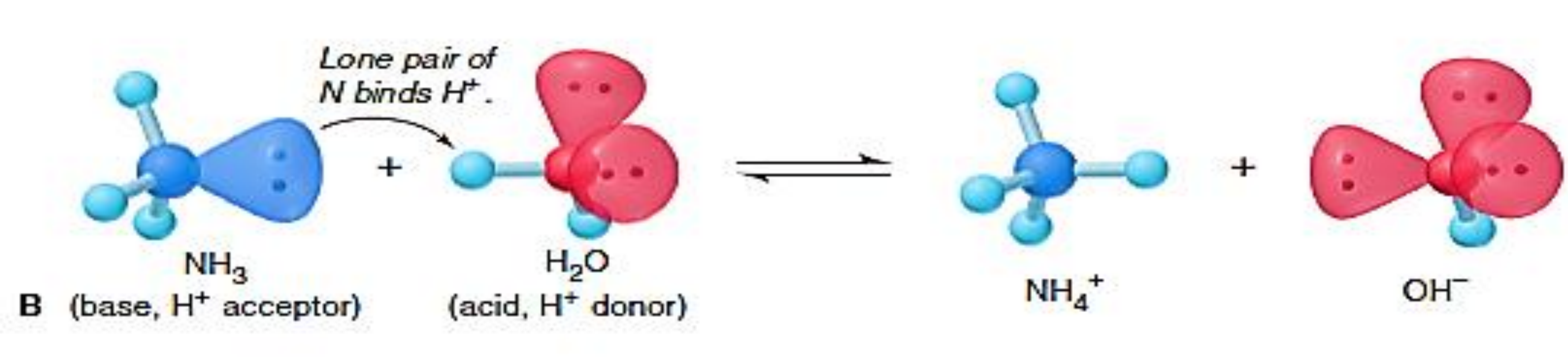
CH_3COOH pKa =4,76. NH_4OH pKb=4,75.

Brensted-Louri –
kislota-asos nazariyasi

Ushbu jarayonda ishtirok etadigan asos (B_2) va kislota (A_1) tutash tizimlar deb ataladi. Bunday tizimga misol sifatida proton donori bo'lgan HF yoki HCl bo'lishi mumkin.



Ammiak, aksincha, protonni asos sifatida qabul qiladi:



$$HNO_3(aq) + H_2O(\ell) \longrightarrow H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$$

Nitric acid acts as a Brønsted–Lowry acid.

A Brønsted–Lowry acid–base reaction involves the transfer of a proton from an acid to a base. For example, in the following reaction,

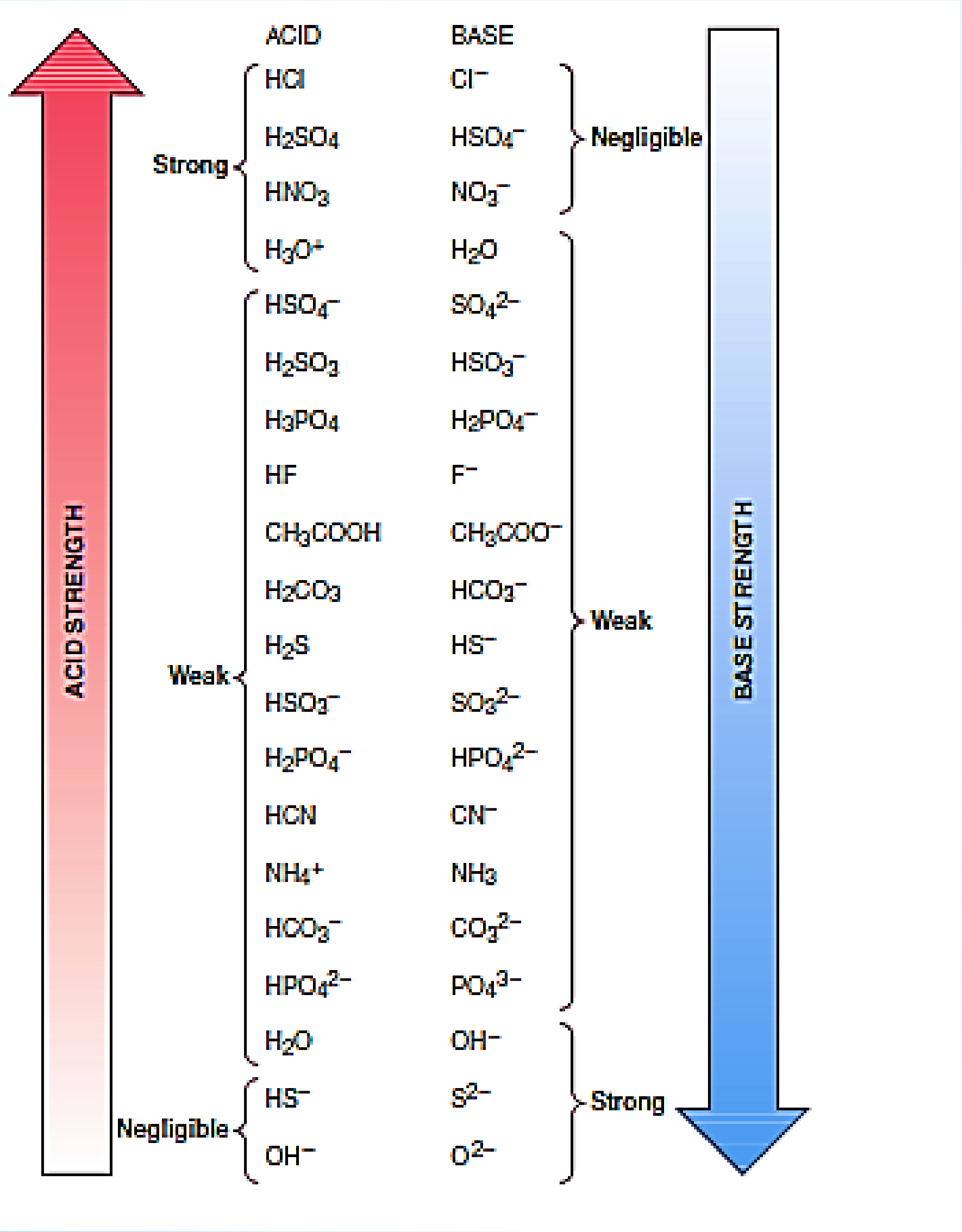
H$^+$ transfer

$$\underset{\text{acid}}{HF(aq)} + \underset{\text{base}}{NH_3(aq)} \longrightarrow F^-(aq) + NH_4^+(aq)$$

a proton (H^+) is transferred from the acid HF (the proton donor) to the base NH_3 (the proton acceptor). When viewed from the reverse direction,

H$^+$ transfer

$$HF(aq) + NH_3(aq) \longleftarrow \underset{\text{base}}{F^-(aq)} + \underset{\text{acid}}{NH_4^+(aq)}$$



Kislota-asos tutash juftining kuchi

Kuchli kislotaning tutash asosi kuchsiz bo'ladi.

* Rux gidroksidi $pK_a = 4{,}36$ va $pK_b = 8{,}83$ ga teng.

$$H_2O + H_2O = H_3O^+ + OH^-$$

$$NH_3\,(s) + NH_3\,(s) = NH_4^+ + NH_2^-$$

$$H_2SO_4 + H_2SO_4 = H_3SO_4^+ + HSO_4^-$$

* O'z kationlarining konsentratsiyasini oshiradigan erituvchilar **kislotalar**, o'z anionlarining konsentratsiyasini oshiradigan erituvchilar **asoslardir.**
* Tarkibida proton tutgan va kislota xossasiga ega bo'lgan erituvchilar **proton erituvchilardir.**
* **Proton** erituvchilar ionlasha oladi (H_2O, H_2SO_4).
* **Aproton** erituvchilar qutbliligi kam yoki kuchsiz qutblangan, dissotsiyalanmaydigan, lekin kuchsiz solvatatsiyaga uchraydigan suyuqliklar (CCl_4, C_6H_6 va b).
* Dissotsiyalanmaydigan lekin kuchli solvatlanadigan qutbli erituvchilar (dimetilformamid, dimetilsulfoksid) hamda kuchli qutblangan autodissotsiyalanadigan erituvchilar ($POCl_3$, BrF_3).

Muvozanat jarayonida hamma narsa zarrachaning proton berish qobiliyati bilan hal qilinadi. HCl eritmasida muvozanat o'ngga siljiydi, chunki HCl elektron donor, Cl^- kuchsiz asosdir. NH_3 ishtirokida kuchsiz kislota H_2O ga kuchli asos OH^- ga mos keladi. Kislota kuchi uning dissotsilanish konstantasi bilan aniqlanadi. Odatda dissotsiatsiyalanish konstantasi ishlatilmaydi (K_a), aksincha, ularning logarifmlari, qarama-qarshi belgi bilan olingan (pK_a) indeks "a" acidum – kislota so'zining birinchi harfidan olingan. Asoslik xossalari esa OH^- ionlari mavjudligi bilan asoslanadi. Amalda asoslar uchun K_b (yoki–lg K_b) ham qo'llaniladi. pK_b qiymati qancha kichik bo'lsa, asos shuncha kuchi hisoblanadi.

$$K_{кис} = \frac{[H_3O^{+}]\cdot[OH^-]}{[HF]}; \qquad K_{осн} = \frac{[NH_4^{\ +}]\cdot[OH^-]}{[NH_3]}$$

Brensted kislotasi kuchi

$$HF(aq) + H_2O(ж.) = H_3O^+(aq) + F^-(aq)$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\cdot[F^-]}{[HF]}; \quad K_b = \frac{[NH_4{}^+]\cdot[OH^-]}{[NH_3]}.$$

$$NH_3(aq) + H_2O(ж.) = NH_4{}^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$2H_2O(ж.) = H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

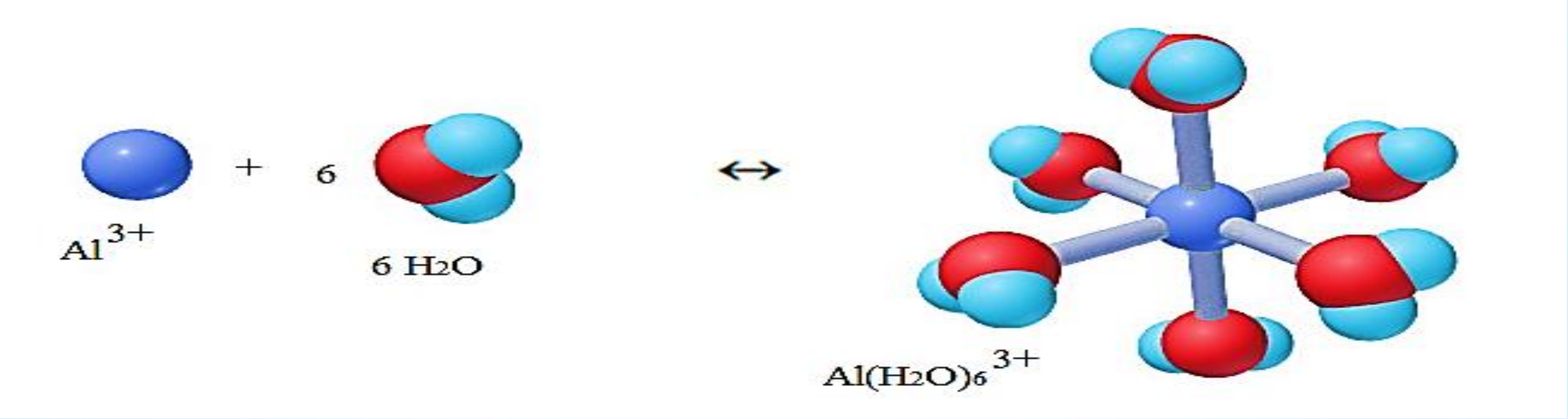
$$K_w = [H_3O^+]\cdot[OH^-] = 1{,}00\cdot 10^{-14}; \; pK_w = 14$$

$$pK_a + pK_b = pK_w$$

*1923-yil. Amerikalik kimyogar Luis ta'rifi

* **Kislota – elektron juft akseptori, asos – elektron juft donoridir. Donor-akseptor mexanizmiga ko'ra:**

$$2H_3N: + AgCl = [Ag(NH_3)_2]Cl$$



NH_3 - asos, koordinatsion-to'yinmagan AgCl kislota:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

* **SO_3 - *kislota,* suv - *asosdir.***
* **Ligandlar (NH_3, CN-, F-, Cl-, SO_4^{2-}, H_2O) - asoslardir.**
* **Metall ionlari - kislotalardir.**
* **I, II Me ionlari, Ti^{3+}, Fe^{3+}, Co^{3+}, Al^{3+} - kislotalardir.**
* **Ligandlarning massasi ortishi bilan ularning asoslik xossasi kamayadi. (F-, Cl-, Br-, I-, NR_3, R_3P, R_3As, R_3Sb).**
* **II guruh. og'ir metallari (Hg^{2+}, Hg_2^{2+}, Pt^{2+}, Pt^{4+}, Ag^+, Cu^+).**

Table 4.5 The classification of Lewis acids and bases*

Hard	Borderline	Soft
Acids		
H^+, Li^+, Na^+, K^+	Fe^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}	Cu^+, Au^+, Ag^+, Tl^+, Hg_2^{2+}
Be^{2+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}	Cu^{2+}, Zn^{2+}, Pb^{2+}	Pd^{2+}, Cd^{2+}, Pt^{2+}, Hg^{2+}
Cr^{2+}, Cr^{3+}, Al^{3+}	SO_2, BBr_3	BH_3
SO_3, BF_3		
Bases		
F^-, OH^-, H_2O, NH_3	NO_2^-, SO_3^{2-}, Br^-	H^-, R^-, $\underline{C}N^-$, CO, I^-
CO_3^{2-}, NO_3^-, O^{2-}	N_3^-, N_2	$\underline{S}CN^-$, R_3P, C_6H_6
SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, ClO_4^-	C_6H_5N, $SC\underline{N}^-$	R_2S

* The underlined element is the site of attachment to which the classification refers.

*Aktivlik koeffitsenti. Eritmalarning ion kuchi.

Kuchli elektrolitlar nazariyasi P.Debay va E.Xyukkel:

* Konsentratsiya va ion kuchi o'zgarishi bilan dissotsiyalanish konstantasidagi o'zgarishlarni tavsiflaydigan kattalik – aktivlik deyiladi.
* 1907-yil amerikalik kiyogar aktivlik tushunchasini fanga kiritidi.
* Aktivlik shunday kattalikki, uni massalar ta'sir qonuni ifodasiga qo'yilsa bu tenglama har qanday konsentratsiyada o'rinli bo'lib qoladi.
* Aktivlik – haqiqiy konsentratsiyadir.

$$\alpha=\gamma*C$$

α – erigan moddaning aktivligi, mol/l,

C – erigan moddaning konsentratsiyasi,

γ – aktivlikning molay koeffitsenti.

Aktivlik (faollik) koeffitsenti

1923yil Debay va Xyukkel tomonidan faollik koeffitsiyenti **(F) - ni ion kuchi (Ik) bilan bog‘lovchi** tenglama ishlab chiqilgan.

Ik = 0,005 – 0,01m/l bo‘lgan suyultirilgan eritmalar uchun:

$$-\lg f = 0{,}5Z^2\sqrt{J_\kappa}$$

Ik = 0,01 – 0,2 bo‘lgan konsentrlangan eritmalar uchun:

$$-\lg f = 0{,}5Z^2\frac{\sqrt{J_\kappa}}{1+\sqrt{J_\kappa}}$$

HA - kislota uchun

$$K_a = \frac{a_{H^+} \cdot a_{A^-}}{A_{HA}} = \frac{[H^+]\cdot\gamma_+\cdot[A^-]\cdot\gamma_-}{[HA]\cdot\gamma_{HA}};$$

Kα -termodinamik dissotsiyalanish konstantasi deyiladi. Bu qiymat eritmadagi ion kuchiga bog'liq emas.

Suyultirilgan eritmalar (0,1 mol/l dan past) aktivlik koeffitsientlari asosan eritmada mavjud bo'lgan ionlarning konsentratsiyasi va zaryadiga bog'liq bo'lib, erigan moddalarning tabiatiga bog'liq emas. Bu qonuniyat eritmalar nazariyasida ion kuchi qoidasi nomi bilan ma'lum.

Bu qoidaga ko'ra, bir xil zaryadli ionlar, tabiatidan qat'iy nazar, bir xil ion kuchiga ega suyultirilgan eritmalarda teng aktivlik koeffitsientlariga ega.

Ion kuchi

* **Eritmadagi barcha ionlarni faollikka ta’sirini hisobga olish uchun ion kuchi tushunchasi kiritilgan. Eritmaning ion kuchi qancha yuqori bo‘lsa, undagi ionlar faolligi shunchali past bo‘ladi.**

$$\text{ionic strength} = \mu = \frac{1}{2}([A]Z_A^2 + [B]Z_B^2 + [C]Z_C^2 + \cdots)$$

Ta’rif: Ionlar konsentratsiyalarini ular zaryadining kvadratiga ko‘paytmalari yig‘indisining yarmi eritmaning ion kuchi deb ataladi.
Misol: C konsentratsiyali $AlCl_3$ eritmasining Ik hisoblang.

$$J_K = \frac{1}{2}(C*3^2 + 3C*1^2) = 6C$$

Kuchsiz elektrolitlar ion kuchini aniqlash uchun ularning konsentratsiyasi dissotsiyalanish darajasiga ko’paytiriladi.
Dissotsiyalanmagan molekulalarning ion kuchi nolga teng.

*Zaryadlarning ion kuchiga ta'siri

Effect of Charge on Ionic Strength

Type Electrolyte	Example	Ionic Strength*
1:1	NaCl	c
1:2	$Ba(NO_3)_2$, Na_2SO_4	$3c$
1:3	$Al(NO_3)_3$, Na_3PO_4	$6c$
2:2	$MgSO_4$	$4c$

*c = molar concentration of the salt.

Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2013). *Fundamentals of analytical chemistry*. Cengage learning.

* Ionlarning 25°C dagi faolik koeffitsienti

Activity Coefficients for Ions at 25°C

Ion	α_X, nm	Activity Coefficient at Indicated Ionic Strength 0.001	0.005	0.01	0.05	0.1
H_3O^+	0.9	0.967	0.934	0.913	0.85	0.83
Li^+, $C_6H_5COO^-$	0.6	0.966	0.930	0.907	0.83	0.80
Na^+, IO_3^-, HSO_3^-, HCO_3^-, $H_2PO_4^-$, $H_2AsO_4^-$, OAc^-	0.4–0.45	0.965	0.927	0.902	0.82	0.77
OH^-, F^-, SCN^-, HS^-, ClO_3^-, ClO_4^-, BrO_3^-, IO_3^-, MnO_4^-	0.35	0.965	0.926	0.900	0.81	0.76
K^+, Cl^-, Br^-, I^-, CN^-, NO_2^-, NO_3^-, $HCOO^-$	0.3	0.965	0.925	0.899	0.81	0.75
Rb^+, Cs^+, Tl^+, Ag^+, NH_4^+	0.25	0.965	0.925	0.897	0.80	0.75
Mg^{2+}, Be^{2+}	0.8	0.872	0.756	0.690	0.52	0.44
Ca^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, Sn^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Phthalate^{2-}	0.6	0.870	0.748	0.676	0.48	0.40
Sr^{2+}, Ba^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}, S^{2-}	0.5	0.869	0.743	0.668	0.46	0.38
Pb^{2+}, CO_3^{2-}, SO_3^{2-}, $C_2O_4^{2-}$	0.45	0.868	0.741	0.665	0.45	0.36
Hg_2^{2+}, SO_4^{2-}, $S_2O_3^{2-}$, $Cr_2O_4^{2-}$, HPO_4^{2-}	0.40	0.867	0.738	0.661	0.44	0.35
Al^{3+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}, La^{3+}, Ce^{3+}	0.9	0.737	0.540	0.443	0.24	0.18
PO_4^{3-}, $Fe(CN)_6^{3-}$	0.4	0.726	0.505	0.394	0.16	0.095
Th^{4+}, Zr^{4+}, Ce^{4+}, Sn^{4+}	1.1	0.587	0.348	0.252	0.10	0.063
$Fe(CN)_6^{4-}$	0.5	0.569	0.305	0.200	0.047	0.020

Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2013). *Fundamentals of analytical chemistry*. Cengage learning.

Ba'zi elektrolitlarning aktivlik koeffitsenti (298 К da)

Konsentratsiya, mol/1000 g H_2O	Elektrolitlarning aktivlik koeffitsenti						
	NaCl	KCl	NaOH	KOH	HCl	H_2SO_4	$CaCl_2$
0,001	0,965	0,966	0,966	0,966	0,966	0,830	0,840
0,01	0,874	0,901	0,900	0,900	0,904	0,544	0,580
0,1	0,778	0,769	0,776	0,766	0,796	0,265	0,518
0,5	0,681	0,651	0,693	0,712	0,758	0,156	0,448
1,0	0,657	0,607	0,679	0,735	0,809	0,132	0,500
2,0	0,668	0,576	0,700	0,683	1,010	0,128	0,792
5,0	0,874	-	1,060	1,670	2,380	0,208	0,890

Eritmaning ion kuchi I	Ionlarning aktivlik koeffitsenti		
	+1 zaryadli	+2 zaryadli	+3 zaryadli
0	1,0	1,00	1,00
0,001	0,97	0,87	0,73
0,002	0,95	0,82	0,64
0,005	0,93	0,74	0,51
0,01	0,90	0,66	0,39
0,05	0,81	0,44	0,15
0,10	0,76	0,33	0,08

Ion kuchini topishga oid masalalar

* 1-masala. (a) KNO_3 ning 0,1 M eritmasi va (b) Na_2SO_4 ning 0,1 M eritmasining ion kuchini hisoblang.
* 2-masala. KNO_3 dan 0,05 M, Na_2SO_4 dan 0,1 M bo‘lgan eritmaning ion kuchi qanday bo‘ladi?

E’tiboringiz uchun raxmat!