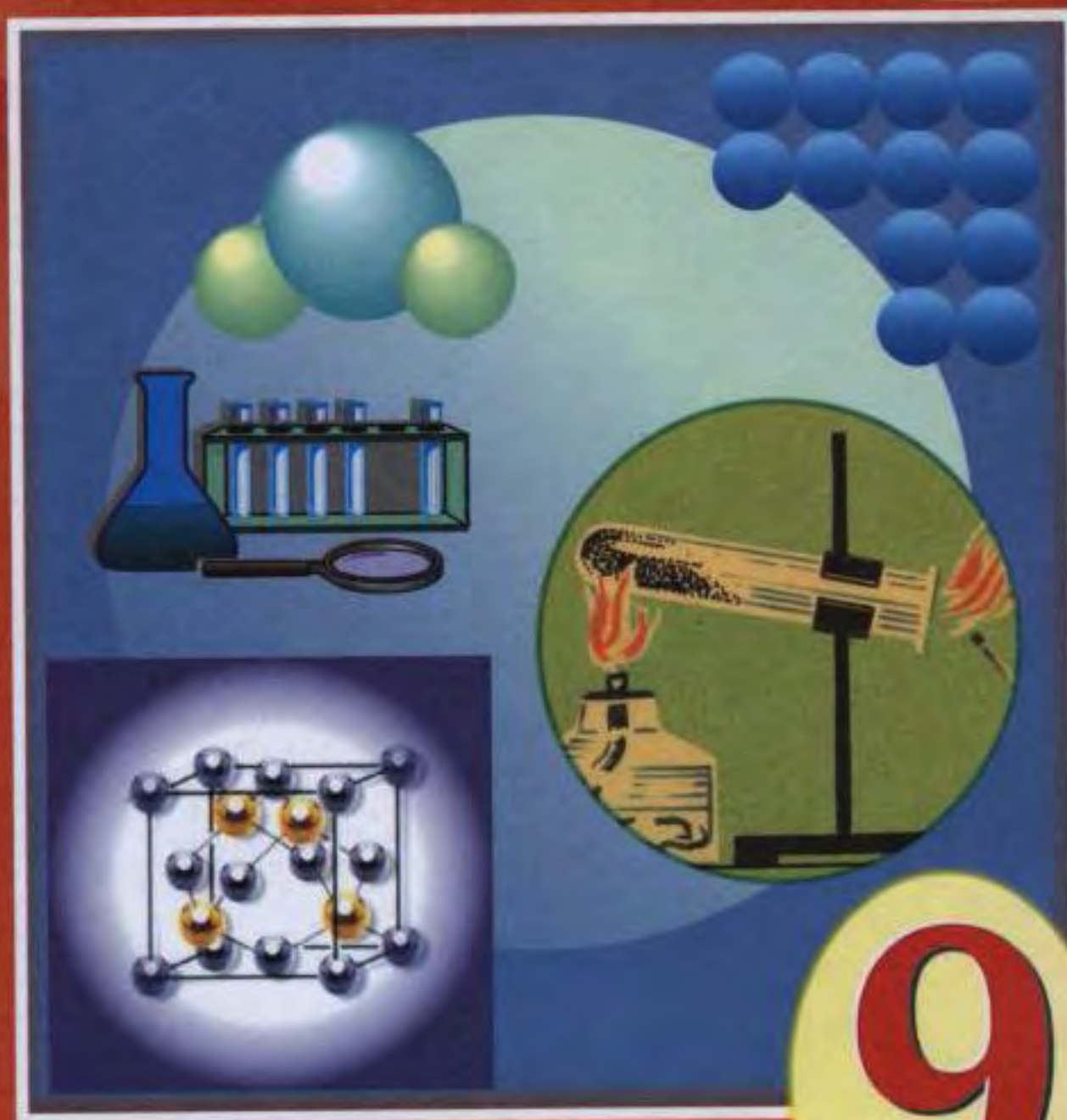


ЛУТФУЛЛО СОЛИЕВ

# ХИМИЯ



9

# Ҷадвали даври элементҳои химиявии Д.И. Менделеев

Даврҳо	Гурӯҳи элементҳо							
	а I б	а II б	а III б	а IV б	а V б	а VI б	а VII б	а VIII б

1	<b>H</b> 1						<b>He</b> 2	Массаи атомӣ Рақами атомӣ
2	<b>Li</b> 3 0,941 + 2 ЛИТИЙ	<b>Be</b> 4 9,01218 + 1 БЕРИЛЛИЙ	<b>B</b> 5 10,811 + 5 БОР	<b>C</b> 6 12,011 + 1 КАРБОН	<b>N</b> 7 14,0064 + 1 НИТРОГЕН	<b>O</b> 8 15,9994 + 3 ОКСИГЕН	<b>F</b> 9 18,998403 + 1 ФТОР	<b>Ne</b> 10 20,179 + 1 НЕОН
3	<b>Na</b> 11 22,98977 + 1 НАТРИЙ	<b>Mg</b> 12 24,304 + 1 МАГНИЙ	<b>Al</b> 13 26,9815 + 1 АЛЮМИНИЙ	<b>Si</b> 14 28,0855 + 3 СИЛИЦИЙ	<b>P</b> 15 30,97376 + 1 ФОСФОР	<b>S</b> 16 32,064 + 6 СУЛФУР	<b>Cl</b> 17 35,453 + 12 ХЛОР	<b>Ar</b> 18 39,948 + 1 АРГОН
4	<b>K</b> 19 39,0983 + 1 КАЛИЙ	<b>Ca</b> 20 40,078 + 4 КАЛСИЙ	<b>Sc</b> 21 44,9559 + 1 СКАНДИЙ	<b>Ti</b> 22 47,88 + 3 ТИТАН	<b>V</b> 23 50,9415 + 1 ВАНАДИЙ	<b>Cr</b> 24 51,9959 + 6 ХРОМ	<b>Mn</b> 25 54,9380 + 1 МАНГАН	<b>Fe</b> 26 55,847 + 3 ОҲАН
5	<b>Rb</b> 37 85,4678 + 3 РУБИДИЙ	<b>Sr</b> 38 87,62 + 1 СТРОНСИЙ	<b>Y</b> 39 88,9058 + 1 ИТТРИЙ	<b>Zr</b> 40 91,224 + 2 ЦИРКОНИЙ	<b>Nb</b> 41 92,906 + 1 НИОБИЙ	<b>Mo</b> 42 95,94 + 1 МОЛИБДЕН	<b>Tc</b> 43 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	<b>Ru</b> 44 101,072 РУТЕНИЙ
6	<b>Cs</b> 55 132,9054 + 1 СЕЗИЙ	<b>Ba</b> 56 137,33 + 1 БАРИЙ	<b>Cd</b> 48 112,411 + 1 КАДМИЙ	<b>In</b> 49 114,82 + 1 ИНДИЙ	<b>Sn</b> 50 118,710 + 7 КАДБАТ	<b>Sb</b> 51 121,757 + 3 СУРМА	<b>Te</b> 52 127,60 + 3 ТЕЛҮР	<b>I</b> 53 126,9045 + 1 ЙОД
7	<b>Fr</b> 87 223,0197 ФРАНСИЙ	<b>Au</b> 79 196,9665 + 1 ТИЛЛО	<b>Hg</b> 80 200,59 + 3 СИМБО	<b>Tl</b> 81 204,383 + 3 ТАЛЛИЙ	<b>Pb</b> 82 207,2 + 1 СВПС	<b>Bi</b> 83 208,9804 + 1 ВИСМУТ	<b>Po</b> 84 209 ПОЛОНИЙ	<b>At</b> 85 209,9871 АСТАТ

\* ЛАНТАНОИДХО

<b>Ce</b> 58 140,12 + 1 СЕРИЙ	<b>Pr</b> 59 140,9077 + 1 ПРАСЕОДИМ	<b>Nd</b> 60 144,24 + 3 НЕОДИМ	<b>Pm</b> 61 144,9128 ПРОМЕТИЙ	<b>Sm</b> 62 150,36 + 3 САМЕРИЙ	<b>Eu</b> 63 151,96 + 1 ЕВРОПИЙ	<b>Gd</b> 64 157,25 + 3 ГАДОЛИНИЙ	<b>Tb</b> 65 158,9254 + 1 ТЕРБИЙ	<b>Dy</b> 66 162,50 + 3 ДИСПРОЗИЙ	<b>Ho</b> 67 164,9304 + 1 ГОЛМИЙ	<b>Er</b> 68 167,26 + 3 ЭРБИЙ	<b>Tm</b> 69 168,9342 + 1 ТИМАН	<b>Yb</b> 70 173,04 + 3 ИТТЕРБИЙ	<b>Lu</b> 71 174,967 + 1 ЛУТЕЦИЙ
--	--	---	---	--	--	--	---	--	---	--	--	---	---

\*\* АКТИНОИДХО

<b>Th</b> 90 232,0381 + 1 ТОРИЙ	<b>Pa</b> 91 231,0369 ПРОТАКТИНИЙ	<b>U</b> 92 238,0289 + 1 УРАН	<b>Np</b> 93 237,0462 НЕПТУНИЙ	<b>Pu</b> 94 244,0642 ПЛУТОНИЙ	<b>Am</b> 95 243,0614 АМЕРИЦИЙ	<b>Cm</b> 96 247,0703 КЮРИЙ	<b>Bk</b> 97 247,0703 БЕРКИЙ	<b>Cf</b> 98 251,0795 КАЛИФОРНИЙ	<b>Es</b> 99 252,0828 ЭШЛЕТЦИЙ	<b>Fm</b> 100 257,0951 ФЕРМИЙ	<b>Md</b> 101 258,0986 МЕНДЕЛЕВИЙ	<b>No</b> 102 259,1009 НОБЕЛИЙ	<b>Lr</b> 103 260,1054 ЛУРЕНСЦИЙ
--	--	--	---	---	---	--------------------------------------	---------------------------------------	---	---	--	--	---	---

- S ЭЛЕМЕНТХО - P ЭЛЕМЕНТХО - d ЭЛЕМЕНТХО - f ЭЛЕМЕНТХО

ЛУТФУЛЛО СОЛИЕВ

# ХИМИЯ

Китоби дарсӣ барои синфи 9

Мушоваран Вазорати маорифи Ҷумҳурии  
Тоҷикистон ба чоп тавсия кардааст



САРПАРАСТ  
Душанбе  
2007

ББК 24.1Я 72  
С 72

**Лутфулло Солиев**

ХИМИЯ. Китоби дарсӣ барои синфи 9. “Сарпараст”,  
Душанбе. Соли 2007, 160 саҳифа.

### Истифодаи китоб:

№	Ному насаби хонанда	Синф	Соли	Ҳолати китоб (баҳои китобдор)	
				Аввали сол	Охири сол

### Муаллимони мӯҳтарам!

Хоҳишмандем фикру мулоҳизаҳои худро оид ба мазмуни  
китоби мазкур ба нишони 734024, ш. Душанбе, кӯчаи Айнӣ 45,  
Пажӯҳишгоҳи улуми педагогии Тоҷикистон ирсол намоед.

## МУҚАДДИМА

Химияи гайриорганикӣ зинаи дуюми омӯзиши фанни химия дар мактабҳои таҳсилоти ҳамагонӣ мебошад. Дар зинаи аввал (синфи 8) ба диққати хонандагон мавзӯҳои пешкаш шуда буданд, ки дар онҳо маълумоти аввалин оид ба мафҳумҳо ва қонунҳои асосии химия, синфҳои муҳимтарини пайвастагиҳои гайриорганикӣ ва хосиятҳои онҳо, сохти атом ва ядроҳои он, банди химиявӣ ва маҳлулҳо ҳам оварда шудаанд.

Мутобиқан ба Меъёри давлатӣ оид ба маълумоти миёна барномаи таълимӣ аз тарафи Вазорати маориф тасдиқшуда, ки китоби мазкур дар ҳамаи асос таҳия шудааст, дар синфи 9 маълумотҳо оид ба як қатор элементҳои муҳимтарини химиявӣ ва пайвастагиҳои онҳо ҳам оварда шудаанд. Аз он ҷумла, ба хонандагон маълумот оид ба элементҳои гурӯҳҳои оксиген, нитроген, карбон ва баъзе намояндагони оилаи металлҳо, пайвастагиҳои элементҳои номбаршуда, истехсол ва истифодаи онҳо пешкаш шудаанд. Дар китоб инчунин роҷеъ ба мавзӯҳои маҳлулҳои электролитҳо ва суръати реаксияи химиявӣ маълумот дода шудааст.

Дар омӯзиши мавзӯҳои химияи элементҳо ва пайвастагиҳои онҳо бештар ба намояндагони аввали гурӯҳҳои номбаршуда диққат дода шудааст, ки ин ба аҳамияти бештари илмӣ ва амалии онҳо алоқаманд мебошад. Масалан, дар омӯзиши элементҳои гурӯҳҳои оксиген маълумот бештар нисбат ба оксиген ва сулфур, дар омӯзиши элементҳои гурӯҳҳои нитроген бошад, маълумот бештар нисбат ба нитроген ва фосфор дода шудааст. Дар мавзӯҳои омӯзиши металлҳо маълумот асосан нисбат ба намояндагони паҳншударин ва муҳимтарини онҳо – натрий, калий, калсий, алюминий, хром, оҳан ва пайвастагиҳои онҳо оварда шудаанд.

Дар охири ҳар боб, барои такрор ва бо мақсади мустаҳкамкунии дониши хонандагон, саволҳои гузошта шудаанд, ки ҷавоб ба онҳо мантиқан фикррӯии хонандагонро талаб намуда, бинобар дониши азхудкардаи онҳоро нисбат ба мавзӯҳои мухталиф мустаҳкам мекунад. Ба азхудкунии мавзӯҳои инчунин расмҳои, ки дар ҳар боб ҳам оварда шудаанд, мусоидат хоҳанд кард.

Дар охири китоб онд ба ҳар як боб номгӯи корҳои амалӣ ва лабораторӣ пешкаш карда шудааст, ки иҷрои онҳо бешубҳа барои аз худ намудани маводи таълимӣ, махсус қисми назариявии он, кӯмак хоҳад расонд.

Китоб бо забони соддаю фаҳмо навишта шуда, гузориши маводҳо аз ҷиҳати методӣ асоснок шудааст ва баробари ин ба дараҷаи баланди илмӣ ноил мебошад. Ҳарчанде китоби мазкур барои хонандагони тамоили табиӣ-риёзӣ пешкаш шуда бошад ҳам, истифодаи он барои хонандагони дигар тамоилҳо низ аз манфиат холи нест.

*Мухаррир*

## Боби I

# ДИССОТСИАТСИЯИ ЭЛЕКТРОЛИТӢ

---

Пеш аз он ки ба гузориши бевоситаи ин мавзӯъ шурӯъ намоем, зарур аст, ки оид ба маҳлулҳо умуман ва маҳлулҳои ғайриэлектrolитҳои электrolитҳои алоҳида тасаввурот дошта бошем.

Маҳлулҳо барои фаъолияти физиологии ҳайвонот (аз он ҷумла инсон) ва наботот, протсессҳои технологиҳои саноати химиявӣ аҳамияти калон доранд. Масалан, чараёни азхудкунии хӯрок аз тарафи ҳайвонот, ғизоҳои минералӣ ва органикӣ аз тарафи наботот – ин ба маҳлул гузаронидани хӯрокворӣ ва ғизоҳо мебошад. Моеҳои муҳимми физиологӣ ҳам (хун, лимфа) маҳлулҳо мебошанд. Саноатҳои, ки дар асоси онҳо чараёнҳои химиявӣ амал мекунанд, одатан ба истифодабарии маҳлул вобаста аст.

**Маҳлул гуфта, тартиби гомогении саҳт ӯ моеъро меноманд, ки аз ду ва бештар қисмҳои даҳлдор (компонентҳо) иборатанд. Моеҳо яке аз намудҳои паҳншудатарин ва муҳимтарини маҳлулҳо мебошанд.**

Ҳар як маҳлул аз моддаҳои ҳалкунанда ва ҳалшаванда иборат аст. Моддаи ҳалкунанда муҳите мебошад, ки дар он моддаи ҳалшаванда бо намуди молекулаҳо ӯ ионҳо баробар тақсим шудааст. Одатан, ҳалкунанда гуфта, он қисми маҳлулро меноманд, ки ҳам дар ҳолати озод ва ҳам дар маҳлул ҳолати агрегативӣ ба маҳлул монандро дорад. Масалан, дар сурати маҳлулҳои обӣ, ки яке аз намудҳои паҳншудатарини маҳлулҳои моеъ мебошад, об ҳалкунанда аст. Агар қисмҳои таркибии маҳлул то ҳосилшавии он як ҳел ҳолати агрегативӣ дошта бошанд (масалан, маҳлули об бо спирт), он гоҳ ҳалкунанда он қисми таркибии маҳлул аст, ки бо миқдори нисбатан зиёд гирифта шудааст.

Ҳосияти маҳлулҳо пеш аз ҳама ба консентратсияи онҳо (миқдори моддаи ҳалкардашуда дар маҳлул) алоқамандии зиҷ дорад. Аз ин рӯ, маҳлулҳо ба ғӯруҳҳои зерин тақсим мешаванд: маҳлулҳои носер, маҳлулҳои сер ва маҳлулҳои аз ҳад сер.

**Маҳлули носер гуфта, ҷунин маҳлулро меноманд, ки дар он миқдори моддаи ҳалкардашуда нисбат ба он миқдоре, ки бояд дар ин ҳарорат дар маҳлул бошад, камтар аст. Дар ин сурат, агар ҳалкунанда об бошад, ҷунин маҳлулро маҳлули сероб низ меноманд.**

Маҳлули сер гуфта, чунин маҳлулро меноманд, ки вай дар ҳарорати додашуда бо моддаи ҳалкардашуда дар ҳолати мувозинат аст.

Маҳлули аз ҳад сер гуфта, чунин маҳлулро меноманд, ки дар он миқдори моддаи ҳалкардашуда нисбат ба он миқдоре, ки бояд дар ин ҳарорат дар маҳлул бошад, зиёдтар аст.

Вале чунин тарзи ифодаи концентратсияи маҳлулҳоро дар амалия кам истифода мебаранд, чунки миқдори моддаи ҳалкардашуда дар ин сурат ба таври мушаххас нишон дода нашудааст.

Концентратсияи маҳлулҳо дар асоси миқдори мушаххаси моддаи ҳалкардашуда дар онҳо бо усулҳои зерин ифода ёфтанишон мумкин.

**Концентратсияи ғоизӣ гуфта, нисбат ба массаи моддаи ҳалкардашударо ба массаи маҳлул (одатан ба шакли ғоиз) меноманд.** Масалан, маҳлули 15 ғоизаи (%) намаки ош гуфта, чунин маҳлулро меноманд, ки дар 100 ҳиссаи массааш 15 ҳисса намаки ош ва 85 ҳисса об дошта бошад. Концентратсияи ғоизиро одатан бо  $C$  ишора мекунад. Аз ин ҷо барои маҳлули овардашуда  $C_{\text{NaCl}} = 15\%$  навиштан мумкин.

**Концентратсияи молӣ гуфта, нисбат ба миқдори моддаи ҳалкардашударо (ё ҳалкунандаро) бо маҷмӯи миқдори ҳамаи моддаҳои, ки маҳлулро ташкил медиҳанд, меноманд.** Масалан:

$$N_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \quad \text{ё} \quad N_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

Дар ин ҷо:  $N_1$  ва  $N_2$  – ифодаҳои концентратсияи молӣ;  $n_1$  ва  $n_2$  – миқдори моддаҳои ҳалкунанда ва ҳалшаванда мебошанд.

**Концентратсияи молярӣ** (ё молярнокӣ) гуфта, нисбат ба миқдори молҳои моддаи ҳалкардашударо дар 1 л маҳлул меноманд. Одатан молярнокӣ бо  $C_M$  ё  $M$  ифода карда мешавад. Масалан, маҳлули 2M кислотаи сулфат гуфта, чунин маҳлулро меноманд, ки дар ҳар як литри он (1 л) 2 мол кислотаи сулфат мавҷуд аст, яъне  $C_M \text{H}_2\text{SO}_4 = 2$  мол/л.

**Концентратсияи молялӣ** ё молялноқӣ гуфта, нисбат ба миқдори молҳои моддаи ҳалкардашударо ба массаи ҳалкунанда меноманд. Одатан молялноқӣ бо ҳарфи  $m$  ифода карда мешавад. Масалан, барои кислотаи сулфат ифодаи  $m = 2$  мол/кг ( $\text{H}_2\text{O}$ ) чунин маъно дорад, ки дар ин гуна маҳлул ба ҳар 1 кг ҳалкунанда (об) 2 мол моддаи ҳалкардашуда (кислотаи сулфат) рост меояд.

**Концентратсияи эквивалентӣ** ё нормалнокӣ гуфта, нисбат ба адади эквивалентҳои моддаи ҳалкардашударо ба ҳаҷми маҳлул меноманд. Дар ин сурат концентратсия бо  $C_N$  ё  $n$  (ё  $N$ ) ифода карда мешавад. Масалан, маҳлули 2 н. кислотаи сулфат онро ифода мекунад, ки дар ҳар як литри чунин маҳлул 2 эквиваленти кислотаи сулфат, яъне  $C_N \left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4\right) = 2$  экв/л вучуд дорад.



Дар байни ҳаҷми маҳлулҳо ( $V$ ), ки консентратсияшон бо нормалнокӣ ( $N$ ) ифода ёфтаанд ва ҳуди консентратсияи онҳо чунин алоқамандӣ ҷой дорад:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

Яъне ҳаҷми маҳлулҳои моддаҳои бо ҳам таъсиркунанда ба нормалнокии онҳо мутаносибан чап мебошанд.

Чунин алоқамандӣ имконият медиҳад, ки мо натавно микдори барои реаксияҳои химиявӣ зарур будаи ҳаҷми маҳлулҳоро ҳисоб карда ёбем, балки баръакс, дар асоси ҳаҷмҳои сарфшудаи маҳлулҳо дар реаксияҳои химиявӣ консентратсияи онҳоро низ муайян кунем.

**Мисоли 1.** Чанд миллилитр маҳлули 0,3 н. хлориди натрийро ба 150 мл маҳлули 0,16 н. нитрати нукра илова кардан зарур аст, ки ҳамаи микдори нукрани дар маҳлул буда ба таҳшинӣ фарояд?

*Д.ш. аст:*

$$V_1 = 150 \text{ мл}$$

$$V_2 = ?$$

$$N_1 = 0,16 \text{ н.}$$

$$N_2 = 0,30 \text{ н.}$$

*Ҳалли масъала:*

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot N_1}{N_2} = \frac{150 \cdot 0,16}{0,30} = 80 \text{ мл (NaCl)}$$

**Мисоли 2.** Барои нейтрализатсияи 40 мл кислотаи сулфат 24 мл маҳлули 0,2 н. ишқор сарф шуд. Консентратсияи нормалии (нормалнокии) маҳлули кислотаи сулфатро муайян кунед.

*Д.ш. аст:*

$$V_1 = 40 \text{ мл}$$

$$V_2 = 24 \text{ мл}$$

$$N_1 = ?$$

$$N_2 = 0,2 \text{ н.}$$

*Ҳалли масъала:*

$$N_1 = \frac{V_2 \cdot N_2}{V_1} = \frac{24 \cdot 0,2}{40} = 0,12 \text{ н. (H}_2\text{SO}_4\text{)}$$

**Титр** гуфта, чунин тарзи ифодаи консентратсияи маҳлулро меноманд, ки вай микдори граммҳои моддаи ҳалкардашударо дар 1 мл маҳлул нишон медиҳад. Титри маҳлулро бо  $T$  ишора намуда, онро дар асоси формулаи зерин муайян мекунанд:

$$T = \frac{m}{V}$$

ки дар ин ҷо  $T$  – ифодаи титри маҳлул,  $m$  – массаи моддаи ҳалкардашуда,  $V$  – ҳаҷми маҳлул. Масалан, ифодаи  $T_{\text{HCl}} = 0,03604$  чунин маъно дорад, ки дар ҳар як миллилитри ин маҳлул 0,03604 г HCl мавҷуд аст.

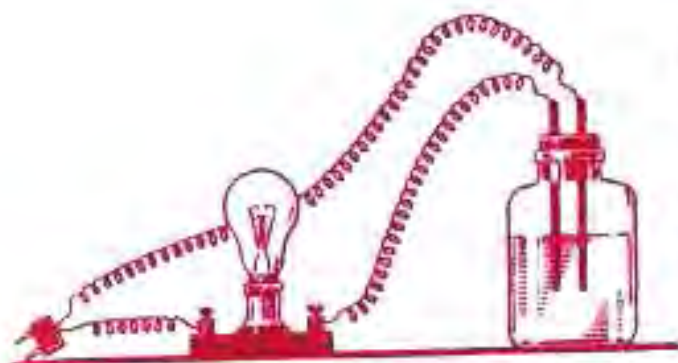
**Гидратҳо ва кристаллогидратҳо.** Дар асоси таҷрибаҳои бисёре исбот карда шудааст, ки дар вақти ҳалшавии моддаҳои гуногун молекулаҳои онҳо (ё ионҳо) бо молекулаҳои моддаи ҳалкунанда пайвастагӣ ҳосил мекунанд. Агар ҳалкунанда об бошад, он гоҳ ин гуна пайвастагӣҳо гидратҳо меноманд. Агар ҳалкунанда дигар модда бошад, он гоҳ маҳсули боҳамтаъсиркунии вай бо моддаи ҳалкардашуда солватҳо ном доранд. Ақидаҳои аввалин оид ба чунин ҳамаиҳо аз тарафи Д. И. Менделеев пешниҳод шудаанд. Масалан, вай дар протсессии омӯзиши бо ҳамтаъсиркунии об бо кислотаи сулфат оид ба ҳосилшавии гидратҳои  $H_2SO_4 \cdot H_2O$ ,  $H_2SO_4 \cdot 2H_2O$  хулоса бароварда буд.

Гидратҳои моддаҳо одатан хеле ноустуворанд ва дар вақти бухоршавии маҳлулҳо вайрон мешаванд. Вале як қатор гидратҳои моддаҳои дар об ҳалкардашуда хеле устувор буда, дар вақти бухоршавии маҳлул ба шакли моддаҳои кристаллин саҳт ба таҳшинӣ мефароянд. Чунин моддаҳоро кристаллогидратҳо номида, оби ба таркиби онҳо дохил бударо оби кристаллизатсионӣ меноманд. Мисоли чунин кристаллогидратҳо инҳо шуда метавонанд:  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  (намаки Глауберӣ ё мирабилит),  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  (гипс),  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  (купороси мис),  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  (эпсомит) ва ғайраҳо. Устувории кристаллогидратҳо нисбат ба гармӣ гуногун мебошад. Баъзеи онҳо, масалан,  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$  худ аз худ, дар шароити муқаррарӣ оби кристаллизатсиониро гум мекунанд («шамол мехӯранд»). Баъзеи дигарашон бошанд, оби кристаллизатсионии худро танҳо дар сурати тафсонидан гум мекунанд, масалан,  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ ,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .

## НАЗАРИЯИ ДИССОТСИЯТИ ЭЛЕКТРОЛИТӢ

Олими швед С. Аррениус (1859–1927) дар асоси мушоҳида ва таҷрибаҳои бисёре ба чунин хулоса омад, ки маҳлулҳои баъзе моддаҳо (спирт, канд) ҳамаиҳои электрикӣ нагузаронида, маҳлулҳои моддаҳои дигар (намакҳо, ишкорҳо, кислотаҳо) ҳамаиҳои электрикӣ мегузаронанд (интиқол мекунанд). Дар ҳамин асос вай назарияи диссоциатсияи электролитиро пешниҳод намуд, ки мувофиқи он дар маҳлулҳои моддаҳои ҳамаиҳои электрикӣ гузаронанда ионҳои мусбатзаряднок – катионҳо (масалан, ионҳои мусбатзарядноки металлҳо ва  $H^+$ ) ва манфизаряднок – анионҳо (масалан, ионҳои боқимондаи кислотагӣ ва  $OH^-$ ) мавҷуданд.

Интиқол намудани ҳамаиҳои электрикӣ аз тарафи маҳлулҳо бо ёрии асбоби дар расми 1 овардашуда санҷидан мумкин. Чи тавре ки мебинем ин асбоб аз зарфе иборат мебошад, ки ба он ду электрод



*Расми 1. Асбоб бирои санҷидани қобилияти электргузаронии об.*

маҳлули қанд маҳлули обии намаки ошро истифода барем, ҳамоно лампача рӯшноӣ медиҳад. Яъне ин исботи он аст, ки маҳлули обии хлориди натрий ҷараёни электрикӣ интиқол мекунад. Чунин ҳосияти интиқол намудани ҷараёни электрикӣ инчунин маҳлулҳои ишқорҳо, намакҳо ва кислотаҳо зоҳир қарданашон мумкин. Ва баръакс, бисёр моддаҳои органикӣ, ба монанди қанд, ҷараёни электрикӣ интиқол намекунад.

Ҳамин тавр, ҳамаи моддаҳои химиявиро дар асоси интиқол намудан ё нанамудани ҷараёни электрикӣ ба ду гурӯҳ тақсим мекунад: электролитҳо ва ғайриэлектролитҳо.

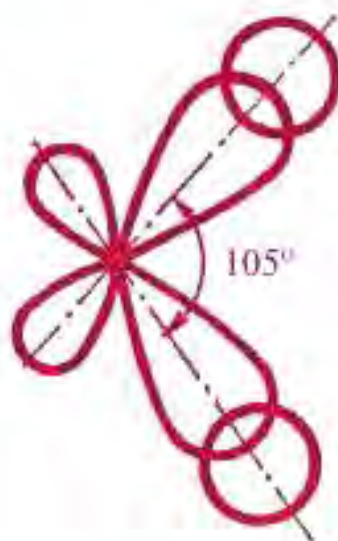
**Электролитҳо** гуфта, чунин гурӯҳи моддаҳои химиявиро меноманд, ки ҳудухта ё маҳлулҳои обии онҳо ҷараёни электрикӣ интиқол мекунад. Ба ин гурӯҳи моддаҳо намакҳо, ишқорҳо ва кислотаҳо мансуб шуда метавонанд.

**Ғайриэлектролитҳо** гуфта, чунин гурӯҳи моддаҳои химиявиро меноманд, ки ҳудухта ё маҳлулҳои обии онҳо ҷараёни электрикӣ интиқол намекунад. Ба ин гурӯҳи моддаҳо бисёр пайвастагиҳои органикӣ (масалан, карбогидридҳо, спиртҳо, ангишторҳо) ва ғайриметаллҳо (масалан, оксиген, нитроген) мансуб буда метавонанд.

Интиқол намудан ё нанамудани ҷараёни электрикӣ аз тарафи ҳудухта ё маҳлулҳои обии ин ва ё он моддаи химиявӣ ба табиати банди химиявӣ дар онҳо амалкунанда алоқаманд аст. Аз мавзӯҳои синфи 8 маълум буд, ки банди химиявӣ дар моддаҳо амалкунанда ковалентӣ (бекутб ва бокутб) ва ионӣ шуданашон мумкин. Банди химиявӣ ковалентӣ асосан дар молекулаҳои, ки аз атомҳои элементҳои ғайриметаллҳо иборатанд вохӯрда, банди химиявӣ ионӣ бошад, бештар дар молекулаҳои моддаҳои аз металлҳо ва ғайриметаллҳо ҳосилшуда вохӯрада. Агар ғайриметаллҳо атомҳои ҳамон як элементи химиявӣ бошанд, он гоҳ банди химиявӣ ковалентии бекутб мешавад (масалан, дар молекулаи  $O_2$ ,  $Cl_2$ ,  $N_2$ ).

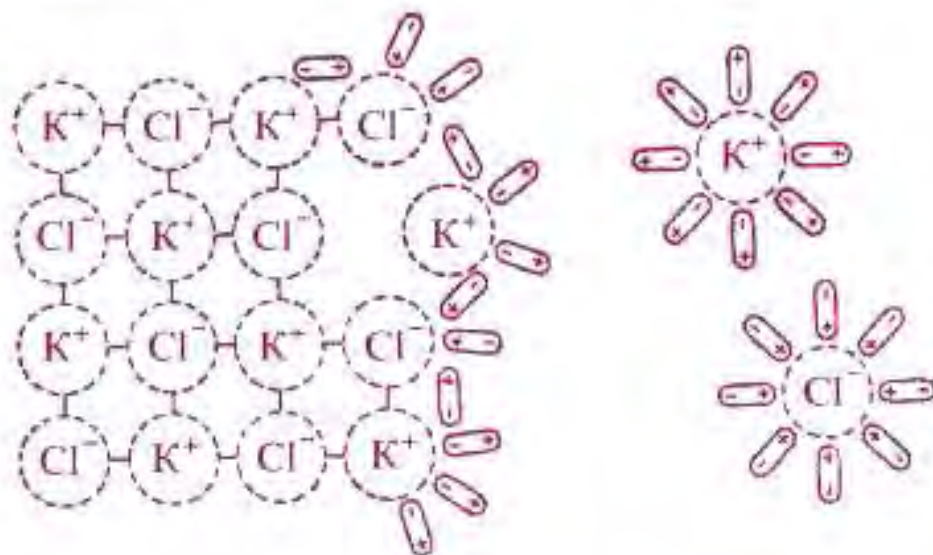
Агар ғайриметаллҳо атомҳои элементҳои гуногун бошанд, он гоҳ банди химиявии молекулаҳои аз онҳо ҳосилшуда боқутб мебошад.

Об яке аз намоянҳои моддаҳои химиявие мебошад, ки дар молекулаи он банди химиявии ковалентии боқутб амал мекунад. Бандҳои химиявии ҳар як атоми гидрогени молекулаи об бо оксигени он байни худ кунҷеро ба амал меоранд, ки вай  $105^\circ$ -ро ташкил медиҳад (расми 2). Сабаби аз  $90^\circ$  зиёд будани ин бузургӣ дар он аст, ки қувваи якдигарро тела додани атомҳои зарядашон якхела амал мекунад.

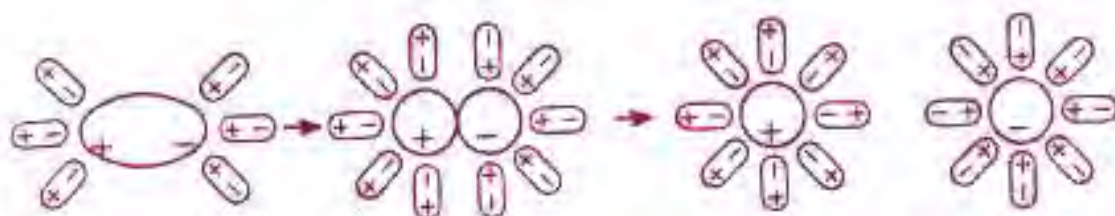


Расми 2. Нақшаи сохти молекулаи об.

Мувофиқи назарияи диссоциатсияи электролитӣ дар вақти дар об ҳал кардани моддаҳои химиявие, ки маҳлулҳояшон хосияти электролитӣ доранд, ҳамаҷониба диссоциатсия (ба ионҳо тақсимшавӣ)-и онҳо ба амал меояд. Дар ин сурат ионҳое, ки дорои заряди мусбат ҳастанд – **катионҳо** ва дорои заряди манфӣ ҳастанд – **анионҳо** ном гирифтаанд. Механизми ба ионҳо диссоциатсия шудани электролитҳо вобаста ба табиати банди химиявии дар онҳо амалкунанда гуногун мебошад. Дар расми 3 нақшаи диссоциатсияи моддаҳои банди химиявии ионӣ дошта (дар мисоли хлориди калий) ва дар расми 4 нақшаи диссоциатсияи моддаҳои банди химиявии ковалентии боқутбдошта (дар мисоли хлориди гидроген) нишон дода шудааст.



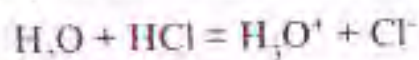
Расми 3. Нақшаи диссоциатсияи хлориди калий дар маҳлули обӣ



Рисни 4. Шақиши диссоциатсияи хлориди гидроген дар маҳлули обииш.

Вақте ки кристаллҳои хлориди калийро ба об дохил мекунем, ҳамонро ионҳои дар сатҳи кристалл буда молекулаҳои боқутби обро ба худ мекашанд. Ба ионҳои калий молекулаҳои об бо қутби манфии худ ва бо ионҳои хлор – бо қутби мусбии худ кашида мешаванд (расми 3). Чунин кашиши ҳиссаҷаҳои гуногунқутба дутарафа мебошад: яъне на танҳо ионҳои калий ва хлор молекулаҳои обро ба худ мекашанд, балки молекулаҳои об ҳам бо қутбҳои гуногуни худ ионҳои калий ва хлорро ба худ мекашанд. Дар баробари ин дар маҳлул қувваҳои таладихии байни молекулаҳои об ва лаппиши ионҳои дар кристалли моддаи ҳалшаванда буда низ ҷой доранд, ки ин ба кашидашавӣ ва ба маҳлул гузаштани ионҳо сабаб мешавад. Ҳамин тавр, ионҳо қабат ба қабат аз кристалл ҷанда шуда, ба маҳлул мегузаранд ва пурра ҳалшавии кристалл амалӣ мешавад.

Диссоциатсияи молекулаҳои банди ковалентии боқутб дошта андаке дигар ҳел сурат мегирад. Молекулаҳои об, ки қутбҳои гуногунаш ба самти молекулаи моддаи ҳалкардашуда майл мекунанд, ин молекуларо аз қутбҳои гуногунаш кашида, ба ионҳои он табдил медиҳад. Дар ин сурат, агар моддаи ҳалкардашуда ягон кислота бошад (масалан, кислотаи хлориди гидроген (расми 4), атомҳои гидрогени он, ё аниқтараш ядрои атоми гидроген (протон) бо молекулаи об сахт пайваст шуда, иони гидроксонийро ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ҳосил мекунанд. Дар мисоли овардашуда реаксияи зерин ҷой доштаниш мумкин:



Чунин ҳодиса дар вақти ҳал кардани ҳама гуна кислотаҳо ҷой доштаниш мумкин. Дар ҳама ҳолат ионҳои ба маҳлул гузаштаи моддаи ҳалкардашуда бо молекулаҳои об пайваст шуда, гидратҳои он ионҳоро ҳосил мекунанд. Яъне дар натиҷаи диссоциатсияи чунин моддаҳо ионҳои озод не, балки пайвастагии онҳо бо молекулаҳои ҳалкунанда ҳосил мешавад. Ба таври умумӣ ин пайвастагиҳоро солватҳо меноманд. Аммо дар муодилаҳои реаксияҳои диссоциатсияшавӣ одатан танҳо формулаи ионҳоро менависанд, на гидрат ё солвати онҳоро. Чунки адади молекулаҳои ҳалкунанда, ки ба ионҳо пайваст ҳастанд, на ҳама вақт аниқ муайян мебошанд ва ин аҳад метавонад вобаста ба консентратсияи маҳлул ва дигар омилҳо тағйир ёбад.

## ДИССОЦИАТСИЯИ КИСЛОТАҲО, АСОСҲО ВА НАМАКҲО

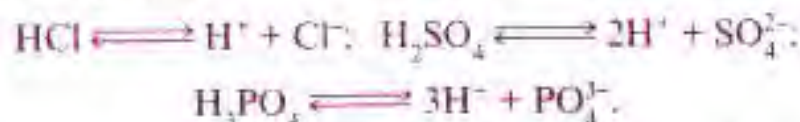
Чи тавре ки дар боло кайд намудем, кислотаҳо, асосҳо ва намакҳо ба гурӯҳи моддаҳои дохил мешаванд, ки маҳлулҳои обӣ ё ғудохтаҳои ҷараёни электроиро интиқол мекунанд, яъне электролитҳо мебошанд ва ҳамчун электролит ба диссоциатсия дучор мешаванд.

Кислотаҳо электролитҳои мебошанд, ки дар маҳлулҳои обӣ диссоциатсия шуда, аз он ҷумла ионҳои гидрогенро ҷудо мекунанд:

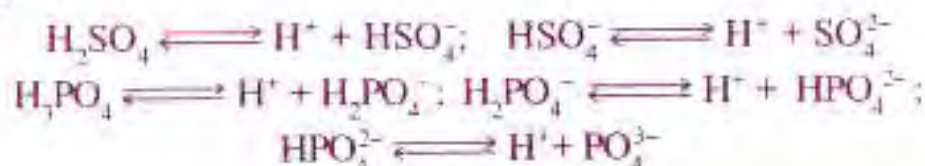


дар ин ҷо R – боқимондаи кислотагӣ ва « $\rightleftharpoons$ » аломати баргардандагӣ мебошанд.

Вобаста ба асоснокӣ кислота як ё зиёдтар аз он ионҳои гидроген ҷудо шуданаш мумкин:



Амалан диссоциатсияи кислотаҳои бисёрасоса ба таври зинагӣ мегузарад, яъне барои кислотаи сульфат ва фосфат чунин шуданаш мумкин:

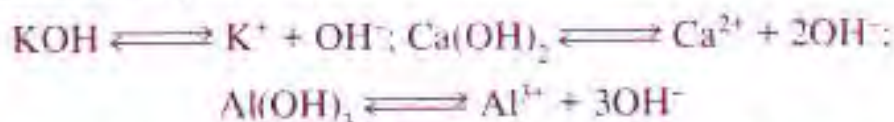


Асосҳо электролитҳои мебошанд, ки дар маҳлулҳои обӣ диссоциатсия шуда, аз он ҷумла ионҳои гидроксилро ( $OH^-$ ) ҷудо мекунанд:

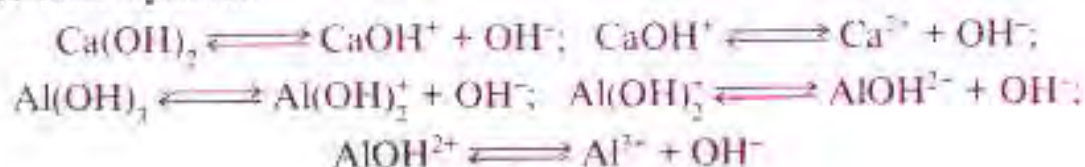


дар ин ҷо R<sup>+</sup> катиони металл мебошад.

Вобаста ба кислотанокӣ асосҳо як ё зиёдтар аз он ионҳои гидроксил ҷудо шуданашон мумкин:



Амалан диссоциатсияи асосҳои бисёркислотагӣ ба таври зинагӣ мегузарад, яъне барои гидроксидҳои калсий ва алюминий чунин шуданаш мумкин:

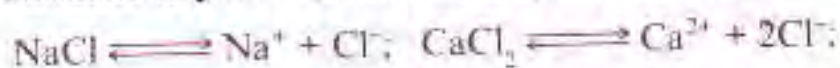


**Намакҳо** ионҳои умумӣ надоранд, бинобар ҳамин онҳо дар маҳлулҳои обияшон диссоциатсия шуда катионҳои аз  $H^+$  фарқкунанда (металлҳо) ва анионҳои аз  $OH^-$  фарқкунандаро (бокимондаи кислотагӣ) ҳосил мекунанд:

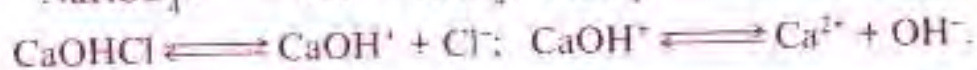
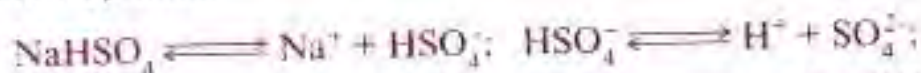


дар ин ҷо  $Me$  – металл ва  $R$  – бокимондаи кислотагӣ.

Вобаста ба валентнокии металл ва бокимондаи кислотагӣ диссоциатсияи намакҳо дар як ё якчанд зина сурат гирифтаниш мумкин:



Дар сурати турш ё асосӣ будани намакҳо дар натиҷаи диссоциатсияи онҳо, мутаносибан, илова бар катионҳои металлу анионҳои бокимондаи кислотагӣ боз катионҳои  $H^+$  ва анионҳои  $OH^-$  ҳосил шуданашон мумкин:



Бояд қайд намуд, ки дар ҳама ҳолатҳои диссоциатсия маҷмӯи (суммаи) ионҳои мусбатзаряднок ба ионҳои манфизаряднок баробар мебошанд.

**Дараҷаи диссоциатсия.** Дар омӯзиши хосияти диссоциатсия шудани электролитҳо дараҷаи (худуди) ин равиш аҳамияти калон дорад. Омӯзиши маҳлулҳои электролитҳо нишон медиҳад, ки дар амал онҳо вобаста ба табиати химиявиашон ё консентратсияшон дар маҳлул ҷараёни электроиро бештар ё камтар интиқол мекунанд. Яъне ин нишон медиҳад, ки дар онҳо миқдори гуногуни ҳиссаҳои заряднок (ионҳо) мавҷуданд. Бинобар ин, дар асоси таҷрибаҳои бисёр С. Аррениус дар омӯзиши қобилияти диссоциатсияшавии электролитҳо мафҳумро оид ба дараҷаи диссоциатсия ҷорӣ намуд ва онро чунин таъриф дод: **дараҷаи диссоциатсия гуфта, нисбат ба адади молекулаҳои ба ионҳо тақсимшудаи электролитро бар адади умумии молекулаҳои ҳалкардашудаи он дар маҳлул меноманд.** Агар (нишондиҳандаи) дараҷаи диссоциатсияро бо  $\alpha$  (алфа) ишорат намоем, он гоҳ чунин (қоидаи овардашударо) навишташ мумкин:

$$\alpha = \frac{\text{адади молекулаҳои диссоциатсияшуда}}{\text{адади умумии молекулаҳои ба маҳлул дохил буда}}$$

Одатан дараҷан диссоциатсияро бо фоиз ифода мекунанд, яъне бузургии  $\alpha$ -ро, ки дар асоси формулаи боло ёфта мешавад, ба 100 зарб мезананд. Ҳамин тавр, бузургии  $\alpha$  аз 0 то 100% тағйир ёфтаниш мумкин аст.

Таҷрибаҳо собит кардаанд, ки дараҷан диссоциатсия ба концентратсияи электролит мутаносиби чаппа мебошад: бо зиёдшавии концентратсия кам шуда, бо камшавии концентратсия зиёд мешавад. Сабаби бо серобшавии маҳлул, яъне камшавии концентратсияи электролит, баланд шудани дараҷан диссоциатсия дар он мебошад, ки дар ин ҳолат ионҳо аз якдигар дур ҷойгир мешаванд ва имконияти бо ҳам вохӯрда, боз молекулаи диссоциатсиянашударо ҳосил карданишон кам аст.

Дар асоси таҷрибаҳои бисёре исбот карда шудааст, ки қобилияти электргузаронии электролитҳои гуногун дар як ҳел шароит гуногун мебошад, яъне бузургии  $\alpha$  барои онҳо ҳар ҳел аст. Аз ин нуқта электролитҳоро ба ду гурӯҳ тақсим мекунанд: *электролитҳои қавӣ ва электролитҳои заиф*.

Чунин қабул карда шудааст, ки агар  $\alpha < 30$  бошад, чунин электролитҳоро қавӣ номида, агар  $\alpha > 30$  бошад, онҳоро заиф меноманд.

Дар ҷадвали № 1 барои муқоиса дараҷан диссоциатсияи электролитҳои гуногун оварда шудааст.

Ҷадвали № 1

Дараҷан диссоциатсияи электролитҳои гуногун дар ҳарорати 18°C ва концентратсияшон ба 1 моль/л баробар буда

Электролитҳо	Дараҷан диссоциатсия ( $\alpha$ ), %
Кислотаи нитрат	тақрибан 100
Кислотаи хлорид	тақрибан 100
Кислотаи сулфат	тақрибан 100
Кислотаи фосфат	тақрибан 20
Кислотаи сулфит	тақрибан 20
Кислотаи фторид	тақрибан 8
Кислотаи атсетат	тақрибан 1,4
Кислотаи сулфид	тақрибан 0,1
Гидроксидаи калий	тақрибан 100
Гидроксидаи натрий	тақрибан 100
Гидроксидаи калсий	тақрибан 100

Дар асоси ҷадвали овардашуда ба осонӣ хулоса баровардан мумкин аст, ки қадоме аз кислота ва асосҳои номбаршуда ба гурӯҳҳои электролитҳои қавӣ ё заиф мансубанд.



Қавӣ ё заиф будани кислотаҳо ба таносуби энергияе, ки барои кандани протон аз молекулаи кислота ва энергияе, ки ҳангоми пайваст шудани протонҳо ба молекулаҳои об сарф мешавад, вобаста аст. Агар энергияи пайваст шудани протон ба молекулаи об нисбат ба энергияи канда шудани протон аз молекулаи кислота зиёдтар бошад, кислота қавӣ ба шумор меравад. Масалан, ба чунин гурӯҳ кислотаҳои нитрат, сульфат ва хлорид мансубанд.

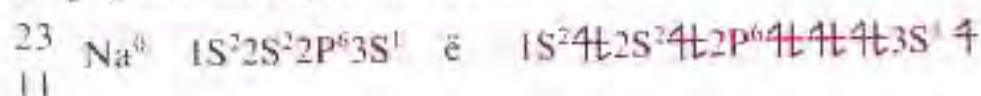
Ба гурӯҳи асосҳои қавӣ, дар асоси нишондиҳандаи дараҷаи диссоциатсия, гидроксидҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ, масалан, гидроксиди калий, натрий ва калсий мансуб буда метавонанд.

Таҷрибаҳо собит кардаанд, ки қулли намакҳо, бар истиснои микдори ҳеле қавӣ онҳо, масалан, хлориди мис (II), хлориди симоб (II) ба гурӯҳи электролитҳои қавӣ мансуб буда метавонанд.

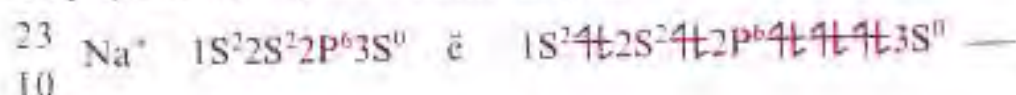
## ХОСИЯТИ ИОНҲО ДАР МАҲЛУЛ

Назарияи диссоциатсияи электролитӣ, ба монанди ҳамаи дигар ақидаҳои нави соҳаи табиатшиносӣ, аз тарафи олимони ва ихтисосмандон якбора пазируфта нашуд. Онҳо бовар надоштанд, ки масалан, намаки ош ( $\text{NaCl}$ ), ки ҳамагӯза ба таом илова менамоем, дар ҳӯрок ба натрий ва хлор таҷзия шуданаш мумкин. Хосиятҳои натрий ва хлор маълум ва мақбул буданд, аз он ҷумла натрий дар вақти ба об таъсир намуданаш гидрогени оро фишурда берун менамуд, хлор бошад, ҳеле захрнок аст. Вале чунин хосиятҳои натрий ва хлор дар маҳлули обии  $\text{NaCl}$  зохир намегардиданд. Вале, чи тавре ки мо медонем, хосиятҳои дар боло қайдшудаи натрий ва хлор ба ҳолати озоди онҳо алоқаманд аст, на ба ионҳои  $\text{Na}^+$  ва  $\text{Cl}^-$ , ки дар маҳлули обии  $\text{NaCl}$  мавҷуд мебошанд. Барои фаҳмиши хосиятҳои натрий хлориди озод ва ионҳои онҳо формулаҳои электронии онҳоро муқоиса кардан зарур мебошад.

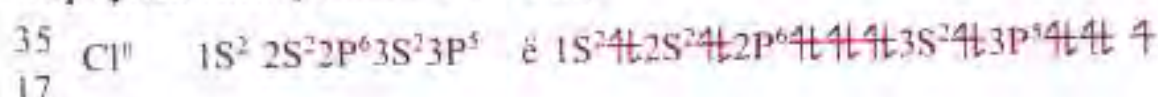
Формулаи электронии атоми натрий:



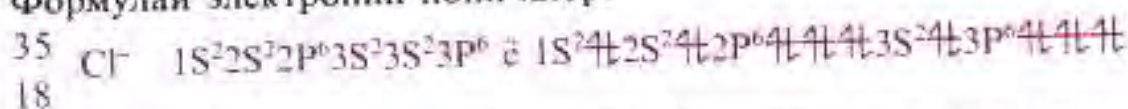
Формулаи электронии иони натрий:



Формулаи электронии атоми хлор:



Формулаи электронии иони хлор:



Хамин тавр, гуфтан мумкин аст, ки фаъолияти химиявии натрий озод ба мавҷудияти ягона электрони валентии он, ки дар  $3\text{S}^1$  орбитал ҷойгир аст, муайян карда мешавад. Масалан, дар вақти ба об таъсир кардани натрий он электрони валентии худро ба иони  $\text{H}^+$ -и об дода, ўро то ба гидрогени озод табдил медиҳад, ки аз об хориҷ мешавад, ҳудаш ба иони  $\text{Na}^+$  табдил ёфта, дар маҳлул мемонад.

Фаъолияти химиявии хлор бошад, ба мавҷудияти як электрони тоқ дар орбитали  $3\text{P}^5$  вобаста аст. Дар вақти қабул кардани як электрон (масалан аз натрий) хлор ба иони  $\text{Cl}^-$  табдил меёбад, ки вай дар маҳлулҳои обӣ ва ғудохтаи хлордор хеле устувор мебошад.

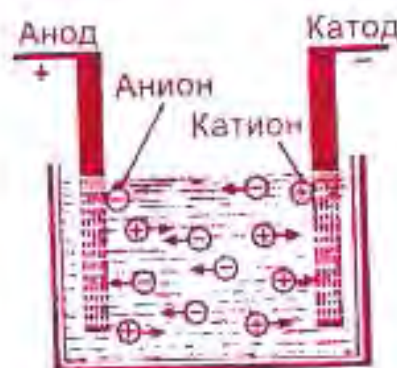
Хамин тавр, гуфтан мумкин аст, ки хосияти атомҳо ва ионҳои ҳамон як элементи химиявӣ, бешубҳа ба ғуногунии сохти электронии онҳо алоқаманд мебошад.

Дар навбати худ ионҳои монанд, ки дар таркиби моддаҳои ғуногуни химиявӣ ҳастанд ба онҳо хосиятҳои монанд ё наздикро медиҳанд. Масалан, хосиятҳои монанди ҳамаи кислотаҳоро ионҳои  $\text{H}^+$ -и дар онҳо мавҷуд буда, ё хосиятҳои монанди асосҳоро ионҳои  $\text{OH}^-$ -и дар онҳо мавҷуд буда муайян мекунанд.

Яке аз хосиятҳои муҳимтарини ионҳо - ранга будани баъзеи онҳо мебошад. Масалан, маълум аст, ки ионҳои гидрататсияшудаи  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  беранг мебошанд. Бинобар ин маҳлулҳои обии намакҳои ин ионҳо низ беранг мебошанд. Дар навбати худ маълум аст, ки намакҳои хушки мис (II) беранг буда, вале маҳлулҳои обии онҳо, ки дар онҳо ионҳои гидрататсияшудаи мис (II) вучуд доранд, ранги лочвардро (осмонӣ) мегиранд. Мисоли дигари ба



Расми 5. Харакати бетартибонаи ионҳо дар ғудохта ва маҳлулҳо.



Расми 6. Харакати ионҳо дар вақти аз ғудохта ё маҳлул гузаронидани ҷарияи электрикӣ доимӣ.

маҳлул ранги муайян додани ионҳо як қатор пайвастагӣҳои хром шуда метавонанд. Масалан, пайвастагӣҳои  $\text{Cr}^{3+}$  дар маҳлулҳои обӣ ранги сабزو доранд, ки ин ба хосияти гидратҳои ҳамин ион алоқаманд аст. Баръакс, маҳлулҳои обии пайвастагӣҳои  $\text{Cr}^{6+}$  масалан, кислотаи хромат  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  ва намакҳои он ранги зардро доранд, ки ин ба хосияти гидратҳои иони  $\text{CrO}_4^{2-}$  алоқаманд аст.

Дигар хосияти муҳими ионҳо – интиқол намудани ҷараёни электрикӣ мебошад. Ионҳо дар ғудохтаи моддаи химиявӣ ё маҳлули он бетартибона ҳаракат мекунанд (расми 5). Дар сурати аз ин ғудохта ё маҳлул гузаронидани ҷараёни электрикӣ доимӣ ионҳои заряди мусбӣ дошта (катионҳо) ба самти катод ва ионҳои заряди манфӣ дошта ба самти анод ҳаракат мекунанд (расми 6).

## МУБОДИЛАИ ИОНҲО ДАР ЭЛЕКТРОЛИТҲО

Электролитҳо дар маҳлулҳои обӣ асосан ба шакли ионҳо (катионҳо ва анионҳо) мавҷуданд. Бинобар ин, реаксияҳои байни электролитҳо ин реаксияи байни ионҳо, яъне муодилаи ионҳо мебошад. Барои аниқ намудани моҳияти ин гуна реаксияҳо зарур аст, ки онҳо ба шакли ионӣ навишта шаванд.

*Қоидаҳои асосии тарзи навишти муодилаҳои ионӣ инҳоянд:*

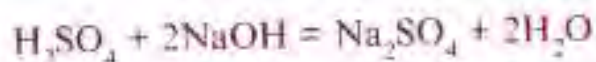
1) *Муодилаи реаксияи байни электролитҳо дар шакли молекулавӣ навишта мешавад;*

2) *Муодилаи реаксия тавре навишта мешавад, ки ҳамаи электролитҳои қавӣ ва хубҳалшаванда бо намуди ионҳо ифода ёбанд;*

3) *Дар тарафи чап ва рост муодилаи ионҳои дар реаксия амалан иштирокнакдаро (ба тағйирот дучор нашударо) аз ҳисоб мебароранд;*

4) *Формулаҳои молекулаҳо ва ионҳои боқимондаро аз нав менависанд. Ин муодилаи ҳосилшуда муодилаи мухтасар (ё кӯтоҳ) номида шуда, моҳияти реаксияи додашударо қислан мефаҳмонад.*

Ғуфтаҳои болоро дар мисоли реаксияи нейтралкунонӣ дида мебароем:



Дар ин ҷо электролитҳои қавӣ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$  ва  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  мебошанд. Бинобар ин, дар зинаи дуюм муодилаи реаксия чунин навишта мешавад:



Чунин тарзи навишти муодилаи реаксияи овардашуда ионӣ-молекулавӣ ном дорад. Чи тавре ки мебинем, дар ин ҷо ионҳои  $\text{Na}^+$  ва  $\text{SO}_4^{2-}$  амалан дар реаксия иштирок намеkunанд (бе тағйир

мемонанд), бинобар ин, онхоро аз муодила мебарорем, он гоҳ вай чунин намудро мегирад:

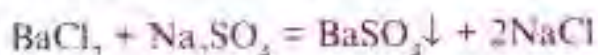


Чунин тарзи навишти муодилаи реаксияи овардашуда – мухтасар (ё кӯтоҳ кардашуда) номида мешавад. Аз муодилаи реаксияи дар охир овардашуда мебинем, ки моҳияти асосии реаксияи нейтралкунонӣ – ин реаксияи боҳамтаъсиркунии ионҳои  $\text{H}^+$  ва  $\text{OH}^-$  бо ҳосилшавии моддаи камдиссотсиатсияшаванда – об мебошад.

Моҳияти ҳама гуна реаксияҳои нейтрализатсия (байни кислота ва асос) чунин мебошад ва ҳама вақт, дар ин ҳолат, миқдори якхелаи энергия (тақрибан 57 кҶ/мол) хориҷ мешавад.

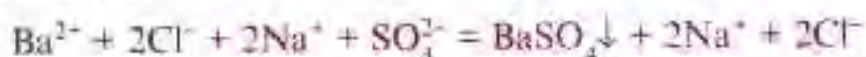
Умуман реаксияҳои байни электролитҳо дар ҳолате амалӣ мешаванд, ки агар яке аз маҳсулотҳои реаксия аз муҳити реаксионӣ дур карда шавад. Маҳсулоти реаксия аз муҳити реаксионӣ дар ҳолате дур карда мешавад, ки агар вай ба шакли моддаи камдиссотсиатсияшаванда (дар мисоли реаксияи нейтрализатсия чунин модда об мебошад) таҳшинии бадҳалшаванда ё моддаи газшакл ҳосил шавад.

Ба сифати мисоли реаксияе, ки дар натиҷаи амалӣ шудани он таҳшинии бадҳалшаванда ҳосил мешавад, инро овардан мумкин:

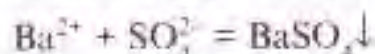


Яъне агар мо ба маҳлули намаки хлориди барий каме маҳлули сульфати натрий илова намоем, ҳамонро пайдошавии таҳшинии сафедро мушоҳида менамоем.

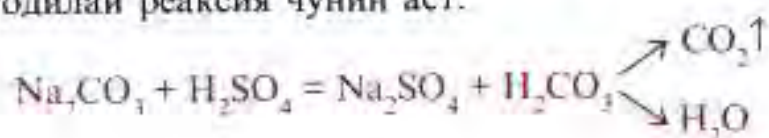
Муодилаи пурраи ионӣ-молекулавии реаксияи овардашуда чунин аст:



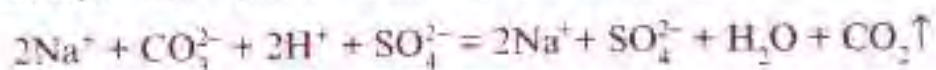
Чӣ тавре ки мебинем, ионҳои  $\text{Cl}^-$  ва  $\text{Na}^+$  амалан дар реаксия иштирок надоранд (тағйир намеёбанд). Баъд аз ихтисор намудани онҳо шакли кӯтоҳ (мухтасар)-и муодилаи реаксия чунин мешавад:



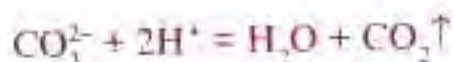
Ҳангоми ба маҳлули кислотаи карбонат, масалан, карбонати натрий, илова намудани маҳлули ягон кислотаи кавӣ, чунончӣ, кислотаи сульфат, дар натиҷаи реаксияи мубодилаи ионҳо бояд намаки сульфати натрий ва кислотаи карбонат ҳосил шавад. Вале кислотаи карбонат моддаи ноустувор аст, бинобар ин, ҳамонро ба об ва оксиди карбон (IV), яъне гази карбонат таҷзия мешавад. Шакли молекулавии муодилаи реаксия чунин аст:



Аз рӯи хосиятҳои моддаҳои дар реаксия иштирок дошта шакли ионӣ-молекулавии муодилаи он чунин мешавад.



Чи тавре ки мебинем, дар реаксия ионҳои  $\text{Na}^+$  ва  $\text{SO}_4^{2-}$  ба тағйирот дучор намешаванд. Бинобар ин, баъд аз ихтисор намудани онҳо шакли мухтасари муодилаи реаксияи овардашуда чунин шуданаш мумкин аст:



## РЕАКСИЯҲОИ БАРГАРДАНДА ВА БАРНАГАРДАНДА, МУВОЗИНАТИ ХИМИЯВӢ

Реаксияҳои химиявӣ баргарданда ва барнагарданда мешаванд. Реаксияҳои химиявии баргарданда амалан ба охир намерасанд, чунки ягон маҳсулоти реаксия аз муҳити реаксионӣ дур карда намешавад. Масалан, дар вақти омехтани намаки хлориди натрий ва кислотаи сульфати сероб чунин реаксия сурат мегирад:



Дар ин муодила ба ҷои аломати «=» истифода бурдани аломати « $\rightleftharpoons$ » чунин маъно доранд, ки реаксияи мазкур баргарданда аст ва то ба охир намеравад, чунки ҳам моддаҳои барои реаксия гирифташуда ва ҳам моддаҳои дар натиҷаи реаксия ҳосилшуда электролитҳои қавианд ва аз ҳамин сабаб дар муҳити реаксионӣ ба шакли ионҳои дахлдор таҷзия шудаанд:



Реаксияҳои химиявие, ки дар шароитҳои муайян танҳо ба як самт сурат мегиранд, реаксияҳои барнагарданда ном доранд. Одатан дар вақти ифодаи муодилаи реаксияҳои барнагарданда байни моддаҳои барои реаксия гирифташуда ва маҳсулоти реаксия аломати « $\rightarrow$ » (тирча) ё «=» (баробарӣ) мегузоранд. Вале бояд қайд кард, ки реаксияҳои мутлақ барнагарданда мавҷуд нестанд. Чи тавре ки моддаҳои мутлақ ҳалинашаванда ё мутлақ диссоциатсиянашаванда вучуд надоранд.

Бинобар ҳамин, одатан дар ин ҳолат мафҳуми мувозинати химиявӣ ва константаи мувозинати химиявиро истифода мебаранд. Дар ҳолати тағйир ёфтани консентратсияи яке аз моддаҳои дар реаксия иштирок дошта консентратсияи ҳамаи моддаҳои дигари реаксия низ то андозае тағйир меёбад, вале константаи мувозинат бе тағйир мемонад. Гуфтаҳои болоро дар асоси реаксияи зерин дида мебароем.



Муодилаи овардашуда нишон медиҳад, ки дар низоми химиявии аз тахшинии сулфати барий ва маҳлули бо он сери ионҳои  $\text{Ba}^{2+}$  ва  $\text{SO}_4^{2-}$  дошта хусусияти мувозинати химиявӣ амал дорад. Яъне дар шароити додашуда дар низоми якбора ду чараён-ҳосилшавии тахшинӣ якҷоя бо таҷзияи он ҷой дошта, дар ягон воҳиди вақт суръати ин чараёнҳо донмӣ аст, бинобар система дар ҳолати мувозинат аст. Зиёдшавии концентратсияи яке аз моддаҳои дар реаксия иштироккунанда сабаби лағжиш (вайроншавӣ)-и мувозинат мегардад, яъне мувофиқи қонуни таъсири массаҳо суръати яке аз реаксияҳоро (ҳосилшавии тахшинӣ ё ҳалшавӣ ва диссоциатсияшавии онро) метезонад.

Ба лағжиши мувозинати химиявӣ, ғайр аз омилҳои концентратсияи моддаҳои баҳамтаъсиркунанда, дигар омилҳо низ сабаб мешаванд.

Муҳимтарини ин омилҳо, ғайр аз концентратсия, инчунин ҳарорат, фишор ва катализатор буданашон мумкин аст. Дар ҳама ҳолатҳо таъсири омилҳои беруна мувозинатро ба самте мелағжонад, ки дар натиҷа таъсири ин омил паст (кам) мешавад.

Дар амалия лағжиши мувозинати химиявиро, ки аз таъсири концентратсия, фишор ё ҳарорат ба амал меояд, васеъ истифода мебаранд. Махсусан, реаксияи ивази иониҳо барои ҷудо намудани моддаҳо аз ягдигар, тоза намудани онҳо аз омехтаҳои гуногун истифода мебаранд. Масалан, агар ба системае, ки дар он тахшини хлориди нукра ( $\text{AgCl}$ ) бо маҳлули сераш дар ҳолати мувозинати ионӣ аст, маҳлули обии аммиак ( $\text{NH}_3\text{OH}$ ) илова намоем, байни тахшини  $\text{AgCl}$  ва маҳлули обии аммиак реаксияи химиявӣ ба амал меояд, ки муодилаи онро чунин ифода кардан мумкин аст:



Дар ин ҷо ҳалшавии  $\text{AgCl}$  ҷой дошта, вай ба шакли иони камдиссоциатсияшавандаи  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  ба маҳлул мегузарад, ки аз он нукраро бо ёрии электролиз ҷудо карда мегиранд.

Реаксияҳои мубодилаи иониҳо инчунин дар тайёр намудани *ионитҳо* - зифтҳои ионивазкунанда низ истифода мебаранд, ки онҳо қобилияти баланди адсорбсионӣ дошта, барои аз омехтаҳо ҷудо намудани моддаҳои алоҳида ба кор бурда мешаванд.

Ионитҳо аз рӯи татбиқи худ ба *анионитҳо* ва *катионитҳо* ҷудо мешаванд. Анионитҳо дар реаксияҳо барои ивази анионҳо ва катионитҳо барои ивази катионҳо истифода бурда мешаванд. Ионитҳо аз моддаҳои органикӣ ва ғайриорганикӣ ташкил ёфтанишон мумкин. Ионитҳо барои паст намудани дуруштии об ва бенамак кардани он, дар саноати хӯрокворӣ барои тоза кардани шарбати қанд, май, шир истифода бурда мешаванд.

Аз ионитҳои табиӣ алюмосиликатҳои табииро кайд кардан зарур аст, ки онҳо бо номи сеолитҳо маълум мебошанд ва формулаи умумии  $M_x E_y O_z$ -ро доранд (дар ин ҷо:  $M$  –  $Ca$ ,  $Na$  ва дигар металлҳои ишқорӣ ё ишқорзаминӣ;  $E$  –  $Al$ ,  $Si$  дар таносубҳои муайян). Сеолитҳоро инчунин «галберҳои молекулавӣ» ҳам меноманд, ки онҳоро ба таври суњӣ аз  $Na_2SiO_3$ ,  $NaAlO_2$  ва  $NaOH$  ҳосил мекунанд. Онҳоро бештар барои ҷудо кардани  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$  аз омехтаи газҳои дигар истифода мебаранд.

## **ХОСИЯТИ КИСЛОТАҲО, АСОСҲО ВА НАМАКҲО ДАР АСОСИ НАЗАРИЯИ ДИССОТСИАТСИЯИ ЭЛЕКТРОЛИТӢ**

Аз натиҷаи таҷрибаҳои бисёр ба мо чунин хосиятҳои умумии кислотаҳо маълум мебошанд:

– қобилияти ба асосҳо таъсир намуда, ҳосил кардани намак ва об;  
– қобилияти бо баъзе металлҳо таъсир намуда, хориҷ кардани гидроген;

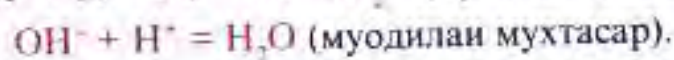
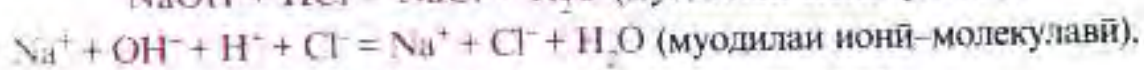
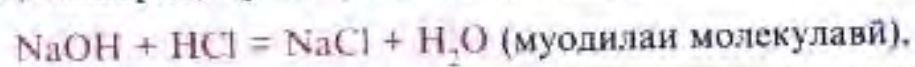
– қобилияти дигар кардани ранги индикатор 4 (масалан, сурх шудани ранги лакмус);

– тамби турш доштан.

Мувофиқи назарияи диссоциатсияи электролитӣ ҳамаи хосиятҳои умумии кислотаҳо ба ҳосил кардани иони гидроген дар вақти диссоциатсияи кислотаҳо алоқаманд аст. Бинобар ин, мувофиқи назарияи диссоциатсияи электролитӣ кислотаҳо гуфта, электролитҳоеро меноманд, ки дар маҳлулҳо бо ҳосилшавии ионҳои гидроген ( $H^+$ ) диссоциатсия мешаванд.

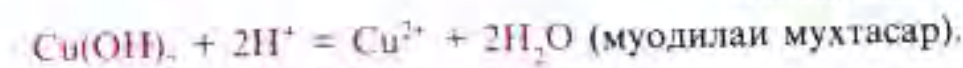
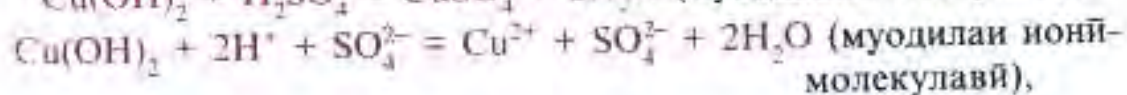
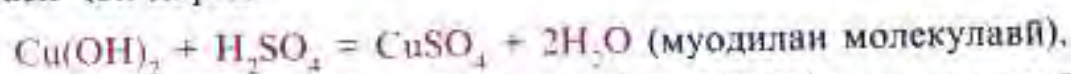
Паҳлӯҳои алоҳидаи боҳамтаъсиркунии кислотаҳо ва асосҳо, вобаста ба табиати намояндаҳои алоҳидаи онҳо дида мебароем.

Дар вақти боҳамтаъсиркунии кислотаҳои кавӣю асосҳои кавӣ (масалан, ишқорҳо) чунин реаксия ҷой дорад:



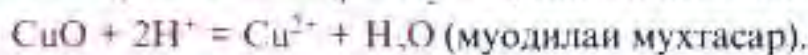
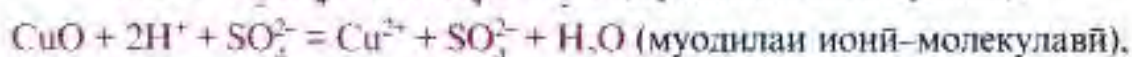
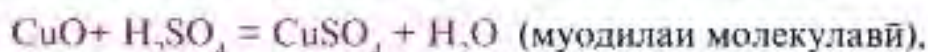
Яъне, асоси боҳамтаъсиркунии кислотаи кавӣю асоси кавӣ – ин боҳамтаъсиркунии ионҳои  $H^+$  ва  $OH^-$  ва ҳосилшавии об мебошад.

Дар вақти боҳамтаъсиркунии кислотаи кавӣю асоси заиф чунин ҷараён ҷой дорад:

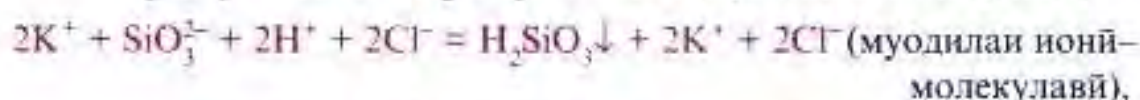
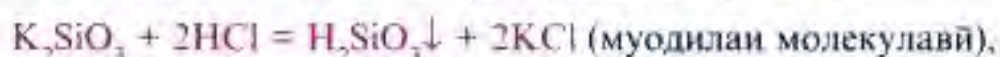
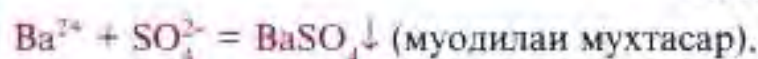
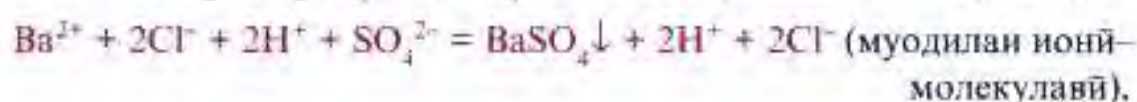
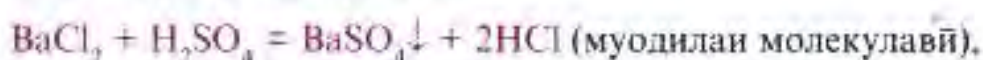


Яъне асоси боҳамтаъсиркунии асоси заиф ва кислотаи қавӣ – ин боҳамтаъсиркунии ионҳои  $H^+$  бо асоси заиф (масалан, дар шакли таҳшинӣ) мебошад, ки дар натиҷаи ин ҳам яке аз маҳсулотҳо об аст.

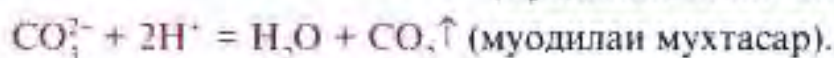
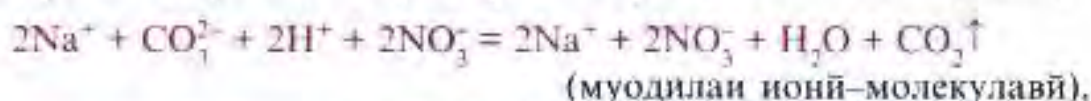
Кислотаҳои қавӣ на танҳо ба асосҳои қавӣ заиф, балки ба оксидҳои асосӣ низ таъсир намуда, намак ва обро ҳосил мекунанд:



Кислотаҳои қавӣ метавонанд бо намакҳои дахлдор ба реаксияи муовиза дохил шуда, дар натиҷа мутаносибан намакҳо ва кислотаҳои бадхалшавандаро ҳосил кунанд:



Маҳсулоти баҳамтаъсиркунии кислотаи қавӣ ва намаки кислотаи заиф моддаи газшакл ҳам буданаш мумкин аст:



Маҳлулҳои обии асосҳо дорои чунин хосиятҳои умумианд:

– қобилияти ба кислотаҳо таъсир намуда, ҳосил кардани намак ва об;

– қобилияти дигар кардани ранги индикатор (масалан, ранги лакмусро қабуд мекунанд);

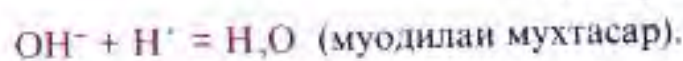
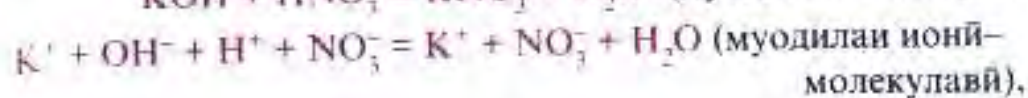
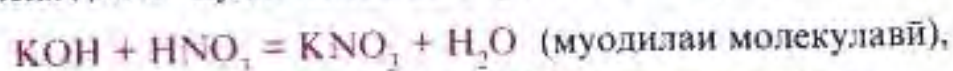
– ҳангоми ламс кардан хосияти «собуиро» доштан.

Аз нуктаи назари диссоциатсияи электролитӣ ҳамаи ин хосиятҳои умумии асосҳо ба мавҷудияти гурӯҳҳои гидроксил ( $OH^-$ ) алоқаманд мебошад. Бинобар ин, асосҳо гуфта, электролитҳоеро меноманд, ки дар маҳлулҳо бо ҷудошавии ионҳои  $OH^-$  диссоциатсия мешаванд.

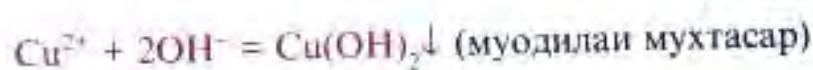
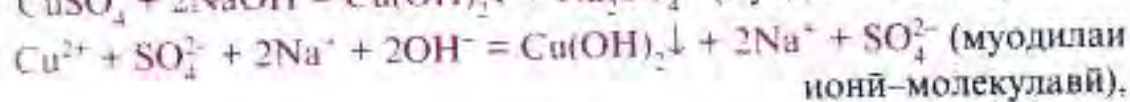
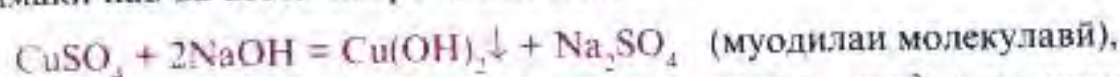
Паҳлӯҳои алоҳидаи хосиятҳои химиявии асосҳоро дида мебароем.



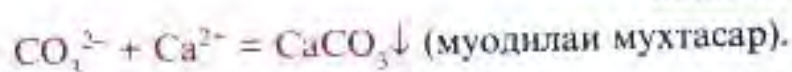
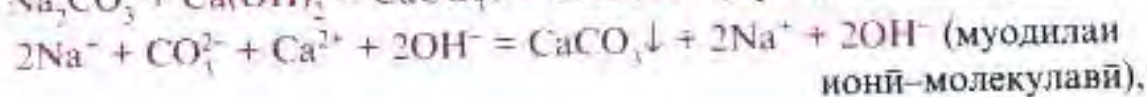
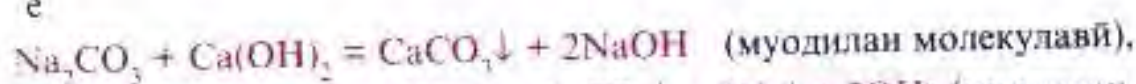
Ҳамаи асосҳо (ҳалшаванда ва ҳалнашаванда) ва кислотаҳои қавӣ ба реаксия дохил шуда, намак ва обро ҳосил мекунанд:



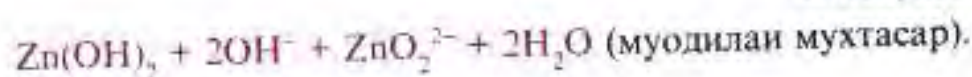
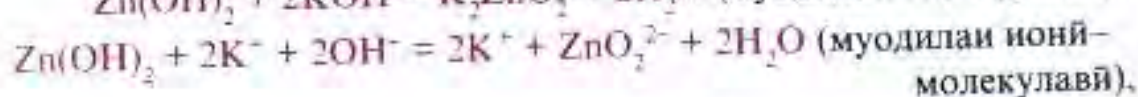
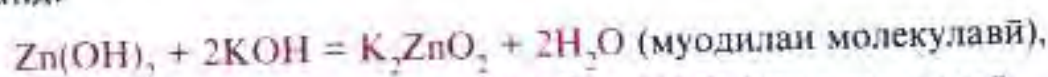
Асосҳои дар об ҳалшаванда (ишқорҳо) бо намакҳо ба реаксия рафта, намаки нав ва асоси навро ҳосил мекунанд:



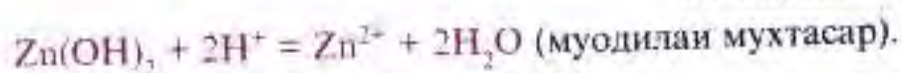
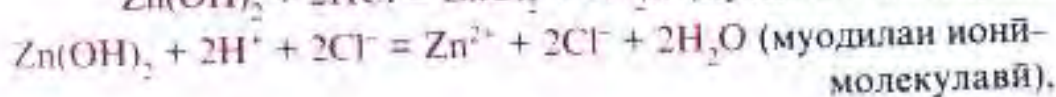
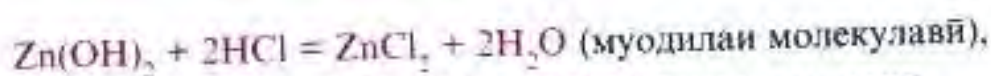
ё



Асос (гидроксид)-ҳои амфотерӣ метавонанд ҳам бо кислотаи қавӣ ва ҳам бо асоси қавӣ (ишқор) ба реаксия рафта, намак ва об ҳосил кунанд:

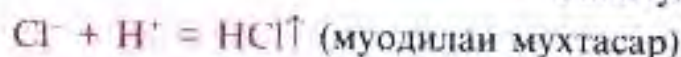
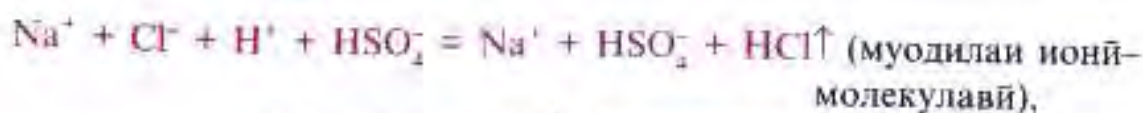
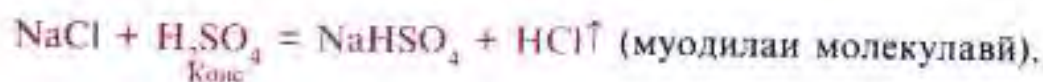


ё

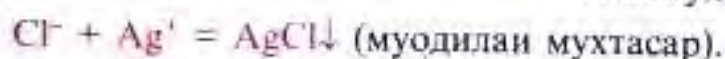
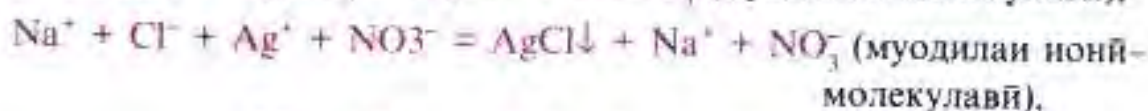
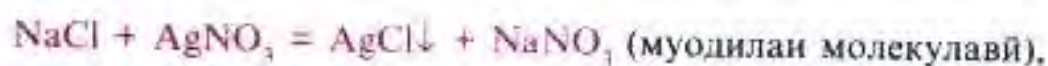


Намакҳо мувофиқи назарияи диссоциатсияи электролитӣ электролитҳое мебошанд, ки дар ғудохта ва маҳлулҳои обшоян ба ионҳои металл (катионҳо) ва ионҳои боқимондаи кислотагӣ (анионҳо) диссоциатсия шудаанд.

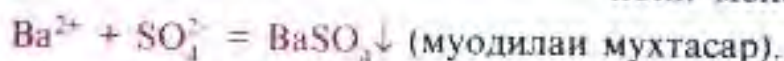
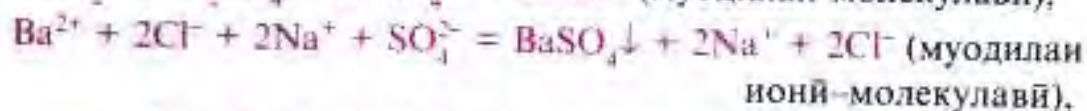
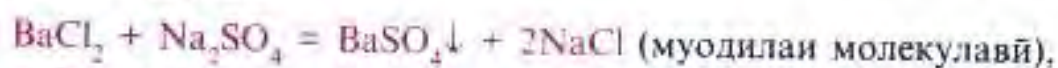
Намакҳо дар маҳлули обӣ ба кислотаҳои қавӣ таъсир намуда, намаки нав ва кислотаи нав ҳосил мекунанд:



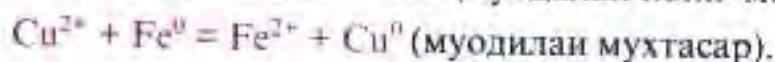
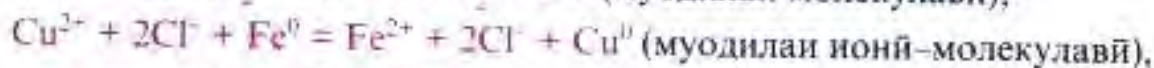
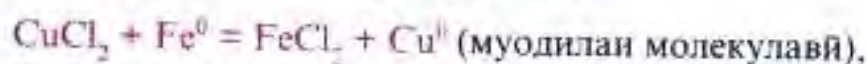
ё худ:



Намакҳо дар маҳлулҳои обӣ байни ҳам таъсир карда, намакҳои нав ҳосил мекунанд:



Дар маҳлули обии намакҳо метали дар таркиби онҳо мавҷудбуда метавонад бо метали фаъолтар иваз шавад:

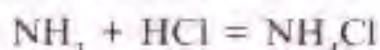


Ҳамин тавр, мувофиқи назарияи диссоциатсияи электролитӣ хосияти умумии кислотаҳо ба мавҷудияти ионҳои  $\text{H}^+$  ва хосияти умумии асосҳо – ба мавҷудияти ионҳои  $\text{OH}^-$  дар маҳлул алоқаманд мебошад. Намакҳо, мувофиқи назарияи диссоциатсияи электролитӣ, хосияти умумӣ надоранд. Вале чунин баҳодиҳии моддаҳоро умумият додан мумкин нест.

## НАЗАРИЯИ ПРОТОЛИТИИ (ПРОТОНИИ) КИСЛОТАҲО ВА АСОСҲО

Чунин реаксияҳои химиявие мавҷуданд, ки агарчанде бо иштироки кислотаҳо ва асосҳо амалӣ шаванд ҳам, онҳоро дар асоси назарияи диссоциатсияи электролитӣ фаҳмондан мушкил мебошад. Масалан, кислотаҳо ва асосҳо метавонанд ба ҳамдигар дар ҳолати диссоциатсиянашуда таъсир кунанд. Аз он ҷумла, хлориди гидрогени беоб, ки танҳо аз молекулаҳои  $\text{HCl}$  иборат аст, метавонад бе душворӣ

ба ишқорҳои беоб таъсир кунад. Ё худ моддаҳои ҳастанд, ки агарчанде дар таркибашон гурӯҳи гидроксил надошта бошанд ҳам, ҳосияти асосҳо дар онҳо зоҳир мешавад. Масалан, аммиак ба кислотаҳо таъсир намуда, намакҳоро ҳосил мекунад (намакҳои аммоний), агарчанде дар таркиби вай гурӯҳи  $\text{OH}^-$  нест:

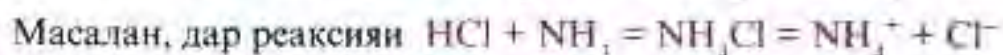
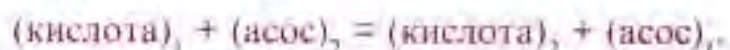


Омӯзиши ҳаматарафаи чунин реаксияҳо ва реаксияҳои, ки дар маҳдудҳои ғайриобӣ амалӣ мешаванд, ба пайдоиши назарияи нисбатан умумӣ (универсали)-и кислотаҳо ва асосҳо сабаб шуд, ки вай бо номи *назарияи протолитӣ* (ё протонӣ)-и кислотаҳо ва асосҳо, ки соли 1923 аз тарафи олим Бренстед пешниҳод шудааст, маълум мебошад.

Мувофиқи ин назария кислота донори протон буда, метавонад ионҳои  $\text{H}^+$ -ро (протонҳоро) аз худ диҳад, асос бошад, акseptори протон аст ва метавонад ионҳои  $\text{H}^+$ -ро ба худ қабул кунад. Ин чараёнро ба таври умумӣ чунин ифода намудан мумкин аст:



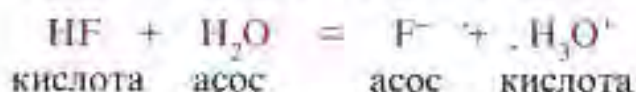
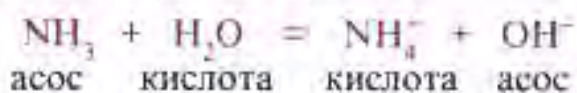
Дар асоси назарияи протолитӣ реаксияи байни кислота ва асосро чунин ифода кардан мумкин аст:



$\text{HCl}$  – кислота;  $\text{NH}_3$  – асос;  $\text{NH}_4^+$  – кислота ва  $\text{Cl}^-$  – асос мебошанд.

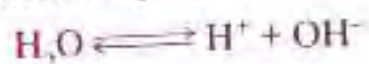
Мавқеи муҳимтарини назарияи протолитии кислотаҳо ва асосҳо дар он мебошад, ки мувофиқи ин назария ҳамон як моддаи химиявӣ, вобаста ба шароити реаксияи химиявӣ, метавонад ҳам нақши кислота ва ҳам нақши асосро бозад. Яъне ин назария имконият медиҳад, ки ҳосияти моддаҳои химиявиро аз мавқеҳои гуногун таҳлил намуда, ба онҳо баҳои дахлдор диҳем.

Дар назарияи протолитии кислотаҳо ва асосҳо мавқеи асосиро энергияи пайванди протон бо моддаи ишғол мекунад. Масалан, дар қатори моддаҳои  $\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O} - \text{HF}$  энергияи протон дар  $\text{NH}_3$  калонтарин буда, дар  $\text{HF}$  камтарин аст. Дар молекулаи  $\text{H}_2\text{O}$  бошад, бузургии энергияи протон бо модда дар ин қатор мавқеи мобайнро ишғол мекунад. Бинобар ин, об дар реаксияаш бо аммиак нақши кислотаро бозада, дар реаксияаш бо гидрогенфторид нақши асосро мебозад. Яъне:



## ДИССОТСИАТСИЯИ ОБ ВА НИШОНДИХАНДАИ ГИДРОГЕНИ

Оби ҳолис электролити нихоят заиф мебошад. Вале таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки вай кам ҳам бошад, ҷараёни электроиро мегузаронад. Чунки дар ҳолати моеъгӣ бо дараҷаи хеле паст бо ионҳои зерин диссоциатсия шудааст:



Дар асоси бузургии электрогузаронии оби ҳолис консентратсияи ионҳои  $\text{H}^+$  ва  $\text{OH}^-$ -и обро ҳисоб кардан мумкин. Дар ҳарорати  $25^\circ\text{C}$  ин бузургии ба  $10^{-7}$  мол/л баробар мебошад.

Дар асоси муодилаи диссоциатсияи об константаи онро чунин ифода кардан мумкин аст:

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

Ин муодиларо ин тавр низ навиштан мумкин аст:

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

Азбаски дараҷаи диссоциатсияи об хеле кам аст, бинобар консентратсияи молекулаҳои диссоциатсиянашудаи он амалан ба консентратсияи умумии молекулаҳои об баробар, яъне 55,55 мол/л мебошад. Ин бузургии дар натиҷаи тақсими миқдори граммҳои об дар 1 л-и он, яъне 1000 г ба массаи молики он баробар мешавад:

$$1000 : 18,02 = 55,55 \text{ мол/л}$$

Бинобар ин, дар муодилаи охирин ифодаи  $[\text{H}_2\text{O}]$   $K$ -ро ба ифодаи  $K_{\text{H}_2\text{O}}$  иваз намуда, чунин муодиларо ҳосил мекунем:

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

Муодилаи ҳосилшуда нишон медиҳад, ки барои оби ҳолис ва дигар маҳлулҳои сероб, дар сурати доимӣ будани ҳарорат, ҳосили зарби консентратсияи ионҳои  $\text{H}^+$  ва  $\text{OH}^-$  бузургии доимӣ мебошад ва бо номи **ҳосили зарби иони** об маълум аст. Бузургии ҳосили зарби ионии обро бо осонӣ ёфтан мумкин, агар дар муодила кимати консентратсияи ионҳои  $\text{H}^+$  ва  $\text{OH}^-$ -ро гузорем. Барои оби ҳолис дар ҳарорати  $25^\circ\text{C}$   $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7}$  мол/л мебошад. Аз ин ҷо барои ҳарорати додашуда меёбем:

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14}$$

Махлулҳое, ки дар онҳо консентратсияи ионҳои  $H^+$  ва  $OH^-$  якхелаанд, махлулҳои нейтрал ном доранд. Масалан, чи тавре ки дар боло дидем, консентратсияи ионҳои  $H^+$  ва  $OH^-$  дар оби тозаи харораташ  $25^\circ C$  буда ба  $10^{-7}$  мол/л баробар аст. Яъне чунин об нейтрал аст (муҳити нейтрал дорад). Дар махлулҳои турш консентратсияи ионҳои  $H^+$  ва дар махлулҳои ишқорӣ бошад, консентратсияи ионҳои  $OH^-$  бештар мебошанд. Яъне инро чунин ифода кардан мумкин аст:

Махлули нейтрал	$[H^+] = 10^{-7}$ мол/л
Махлули турш	$[H^+] > 10^{-7}$ мол/л
Махлули ишқорӣ	$[H^+] < 10^{-7}$ мол/л

Вале дар ҳама ҳолат ҳосили зарби консентратсияи ионҳои  $H^+$  ва  $OH^-$  доимӣ ( $10^{-14}$  мол/л) мебошад.

Одатан кислотанокӣ ва ишқорнокӣ махлулҳоро бо шакли мувофиқгари дигар – бо воситаи нишондиҳандаи гидрогенӣ (рН) ифода мекунанд.

Нишондиҳандаи гидрогенӣ – ин логарифми манфии консентратсияи ионҳои гидроген мебошад. яъне:

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

Масалан, агар  $[H^+] = 10^{-5}$  бошад, он гоҳ  $pH = 5$  мешавад, ё худ агар  $[H^+] = 10^{-9}$  бошад, он гоҳ  $pH = 9$  мешавад ва ғайраҳо. Умуман алоқамандии консентратсияи ионҳои  $[H^+]$  нишондиҳандаи гидрогенӣ ва муҳити реаксияи махлулро чунин нишон додан мумкин аст:

$[H^+]: 10^{-1},$	$10^{-2}, \dots, 10^{-5}, 10^{-6},$	$10^{-7},$	$10^{-8},$	$10^{-9}, \dots, 10^{-13}, 10^{-14}$
pH:	1, 2, \dots, 5, 6,	7,	8, 9, \dots, 13, 14	
муҳит:	кислотагӣ	нейтрал	ишқорӣ	

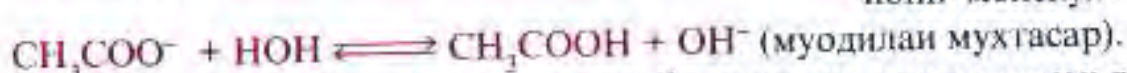
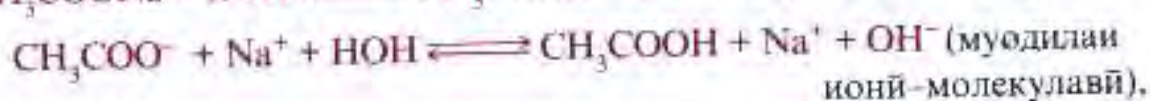
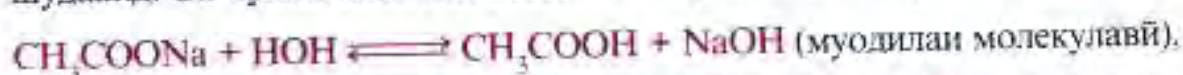
Барои аниқ чен кардани бузургии рН методҳои гуногун мавҷуданд. Тақрибан бошад *рН-и муҳитро бо ёрии моддаҳои махсус, ки индикаторҳо ном доранд, чен мекунанд.* Истифодабарии индикаторҳо барои муайян намудани рН-и муҳит ба он алоқаманд аст, ки вобаста ба бузургии рН ранги индикаторҳо тағйир ёфтанишон мумкин аст. Масалан, тағйирёбии ранги индикатори лакмус: дар муҳити кислотагӣ вай ранги сурхро гирифта, дар муҳити ишқорӣ бошад, рангаш кабуд аст. Аз индикаторҳои пахишудатарин, ғайр аз лакмус, фенолфталеин, норинҷии метилӣ, сурхи метилӣ ба шумор мераванд.

### ГИДРОЛИЗ

Гидролиз гуфта, боҳамтаъсиркунии моддаҳоро бо об меноманд, ки дар натиҷа қисмҳои таркибии об бо қисмҳои таркибии моддан

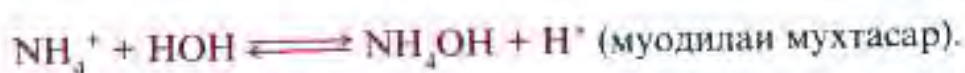
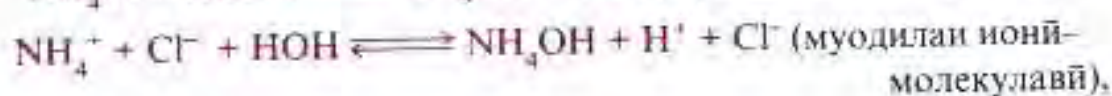
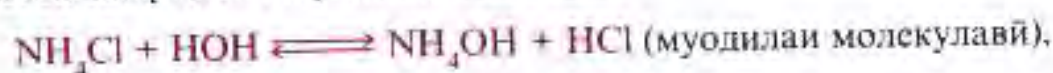
**гидролизшаванда пайваст мешаванд** (айнан бошад, гидролиз ҳамчун «вайронкунӣ бо ёрии об» тарҷума мешавад).

Одатан ба гидролиз моддаҳои гуногуни химиявӣ дучор шуданишон мумкин, вале бештар намакҳои дучор мешаванд, ки аз кислотаҳои қавию асосҳои заиф ё асосҳои қавию кислотаҳои заиф ҳосил шудаанд. Намакҳои, ки аз кислотаҳои қавию асосҳои қавӣ ҳосил шудаанд, ба гидролиз дучор намешаванд, чунки дар ин ҳолат муҳити реаксионӣ (рН) бе тағйир, яъне нейтрал мемонад. Ҳол он ки яке аз нишонаҳои ҷой доштани гидролиз – ин тағйир ёфтани рН-и муҳити реаксионӣ мебошад. Гидролизи намакҳои дида мебароем, ки аз кислотаи заиф ва асоси қавӣ ҳосил шудаанд. Ба чунин намакҳо атсетаги натрий мисол шуда метавонад.



Чӣ тавре ки мебинем, дар ин ҳолат ба гидролиз аниони намак дучор шуда, ионҳои  $\text{OH}^-$  озод мешаванд, яъне миқдорашон бисёр мешавад. Вале азбаски ҳосили зарби иони об  $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$  бузургии доимист, бинобар бо ҷамъшавии ионҳои  $\text{OH}^-$  дар маҳлул ионҳои  $\text{H}^+$  кам мешаванд. Ҳамин тавр, дар натиҷаи гидролизи намаки аз кислотаи заиф ва асоси қавӣ ҳосилшуда, муҳити маҳлули ҳосилшуда ишқорӣ мешавад.

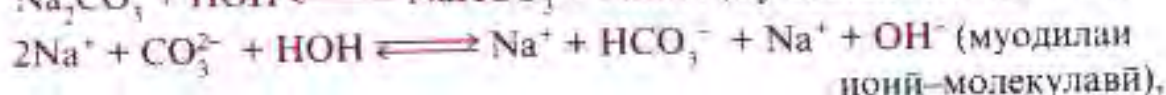
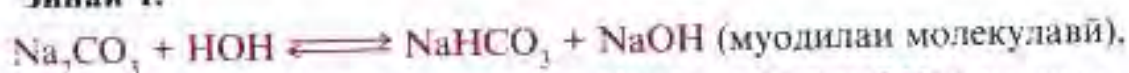
Акнун гидролизи намакҳои дида мебароем, ки аз кислотаи қавӣ ва асоси заиф ҳосил шудаанд. Масалан:

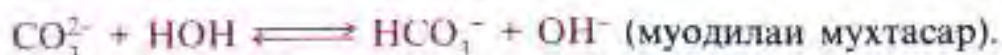


Чӣ тавре ки мебинем, дар натиҷаи гидролизи чунин намакҳо дар муҳити реаксионӣ (маҳлул) ионҳои  $\text{H}^+$  ҷамъ мешаванд, ки ба кислотагӣ шудани он сабаб мешаванд.

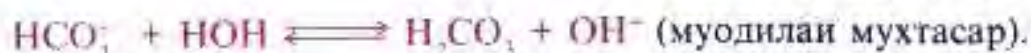
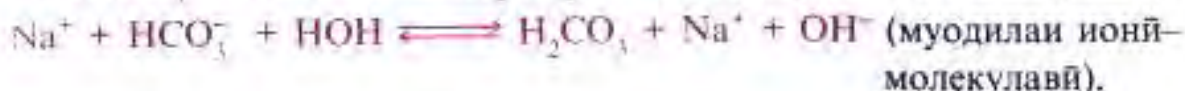
Гидролизи намакҳои, ки аз кислотаҳои заифи бисёрасоса ё асосҳои заифи металлҳои бисёрвалента ҳосил шудаанд, мураккабтар мебошанд. Масалан, гидролизи намаки аз кислотаи заифи бисёрасоса ҳосилшударо дида мебароем.

#### **Зинаи I:**

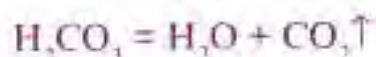




**Зинаи II:**

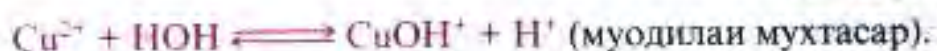
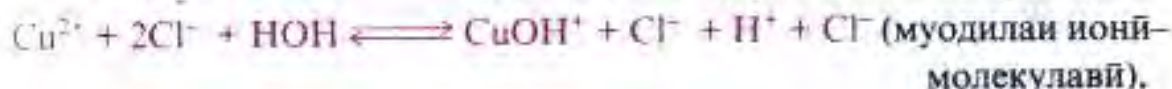
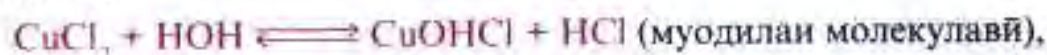


Чӣ тавре ки мебинем, дар ҳар ду зинаи гидролиз дар муҳит барзиёдии ионҳои  $\text{OH}^-$  ҳосил шуда муҳитро ишқорӣ мекунад. Кислотаи карбонати ҳосилшуда бошад, ноустувор буда, ҳамонро вайрон мешавад:

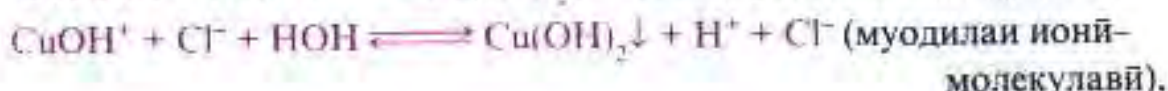
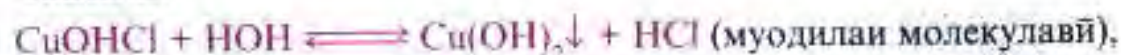


Акнун гидролизи намакхоеро дида мебароем, ки аз асосҳои заифи металлҳои бисёрвалента ҳосил шудаанд.

**Зинаи I:**

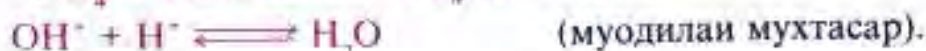
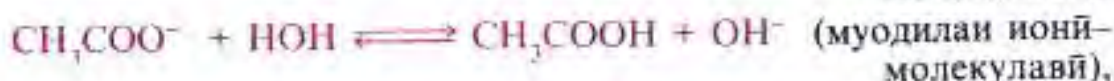
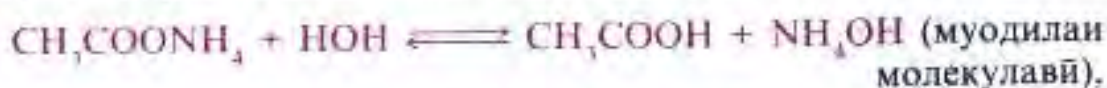


**Зинаи II:**



Чӣ тавре ки мебинем, дар ҳар ду зинаи гидролиз ба маҳлӯл барзиёдии ионҳои  $\text{H}^+$  ҳудо шуда, муҳити онро кислотагӣ мекунад.

Акнун гидролизи намакхоеро дида мебароем, ки аз кислотаҳои заиф ва асосҳои заиф ҳосилшудаанд. Гидролизи чунон намакҳо хеле нурратар меравад. Мисоли ин гидролизи намаки аз кислотаи ацсетат (сирко) ва гидроксидаи аммоний ҳосилшуда буда метавонад:



Чи тавре ки мебинем, дар ин ҳолат муҳити реаксионӣ амалан беағйир (нейтрал) мемонад. Чунки ионҳои  $H^+$ -и дар натиҷаи гидролизи  $NH_4^+$  ҳосилшуда ҳамонро бо ионҳои  $OH^-$ -и дар натиҷаи гидролизи  $CH_3COO^-$  ҳосилшуда бо ҳосилшавии об нейтрал гардонда мешаванд.

### Саволҳо барои такрор ва мустақамкунии дониш

- 1 Фарқият ва умумияти маҳлулҳои омехтаҳоро фаҳмонда диҳед.
- 2 Барои чӣ аз маҳлулҳои сери дар ҳарорати баланд ҳосилшудаи баъзе моддаҳо (масалан, хлориди калий) дар вақти паст шудани ҳарорат таҳшин пайдо мешавад, вале аз чунин маҳлулҳои дигар моддаҳо (масалан, хлориди натрий) амалан таҳшин пайдо намешавад?
- 3 Фарқи оби кристаллизатсионӣ аз оби гигроскопӣ дар чист?
- 4 Барои чӣ дараҷаи диссоциатсияи зинаҳои дуюм ва минбаъдаи кислотаҳои бисёрасоса ё асосҳои намакҳои бисёрвалента нисбат ба дараҷаи диссоциатсияи зинаи аввал пасттар аст?
- 5 Барои чӣ боҳамтаъсиркунии моддаҳоро дар маҳлулҳои электролитҳо боҳамтаъсиркунии байни ионӣ мегӯянд?
- 6 Тавсия дода мешавад, ки аз китоби машқ ва масъалаҳои химиявӣ оид ба ифодаҳои гуногуни концентратсияи маҳлулҳо масъалаҳо кор карда шаванд.



## Боби II

# ГУРӮҲЧАИ ОКСИГЕН

---

Ба ин зергӯрух элементҳои оксиген, сулфур, селен, теллур ва полоний мансубанд. Қабати берунаи электронии элементҳои ин зергӯрух ба формулаи умумии  $ns^2np^4$  мувофиқ меояд, яъне соҳиби 6 электрони валентӣ мебошанд, ки аз онҳо дутоашон дар зерқабати S ва чортоашон дар зерқабати P ҷойгир шудаанд.

Устувории банди электронҳои валентӣ барои ин зергӯрух аз боло ба поён кам мешавад, ки ин ба пастшавии хосияти ғайриметаллии онҳо меоварад. Масалан, агар оксиген ғайриметалли типӣ бошад, полоний аз рӯи хосиятҳои худ металл аст.

Камшавии потенциали (энергияи) ионизатсионии элементҳо аз оксиген (13,61 эВ) то полоний (8,43 эВ) шаходати камшавии қаробати элементҳо ба электрон буда, ба зиёдшавии қабатҳои электронӣ алоқаманд аст ва инчунин яке аз сабабҳои тағйирёбии валентноки аст.

Валентнокии оксиген асосан ба 2 баробар буда, вай бештар хосияти ба худ пайваст кардани электронҳоро зохир мекунад. Таиҳо дар пайвастагиаш бо фтор, агарчанде валентнокии ба ду баробар зохир кунад ҳам, вай электронҳояшро ба фтор медиҳад. Барои элементҳои дигари ин зергӯрух валентнокии тағйирёбанда хос мебошад. Аз ҳама валентнокии паҳншударин барои ин элементҳо 2,4 ва 6 мебошад.

Дар катори сулфур, селен ва теллур қувваи кислотаҳои онҳо ва устувории пайвастагиҳои гидрогениашон паст мешаванд. Чӣ қадар ки элемент валентнокии баландро зохир кунад, вай ҳамон қадар кислотаи ҷурқувватро ҳосил мекунад.

## ОКСИГЕН

Оксиген қариб дар як вақт аз тарафи се олим новобаста аз якдигар кашф карда шудааст: **Д. Пристли** вайро дар вақти гармкунии оксиди симоб (соли 1770), **К. Шееле** дар натиҷаи вайрон намудани нитрати магний, селитра ва баъзе дигар намакҳои оксигендор (соли 1772) ва **А. Лавуазе** (солҳои 1774–1775).

Номи «оксиген» маънои «кислотазо»-ро дорад, ки аз тарафи Лавуазе пешниҳод карда шуда, онро Академияи илмҳои Париж соли

1797 қабул кардааст. Албатта, ин ном ба ҳақиқати ҳосиятҳои оксиген он қадар мувофиқ намеояд.

Оксиген аз ҷиҳати паҳншавии худ дар қишри замин ҷои якумро ишғол мекунад. Вай 47,2%-и қишри заминро ташкил медиҳад. Дар пайвастиҳои табиаш бо намуди се изотопаш  $^{16}\text{O}$  (99,754%),  $^{17}\text{O}$  (0,0374%) ва  $^{18}\text{O}$  (0,2039%) вомехӯрад.

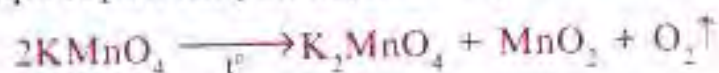
Оксиген дар шароити муқаррарӣ – гази беранг. Дар об нисбатан бад ҳал мешавад (дар  $0^\circ\text{C}$  дар 100 ҳаҷм об 5 ҳаҷм оксиген ҳал мешавад). Вале оксиген дар ҳалқунандаҳои органикӣ нағз ҳал мешавад. Новобаста ба сабаби дар об кам ҳал шудани микдори ҳалшудаи вай воситаи асосии ҳаётгузарони организмҳои зинда дар об мебошад.

Оксиген бо ин ё он дараҷа ба ҳамаи моддаҳои содда таъсир мекунад, вале суръати ин реаксияҳо бо таъсири шароити беруна (ҳарорат, катализаторҳо ва ғайраҳо) алоқаманд аст. Сабаби ин устувории молекулаи  $\text{O}_2$  мебошад.

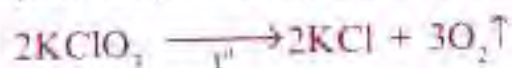
### ҲОСИЛ КАРДАНИ ОКСИГЕН ВА ИСТИФОДАИ ОН

Як қатор усулҳои дар лаборатория ҳосил кардани оксиген вучуд дорад, ки муҳимтаринашон инҳо мебошанд.

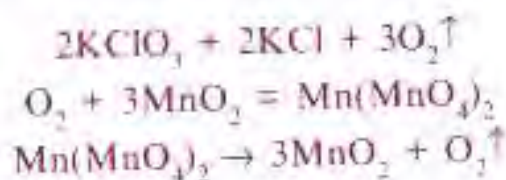
1) Бо таъсири гармӣ вайрон кардани перманганатҳо:



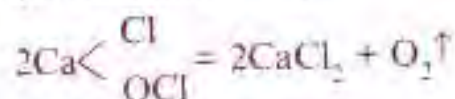
2) Бо таъсири гармӣ вайрон кардани хлоратҳо:



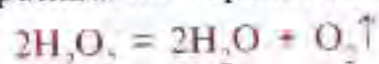
Бояд қайд кард, ки суръати ин реаксия дар иштироки оксидҳои манган, алахусус  $\text{MnO}_2$  меафзояд. Ин ба он алоқаманд аст, ки дар натиҷа ба сифати маҳсулоти мобайнӣ перманганати манган (II,  $\text{Mn}(\text{MnO}_4)_2$ ) ҳосил шуда, баъд аз вайроншавии вай оксиген ҷудо мешавад:



3) Дар натиҷаи вайроншавии оҳаки хлорнок дар иштироки намакҳои кобальт – ҳамчун катализаторҳо:



4) Дар натиҷаи вайроншавии пероксиди гидроген:



Суръати ин реаксия дар иштироки катализаторҳо (оксидҳои металлҳо, пайвастагиҳои комплекси ва гайраҳо) хеле меафзояд.

5) Дар натиҷаи электролизи маҳлулҳои обии кислотаҳо ва ишқорҳо. Дар маҳлулҳои турш ҳосилшавии оксиген ба таъсири молекулаи об бо анод, ки ба он электронҳо мегузаранд, алоқаманд аст. Дар ин ҳолат ионҳои  $H^+$  ба катод мегузаранд:



Дар муҳити ишқорӣ бошад, дар анод безарядшавии ионҳои  $OH^-$  ҷой дорад:



Одатан бо ёрии ин усул оксигенро дар саноат ҳамчун маҳсулоти иловагӣ дар вақти истехсоли гидроген ҳосил мекунанд. Яке аз усулҳои пахншудатарини дар саноат ҳосил кардани оксиген – ин дар зери фишор ва ҳарорати паст моеъгардонии ҳаво мебошад.

Аҳамияти биологии оксиген, пеш аз ҳама ба қобилияти электрон-хоро бо худ пайваस्त кардани он алоқаманд аст. Дар ҳолати баланди энергетикӣ будани чунин молекулаи оксиген имконият медиҳад, ки ҷараёнҳои биохимиявӣ бо энергияи зарурӣ таъмин бошанд. То дар атмосфера пайдо шудани оксиген нақши акseptори электронҳоро дигар оксидкунандаҳо мебозиданд ва шакли ҳаёти зинда хусусияти анаэробӣ дошт. Бо инкишофи ҷараёни фотосинтез ва бо оксиген бой шудани атмосфера дар организми зинда катализаторҳои махсус (оксидазаҳо) ҳосил шудаанд, ки онҳо пайвасташавии электронҳоро бо оксиген осон мекунанд.

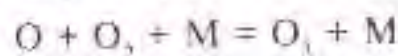
Дар саноат оксигенро барои сӯзондани карбон дар вақти истехсоли пӯлод, дар лампаҳои оксигенӣ – атсетиленӣ барои ҳосил кардани ҳарорати баланд ва истифодабарии ин ҳарорат дар кафшеркунӣ; дар касалхонаҳо барои нафасгирии шахсони касали зикки нафас ва шуш дошта; барои нафасгирии шахсони дар зери замин ва об коркунанда; барои нафасгирии алпинистҳо, ҳавопаймоҳо, кайҳоннавардҳо истифода мебаранд.

## ОЗОН

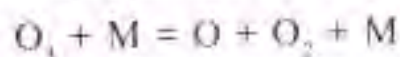
Оксиген гайр аз шакли пахншудатарини худ –  $O_2$  инчунин дигар шакли аллотропӣ ҳам дорад, ки вай аз 3 атом иборат буда ( $O_3$ ), массаи молекулавӣ ба 48 баробар аст ва озон ном дорад. Ҳарорати ғудозиши озон –  $192^\circ C$ , ҳарорати ҷушишаш –  $110^\circ C$ . Озон ҳосияти диамагнетӣ дошта, дар он электронҳои нисбатан суст бо ҳам алоқаманданд. Аз ин ҷиҳат ҳосияти оксидкунандагии вай нисбат ба оксиген бештар зоҳир мешавад. Дар ҳолати муқаррарӣ озон газӣ рангаш кабудчатоб, бӯи махсус дошта мебошад. Дар об нисбат ба

оксиген дида бехтар ҳал мешавад: дар ҳарорати  $0^{\circ}\text{C}$  дар 10 ҳаҷм об 49 ҳаҷм озон ҳал мешавад.

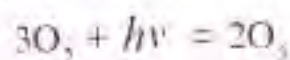
Озонро одатан аз оксиген дар вақти таъсири разряди электрӣ ҳосил мекунад. Барои ин мақсад асбоби махсус – озонатор истифода бурда мешавад (расми 7). Дар озонатор ҳосилкунии озон бо ду зина мегузарад: аввал аз таъсири разряди электрикӣ молекулаи  $\text{O}_2$  ба атомҳо тақсим мешавад, баъд атомҳои ҳосилшудаи оксиген бо молекулаи он таъсир мекунад:



Дар ин ҷо бо ҳарфи М ҳиссаҷае ифода ёфтааст, ки ба он барзиёдии энергияи равиш дода мешавад. Агар озони ҳосилшуда бо ҳиссаҷаи М таъсир кунад равиш баргарданда мешавад:



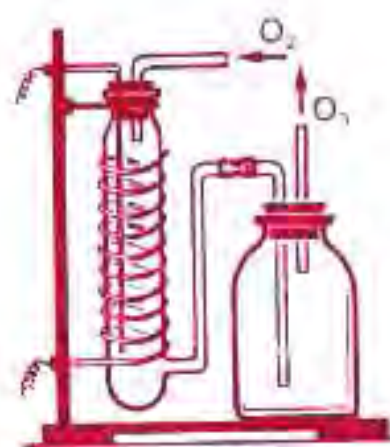
Дар қабатҳои болоии атмосфера озон аз оксиген дар зери таъсири нурҳои ултрабунафш ҳосил мешавад:



Ин равиш барои кам кардани таъсири нурҳои ултрабунафши офтоб ба сатҳи замин нақши калон мебошад. Яъне дар вақти ҳосилшавии  $\text{O}_3$  аз  $\text{O}_2$ , дар асоси ҳамин равиш, як қисми энергияи офтоб фуру бурда мешавад.

Озон моддан захрнок мебошад. Миқдори безарари озон дар ҳаво ба  $10^{-5}\%$  баробар аст.

Ҳосияти оксидкунандагии калон доштани озон имконият медиҳад, вайро барои дезинфексия (масалан, ба ҷои хлор дар вақти тоза кардани оби нӯшоқӣ) истифода бурда шавад. Озон бо моддаҳои органикӣ таъсир карда, моддан ноустувори тарканда – озонидҳоро ҳосил мекунад.



Расми 7. Озонатор

## ҲАВО

Ҳаво атмосфераи заминро ташкил дода, аз сатҳи он тақрибан баландии 1000 км-ро ишғол мекунад. Массаяи ҳавои атмосферӣ ба  $5,2 \cdot 10^{15}$  т баробар буда, ба ҳар як одам тахминан  $1,5 \cdot 10^6$  т ҳаво рост меояд.

Ҳавои атмосферӣ на танҳо равиши мӯътадили ҳаёти узвҳои зиндари таъмин мекунад, балки таъсири манфии баъзе нурҳои баландэнергияи офтобро ба ҳайвоноту наботот кам мекунад.

Аз рӯи ҳаҷм таркиби ҳаво тақрибан аз 21% оксиген, 78% нитроген ва 1% газҳои асил ташкил ёфтааст. Оксиген, нитроген ва газҳои асил қисмҳои таркибии доимии ҳаво мебошанд, ки дар қисми поёнии атмосфера амалан бетағйиранд. Ғайр аз ин, дар таркиби ҳаво қисмҳои тағйирёбанда ҳам мавҷуданд, ки ба онҳо бугҳои об, газҳои оксиди карбон (IV) ва гарду чанг тааллуқ дошта метавонанд.

Бугҳои об дар таркиби атмосфера ба миқдори гуногун вучуд дошта, ин миқдор ба шароити маҳалли додашуда, ҳарорат ва фаъли сол алоқаманд аст.

Дуоксиди карбон дар табиат асосан дар натиҷаи сӯзиши ангишт ва растаниҳо, нафасгирии ҳайвонот, пӯсиши моддаҳои органикӣ пайдо мешавад. Аз дуоксиди карбон бештар атмосфераи шаҳрҳои саноати металлургӣ дошта бод мебошад.

Гарду чанги ҳавоӣ атмосферӣ асосан аз ҳиссаҳои хурдтарини моддаҳои минералӣ, ҳиссаҳои ангишт, бактерияҳои гуногун иборат аст. Миқдори гарду чанги атмосфера бештар ба фаъли сол алоқаманд аст: аз ҳама бештар дар тобистон ва камтар дар зимистон дида мешавад. Баъди бориши барфу борон, одатан, ҳавоӣ атмосферӣ аз гарду чанг тоза мешавад.

Ғайр аз ин, дар таркиби ҳавоӣ атмосферӣ омехтаҳои тасодуфӣ буданашон мумкин аст. Ба ин гуна омехтаҳо аммиак ( $\text{NH}_3$ ) ва гидрогенсулфид ( $\text{H}_2\text{S}$ ), ки дар вақти пӯсиши организми зинда ҳосил мешаванд, дуоксиди сулфур ( $\text{SO}_2$ ), ки дар саноати металлургӣ ҳосил мешавад, оксидҳои нитроген, ки аз таъсири разрядҳои электрикӣ аз нитрогени ҳаво ҳосил мешаванд, тааллуқ доштанишон мумкин аст. Массаяи миёнаи молекулавии ҳаво ба 29 баробар қабул карда шудааст. Вай дар натиҷаи массаяи 1 л ҳаворо (1,238 г) ба 22,4 л (ҳаҷми молии ҳамагуна моддаҳои газшакл дар шароити муқаррарӣ) зарб задан ёфта шудааст.

Дар ҳарорати  $-140^\circ\text{C}$  ва фишори 4 МПа ҳаво конденсатсия шуда, моеъи беранги шаффофро ҳосил мекунад. Ҳавоӣ моеъ дар ҳарорати  $-190^\circ\text{C}$  меҷӯшад. Азбаски ҳарорати ҷӯшиши оксиген ( $-183^\circ\text{C}$ ) нисбат ба ҳарорати ҷӯшиши нитроген дида ( $-196^\circ\text{C}$ ) баландтар аст, бинобар ин, оксиген нисбат ба нитроген дида, осонтар ба моеъ табдил меёбад. Дар асоси ҳамин қонуният технологияи ҳосил кардани оксиген ва нитроген аз ҳаво асоснок қунонида шудааст. Ҳавоӣ моеъ нисбат ба ҳавоӣ муқаррарӣ дида зиёдтар оксиген дорад ( $\sim 60\%$ ).

Дар ҳавоӣ моеъ ҳосияти аксарияти моддаҳо қудрӣ тағйир меёбад. Масалан, спирти этил, эфири диэтил ва бисёр газҳо дар ҳавоӣ моеъ ҳамонҳо ҳолати сахтиро мегиранд. Рӯҳ ва қалбагӣ то дараҷае ковок мешаванд, ки аз андаке зарба ба хока табдил меёбанд. Чунин ҳосиятҳои ҳавоӣ моеъро барои тайёр кардани моддаҳои тарқанда истифода мебаранд.

## СУЛФУР

Сулфур аз давраҳои қадим ба одам маълум аст. Номи сулфур аз ранги вай гирифта шудааст, ки маънои «зарди шаффоф»-ро дорад.

Дар табиат сулфур ҳам бо намуди холис ва ҳам бо намуди пайвастагҳои гуногунаш вомерӯрад. Сулфур бо намуди холис ҳамчун хосилаи чараёнҳои вулкани дида мешавад.

Сулфур дар пайвастагҳои асосан бо намуди сулфидҳои гуногун ( $PbS$ ,  $ZnS$ ,  $Cu_2S$ ,  $FeS_2$  ва ғайраҳо) вомерӯрад. Ғайр аз ин вай ба шакли намакҳои гуногуни кислотаи сулфат (гипс  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , эпсомит  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , мирабилит  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ , шенит  $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ , лангбейнит  $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ , каинит  $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$  ва ғайраҳо) вомерӯрад.

Ғайр аз ин пайвастагҳои сулфур дар таркиби узвҳои зинда низ вучуд доранд. Умуман, миқдори сулфур дар кишри замин тақрибан 0,1%-ро ташкил медиҳад.

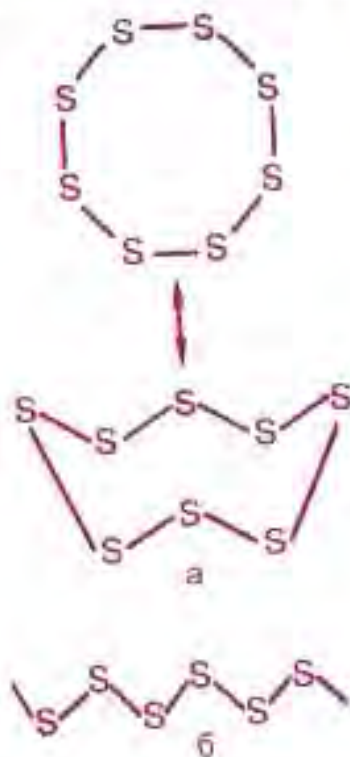
### ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКАВИИ СУЛФУР

Сулфур моддаи сахти мурти рангаш зард аст. Хосияти диэлектрикӣ дорад. Дар шароити муқаррарӣ молекулаи сулфур аз 8 атом иборат буда, шакли ҳалқаро дорад (расми 8). Бугҳои сулфур бошад аз

молекулаҳои миқдорҳои гуногуни атомҳо дошта ( $S_8$ ,  $S_6$ ,  $S_4$  ва  $S_2$ ) иборат аст. Дар ҳолати бугӣ молекулаҳои дуатомаи сулфур бештар дар ҳарорати аз  $1200^\circ C$  баланд вомерӯранд, дар ҳолати якатома бошад аз  $1700^\circ C$  баланд.

Сулфур дар ҳоҷагии халқ татбиқи васеъ дорад. Дар саноати резинабарорӣ сулфурро барои ба резина табдил додани каучук, ки ин чараён вулканизатсия ном дорад, истифода мебаранд. Каучуке, ки дар таркибаш миқдори сулфури бисёрро дорад, эбонит ном дошта, ҳамчун электроизолятор истифода бурда мешавад.

Сулфурро инчунин барои нест кардани хашароти зараррасони ҳоҷагии кишлоқ, барои тайёр намудани гӯгирд, ҳамчун ашёи хом барои истеҳсоли кислотаи сулфат истифода мебаранд.

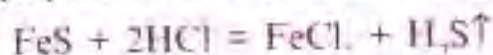


Расми 8. Шакли кристаллии сулфур ва қандашавии он аз табиати

## ГИДРОГЕНСУЛФИД. СУЛФИДҲО

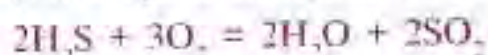
Сулфур дар ҳарорати баланд ба гидроген таъсир намуда, гидрогенсулфидро ҳосил мекунад.

Амалан бошад, гидрогенсулфидро аз таъсири кислотаи сероби гидрогенхлорид ба сулфиди металлҳо ҳосил мекунад:

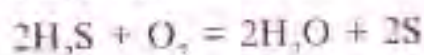


Гидрогенсулфид гази беранг, бӯи сафедаи пӯсидаро дорад. Вай каме аз ҳаво вазнин буда, дар ҳарорати  $-60,3^\circ\text{C}$  ба моеъ ва дар ҳарорати  $-85,6^\circ\text{C}$  ба моддаи сахт табдил меёбад.

Гидрогенсулфид дар ҳаво сӯхта, маҳсулотҳои зеринро ҳосил мекунад:

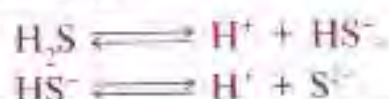


Дар вақти паст кардани ҳарорати шӯъла, масалан, дар вақти ба он дохил намудани косачаи чинӣ гидрогенсулфид то ҳосилшавии сулфури озод сӯхтанаш мумкин:

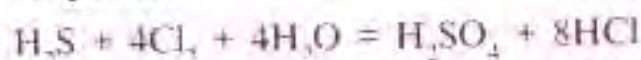


Гидрогенсулфид моддаи захрнок аст. Агар миқдори бисёри он нафас гирифта шавад, шахс захролуд мешавад.

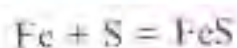
Дар ҳарорати  $20^\circ\text{C}$  1 ҳаҷм об 2,5 ҳаҷм гидрогенсулфидро ҳал мекунад. Маҳсули ҳосилшуда бо мурури вақт, аз сабаби пайдошавии сулфури озод, хира мешавад. Маҳлули обии гидрогенсулфид ҳосияти кислотагиро дорад. Вай кислотаи дуасосаи камқувват аст ва бо ду дараҷа диссоциатсия мешавад:



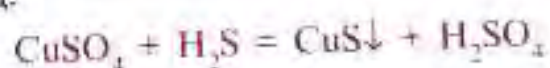
Гидрогенсулфид барқароркунандаи пурқувват мебошад. Дар вақти ба оксидкунандаҳои пурқувват таъсир кардан то дуоксиди сулфур ё кислотаи сулфат оксид мешавад. То кадом дараҷа рафтани ҷараёни оксидшавӣ ба омилҳои гуногун, масалан, ҳарорат, pH-и маҳлул, консентратсияи оксидкунанда алоқаманд аст. Масалан, реаксияи боҳамтаъсиркунии гидрогенсулфид ва хлор то ҳосилшавии кислотаи сулфат меравад:



Намакҳои кислотаи гидрогенсулфидро – сулфидҳо меноманд. Онҳоро бо усулҳои гуногун ҳосил мекунад. Яке аз ин гуна усулҳо бевосита бо таъсири мутақобилаи сулфур бо металлҳои гуногун мебошад. Масалан, агар мо каме хокаи оҳанро бо хокаи сулфур маҳлут карда, омехтаи ҳосилшударо гарм намоем, реаксияи зерин ҷой доштаниш мумкин:



Бисёр сулфидхоро дар вақти ба гидрогенсулфид таъсир намудани намакҳои дар об ҳалшавандаи металлҳо ҳосил кардан мумкин. Масалан, агар аз дохили маҳлули сулфати мис (II) гази  $H_2S$ -ро гузаронем, дар натиҷаи реаксияи зерин таҳшинии сиёҳи сулфиди мис (II) ҳосил мешавад:



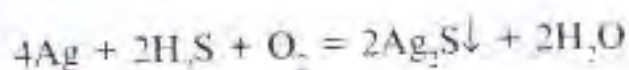
Агарчанде дар натиҷаи реаксия кислота ҳосил шавад ҳам, таҳшинии  $CuS$  амалан бетағйир мемонад: сулфиди мис на дар об ва на дар кислотаҳои сероб ҳал намешавад.

Вале чунин реаксияро бо ягон намаки оҳани (II) гузаронидан имконнопазир аст, чунки сулфиди оҳани (II) ҳосилшуда дар об ҳалнашаванда бошад ҳам, дар кислотаҳо ҳал мешавад.

Сулфидҳои баъзе металлҳо, масалан,  $Na_2S$  ва  $K_2S$  дар об ҳалшавандаанд. Бинобар ин, онҳоро низ дар асоси реаксияи боло ҳосил кардан имконнопазир аст.

Ҳалшавандагии гуногун доштани сулфидхоро дар химияи таҳлилии барои пай дар пай ҷудо намудани металлҳо аз маҳлулҳои намакҳояшон истифода мебаранд.

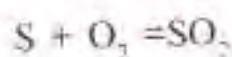
Сабаби дар ҳаво бо мурури вақт сиёҳ шудани асбобҳои нуқрагин ва мисин – ин таъсири гидрогенсулфид аст. Яъне ранги сиёҳчатоби онҳо ин пардаи сулфидӣ мебошад. Дар ин ҷо нақши оксидкунандаро оксигени ҳаво мебозад (ё оксигени дар об ҳалшуда) ва чунин реаксия ҷой дорад:



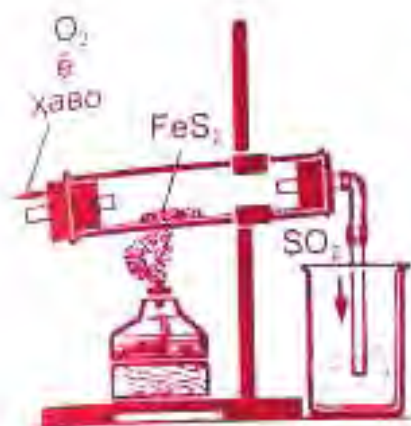
Сулфидҳои табиӣ асоси маъданҳои ранга ва камёфти металлхоро ташкил медиҳанд ва дар металлургия васеъ истифода бурда мешаванд. Баъзеи онҳо (масалан, пирит  $FeS_2$ ) ашёи хом барои истехсоли кислотаи сулфат мебошад. Сулфидҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ, масалан,  $Na_2S$ ,  $CaS$  ва  $BaS$  дар саноати пӯсткоркардабарорӣ, барои нест намудани мӯйҳо истифода бурда мешаванд. Сулфидҳои рӯҳ, кадмий асоси люминофорҳо мебошанд. Баъзе сулфидҳо ба сифати нимнокилҳо истифода бурда мешаванд.

## ДУОКСИДИ СУЛФУР. КИСЛОТАИ СУЛФИТ. СУЛФИТҲО

Дуоксиди сулфур  $SO_2$  дар вақти сӯختани сулфур дар оксигени ҳаво ё оксигени ҳолис ҳосил мешавад:

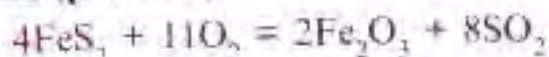






Расми 9. Бо усули сӯзондан-и сӯхтан-и пирит дар лаборатория ҳосил намудани оксиди сулфур (IV).

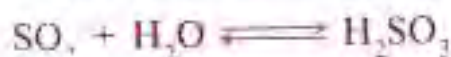
Вай ичунин дар вақти дар ҳаво тафсонидан («сӯзондан») -и сулфиди металлҳо, масалан, колчедани оҳан ҳосил мешавад (расми 9):



Ин реаксия яке аз методҳои дар саноат ҳосил кардани диоксиди сулфур мебошад.

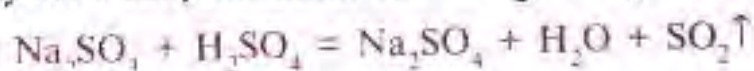
Диоксиди сулфур – гази беранг, бӯи махсус дорад. Вай бо осонӣ конденсатсия шуда, дар ҳарорати  $-10^\circ\text{C}$  аллакай ҳамчун моеъи беранг меҷушад.

Диоксиди сулфур дар об хуб ҳал мешавад (дар 1 ҳаҷм об қариб 40 ҳаҷм  $\text{SO}_2$  дар ҳарорати  $20^\circ\text{C}$ ). Дар натиҷа қисман кислотаи сулфит ҳосил мешавад. Ҷараён баргарданда аст:

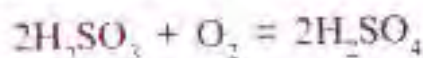


Яъне диоксиди сулфур ангидриди кислотаи сулфит мебошад. Бо баландшавии ҳарорат ҳалшавандагии  $\text{SO}_2$  дар об кам шуда, мувозинат ба самти чап мелағжад ва дар натиҷа метавонад ҳаман  $\text{SO}_2$ -и ҳалшуда аз маҳлул берун шавад.

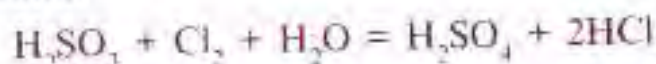
Дар вақти ба намакҳои кислотаи сулфит  $\text{H}_2\text{SO}_3$  таъсир кардани кислотаҳои дигар низ (масалан  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) одатан кислотаи сулфит ҳосил нашуда, маҳсулоти вайроншавии он –  $\text{SO}_2$  ва  $\text{H}_2\text{O}$  ҳосил мешавад:



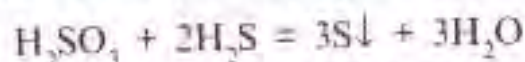
Маҳлули обии  $\text{H}_2\text{SO}_3$  бо мурури вақт аз таъсири оксигени ҳаво ба кислотаи сулфат табдил меёбад:



Кислотаи сулфит ба қатори барқароркунондаҳои пурқувват дохил мешавад. Масалан, галогенҳо аз таъсири вай то гидроген – галогенҳо барқарор мешаванд:



Аммо дар вақти бо барқароркунондаҳои пурқувват таъсир кардан  $\text{H}_2\text{SO}_3$  нақши оксидкунондаро мебозад. Масалан, реаксияи боҳамтаъсиркунии вай ба гидрогенсулфид бо чунин нақша мегузарад:



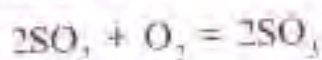
Кислотаи сулфит – ҳамчун кислотаи дуасоса ду қатор намакҳо: миёна (сулфитҳо) ва турш (гидросулфитҳо)-ро ҳосил мекунад. Намакҳои кислотаи сулфит ба монанди худӣ кислота бар-

кароркунандаҳо мебошанд. Дар вақти барқарор кардан худи онҳо ба намакҳои кислотаи сулфат табдил меёбанд.

Дар саноат сулфитҳои натрий ва калий барои беранг намудани матоҳо дар саноати бофандагӣ, дар корҳои фотография истифода бурда мешаванд. Маҳлули намаки  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$  дар саноати коркарди чӯб ва истеҳсоли қоғаз ба сифати ҳалкунандаи лигнин истифода бурда мешавад.

## СЕОКСИДИ СУЛФУР. КИСЛОТАИ СУЛФАТ. СУЛФАТҲО

Дуоксиди сулфур метавонад боз оксигенро ба худ пайваст карда ба сеоксиди сулфур табдил ёбад:



Дар шароити муқаррарӣ ин реаксия ҳеле суст сурат мегирад. Аз таъсири ҳарорат ва дар иштироки катализатор суръати вай ҳеле меафзояд.

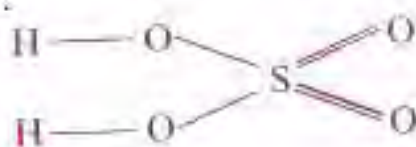
Дар шароити муқаррарӣ сеоксиди сулфур – моеъи беранги серҳаракат буда, зичиаш ба  $1,92 \text{ г/см}^3$  баробар аст. Дар ҳарорати  $44,7^\circ\text{C}$  ҷӯшида, дар ҳарорати  $16,8^\circ\text{C}$  саҳт мешавад. Дар иштироки намӣ вай ба кристаллҳои дарози маҳин табдил меёбад.

Сеоксиди сулфур – ангидриди кислотаи сулфат аст. Худи кислота бошад дар вақти ба об таъсир кардани  $\text{SO}_3$  ҳосил мешавад:



Ин ҷараён ба беруншавии гармӣ мегузарад.

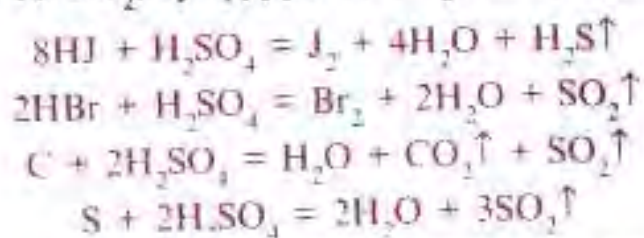
Кислотаи сулфат дар шароити муқаррарӣ – моеъи гализи беранг, дар ҳарорати  $10,3^\circ\text{C}$  ба кристаллҳо табдил меёбад. Формулаи структуриаш чунин аст:



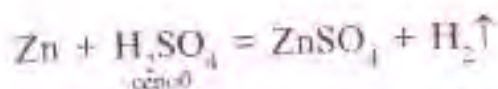
Дар вақти ҳалшавии кислотаи сулфат дар об гидратҳои он ҳосил шуда, гармии зиёде хориҷ мешавад. Бинобар ин, дар вақти бо кислотаи сулфат кор кардан эҳтиёт шудан зарур аст. Барои аз хатар эмин мондан одатан ҳатман кислотаро ба болои об мерезанд ва на баръакс.

Кислотаи сулфат моддаи гигроскопии пурқувват аст. Бинобар ин, вайро барои аз намӣ тоза кардани газҳо истифода мебаранд. Қобилияти обро фуру бурдани кислотаи сулфат инчунин сабаби аз таъсири вай ба ангишт табдил ёфтани моддаҳои органикӣ мебошад (маҳсусан ангиштҳо).

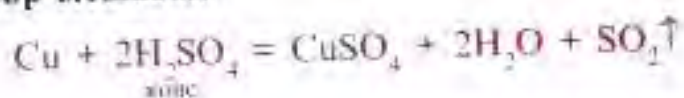
Кислотай концентронидаи сулфат, алалхусус гармаш, оксидкунандаи фаъол аст. Вай метавонад HJ ва HBr-ро то галогенҳои озод, ангиштро то CO<sub>2</sub>, сулфурро то SO<sub>2</sub> оксид кунад:



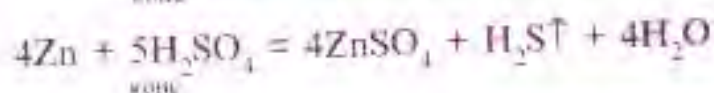
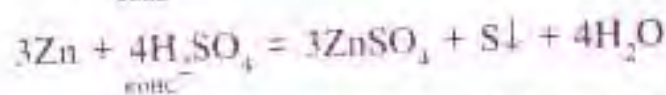
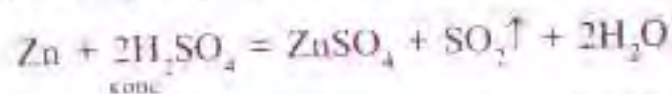
Вобаста ба концентратсияи кислотай сулфат таъсирунии вай бо металлҳо гуногун мегузарад. Кислотай сероби H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> бо ёрии иони H<sup>+</sup> оксид мекунад. Бинобар ин, вай танҳо ба металлҳое таъсир мекунад, ки дар катори фаъолият пеш аз гидроген ҷойгир шудаанд, масалан:



Кислотай концентронидаи H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> аз ҳисоби сулфурӣ (VI) оксид мекунад. Вай ҳамаи металлҳоро, ки дар катори фаъолият то нуқра ҷойгир шудаанд, оксид карда метавонад. Дар ин сурат вобаста ба фаъолиятнокии металл ва шароитҳои реаксия (концентратсияи кислота, ҳарорат) то дараҷаҳои гуногун барқарор мешавад. Дар вақти ба металлҳои камфаъол таъсир кардан, масалан ба мис, вай то SO<sub>2</sub> барқарор мешавад:



Дар вақти ба металлҳои нисбатан фаъол таъсир намудан маҳсулоти барқароршуда метавонад SO<sub>2</sub>, S ё H<sub>2</sub>S бошад. Масалан, дар вақти ба руҳ таъсир кардан чунин реаксияҳо мебаранд:



Дар ҳамаи ин реаксияҳо кислотай концентронидаи H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ҳам нақши оксидкунанда ва ҳам нақши мухитро мебарад.

Кислотай сулфат ҳосияти гигроскопии баланд дорад ва бинобар ин, вайро барои хушк кардани моддаҳои истифода мебаранд. Аз тарафи H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> фуру бурдани намӣ ба ҳосилшавии гидратҳои H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O ва ғайраҳо алоқаманд аст.

Кислотаи сулфат – кислотаи дуасосаи пуркувват аст. Дар зинаи якуми диссоциатсияи кислотаи концентратсияш на он қадар баланд чунин ионҳо ҳосил шуда, ҷараён хеле пурра меравад:



Зинаи дуюми диссоциатсия бо нақши



он қадар пурра намеравад.

Ҳамчун кислотаи дуасоса  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ду қатор намакҳо: миёна ва туршро ҳосил мекунад. Намакҳои миёнаи он сулфатҳо ва туршаш гидросулфатҳо ном доранд.

Аксариати намакҳои кислотаи сулфат дар об хуб ҳал мешаванд. Сулфатҳои ки дар об бад ҳал мешаванд, инҳоянд:  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{SrSO}_4$ ,  $\text{PbSO}_4$  ва нисбатан камҳалшаванда –  $\text{CaSO}_4$ .

**Сулфати барий  $\text{BaSO}_4$**  на танҳо дар об, балки дар бисёр кислотаҳои сероб низ камҳалшаванда аст. Чунин ҳосияти  $\text{BaSO}_4$  дар химияи таҳлилии барои кушодани ионҳои  $\text{Ba}^{2+}$  ва  $\text{SO}_4^{2-}$  аз омехтаҳои гуногун истифода бурда мешавад.

Ба намакҳои муҳимтарини кислотаи сулфат инҳо тааллуқ доранд.

**Сулфати натрий  $\text{Na}_2\text{SO}_4$** . Аз маҳлулҳои обӣ ба шакли кристаллогидрати  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  таҳшин мешавад, ки бо номи «намаки глауберӣ» маълум аст. Олими олмон И. Р. Глаубер вайро якумин маротиба аз таъсири кислотаи сулфат бо хлориди натрий ҳосил кардааст. Ин намак ба шакли беобаш  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (тенардит) дар саноати шишабарорӣ истифода бурда мешавад.

**Сулфати калий  $\text{K}_2\text{SO}_4$** . Кристаллҳои беранг, дар об нағз ҳал мешаванд. Бештар ба сифати нурии минерали истифода бурда мешавад. Инчунин бо номи минерали арканит маълум аст. Бо сулфатҳои дигар металлҳо (Na, Ca, Mg ва дигарҳо) як қатор пайвастагиҳои дучанда ҳосил мекунад. Масалан:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{K}_2\text{SO}_4$  (глазерит),  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (шенит),  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (леонит),  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (полигалит).

**Сулфати мағний  $\text{MgSO}_4$** . Дар оби баҳр бо миқдори зиёд вучуд дорад. Бо шакли як қатор минералҳои табиӣ низ воমেҳурӯад (ба боло нигаред).

**Сулфати калсий  $\text{CaSO}_4$** . Дар табиат асосан дар шакли минерали гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  паҳн шудааст. Дар вақти то 150–170°C гарм кардан гипс 3/4 ҳиссаи оби худро гум карда, ба «гипси сӯхта» ё «алебастр» ( $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ё  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ) табдил меёбад. Дар вақти бо об

омехта кардан вай зуд оби гумкардаашро қабул карда, ба  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  табдил меёбад. Аз рӯи ин хосияташ гипс ба сифати маводи сохтмонӣ, дар тиб барои табobati устухонҳои шикаста истифода бурда мешавад.

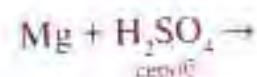
Сулфати калсийи беоб бо номи ангидрит маъмул аст.

Як қатор намакҳои кислотаи сулфат бо мис, оҳан, рух ва гайраҳо бо номи купоросҳо маълуманд. Ҳамаи купоросҳо ин ва ё он миқдор оби кристаллизатсионӣ доранд.

**Купороси мис  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$**  - аз маҳлулҳои оби ба шакли кристаллҳои қабуд таҳшин мешавад. Дар хоҷагии халқ асосан барои ба тарзи электролитӣ рӯйиш кардани дигар металлҳо ё хулаҳо бо мис истифода бурда мешавад. Дар кишоварзӣ маҳлули сероби купороси мис барои кор карда баромадани растаниҳо, ба муқобили касалиҳои гуногуни онҳо истифода бурда мешавад.

## Саволҳо барои такрор ва мустақамкунии дониш

- 1 Барои чӣ оксиген, агарчанде дар гурӯҳи VI қадвали даврии элементҳо ҷойгир шуда бошад ҳам, дар пайвастагиҳояш аз 2 валента зиёд шуда наметавонад?
- 2 Барои чӣ гидрогенсулфид танҳо хосияти барқароркунандагӣ зоҳир мекунад?
- 3 Ҳам хосияти барқароркунандагӣ ва ҳам хосияти оксидкунандагӣ доштани кислотаи сулфитро шарҳ диҳед.
- 4 Муодилаи реаксияҳои зеринро ба охир расонида, натиҷаи онҳоро шарҳ диҳед:



## Боби III

# ҚОНУНИЯТҲОИ АСОСИИ РЕАКСИЯҲОИ ХИМИЯВӢ. ИСТЕҲСОЛИ КИСЛОТАИ СУЛФАТ

---

### МАФҲУМҲОИ АСОСИИ ТЕРМОХИМИЯ

Ҳама гуна реаксияҳои химиявӣ бо эффекти энергетикӣ, яъне бо хоричшавӣ ё фурӯбарии гармӣ мегузаранд. Барои ифодаи ин ҷараён аз ду мафҳум истифода мекунанд: а) агар дар натиҷаи реаксияи химиявӣ энергия ба муҳити беруна хорич шавад, чунин реаксияро экзотермӣ ва баръакс: б) агар реаксияи химиявӣ бо фурӯбурди шудани энергия аз муҳити беруна ба амал ояд, чунин реаксияро эндотермӣ меноманд. Энергияе, ки дар вақти реаксияҳои химиявӣ хорич мешавад аз ҷиҳати бузургии худ якхела нестанд, бинобар ин, бо намудҳои гуногун зоҳир мешаванд. Масалан, тарқиши газ, сӯзиши магний, сӯхтани натрий дар хлор, реаксияҳои алюмотермӣ, ки хеле бо суръати баланд гузашта, бузургии энергияшон гуногун аст, ифодаи реаксияҳои химиявӣ мекунанд. Аммо бештар реаксияҳои химиявӣ бо тағйироти нисбатан кам энергия мегузаранд, алаҳусса дар химияи органикӣ.

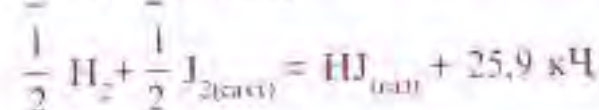
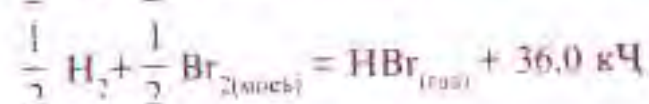
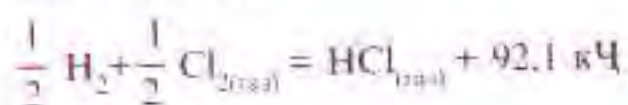
Дар реаксияҳои химиявӣ энергия на танҳо ба намуди гармӣ фурӯ бурда шуда ё худ хорич карда мешавад, балки дар якҷанд намудҳои дигар ҳам вохӯрада. Маълум аст, ки намудҳои гуногуни энергияи реаксияҳои химиявӣ ба ҳам эквивалент ҳастанд, яъне бо якдигар бо нисбатҳои муайян тағйир мекунанд.

Азбаски бештар дар вақти реаксияҳои химиявӣ энергия ба намуди гармӣ фурӯ бурда мешавад ё хорич карда мешавад, ҷен кардани он осонтар аст, бинобар ин, онро бо воҳиди гармӣ ҷен мекунанд. Ин воҳид эффекти гармии реаксия номида шудааст.

Дурусттар мекунанд, ки онро эффекти энергетикӣ меномиданд, лекин аз сабаби ба «эффекти гармии реаксия» одат кардан чунин ном маъмул гардидааст.

Дар илм ду тарзи ифодаи намудани аломати эффекти гармии реаксияҳои химиявӣ паҳн шудааст. То вақтҳои охир эффектҳои гармиро нисбат ба муҳити берунаи реаксия омӯхта истода, дар сурати хорич шудани гармӣ онро экзотермӣ (+Q) ва агар гармӣ аз тарафи система фурӯ бурда мешуд, чунин ҷараёнро эндотермӣ (-Q) меномиданд.

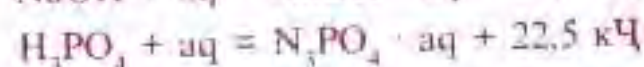
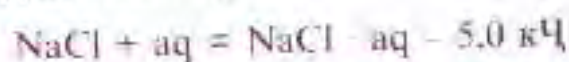
**Гармии ҳосилшавӣ.** Гармие, ки дар вақти ҳосилшавии 1 мол модда аз моддаҳои сода (дар шароити муқаррарӣ) хориҷ мешавад, гармии ҳосилшавӣ номида мешавад.



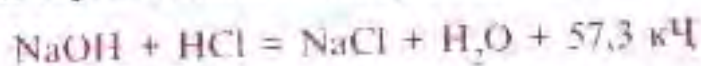
Дар замони ҳозира дар адабиёти химиявӣ, махсусан дар термодинамика, дигар намуди аломатҳо истифода бурда мешавад. Дар ин сурат эффекти гармии реаксия аз нуқтаи назари ҳуди реаксияи химиявӣ омӯхта мешавад. Бинобар ин, агар эффекти гармии реаксия экзотермӣ бошад, ба вай аломати минус (-) ва агар эндотермӣ бошад, аломати плюс (+) медиҳанд. Ин он маъноро дорад, ки дар вақти реаксияи экзотермӣ система гармии ҳудро медиҳад, дар реаксияи эндотермӣ бошад, система гармиро қабул мекунад.

**Гармии ҳалшавӣ.** Вобаста ба табиати ҳалкунада ва ҳалшаванда ҷараёни химиявӣ метавонад бо хориҷшавӣ ё фурубарии гармӣ ба амал ояд. Гармии ҳалшавиро аз рӯи 1 мол моддаи ҳалшаванда муайян мекунанд.

Гармии ҳалшавӣ гуфта, чунин миқдори гармиро меноманд, ки дар вақти ҳалшавии 1 мол модда дар миқдори бисёри ҳалкунада хориҷ ва ё фуру бурда мешавад:



**Гармии нейтрализатсия.** Реаксияи нейтрализатсия одатан бо эффекти гармии мусбӣ мегузарад. Мувофиқи қонуни дуёми Гесс (1841) дар вақти нейтрализатсияи кислотаи қавӣ бо асоси қавӣ эффекти якхелаи гармӣ лида мешавад, ки вай ба 57 кҶ экв. кислота ё асос баробар аст. Ин қондаро қондаи гармии доимии нейтрализатсия меноманд.



Ҳамин тавр, гармии нейтрализатсия гуфта, миқдори гармиро меноманд, ки дар вақти бо ҳамтаъсиркунии 1 экв. кислота бо 1 экв. асос хориҷ мешавад.

Донишони эффекти гармии реаксияҳои химиявӣ на танҳо аҳамияти илмӣ-назариявӣ, балки аҳамияти бениҳояти амалӣ ҳам дорад.

Масалан, барои он ки оид ба чараёнҳои дар муҳаррикҳои электростансияҳои бо гармӣ коркунанда, системаҳои гуногуни гармкунанда, техникаи ракетаи ва ғайраҳо маълумоти мукамал гирем, зарур аст, ки миқдори гармии хориҷшударо аз сӯختани ин ё он сӯзишворӣ, ин ё он реаксияи химиявӣ донем. Бешубҳа, барои ҳуди фанни химия ҳам дониستاني қонуниятҳои ин чараён хеле аҳамияти қалон дорад. Махсусан барои дуруст ҳисоб кардани баланси гармӣ дар реакторҳои химиявӣ ва ғайраҳо.

Ғайр аз ин дар асоси доништан ва ҳисоб кардани эффекти гармии реаксияҳои химиявӣ мо метавонем имконияти равиши ин ва ё он реаксияро пешгӯӣ кунем.

### ҚОНУНҲОИ АСОСИИ ТЕРМОХИМИЯ

Қонуни асосии термохимия ифодаҳои қонуни нигоҳдорни энергия мебошанд.

Қонуни якуми термохимия бо номи қонуни Лавуазе–Лаплас маълум аст, ки чунин таърифот дорад: миқдори гармӣ, ки дар вақти вайроншавии ягон моддаи мураккаб ба моддаҳои содда хориҷ мешавад ё фуру бурда мешавад, ба миқдори гармие, ки ҳангоми ҳосилшавии ҳамин модда аз ҳамон моддаҳои содда фуру бурда мешавад ё хориҷ мешавад, баробар мебошад. Ин қонунро бо таври умумӣ чунин таъриф мекунанд: эффекти гармии реаксияи рост ба эффекти гармии реаксияи чап баробар буда, аломаташ баръақс аст.

Қонуни якуми термохимия бештар дар сура те истифода бурда мешавад, ки агар аз таҷриба бавосита ҳен кардани эффекти гармии реаксияи рост душвор ё имконнопазир бошад. Масалан: ҳи тавре, ки маълум аст оскиген бевосита бо хлор пайваст намешавад. Бинобар ин, оксидҳои  $Cl_2O$ ,  $ClO_2$  ва  $Cl_2O_7$ -ро бевосита не, балки бавосита (ғайримустақим) ҳосил мекунанд. Аз ин рӯ, имконияти муайян намудани эффекти гармии реаксияҳои ҳосилшавии ин оксидҳо мавҷуд нест. Бинобар ин, оксидҳоро бо моддаҳои содда вайрон карда истода, эффекти гармии чунин реаксияҳоро ҳен мекунанд. Сонӣ, аломатҳоро иваз карда, мо метавонем бузургҳои эффекти гармии ҳосилшавии ин оксидҳоро муайян намоем.

Қонуни дууми термохимия – қонуни Гесс номида шуда, яқҷанд таъриф дорад:

а) эффекти гармии қатори пай дар пайи реаксияҳо ба эффекти гармии ҳамин гуна қатори реаксияҳо баробар аст, ки агар моддаҳои гирифташуда ва маҳсулоти реаксия дар ҳар ду ҳолат як ҳел буда, дар ҳолатҳо ва шароитҳои монанд вучуд дошта бошанд.

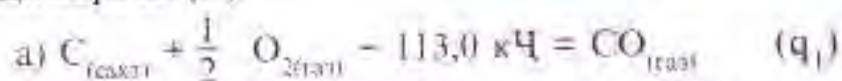
б) эффекти гармии реаксия аз роҳҳои баамалони реаксия не, балки танҳо аз ҳолатҳои аввала ва охири ин вобаства аст.



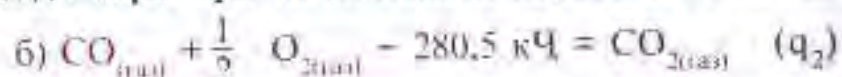
Худ аз худ маълум аст, ки қонуни Гесс ҳам ифодаи қонуни нигоҳдорни энергия буда, имконнопазири сохтани муҳарриқи абади ро нишон медиҳад.

Қонуни Гесс барои ҳисоббарориҳои термохимиявӣ васеъ истифода бурда мешавад. Ҳақиқатан ҳам дар асоси ин қонун мо метавонем эффекти гармии зинаҳои алоҳидаи ҷараёни мураккаби химиявиро доништа истода, маҷмӯи эффекти гармии ҷараёноро муайян намоем. Ва баръакс, маҷмӯи эффекти гармии ҷараён ва эффекти гармии ягон зинаи онро доништа истода, мо метавонем эффекти гармии зинаи номаълумро ёбем.

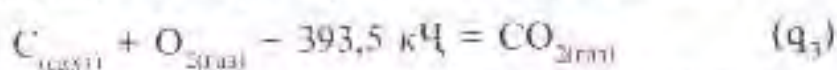
Масалан, сӯзиши карбонро бо ду зина ифода намудан мумкин. Аввал оксиди карбон (II) ҳосил мешавад:



Баъд оксиди карбонро то ба оксиди карбон (IV) оксид мекунем:



Дар асоси нишондодҳои реаксияҳои боло ва мувофиқи қонуни Гесс мо метавонем маҷмӯи гармии ҷараёноро ҳисоб кунем:



Мувофиқи қонуни Гесс дар асоси мисолҳои овардашуда мо метавонем эффекти гармии реаксияҳои сӯзиши карбонро то  $\text{CO}_2$  ва  $\text{CO}$ -ро то  $\text{CO}_2$  доништа истода, эффекти гармии сӯзиши карбонро то  $\text{CO}$  ҳисоб кунем. Яъне:

$$\text{в) } q_1 = q_3 - q_2$$

Дар вақти навиштани муодилаи реаксияҳо моддаҳои сахт бо ҳарфи (с), моеъ (м), газ (г) ишора карда мешавад, чунки тағйирёбии энталпия (эффекти гармӣ) аз ҳолати агрегатии моддаҳои таъсиркунанда ва маҳсулоти реаксия вобаста аст.

Барои чен кардани эффектҳои гармии реаксияҳои химиявӣ аз калориметрҳо истифода мебаранд. Дар калориметри паҳншудатарин реаксияи химиявӣ дар асбобе мегузаранд, ки дар зарфи изолятсияшудаи миқдори муайяни об дошта ҷойгир кунонида шудааст. Баландшавии ҳарорати об бо ҳароратсанҷи ҳассос чен карда мешавад.

## СУРЪАТИ РЕАКСИЯҲОИ ХИМИЯВӢ

Суръати реаксияҳои химиявӣ ҳудудҳои хеле ҳам калоне дорад. Аксарияти реаксияҳо дар маҳлулҳо ҷунон босуръат мегузаранд, ки онҳоро чен кардан хеле ҳам мушқил аст. Суръати реаксияҳое, ки бо намуни таркиш мегузаранд, нисоят баланд аст.

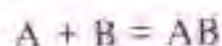
Инчунин реаксияҳое ҳам шуданашон мумкин аст, ки онҳо дар муддати дақиқаҳо, соатҳо ва солҳои бисёре мегузаранд. Масалан, табилёбии химиявии шиша, шлак ва чинсҳои кӯҳӣ хеле ҳам суст мегузаранд. **Таълимот дар бораи суръати реаксияҳои химиявӣ – кинетикаи химиявӣ номида мешавад.** Суръати реаксия аз рӯи тағйирёбии консентратсияи моддаҳои дар реаксия иштироккунанда дар воҳиди вақт муайян карда мешавад.

Омилҳои муҳимме, ки ба суръати реаксияҳои химиявӣ таъсир мекунад, инҳоянд: консентратсияи моддаҳои бо ҳам ба реаксия дохилшаванда, ҳарорат ва катализатор.

**Таъсири консентратсия.** Чӣ қадаре, ки консентратсияи модда зиёд бошад, ҳамон қадар дар воҳиди ҳаҷм миқдори бисёри молекулаҳо мавҷуданд ва бинобар онҳо ҳамон қадар бисёртар вохӯрда, ба маҳсулоти реаксия табдил меёбанд, яъне ҳамон қадар реаксия зудтар мегузарад. Бо гузаштани вақт суръати реаксия паст мешавад, чунки консентратсияи моддаҳои ба ҳамтаъсиркунанда кам мешавад.

Вобаста будани суръати реаксияҳои химиявӣ аз консентратсияи моддаҳо бо қонуни таъсири масса ифода карда мешавад. Мувофиқи ин қонун: **«суръати реаксияи химиявӣ дар ҳолати доимӣ будани ҳарорат ба ҳосили зарби консентратсияи молярии моддаҳои ба ҳам таъсиркунанда мутаносиби роста мебошад».**

Масалан, барои реаксияи



қонуни таъсири масса чунин ифода меёбад:

$$V = K \cdot [A] \cdot [B],$$

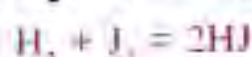
дар ин ҷо:  $V$  – суръати реаксия,  $K$  – коэффитсиенти мутаносибӣ, ки константаи суръати реаксия ҳам номида мешавад. Бузургии  $K$  танҳо ба ҳарорат вобаста буда, ба консентратсияи моддаҳо вобаста нест.

$[A]$ ,  $[B]$  – мувофиқан консентратсияҳои молярии моддаҳои  $A$  ва  $B$  дар лаҳзаи вақт ( $t$ ) мебошанд.

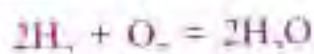
Агар консентратсияи моддаҳои  $A$  ва  $B$  ба  $1$  (мол/л) баробар бошад, яъне:

$$\begin{aligned} [A] = [B] = 1, & \quad \text{он гоҳ;} \\ V = K & \quad \text{мешавад.} \end{aligned}$$

Мувофиқи қонуни таъсири масса суръати реаксияи ҳосилшавии  $H_2$  ва  $H_2O$  чунин ифода меёбад:



$$V = K[H_2] \cdot [I_2]$$



$$V = K[H_2]^2 \cdot [O_2] = K \cdot [H_2]^2 \cdot [O_2]$$

ё худ бо шакли умумӣ:

$$mA + nB = C: \quad V = K [A]^m \cdot [B]^n$$

**Таъсири ҳарорат** Баландшавии ҳарорат ҳам тағйирёбии калони суръати реаксияро ба амал меорад. Ин вобастагӣ бо қонуни Вант-Гофф ифода ёфтааст, ки мувофиқи он «дар вақти баландшавии ҳарорат ба 10 дараҷа (градус) суръати реаксия то 2–4 маротиба зиёд мешавад». Ин қоида ба таври математикӣ чунин ифода меёбад:

$$V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \gamma^{(t_2 - t_1) / 10}$$

Дар ин ҷо:  $V_{t_2}$  – суръати реаксия баъд аз баландшавии ҳарорат то  $t_2$ ;  $V_{t_1}$  – суръати аввалии реаксия, ки ҳарораташ  $t_1$  буд,  $\gamma$  – коэффитсиенти ҳароратии реаксия.

Сабаби асосии афзудани суръати реаксия дар вақти баландшавии ҳарорат ин афзудани ҳиссаи молекулаҳои фаъол мебошад. Молекулаҳои фаъол гуфта, чунин молекулаҳоро меноманд, ки энергияшон нисбат ба энергияи миёнаи молекулаҳо зиёдтар аст.

Энергияе, ки барои фаъол гардондани молекулаҳо сарф мешавад (дар вақти гармкунӣ), энергияи фаъолгардонӣ номида мешавад.

## КАТАЛИЗ ВА КАТАЛИЗАТОРҲО

Дар асоси таҷрибаҳои бисёре муайян карда шудааст, ки баъзан илова намудани миқдори ками ягон модда ба омехтаи реаксионӣ ба суръати реаксияи химиявӣ таъсири калон мерасонад.

Масалан, металл радиӣ вайроншавии кислотаи мӯрчаро то гидроген ва  $\text{CO}_2$  қариб 100 000 маротиба меафзоёнад. Ё худ, илова намудани миқдори ками  $\text{MnO}_2$  ба маҳлули пероксиди гидроген вайроншавии онро ба гидроген ва оксиген якчанд маротиба зиёд мекунад. Бинобар ин, катализаторҳо гуфта, чунин моддаҳоро меноманд, ки суръати реаксияҳои химиявиро тағйир дода, худашон ба таркиби маҳсулоти реаксия дохил намешаванд. Ҳодисоти тағйирёбии суръати реаксияи химиявӣ дар иштироки катализатор катализ номида мешавад.

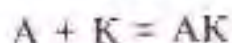
Баъзе катализаторҳо суръати реаксияҳои химиявиро якчанд миллион маротиба зиёд мекунад ва аз ҳамин сабаб имконият пайдо мешавад, ки реаксияҳои хеле сустраванда ва амалан ҳиснашаванда дар иштироки чунин катализаторҳо хеле тезгузаранд. Ғайр аз ин катализаторҳо маълум аст, ки суръати реаксияро суст мекунад. Ин гуна катализаторҳоро ингибиторҳо меноманд.

Ҳосияти маҳсули катализаторҳо аз он иборат аст, ки агарчанде дар муҳити реаксия бо миқдори кам ҳам вучуд дошта бошанд, ба суръати реаксия таъсири бениҳоят калон мерасонанд. Масалан, 1 мол ката-

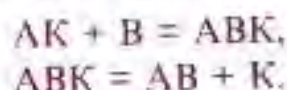
лизатори биологӣ (ферменти каталаза) қобилият дорад, ки дар  $0^{\circ}\text{C}$  ва муддати 1 соия 100 000 мол пероксиди гидрогенро вайрон кунад.

Асосан ду намуди катализро фарқ мекунанд: *гомогенӣ* ва *гетерогенӣ*. Хосияти махсуси катализи гомогенӣ аз он иборат аст, ки ҳам катализатор ва ҳам моддаҳои баҳамтаъсиркунанда дар ҳолати якхелаи агрегатӣ мебошанд. Дар катализи гетерогенӣ бошад, моддаҳои баҳамтаъсиркунанда ва катализатор дар ҳолатҳои агрегатии гуногун мебошанд.

Катализи гомогенӣ аз ҳама беҳтар дар асоси назарияи пайвастагиҳои мобайнӣ фаҳмонда шуданашон мумкин. Агар реаксияи химиявии  $A + B = AB$  сӯст гузарад, таъсири катализатори  $K$  аз он иборат мешавад, ки вай ба моддаҳои гирифташуда ба реаксия дохил шуда, пайвастагии ноустувори мобайнро ҳосил мекунанд:

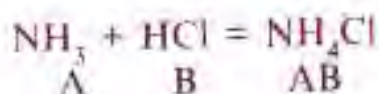


Молекулаи  $AK$  нисбат ба молекулаҳои моддаҳои гирифташуда фаъолтар буда, ба молекулаҳои моддаи дигари гирифташуда ( $B$ ) ба реаксия дохил мешавад ва маҳсули охирини реаксияро ҳосил мекунанд ва дар ин ҳолат катализатор озод мешавад:

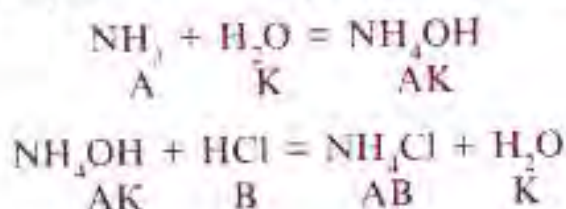


Чӣ тавре ки дида мешавад, катализатор ба таркиби маҳсули реаксия дохил нашуда, боз бо ҳамон миқдоре, ки гирифта шуда буд, ҳосил мешавад.

Яке аз мисолҳои оддитарин ва паҳншудаи катализи гомогенӣ реаксияи аз аммиак ва хлориди гидроген ҳосилшавии хлориди аммоний мебошад:

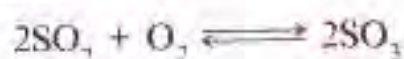


Бе иштироки об ин реаксия хеле ҳам сӯст мегузарад. Об, ки ҳама вақт дар ҳаво дар намуди бӯғ мавҷуд аст, дар реаксияи ҳосилшавии хлориди аммоний катализатор мебошад. Нақши обро чун катализатор дар ин реаксия ин тавр ифода намудан мумкин аст:



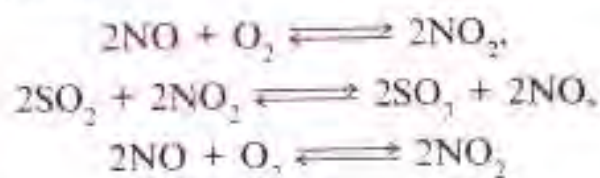
Ба сифати мисоли катализи гомогенӣ таъсири оксиди нитрогенро дар оксидшавии дуоксиди сулфур низ гирифтани мумкин аст

Реаксияе, ки бо муодилаи



ифода меёбад, хеле ҳам суст мегузарад.

Таъсири оксиди нитроген ба сифати катализатори он реаксия аз рӯи чунин нақша мегузарад:

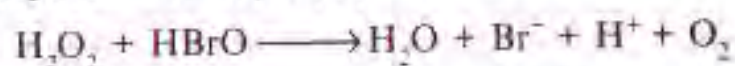


Ҳамин тавр, катализатор бо навбат аз таъсири оксиген оксид шуда, аз таъсири дуоксиди сулфур барқарор мешавад. Ин реаксияҳо дар саноат барои истеҳсоли кислотаи сулфат истифода бурда мешаванд.

Нақши катализаторро на танҳо атомҳо, молекулаҳо, балки ионҳо ҳам иҷро карданишон мумкин. Масалан, иони  $\text{Br}^-$  суръати вайроншавии пероксидаи гидрогенро хеле метезонад. Дар ин ҷо иони  $\text{Br}^-$  бо навбат барқарор ва оксид шуданиш мумкин. Масалан, дар маҳлулҳои турш ионҳои  $\text{Br}^-$  аз таъсири пероксидаи гидроген то ба кислотаи гипобромит оксид мешаванд:



Кислотаи гипобромит бошад, дар навбати худ аз таъсири пероксидаи гидроген боз барқарор мешавад:



Ин реаксия ҳамин тавр давом мекунад. Тадбики катализаторҳо махсусан дар реаксияҳои органикӣ васеъ паҳн шудааст. Чунин реаксияҳо, ки бо иштироки катализатор маҳсулоти мобайнӣ ҳосил карда ва он нақши катализаторро мебозад, хеле ҳам бисёр аст. Яке аз ҳамин гуна мисолҳо дар вақти аз таъсири кислотаи сулфат вайрон кардани спирти этил маълум шуда буд. Дар натиҷаи ин реаксия маҳсули мобайнии этилсулфат ҳосил мешавад.

**Баъзан чунин мешавад, ки яке аз реаксияҳо нақши катализаторро мебозад. Чунин реаксияҳо реаксияҳои автокатализӣ ном доранд.**

Дигар намуди паҳншударини катализ – катализи гетерогенӣ мебошад. Дар ин сурат сохт ва андозаи сатҳи катализаторҳо нақши калонро мебозад. Масалан, лавҳачаи суфтаи платинагӣ, ки ба маҳлули пероксидаи гидроген дохил кунонида шудааст, вайроншавии намоёни онро ба амал намеорад. Лавҳачаи сатҳаш ноҳамвор қисман ҷудошавии ҳубобчаҳои оксигенро ба амал меорад. Агар ба пероксидаи гидроген хокаи платинаро илова намоем, оксиген бо миқдори бисёр

хориҷ мешавад, дохил намудани маҳлули коллоидии платина бошад, таркиширо ба амал меорад.

Барои фаҳмонидани катализи гетерогенӣ аз назарияи адсорбсионии катализ истифода мебаранд. Мувофиқи ин назария реаксияҳои химиявӣ дар сурате мегузаранд, ки агар моддаҳои ба ҳам таъсиркунанда дар сатҳи катализатор ғуруҷ бурда шаванд (адсорбсия шаванд).

Дар натиҷаи адсорбсия консентратсияи моддаҳои ба ҳам таъсиркунанда дар сатҳи катализатор зиёд шуда, ба афзудани адади ба ҳам вохӯриҳои молекулаҳо мешаванд, ки ин ба баландшавии суръати реаксия сабаб мешавад. Аммо зиёдшавии консентратсияи моддаҳо дар сатҳи катализатор худ аз худ таъсири катализаторро намефаҳмонад. Бинобар ин, чунин мешуморанд, ки адсорбсияи молекулаҳои бо ҳам таъсиркунанда дар сатҳи катализатор ғайрифаъолияти онҳоро зиёд мекунад.

Моҳияти асосии таъсири катализатор дар ин сурат аз он иборат аст, ки вай банди химиявиро дар молекулаҳои ба ҳам таъсиркунанда суст мекунад, ки дар натиҷа масофаи байни атомҳо зиёд шуда, молекулаҳо деформатсия мешаванд ва ҳатто баъзан ба атомҳои алоҳида диссоциатсия мешаванд.

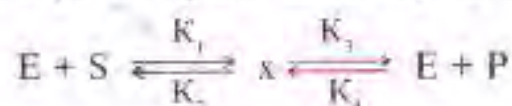
Реаксияҳои, ки бо роҳи катализи гетерогенӣ рӯй медиҳанд, хеле бисёр буда (масалан, таъсири платина ба пероксиди гидроген, панчоксиди ванадий дар ҳосилшавии аммиак ва ғайраҳо), дар саноати химиявӣ васеъ истифода бурда мешаванд.

Аксар вақт барои он ки таъсири маҳсулноки катализатор зиёд гардад ва барои аз таъсири моддаҳои серғайри муҳофизат кардан ба он ванадий ва дигар металлҳоро илова мекунад. **Моддаҳои, ки ғайрифаъолияти катализаторҳоро баланд мекунад, промоторҳо (активаторҳо) ва ғайрифаъолияти онҳоро пасткунанда – захрҳо (ингибиторҳо) номида мешаванд.**

Аз ҳама ҳосияти аҷоибтарини катализаториро ферментҳо доранд, ки онҳо катализаторҳои реаксияҳои гуногун дар организми зинда мебошанд. Мувофиқи қонунҳои термодинамикӣ як қатор моддаҳои органикиро ба маҳсулотҳои энергияи озоди кам дошта табдил додан мумкин. Ферментҳои дар организми зинда мавҷудбуда имконият медиҳанд, ки бо қадом суръат гузаштани ин реаксияҳоро муайян намоем. Ҳамаи ферментҳои маълумбуда, ки биокатализатор мебошанд, аз сафедаҳои иборатанд, яъне полимерҳои мебошанд, ки аз аминокислотаҳои дорони сохтори муайяни фазогӣ ташкил ёфтаанд. Худи ферментҳои вазни молекулавиашон то 15000 буда (баъзе аз онҳо) бо сохторҳои мураккаби сафеда алоқаманданд. Дар замони ҳозира зиёда аз 150 фермент бо намуди кристаллӣ ҳосил карда шудааст. Баъзеи ин ферментҳо хусусияти маҳсул дошта, танҳо барои реаксияи муайян катализатор мебошанд. баъзеи

дигарашон барои як қатор реаксияҳо (масалан, гидролизи эфирҳо) катализатор ҳастанд. Барои он ки ферментҳо қобилияти катализатории худашонро зоҳир кунанд зарур аст, ки дар муҳити реаксия ионҳои муайяни металлҳо ё худ коферментҳо, яъне пайвастагиҳои дар рафти реаксия бо навбат оксид ва барқароршаванда мавҷуд бошанд.

Механизми оддитарини реаксияи бо ёрии фермент катализонидашавандаи  $S \longrightarrow P$ -ро бо чунин шакл ифода намудан мумкин:



Дар ин ҷо  $E$  – маркази фаъоли фермент,  $X$  – пайвастагии мобайнӣ ё маҷмӯи фермент – субстрат, чунки одатан  $S$  (моддаи тадқиқшаванда)-ро субстрат меноманд,  $P$  – маҳсулоти реаксия.

Умуман татбиқи катализаторҳо дар соҳаҳои гуногуни хоҷагии халқ имконият медиҳад, ки бисёр ҷараёнҳои технологӣ тезонда шуда, онҳо дар ҳароратҳои нисбатан паст гузаронида шаванд. Бинобар ин, аҳамияти катализаторҳо, махсусан, барои саноати химиявӣ, ҳеле қалон мебошад.

## МУВОЗИНАТИ ХИМИЯВӢ

Дар раванди реаксияҳои химиявӣ маҳсулотҳои реаксия метавонанд ба ҳам таъсир карда, моддаи авваларо ҳосил кунанд. Масалан:



яъне дар ҳарорати додашуда метавонанд ду реаксияи ба ҳам муқобил ҷой дошта бошанд:

Реаксияи ба тарафи рост ( $\longrightarrow$ ) ва ба тарафи чап ( $\longleftarrow$ ) раванда.

**Реаксияҳое, ки дар шароити додашуда якбора ба ду тарафи ба ҳам муқобил мераванд, реаксияҳои баргарданда номида мешаванд. Ин гуна реаксияҳо ба охир намерасанд.**

Онҳо ба таври умумӣ чунин навишта мешаванд:



Мувофиқи қонуни таъсири массаҳо суръатҳои онҳо чунин мешаванд:

$$V_1 = K_1 [A]^m \cdot [B]^n; \quad V_2 = K_2 [C]^p \cdot [D]^q$$

Албатта суръати реаксияи рост бо гузаштани вақт паст мешавад, чунки консентратсияи моддаҳои ғирифташуда кам мешавад. Суръати реаксияи чап бошад ( $\longleftarrow$ ) меафзояд, чунки дар равиши реаксия консентратсияи моддаҳои  $C$  ва  $D$  зиёд мешавад. Дар охир чунин мешавад, ки суръати реаксияи рост ва чап якхела мешавад.

Чунин ҳолати равнши баргарданда, ки барои суръатҳои реаксияҳои рост ва чап баробаранд, мувозинати химиявӣ номида мешавад. Дар ин ҳолат  $V_1 = V_2$  аст, бинобар ин:

$$K_1 = [A]^m \cdot [B]^n = K_2 [C]^p \cdot [D]^q,$$

аз ин ҷо:

$$\frac{[C]^p \cdot [D]^q}{[A]^m \cdot [B]^n} = \frac{K_1}{K_2} = K$$

$K$  константаи мувозинати химиявӣ номида мешавад. Яъне константаи мувозинат ( $K$ ) ба консентратсияҳои моддаҳои ба ҳам таъсиркунанда вобаста набуда, танҳо баробари дигаршавии ҳарорат тағйир меёбад. Дар химия система гуфта, маҷмӯи моддаҳои меноманд, ки дар ҳаҷми муайян маҳдуд қарда шудаанд. Система метавонад ҳомогенӣ ва ҳетерогенӣ шавад. Системаи ҳомогенӣ аз моддаҳои якҷинса иборат буда, системаи ҳетерогенӣ аз якҷанд қисмҳои аз ҷиҳати ҳосиятҳои физикавӣ ва химиявӣ фарқкунанда иборат аст. **Ин қисмҳои ҳомогенӣ аз якдигар фарқкунанда дар системаи ҳетерогенӣ фазаҳо номида мешаванд.** Яъне системаҳои ҳомогенӣ аз як фаза ва системаҳои ҳетерогенӣ аз якҷанд фаза иборатанд.

Хусусияти махсуси реаксияҳо дар системаҳои ҳетерогенӣ аз он иборат аст, ки онҳо дар сатҳи ҷудошавии ду фаза, ки бо ҳам воҳурин молекулаҳои ба ҳам таъсиркунанда имконнопазир аст, ба амал меоянд. Бинобар ин, агар ҷӣ қадар сатҳи фазаҳо васеъ бошад, ҳамон қадар суръати реаксия баланд аст. Дар вақти ба ҳам таъсиркунии ду моеъи дар ҳамдигар камҳалшаванда нақши асосиро диффузия мебозад. Дар ин сурат барои баланд шудани суръати реаксия моеъро омехта қардан лозим меояд.

Агар реаксия дар байни моеъҳою газҳо ва моддаҳои сахт сурат гирад, нақши асосиро дараҷаи дисперсии моддаи сахт мебозад. Дар ин ҳолат суръати реаксия инчунин ба микдори моддаҳои ҳалқардашуда ҳам вобаста аст. Масалан, дар реаксияи:



суръати он ба консентратсияи  $\text{CO}$  вобаста мебошад. Суръати ин реаксия чунин ҳисоб қарда мешавад:  $V = K[\text{CO}]$ , агар масоҳати сатҳи  $\text{FeO}$  тағйир наёбад, дар акси ҳол

$$V = K \cdot S[\text{FeO}] \cdot [\text{CO}] \quad \text{аст.}$$

Азбаски консентратсияи моддаи сахт дар муодилаи суръати реаксия дохил намешавад, вай ба константаи реаксия ҳам таъсир намекунад:

$$K = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]}$$



Исбот карда шудааст, ки мувозинати химиявӣ танҳо дар шароитҳои доимӣ нигоҳ дошта мешавад. Дар вақти тағйир ёфтани ҳарорат фишор (барои моддаҳои газшакл) ва концентратсияи моддаҳои ба ҳам таъсиркунанда мувозинат вайрон шуда, концентратсияи ҳаман моддаҳои дар реаксия иштироккунанда тағйир меёбанд.

**Тағйирёбии концентратсияҳои моддаҳои ба ҳам таъсиркунанда, ки бо дигаршавии ягон шароит ба амал омадааст, лағжиши мувозинат номида мешавад.**

Агар дар натиҷаи дигаргунишавии шароити реаксия концентратсияи маҳсулоти реаксия зиёд шавад, он гоҳ лағжиш ба тарафи рост ва агар концентратсияи моддаҳои гирифташуда зиёд шавад, лағжиш ба тарафи чап ба амал меояд. Лағжиши мувозинати химиявӣ вобаста ба шароити реаксия ба қонуни, ки хусусияти Ле-Шателе ном дорад, итоат мекунад, ин хусусият ин тавр баён мешавад: **ҳангоми ба реаксияи дар ҳолати мувозинат буда таъсир расондан, мувозинат ба ҳамон тарафе майл мекунад, ки қувваи таъсир кам бошад.**

**Таъсири ҳарорат.** Мувофиқи хусусияти Ле-Шателе дар вақти баландшавии ҳарорат лағжиши мувозинат ба тарафи реаксияи эндотермӣ ба амал меояд, яъне ба тарафи реаксияе, ки бо фурубарии гармӣ ба амал меояд. Дар вақти пастшавии ҳарорат мувозинат ба тарафи реаксияи экзотермӣ, ки бо ҷудошавии гармӣ меғузарад, мелағжад. Масалан, дар реаксияи



баландшавии ҳарорат мувозинатро ба тарафи рост, яъне ба сӯи ҳосилшавии  $\text{NO}_2$  мелағжонад. Пастшавии ҳарорат бошад, мувозинатро ба тарафи ҳосилшавии  $\text{N}_2\text{O}_4$  мелағжонад.

**Таъсири фишор.** Мувофиқи хусусияти Ле-Шателе зиёдшавии фишор мувозинатро ба тарафи реаксияе мелағжонад, ки дар натиҷаи он адади умумии молекулаҳо ва бинобар ин, фишор дар система кам шаванд. Баръакс, дар вақти кам шудани фишор мувозинат ба тарафи реаксияе мелағжад, ки агар дар натиҷаи он миқдори умумии молекулаҳо зиёд шавад, фишор ҳам дар система зиёд мешавад.

Масалан, дар муодилаи реаксияи баргардандаи:



бо зиёдшавии фишор реаксия ба тарафи рост, ба тарафи камшавии адади молекулаҳо ва пастшавии фишор мелағжад, камшавии фишор бошад, реаксияро ба тарафи чап – яъне зиёдшавии молекулаҳо ва фишори онҳо мелағжонад.

Агар дар натиҷаи реаксия адади молекулаҳои газшакл доимӣ бошад, он гоҳ тағйирёбии фишор ба дигаршавии суръатҳои ҳар ду реаксия таъсири яхела мерасонад, яъне мувозинат намелағжад:



**Таъсири концентратсия.** Зиёдшавии концентратсияи яке аз моддаҳои ба ҳам таъсиркунанда лағжиши мувозинатро ба тарафе ба амал меорад, ки дар натиҷаи он концентратсияи ин модда кам шавад. Ва баръакс, камшавии концентратсияи яке аз моддаҳои мувозинатро ба тарафи реаксияе, ки ин моддаро ҳосил мекунад, мелағжонад. Масалан, мувозинати реаксияи:



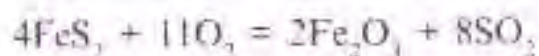
метавонад ба тарафи рост дар натиҷаи зиёд намудани концентратсияи CO ва H<sub>2</sub>O лағжад. Барои лағжонидани мувозинат ба тарафи чап бояд, ки концентратсияи CO ва H<sub>2</sub>O дар муҳит кам карда шавад.

Хусусияти Ле-Шателе аҳамияти амалии калон дорад. Вай имконият медиҳад, ки мо бо хоҳиши худ мувозинатро ба тарафи реаксияҳои ба мо зарур лағжонем.

## ИСТЕҲСОЛ ВА ИСТИФОДАБАРИИ КИСЛОТАИ СУЛФАТ

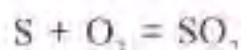
Дар саноат кислотаи сулфатро дар натиҷаи оксид кардани SO<sub>2</sub> то SO<sub>3</sub> ва дар об ҳал кардани SO<sub>3</sub> истеҳсол мекунанд.

Дуоксиди сулфури барои истеҳсоли кислотаи сулфат зарур дар техника бо усулҳои гуногун ҳосил карда мешавад. Яке аз усулҳои паҳншударин – сӯзондани колчедани оҳан FeS<sub>2</sub> мебошад:



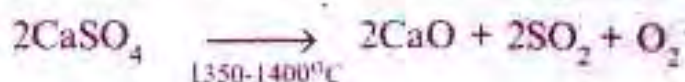
Накшаи умумии истеҳсоли саноатии кислотаи сулфат аз колчедан дар расми 10 оварда шудааст.

Дуоксиди сулфурро инчунин дар натиҷаи сӯзондани сулфур ҳам ҳосил мекунанд:



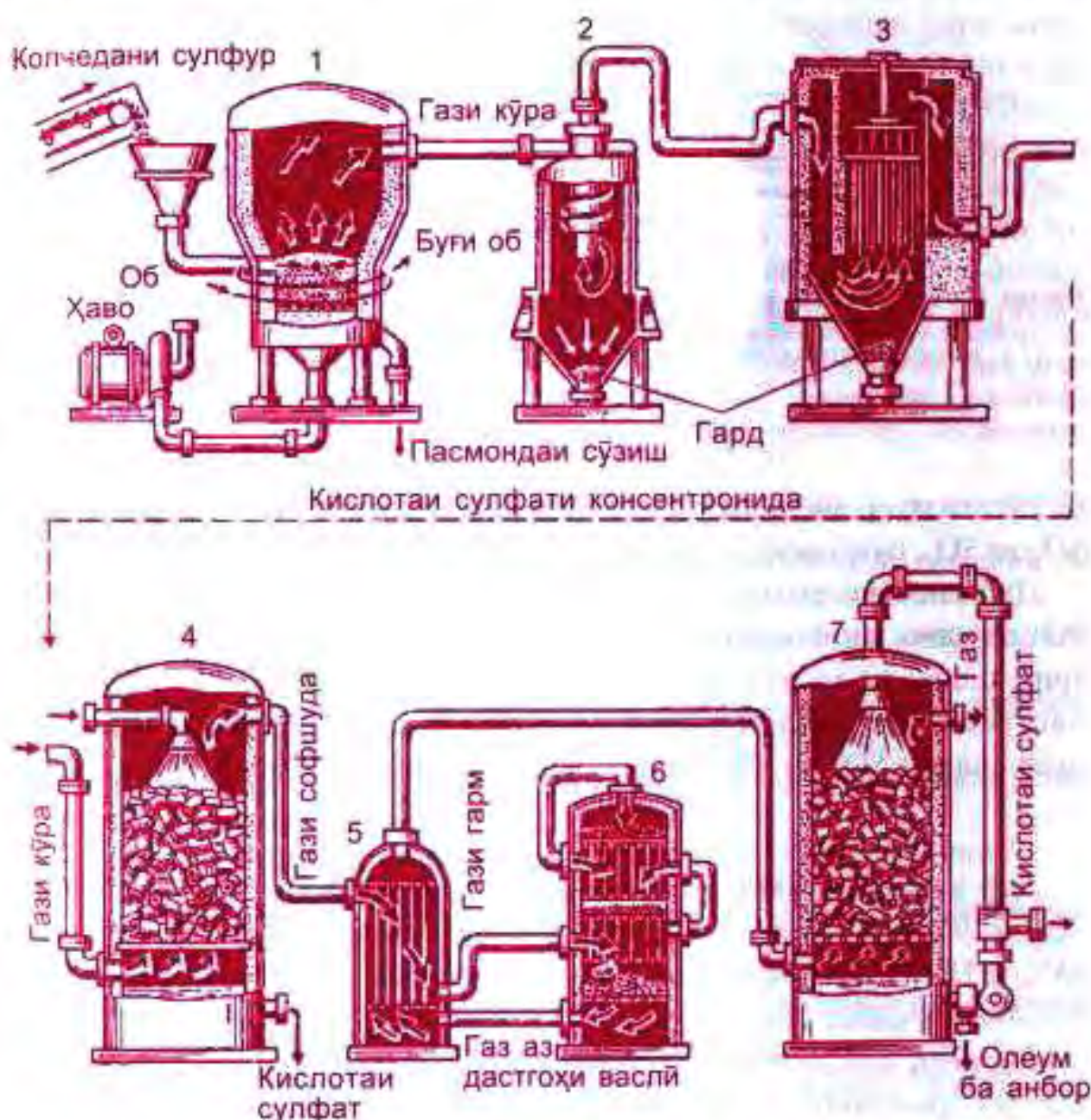
Манбаи муҳими истеҳсоли дуоксиди сулфур партовҳои газии заводҳои металлургияи ранга мебошад. Ҳисобҳо нишон медиҳанд, ки дар вақти гудозиши 1 т мис то 7,5 т SO<sub>2</sub> ҳосил мешавад, ки аз он то 10 т кислотаи сулфат гирифтани мумкин.

Ашёи хом барои ҳосил кардани  $\text{SO}_2$ , инчунин гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ва ангидрит шуда метавонад. Онҳо дар вақти то  $1350\text{--}1400^\circ\text{C}$  гарм кардан бо ҳосилшавии  $\text{SO}_2$  вайрон мешаванд:

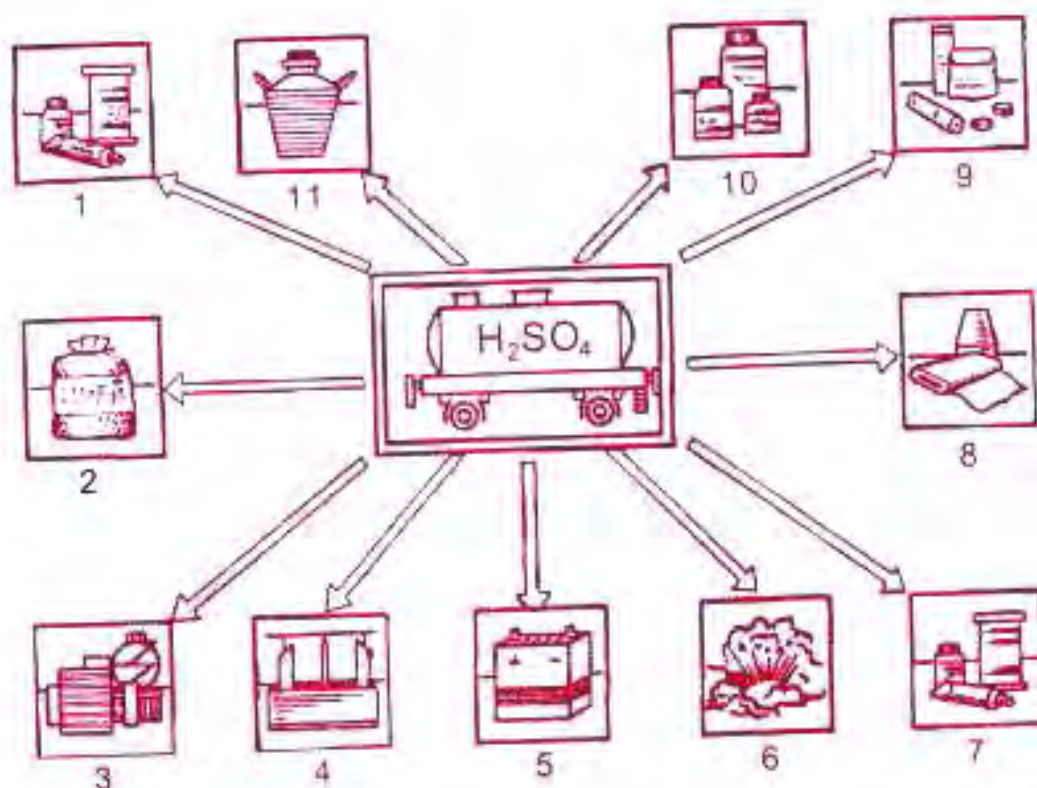


Дар вақти ҳосил кардани кислотаи сулфат чараёни оксидшавии  $\text{SO}_2$  то  $\text{SO}_3$  бо ду роҳ мегузарад: контактӣ ва нитрозӣ.

**Методи контактӣ** бо он алоқаманд аст, ки пайваستшавии  $\text{O}_2$  бо  $\text{SO}_2$  (барои ҳосилкунии  $\text{SO}_3$ ) дар вақти баҳамрасии омехтаи ин газҳо



**Расми 10.** Накшаи умумии истеҳсоли саноатии кислотаи сулфат аз қолчедани оҳан: 1 – кӯра барои пухтани қолчедан дар қабати ҷӯшон; 2 – сиклон; 3 – софкунаки электрӣ; 4 – бурҷи хушккунӣ; 5 – дастгоҳи муҷаббаткунандаи гармӣ; 6 – дастгоҳи васлӣ; 7 – бурҷи ҷаббаанда.



**Расми 11.** Истеҳсоли кислотаи сулфат: 1 - истеҳсоли моддаҳои рангкунанда; 2 - истеҳсоли нуриҳои минералӣ; 3 - коркарди маҳсулоти нафти; 4 - истеҳсоли электролитҳои мис; 5 - электролитҳои аккумуляторҳо; 6 - истеҳсоли моддаҳои таркунанда; 7 - моддаҳои рангкунанда; 8 - абрешими сунъӣ; 9 - глюкоза; 10 - шмакҳои гуногун; 11 - кислотаҳои гуногун.

бо катализатор ҷой дорад. Ба сифати катализатор, барои оксид кардани  $\text{SO}_2$  то  $\text{SO}_3$ , панҷоксиди ванадий  $\text{V}_2\text{O}_5$  истифода бурда мешавад.

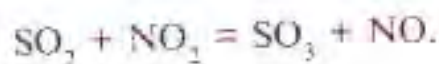
Дар вақти истеҳсоли кислотаи сулфат бо усули баҳамрасии омехтаи  $\text{SO}_2$  ва ҳаво, ки пешакӣ аз омехтаҳои дигар тоза карда шудаанд, бо ёрии ҳавое, ки аз дастгоҳи баҳамрасӣ берун мешавад, гарм шуда, ба дастгоҳи баҳамрасӣ раван мекунад. Дар сатҳи катализатор оксидшавии  $\text{SO}_2$  то  $\text{SO}_3$  бо беруншавии гармии зиёде ба амал меояд:

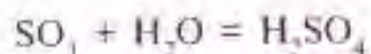


Дар ҳарорати  $400^\circ\text{C}$  ва барзиёдии  $\text{O}_2$  дарачан ба  $\text{SO}_3$  табдилёбии  $\text{SO}_2$  то 95-97% мерасад. Сеоксиди сулфури ҳосилшударо аз маҳлули 98%-и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  мегузаронанд, ки дар натиҷа маҳлули сери вай бо  $\text{SO}_3$ -олеум ҳосил мешавад.

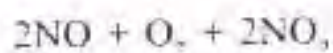
**Методи нитрозӣ** ба он алоқаманд аст, ки оксидшавии  $\text{SO}_2$  то  $\text{SO}_3$  бо ёрии  $\text{NO}_2$  ва дар иштироки  $\text{H}_2\text{O}$  мегузарад.

Дуоксиди сулфур бо дуоксиди нитроген дар асоси реаксияи зерин таъсир мекунад:





$\text{NO}_2$  як қисми оксигенашро ба  $\text{SO}_2$  дода, худаш ба  $\text{NO}$  табдил меёбад. Вай дар навбати худ бо оксигени ҳаво ба реаксия рафта, боз  $\text{NO}_2$ -ро ҳосил мекунад:



$\text{NO}_2$ -и аз нав ҳосилшуда боз барои оксидкунии  $\text{SO}_2$  истифода бурда мешавад. Яъне, дар ин ҷараён  $\text{NO}$  нақши катализаторро мебозад, ҷараёни оксидшавии  $\text{SO}_2$ -ро метезонад.

Саноат якҷанд навъҳои кислотаи сулфатро мебарорад, ки онҳо аз якдигар бо миқдори омехтаҳо ва консентратсияи кислота фарқ мекунаанд. Қисми асосии кислотае, ки истеҳсол карда мешавад зичии (d)  $1,825 - 1,84 \text{ г/см}^3$ -ро дошта, дар он миқдори  $\text{H}_2\text{SO}_4$  аз 91 то 94% мерасад.

Кислотаи сулфат яке аз маҳсулотҳои муҳимтарини саноати химиявӣ мебошад. Истеъмолкунандаи асосии кислотаи сулфат саноати истеҳсоли нуриҳои минералӣ мебошад. Вайро инчунин барои истеҳсоли дигар кислотаҳо, синтези органикӣ, истеҳсоли моддаҳои тарканда, тайёр кардани рангуборҳо, тоза кардани калаҳши (лари) сатҳи металлҳо ва ғайраҳо истифода мебаранд (расми 11).

## Саволҳо барои такрор ва мустақкамкунии дониш

- 1 Шаклҳои ифодаёбии эффеќти гармии реаксияҳои химиявӣ чӣ гунаанд?
- 2 Қонунҳои асосии термохимиявиро номбар карда, онҳоро шарҳ диҳед.
- 3 Суръати реаксияҳо дар системаҳои гомогенӣ аз суръати реаксияҳо дар системаҳои гетерогенӣ бо чӣ фарқ мекунад?
- 4 Таъсири фишор ба суръати реаксияҳои химиявӣ дар кадом ҳолат амалӣ шуданаш мумкин?
- 5 Фарқи катализи гомогенӣ аз катализи гетерогенӣ дар чист?
- 6 Омилҳоеро, ки ба мувозинати химиявӣ таъсир мерасонанд, номбар кунед.
- 7 Амалӣ шудани катализҳои гомогенӣ ва гетерогенӣ дар ҷараёни истеҳсоли кислотаи сулфат шарҳ диҳед.
- 8 Кадом мисолҳои истифодабарии кислотаи сулфат ва намакҳои онро медонед?

## Боби IV

### ГУРҶҲЧАИ НИТРОГЕН

---

Ба ин гурӯҳча элементҳои нитроген, фосфор, арсен, сурма ва висмут дохил мешаванд.

Нитроген ва фосфор ғайриметаллҳои типӣ буда, арсен мавқеи мобайниро ишғол мекунад. Барои сурма ва махсусан висмут бештар хосиятҳои металлӣ характерноканд.

Барои нитроген ва фосфор иқтидори баланди ионизатсионӣ ҳосе мебошад ва бинобар ҳамин, ҳосилшавии ионҳои мусбат зарядно имконнопазир аст. Қобилияти ҳосил кардани катионҳо бештар барои сурма ва махсусан висмут хусусиятнок мебошад. Бо элементҳои, ки электронҳои худро бо осонӣ медиҳанд (масалан, бо гидроген ва баъзе металлҳо) пайваст шуда, элементҳои ин зергурӯҳ дар ин пайвастагиҳо валентнокии ба 3 баробарро зоҳир мекунанд ва дараҷаи оксидшавиашон ба -3 баробар аст. Аксарияти бандҳои химиявӣ дар ин гуна пайвастагиҳо хусусияти ковалентӣ доранд. Дар пайвастагиҳои, ки ин элементҳо электрон медиҳанд, валентнокии онҳо тағйирёбанда буда, аз 1 то 5-ро ва дараҷаи оксидшавиашон аз +1 то +5-ро ташкил медиҳанд.

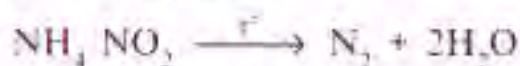
Нитроген ва фосфор кислотаҳои типӣ ҳосил мекунанд, дар байни онҳо бошад, кислотаи нитрат кавитар аст. Вале дар оксидҳои олии сурма ва висмут характери кислотагӣ нисбатан суст зоҳир мешавад. Дар дараҷаи пасти оксидшавиашон сурма ва висмут бо кислотаҳои дигар намакҳои ҳосил мекунанд, ки дар маҳлулҳои обӣ бо осонӣ гидролиз шуда, ба намакҳои асосӣ табдил меёбанд. Тибқи ҳамин хосият барои сурма ва висмут типӣ катионҳои  $[SbO]^+$  –антимонил ва  $[BiO]^+$  –висмутил ҳосе мебошад.

Дар зергурӯҳ устувории пайвастагиҳои гидрогенӣ кам мешавад. Пайвастагии нитроген бо гидроген (аммиак) пайвастагии нисбатан устувор аст, пайвастагии гидрогении висмут бошад, ҳамонро баъди ҳосил шуданаш вайрон мешавад.

## НИТРОГЕН

Қисми асосии нитроген дар табиат дар намуди озод вомехӯрад. Нитрогени озод қисми асосии ҳаво мебошад (78,2% аз рӯи ҳаҷм). Пайвастагиҳои ғайриорганикии нитроген хеле кам вомехӯранд. Яке аз чунин пайвастагиҳои паҳншудатарин  $\text{NaNO}_3$  мебошад. Аз рӯи мавзеи ишғолкардааш (Чили) вайро инчунин селитраи чилигӣ ҳам меноманд. Ба шакли пайвастагӣ нитроген асосан дар узвҳои зинда дида мешавад (сафедаҳои гуногун). Асоси ҳаётро мубодилаи сафедаҳо дар узви зинда ташкил медиҳад. Умуман дар кишри замин миқдори нитроген 0,04%-ро ташкил медиҳад. Манбаи асосии истеҳсоли саноати нитроген ҳаво мебошад. Ин чараён ба хунок кардан ва ҷудо кардани нитроген аз дигар қисмҳои таркибии ҳаво иборат аст. Дар ин сурат нитроген дар ҳарорати  $-196^\circ\text{C}$  ҷудо карда мешавад.

Дар лаборатория нитрогенро асосан дар натиҷаи вайрон кардани нитрити аммоний ҳосил мекунанд:

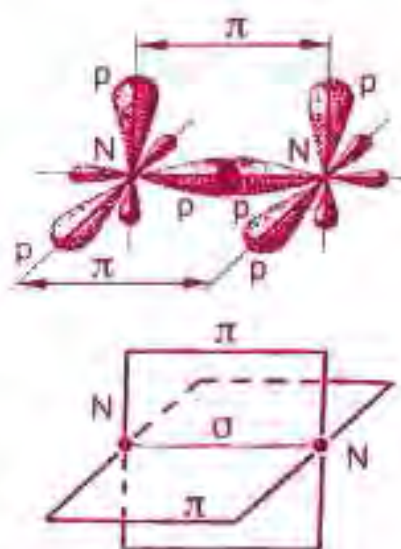


Соҳаҳои асосии истифодабарии нитроген – истеҳсоли аммиак, истеҳсоли кислотаи нитрат ва намакҳои гуногуни он мебошад. Нитрогенро ҳамчун муҳити инертӣ дар вақти гузаронидани реаксияҳо, ки иштироки оксиген ғайри мақсад аст, истифода мекоранд.

### ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКАВӢ ВА ХИМИЯВИИ НИТРОГЕН

Нитроген молекулаҳои дуатомаи ( $\text{N}_2$ ) хеле устувор ҳосил мекунанд, ки дар он банди сечандаи ковалентӣ амал дорад (расми 12). Энергияи диссоциатсияи молекулаи  $\text{N}_2$  хеле калон аст (945 кҶ/мол), бинобар ин, диссоциатсияи вай танҳо дар ҳарорати аз  $3000^\circ\text{C}$  боло оғоз меёбад.

Аз таъсири разряди электрикии калон молекулаи нитроген ба атомҳо тақсим мешавад. Атомҳои ҳосилшудаи нитроген хеле фаъол мебошанд: онҳо бевосита ба фосфор, сулфур ва металлҳои гуногун ба реаксия дохил мешаванд. Нитрогени молекулавӣ дар ҳарорати на он қадар баланд (масалан, хонагӣ) камфаъол аст ва танҳо бо литий ва калсий таъсир карда, нитридҳои ҳосил мекунанд. Дар



**Расми 12.** Ба вуҷуд омадани бандҳои ковалентӣ дар молекулаи нитроген дар натиҷаи пӯшида шудани абрҳои p-электронҳо.

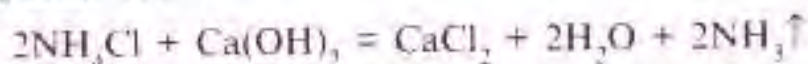
вакти гарм кардан метавонад бо миқдори бисёри металлҳо (магний, барий, стронсий, рух, кадмий, уран, торий ва гайраҳо) таъсир кунад. Дар натиҷа нитридҳо ҳосил мешаванд, ки дар онҳо нитроген одағав севалента аст. Пайвастагиҳои бор, сулфур ва баъзе дигар гайриметаллҳо бо нитроген дар асоси банди ковалентӣ ҳосил мешаванд.

### АММИАК. НАМАКҲОИ АММОНИЙ

Нитроген бо гидроген якҷанд ҳел пайвастагиҳо ҳосил мекунад. Аз онҳо муҳимтаринаш аммиак ( $\text{NH}_3$ ) мебошад.

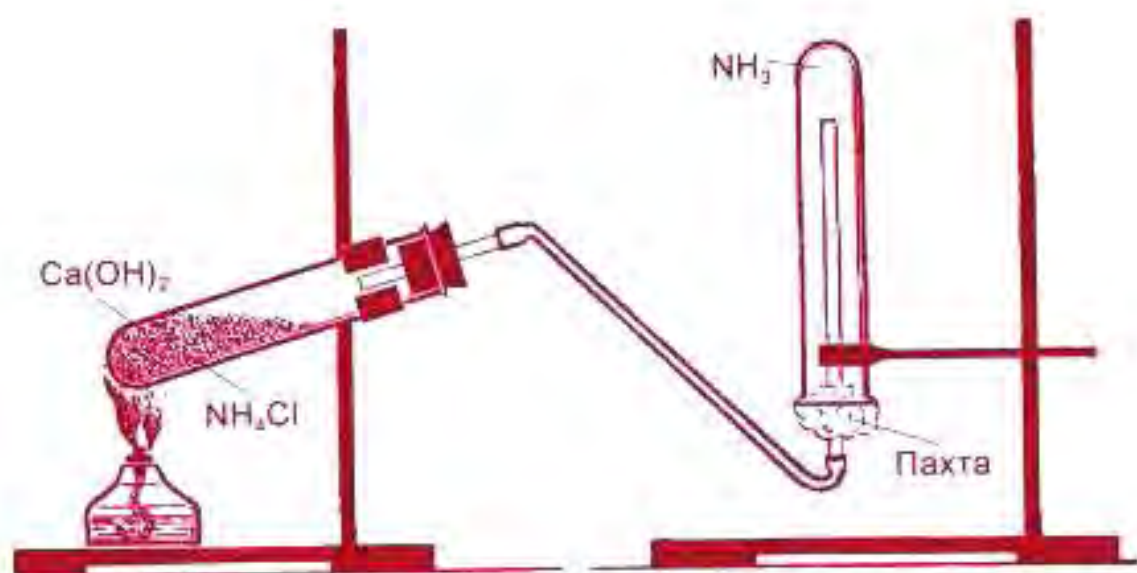
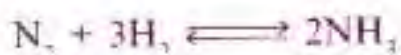
Аммиак дар шароити муқаррарӣ гази беранги дорои бӯй махсус («спирти навшодир») мебошад.

Дар лаборатория аммиакро дар натиҷаи омехтаи хлориди аммонийро бо гидроксиди калсий («оҳаки шукуфта») гарм кардан ҳосил мекунанд (расми 13):



Аммиаки ҷудошуда бугҳон об дорад. Барои хушк кардан онро аз таркиби омехтаи оҳак бо ишқори натрий («оҳаки натронӣ») мегузаронанд.

Дар саноат аммиакро дар натиҷаи ба нитроген таъсир кунонидани гидроген ҳосил мекунанд. Вале амалан иҷрошавии ин ҷараён душвориҳои зиёде дорад. Пеш аз ҳама, бояд дар назар дошт, ки ҷараёни ба ҳам таъсиркунии нитроген бо гидроген баргарданда мебошад:

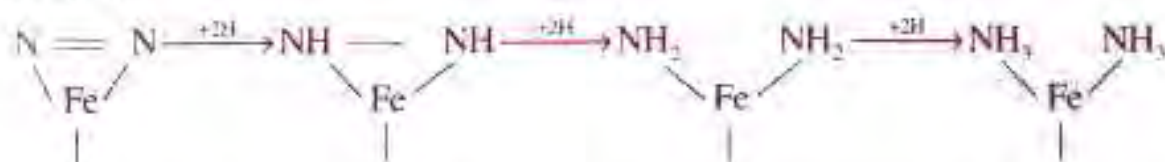


Расми 13. Ҳосил кардани аммиак дар лаборатория.



Баландшавии ҳарорат мувозинатро ба тарафи чап лағжонида, ҳосилшавии аммиакро кам мекунад. Дар натиҷаи тадқиқотҳои бисёре муайян карда шуд, ки барои муътадил сурат гирифтани ҷараён ҳарорати паст, вале фишори баланд зарур аст. Вале ҳарорати паст суръати реаксияро суст мекунад. Барои дар ҳарорати паст суръати ҷараёнро тезондан зарур омад катализатор истифода бурда шавад. Барои ин мақсад аз ҳама бештар оҳани маҳсус тайёркардашуда (сӯроҳдор) маъқул доништа шуд.

Ҷараёни синтези аммиак дар сатҳи катализатори оҳанӣ аз зинаҳои зерин иборат буданаҳ мумкин. Дар зинаи аввал адсорбсияи нитроген ва гидроген дар сатҳи катализатор ҷой дорад. Дар ин ҳолат, молекулаҳои гидроген ба атомҳо тақсим шуда, устувории банди химиявӣ дар молекулаҳои нитроген кам мешавад ва қисман банди канда мешавад. Дар зинаҳои минбаъда ҷараён тақрибан чунин сурат мегирад:



Баъд аз ин молекулаҳои аммиаки дар сатҳи катализатор ҷамъшуда бо ёрии молекулаҳои нитрогени минбаъда фишурда бароварда шуда, табaddулот бошад, тақрор мешавад.

Умуман ҳарорати муътадили ҷараён ба  $500^\circ\text{C}$  наздик буда, фишораҳ бошад, наздики  $30\text{M}$  Па аст.

Аммиак нисбат ба ҳаво хеле сабук аст. Массайи 1 л он ҳамагӣ 0,77 г мебошад. Ин имконият медиҳад, ки мо аммиакро дар шароити лабораторӣ дар пробиркаи чапакардашуда ҷамъ намоем.

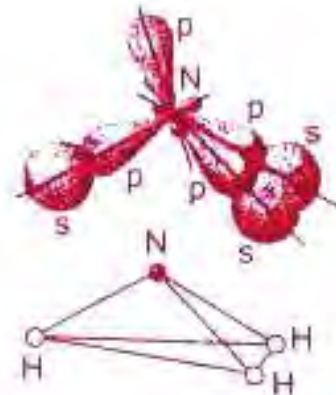
Дар вақти то  $-33,4^\circ\text{C}$  хунук кардан (фишор муқаррарӣ) аммиак ба моеъи шаффоф табдил ёфта, дар ҳарорати  $-77,8^\circ\text{C}$  сахт мешавад.

Аммиак дар об нағз ҳал мешавад: 1 ҳаҷм об дар ҳарорати ҳонагӣ қариб 700 ҳаҷм аммиакро ҳал мекунад. Маҳлули концентрониди аммиак 25%  $\text{NH}_3$  дорад ва зичиаш ба  $0,91\text{ г/см}^3$  баробар аст. Маҳлули оби аммиакро инчунин «спирти навшодир» ҳам меноманд. Спирти навшодирӣ оддӣ тиббӣ (дар фурӯш буда) ҳамагӣ 10% аммиак дорад. Бо баландшавии ҳарорат ҳалшавандагии аммиак кам мешавад. Бинобар ин, дар лаборатория барои ҳосил кардани миқдори ками аммиак маҳлули концентрониди онро каме гарм мекунанд.

Дар ҳарорати паст аммиак аз маҳлулҳои обиаш ба шакли кристаллогидратҳо:  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ё  $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ба таҳшинӣ фаромаданаҳ мумкин. Дар ин кристаллогидратҳо банди гидрогенӣ амал мекунад.



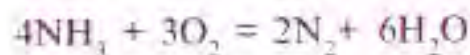
Расми 14. Дар оксиген сўхтани аммиак.



Расми 15. Схемат ҳосилшавии молекулаи аммиак дар натиҷаи пӯшонда шудани  $p$ - ва  $S$ -абрҳои электронӣ.

Аз ҷиҳати химиявӣ аммиак хеле фаъол аст: вай бо бисёр пайваستاгҳои химиявии дигар ба реаксия меравад.

Дар аммиак нитроген соҳиби дараҷаи пастрарини оксидшавӣ (-3) аст, бинобар ин, аммиак асосан нақши барқароркунандаро мебозад. Бо андаке гармкунӣ аммиак дар оксиген, мувофиқи реаксияи зерин месӯзад:

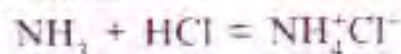


Дар лаборатория ин ҷараёнро чунин амалӣ гардондан мумкин (расми 14).

Дар шароити дигар аммиак метавонад то  $\text{NO}$  оксид шавад.

Атоми нитроген дар молекулаи аммиак бо атоми гидроген банди ковалентӣ дорад ва дар ин ҳолат соҳиби як ҷуфти тақсимнашудаи электронӣ аст. Нақшаи ҳосилшавии молекулаи аммиак дар расми 15 нишон дода шудааст.

Ба сифати донори ҷуфти электронҳо баромад карда, атоми нитроген метавонад дар ҳосилшавии банди ковалентии чорум бо намуди донорӣ-акцепторӣ иштирок кунад. Акцептори ин электронҳо метавонанд атомҳо ё ионҳои ин ҳосиятро дошта бошанд. Ин ҳосият ба аммиак имконият медиҳад, ки дар реаксияҳои гуногуни пайваस्तшавӣ иштирок кунад:



Дар ин реаксия аммиак донори электронҳо буда, иони  $\text{H}^+$ -и кислотаи  $\text{HCl}$  акцептори онҳост, яъне дар ҳосилшавии  $\text{NH}_4\text{Cl}$  мо амали банди ковалентии донорӣ - акцепториро мебинем.

Ҳамин тавр, аммиак ба кислотаҳои гуногун таъсир карда, онҳоро нейтрал мекунад, яъне намакҳои аммонийро ҳосил мекунад.

Ба ҳам таъсирунии аммиак ва об ба ҳосилшавии гидроксиди аммоний меоварад, ки вай қисман диссоциатсия шуда, дар маҳлул ионҳои  $\text{OH}^-$ -ро ҷудо мекунад:

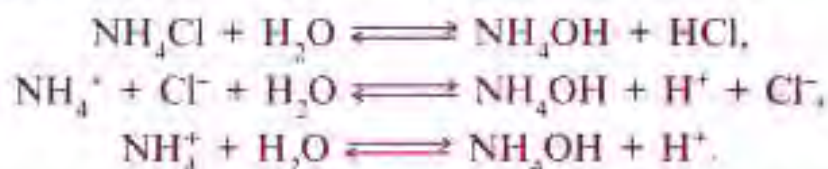


Аз ҳамин сабаб маҳлулҳои обии аммиак муҳити ишқорӣ доранд, вале одатан онҳоро бо формулаи  $\text{NH}_4\text{OH}$  ифода мекунад.

Гидроксиди аммоний – асоси заиф аст. Дар ҳарорати  $18^\circ\text{C}$  константаи диссоциатсияи вай ба  $1,8 \cdot 10^{-5}$  баробар аст.

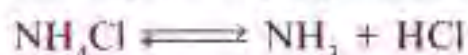
Аксарияти намакҳои аммоний беранг буда, дар об хуб ҳал мешаванд. Бо як қатор хосиятҳои онҳо ба намакҳои металлҳои ишқорӣ монанд мебошанд, махсусан ба намакҳои калий (ионҳои  $\text{K}^+$  ва  $\text{NH}_4^+$  андозаҳои наздик доранд).

Азбаски маҳлули обии аммиак асоси заиф аст, бинобар ин, намакҳои аммоний гидролиз мешаванд. Маҳлули намакҳои аммоний бо кислотаҳои пурқувват муҳити кислотагӣ доранд:

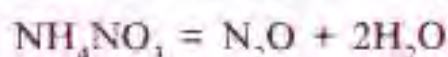


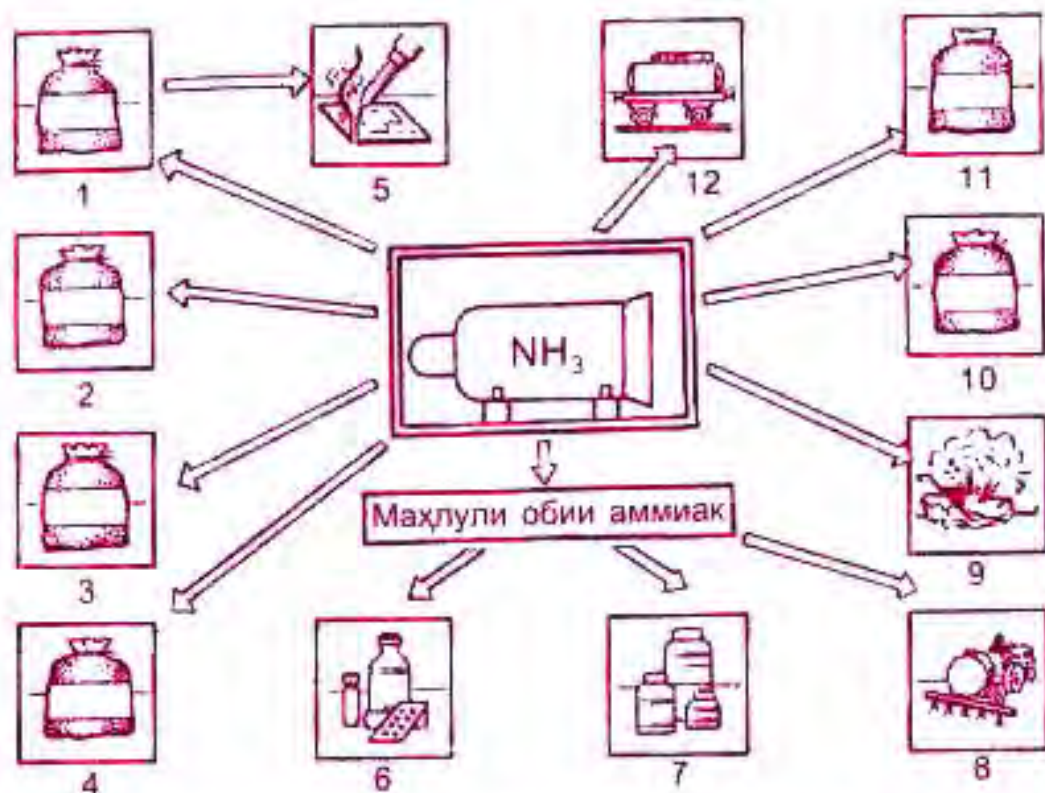
Маҳлулҳои обии аммиак ноустуворанд. Дар вақти андаке гарм кардан аз онҳо аммиак хориҷ мешавад, ки аз бӯяш муайян кардан мумкин аст. Яке аз методҳои кушодани катиони  $\text{NH}_4^+$ , дар омехтаҳои тадқиқшаванда ба ҳамин хосияти  $\text{NH}_4\text{OH}$  асоснок гардонда шудааст ва дар химияи таҳлилий татбиқи васеъ дорад.

Намакҳои аммоний нисбат ба ҳарорат ноустуворанд ва дар вақти гарм кардан вайрон мешаванд. Вобаста ба хосияти аниони кислота, ки намаки аммоний ҳосил кардааст, якчанд нусхаи ҷараёни вайроншавии намакҳои аммоний аз таъсири гармӣ вучуд дорад. Ҷараёни вайроншавии намакҳои аммоний, ки анионашон оксидкунанда нест ё ин хосият хеле кам зоҳир мешавад, баргарданда мебошад. Масалан, дар вақти гарм кардани намаки хлориди аммоний вай ба газҳои аммиак ва гидрогенхлорид тақсим мешавад, вале онҳо дар қисми сарди зарф (масалан, деворҳои вай) вохӯрда, боз  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -ро ҳосил мекунад, яъне ҷараён баргарданда аст:



Ҷараёни вайроншавии намакҳои аммоний, ки аниони кислота хосияти оксидкунандагӣ дорад, баргарданда нест. Дар ин ҷараён иони аммоний оксид шуда, аниони кислота барқарор мешавад:





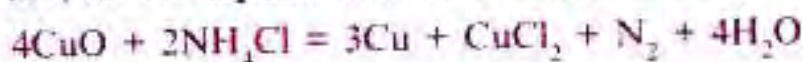
Расми 16. Истеъмоли аммиак ва намакҳои аммоний: 1-4, 8, 10, 11 - истеҳсоли нуриҳои минералӣ; 5, 6 - барои лаҳимкорӣ; 7 - дар тиб; 9 - истеҳсоли моддаҳои тарканда; 12 - истеҳсоли кислотаи нитрат.

Аммиак ва намакҳои аммоний татбиқи васеъ доранд, вале аз ҳама бештар ба сифати нури истифода бурда мешаванд (расми 16).

**Сульфати аммоний**  $(NH_4)_2SO_4$  - ҳамчун нурии минералӣ истифода бурда мешавад.

**Нитрати аммоний**  $NH_4NO_3$  - яке аз нуриҳои муҳимтарини нитрогендор мебошад. Гайр аз он, ин пайвастагиро барои тайёр кардани омехтаҳои тарканда истифода мебаранд.

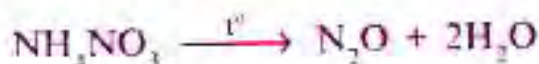
**Хлориди аммоний**  $NH_4Cl$  дар саноати рангубор, кафшеркунӣ, элементҳои галванӣ истифода бурда мешавад. Истифодабарии  $NH_4Cl$  дар чараёни кафшеркунӣ ба дур намудани карахши болои мавод алоқаманд аст, ки ин карахш асосан аз оксидҳои борат мебошад:



## ОКСИДҲОИ НИТРОГЕН

Нитроген бо оксиген як қатор оксидҳо ҳосил мекунад, ки ҳамаи онҳо метавонанд аз кислотаи нитрат ва намакҳои вай ҳосил карда шаванд.

**Оксиди нитроген (I)** ё закиси нитроген  $N_2O$  дар натиҷаи гарм кардани нитрати аммоний ҳосил мешавад:



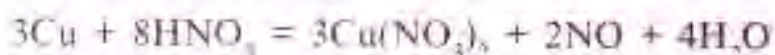
Яъне ин чараён реаксияи оксидшавӣ – барқароршавии дохили молекулавӣ буда, дар он нитрогени аммиак барқароркунанда ва нитрогени кислота оксидкунанда мебошанд.  $N_2O$  – гази беранг буда, дар вақти нафасгирӣ мазаи ширинро медиҳад. Вай дар об хеле кам ҳал мешавад: дар ҳарорати  $20^\circ C$  1 ҳаҷм об, 0,63 ҳаҷм  $N_2O$ -ро ҳал мекунад.

Дар вақти миқдори ками  $N_2O$ -ро нафас гирифтаи ҳис кардани дард наст мешавад. Аз рӯи ин хосият  $N_2O$ -ро дар омехтагӣ бо  $O_2$  дар тиб ба сифати наркоз (маводи беҳушкунанда) истифода мебаранд. Миқдори бисёри  $N_2O$  системаи асабро барангехта, ҳолати одамро хуш мекунад. Бинобар ин, баъзан,  $N_2O$ -ро гази «хушҳолкунанда» низ меноманд.

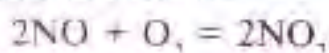
**Оксиди нитроген (II) NO** – гази беранги бад фишурдашаванда. Вай дар ҳарорати  $-151,7^\circ C$  ҷӯшида, дар ҳарорати  $-163,7^\circ C$  сахт мешавад. Дар об бадҳалшаванда аст: 1 ҳаҷм об дар  $0^\circ C$  ҳамагӣ 0,07 ҳаҷм NO-ро ҳал мекунад.

NO аз ҷиҳати хосиятҳои химиявиаш ба гурӯҳи оксидҳои бетараф тааллуқ дорад.

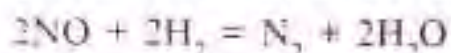
Дар лаборатория NO-ро одатан аз таъсири кислотаи 30–35%  $HNO_3$  ба мис ҳосил мекунанд:



Чи тавре, ки дида мешавад, дар ин реаксия 2 мол  $HNO_3$  барои оксид кардани 3 мол мис сарф шуда, 6 мол  $HNO_3$  барои ба намак пайвастании ионҳои ҳосилшудаи мис сарф мешавад. Нитроген дар NO дараҷаи мобайнии оксидшавиро ишғол мекунад, бинобар ин, метавонад ҳам нақши барқароркунанда ва ҳам нақши оксидкунанда ро бозад. Аз таъсири оксидкунандаҳои пурқувват (масалан,  $O_2$ ) NO метавонад то  $NO_2$  оксид шавад:



Аз таъсири барқароркунандаҳои пурқувват бошад (масалан  $H_2$ ) NO метавонад то нитрогени озод барқарор шавад:



NO дар ҳаво аз таъсири оксигени ҳаво ҳамонро то диоксиди нитроген  $NO_2$  оксид мешавад.

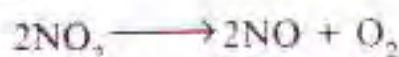
**Диоксиди нитроген  $NO_2$**  – гази сурхчатоби хира, бӯи нохуш дошта, хеле захрнок аст. Дар вақти андаке хунук кардан бо осонӣ ба моеъи рангаш сурхчатоб табдил меёбад (ҳарорати ҷӯшишаш  $-21^\circ C$ ). Дар вақти хунук кардани ин моеъ вай метавонад тамоман шаффоф шавад, дар ҳарорати  $-112^\circ C$  сахт мешавад. Баръакс, дар вақти гарм кардани  $NO_2$ -и дар ҳолати газӣ буда, рангнокии вай боз пурратар шуда, дар ҳарорати  $140^\circ C$  тамоман ранги сиёхро мегирад. Тағйирёбии ранги  $NO_2$ , дар вақти

гарм кардан инчунин ба тағйирёбии массаи молекулавии он низ сабаб мешавад. Дар ҳарорати паст формулаи дуоксиди нитроген (аз рӯи зичиаш) дучанда аст, яъне ба  $N_2O_4$  мувофиқ меояд.

Дар вақти баландшавии ҳарорат зичии газ кам мешавад ва дар ҳарорати ба  $140^\circ C$  наздик формулааш ба  $NO_2$  мувофиқ меояд. Ҳамин тавр, дар ҳарорати аз  $-112$  то  $140^\circ C$  байни молекулаҳои  $NO_2$  ва  $N_2O_4$  чунин мувозинат ҷой дорад:



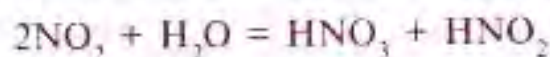
Дар вақти баландшавии ҳарорат аз  $140^\circ C$  баланд диссоциатсияи  $NO_2$  ба  $NO$  ва  $O_2$  ҷой дорад:



$NO_2$  оксидкунандаи пурқувват аст. Бисёр моддаҳо дар атмосфераяи  $NO_2$  сӯхта, оксигени онро қанда мегиранд. Масалан, бо методи нитрозӣ оксид кунондани  $SO_2$  то  $SO_3$  ба ҳамин хосияти  $NO_2$  асоснок кунонда шудааст.

Бугҳои  $NO_2$  – хеле захрноканд!

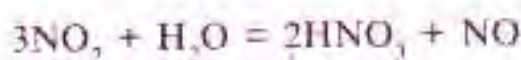
Дар вақти дар об ҳал шудани  $NO_2$  ду кислота ҳосил мешавад:



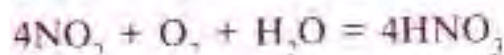
Яъне дар ин ҷо ҷараёни худоксидшавӣ – худбарқароршавӣ ҷой дорад. Аз рӯи ин реаксия  $NO_2$ -ро омехтаи ангидридҳои ин ду кислотаи ҳосилшуда номидан мумкин. Вале дар ин ҷо кислотаи  $HNO_2$  хеле ноустувор аст ва зуд мувофиқи реаксияи зерин вайрон мешавад:



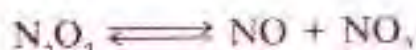
Бинобар ин, амалан, реаксияи байни  $NO_2$  ва  $H_2O$  чунин рафтаниш мумкин:



Дар иштироки ҳаво  $NO$ -и ҳосилшуда ҳамонро то  $NO_2$  оксид мешавад. Яъне дар охир  $NO_2$ -гирифта шуда, дар асоси реаксияи умумии зерин пурра ба  $HNO_3$  табдил меёбад:



**Оксиди нитроген (III)  $N_2O_3$**  ба шакли озод ҳамчун моддаи сахт қабудҷатоб дар ҳарорати хеле паст вуҷуд дорад. Дар вақти баландшавии ҳарорат вай ҳамонро дар асоси реаксияи зерин вайрон мешавад:

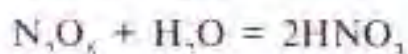


Дар маҳлулҳои обӣ ва дар вақти бо ишқорҳо таъсир кардани анионҳои кислотаи нитритро  $\text{HNO}_2$  мебахад. Яъне ангидриди ҳамин кислота мебошад.

**Оксиди нитроген (V)**  $\text{N}_2\text{O}_5$  – моддаи кристаллии сафед, вале аздакай дар ҳарораги ҳона ба оксиди  $\text{NO}_2$  ва  $\text{O}_2$  тақсим мешавад. Оксиди нитроген (V) дар натиҷаи ба кислотаи нитрат таъсир кардани панҷ-оксиди фосфор ҳосил мешавад:



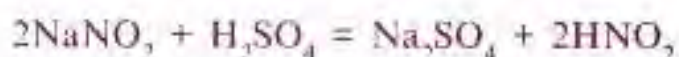
$\text{N}_2\text{O}_5$  дар об ҳал шуда, кислотаи нитратро  $\text{HNO}_3$  ҳосил мекунад, яъне вай ангидриди ин кислота аст:



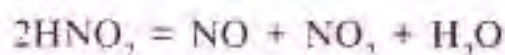
Оксиди нитроген (V) хеле оксидкунандаи пурқувват аст. Бисёр моддаҳои органикӣ дар вақти ба  $\text{N}_2\text{O}_5$  расидан аланга мегиранд.

## КИСЛОТАИ НИТРИТ. НИТРИТҲО

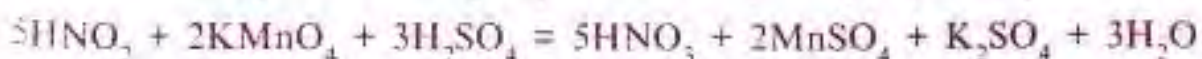
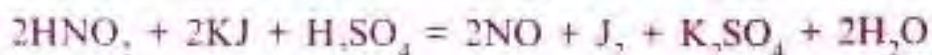
Кислотаи нитритро  $\text{HNO}_2$  дар вақти ба ягон намаки вай, масалан,  $\text{NaNO}_2$  таъсир кардани кислотаи сероби сулфат ҳосил кардан мумкин аст:



Кислотаи нитрит ба гурӯҳи кислотаҳои заиф тааллуқ дошта, ( $K = 4 \cdot 10^{-4}$ ) танҳо дар маҳлулҳои обӣ вучуд дорад. Дар вақти концентронидани ин гуна маҳлулҳо, ё гарм кардани онҳо кислотаи нитрит вайрон мешавад:

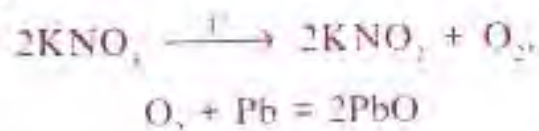


Дарачаи оксидшавии нитроген дар  $\text{HNO}_2$  ба +3 баробар аст, яъне мавқеи мобайнии дараҷаҳои оксидшавии нитрогенро ишғол мекунад. Бинобар ин,  $\text{HNO}_2$  қобилият дорад, ки ҳам хосияти оксидкунандагӣ ва ҳам хосияти барқароркунандагиро зохир намояд. Аз таъсири барқароркунандаҳои пурқувват вай метавонад то дараҷаҳои паст (одатан то  $\text{NO}$ ) барқарор шуда, аз таъсири оксидкунандаҳои пурқувват то дараҷаҳои баланд (масалан, то  $\text{HNO}_3$ ) оксид шавад:

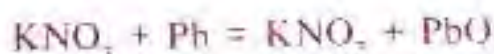


Намакҳои кислотаи нитрит – нитритҳо ном дошта, моддаҳои дар об хуб ҳалшаванда мебошанд. Аз намакҳои кислотаи нитрит бештар нитритҳои металлҳои ишқорӣ омӯхта шудаанд. Онҳоро асосан дар

натичаи тафсонидани нитратҳои ин металлҳо ҳосил мекунад. Агар ин реаксияҳо дар иштироки кӯрғошим гузаронида шаванд, чараён хеле бо осонӣ сурат мегирад, чунки оксигени ҷудошуда ҳамонро ба Pb пайваст мешавад:



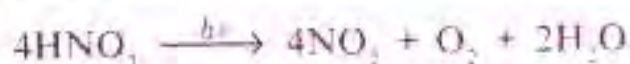
Агар ҳар ду чараёнро муттаҳид намоем, вай чунин намудро мегирад:



Намакҳои кислотаи нитрит аҳамияти амалии калон надоранд. Аз онҳо бештар нитрити натрий  $\text{NaNO}_2$  дар истехсоли рангуборҳои гуногун истифода бурда мешавад.

### КИСЛОТАИ НИТРАТ. НИТРАТҲО

Кислотаи нитрати ҳолис  $\text{HNO}_3$  – моеъи шаффофи зичнаш ба  $1,51 \text{ г/см}^3$  баробар, дар ҳарорати  $-42^\circ\text{C}$  ба массаи кристаллӣ табдил меёбад. Дар ҳаво ба монанди кислотаи концентронидани  $\text{HCl}$  «дуд мекунад». Кислотаи нитрат он қадар моддаи устувор нест. Аз таъсири рӯшноӣ мувофиқи чунин реаксия вайрон мешавад:

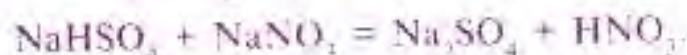
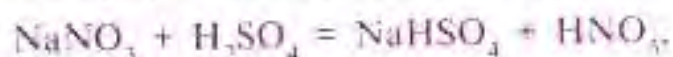


Чӣ қадар ки ҳарорат ва консентратсияи кислота баланд бошад, вайроншавӣ ҳамон қадар зуд ба амал меояд. Дуоксиди нитрогени ҳосилшуда дар кислота ҳал шуда, ранги вайро сурхчатоб мекунад.

Аз нуқтаи назари диссоциатсияи электролитӣ кислотаи нитрат ба катори кислотаҳои қавӣ тааллуқ дорад. Дар маҳлулҳои серобаш вай пурра ба ионҳои  $\text{H}^+$  ва  $\text{NO}_3^-$  диссоциатсия шудагӣ аст:

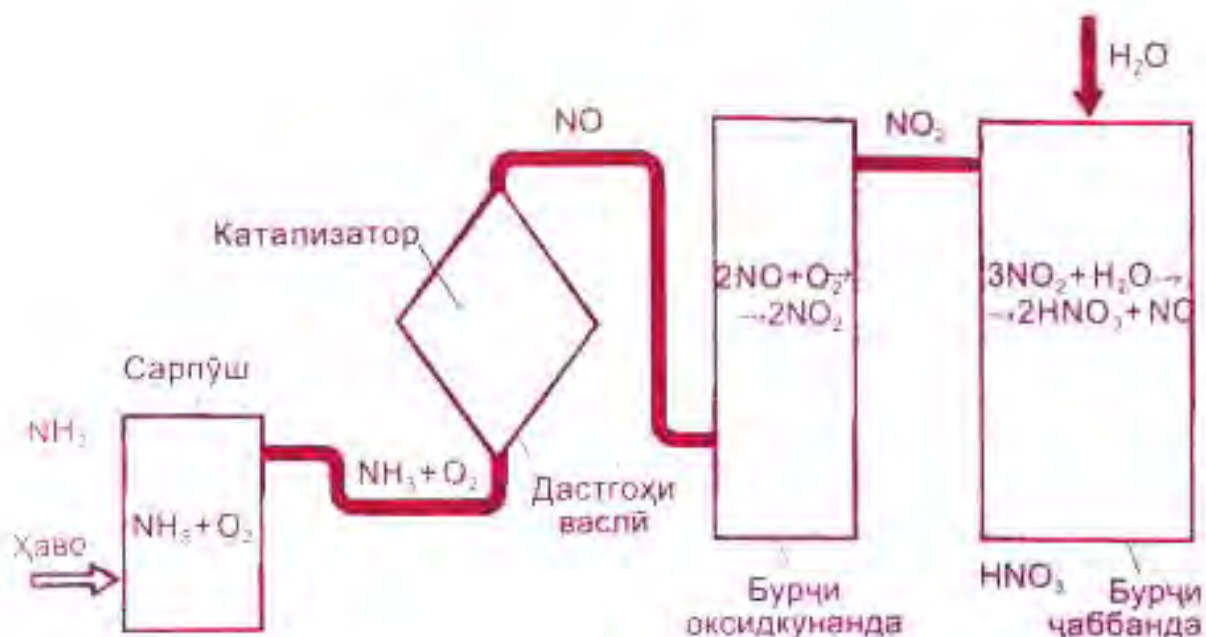


Усули асосии ҳосил кардани кислотаи нитрат дар лаборатория – ин ба намакҳои вай (масалан, нитрати натрий) таъсир намудани кислотаи сульфати гарм мебошад. Дар ин сурат чараён ба таври зинагӣ гузашта, аввал гидросульфат, баъд сульфати натрий ҳосил мешаванд:



Кислотаи нитрат аввал бухор шуда, баъд дар кабулгоҳи конденсатсия гузаронда мешавад.





Расми 17. Нақшаи истеҳсоли кислотаи нитрат аз аммиак дар саноат.

Усули саноатии истеҳсоли кислотаи нитрат ба оксидкунии каталикии аммиак бо ёрии оксиген асоснок гардонда шудааст (расми 17). Агар омехтаи аммиакро бо ҳавои оксигендор дар ҳарорати наздики  $750^{\circ}\text{C}$  аз сатҳи катализатор гузаронем, чараёни зерин ба амал меояд:



NO-и ҳосилшуда дар иштироки оксиген бо осонӣ ба  $\text{NO}_2$  табдил ёфта, аз таъсири об кислотаи  $\text{HNO}_3$ -ро медиҳад (ба боло нигаред). Дар ин чараён ба сифати катализатор ҳулаи платинадошта истифода бурда мешавад.

Хосияти муҳимтарини кислотаи  $\text{HNO}_3$  аз он иборат аст, ки вай оксидкунандаи пурқувват мебошад. Аз таъсири кислотаи нитрат бисёр ғайриметаллҳо бо осонӣ то кислотаҳои дахлдорашон оксид мешаванд.

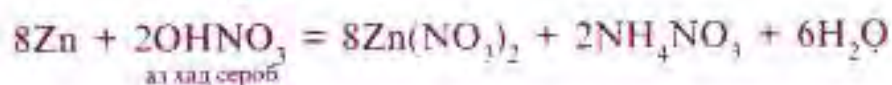
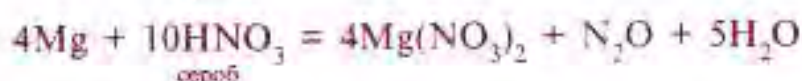
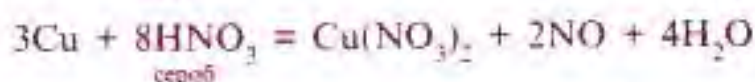
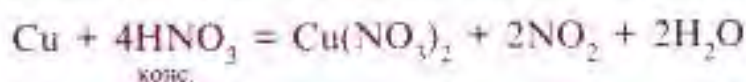
Кислотаи нитрат қариб ба ҳамаи металлҳо (ғайр аз тилло, платина, тантал, радий) таъсир карда, онҳоро ба нитратҳо ва баъзеҳояшонро ба оксидҳояшон табдил медиҳад.

Дарачаи оксидшавии нитроген дар  $\text{HNO}_3$  ба +5 баробар аст. Вай нақши оксидкунандаро бозида, метавонад то дараҷаҳои гуногун (маҳсулотҳои гуногун) барқарор шавад:



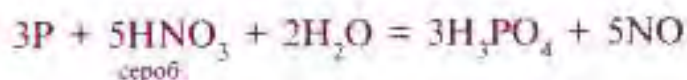
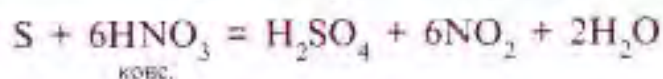
Ҳосилшавии ин ва ё он маҳсулоти дар боло овардашуда ба табиати барқароркунанда ва ба консентратсияи кислота алоқамандӣ дорад. Чӣ қадар, ки консентратсияи кислота баланд бошад, вай ҳамон қадар то дараҷаи паст (нонурра) барқарор мешавад. Дар иштироки кислотаи

концентратсияш баланд бештар  $\text{NO}_2$  чудо мешавад. Агар кислота серобу барқароркунанда, камфаъл бошад (масалан мис), бештар  $\text{NO}$  чудо мешавад. Агар металл фаъл бошад ( $\text{Fe}$ ,  $\text{Zn}$ ) –  $\text{N}_2\text{O}$  чудо мешавад. Кислотан аз ҳад сероби  $\text{HNO}_3$  бо металлҳои фаъл таъсир карда ( $\text{Zn}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Al}$ ), то ионҳои аммоний  $\text{NH}_4^+$  барқарор мешавад. Барои тасдиқи гуфтаҳои боло чунон мисолҳо овардан мумкин аст:

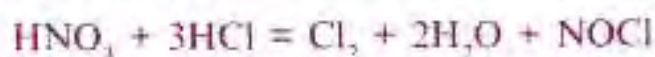


Чӣ тавре, ки дида мешавад, дар ҳамаи мисолҳои овардашуда нақши оксидкунандаи металлҳоро нитрогени таркиби кислота мебозад. Чӣ тавре, ки дар боло қайд кардем  $\text{HNO}_3$  дар маҳлулҳои серобаш қариб пурра ба ионҳои  $\text{H}^+$  ва  $\text{NO}_3^-$  диссоциатсия шуда мебошад. Бо вуҷуди ин ҳам аз таъсири металлҳои фаълтарин ба ин гуна маҳлулҳои сероби  $\text{HNO}_3$  гидрогени ҳолисро фишурда бароварда намешавад. Дар ҳамин ҳолат ҳам қобилияти баланди оксидкунандагии нитрогени таркиби кислота боқӣ мемонад ва бинобар ин, агар гидроген хориҷ шавад ҳам, вай бо газҳои нитрогени хориҷшаванда олула аст.

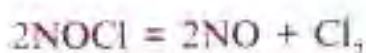
Дар вақти ба ғайриметаллҳо таъсир кардан, вобаста ба концентратсияш, кислотани  $\text{HNO}_3$  то  $\text{NO}_2$  ё  $\text{NO}$  барқарор шуданаш мумкин:



Омехтае, ки аз 1 ҳаҷм  $\text{HNO}_3$  ва 3 ҳаҷм  $\text{HCl}$ -и концентронанда иборат аст, бо номи «шароби шохӣ» маъмул аст. Ин омехта қобилият дорад металлҳоро, ки бевосита дар кислотани  $\text{HNO}_3$  ҳал намешаванд, ҳал кунад (таъсир кунад). Мохияти ин ҷараён дар он аст, ки аввал кислотани нитрат кислотани хлоридро то ҳосилшавии хлори озод ва хлориди нитрозил ( $\text{NOCl}$ ) оксид мекунад:

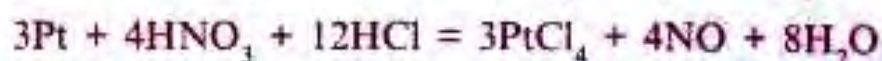
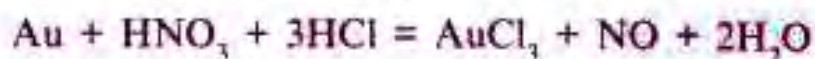


Хлориди нитрозил ҳосилшуда маҳсулоти мобайнӣ буда, ҳамонӣ вайрон мешавад:



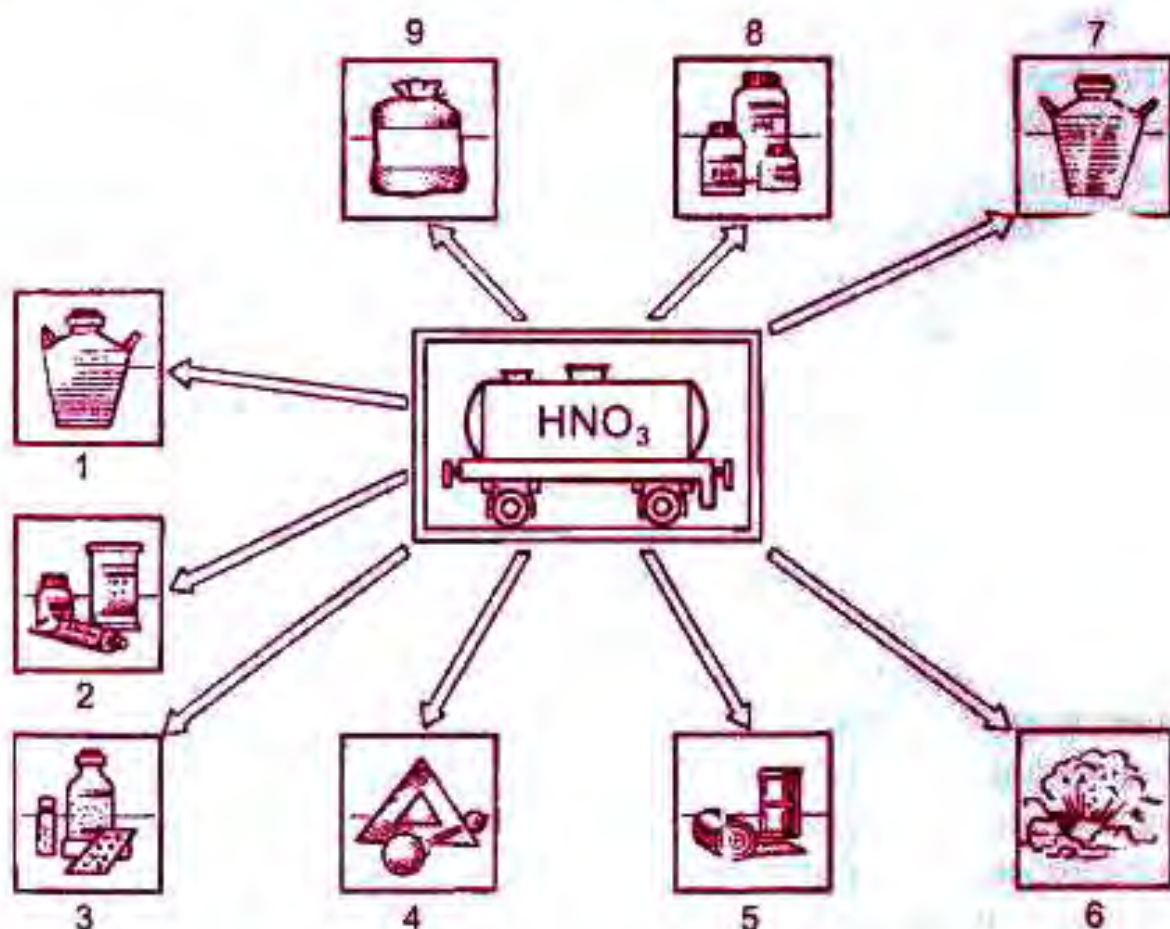
Хлор дар вақти хориҷшавиаш ба шакли атомӣ мебошад ва бинобар ин, қобилияти баланди оксидкунандагӣ зоҳир мекунад. Аз он ҷумла, хосияти оксидкунандагии «шароби шоҳӣ» ба ҳамин хосияти хлорҳои атомӣ алоқаманд аст.

Ба ҳамин асос, реаксияҳои оксидшавии тилло ва платинаро аз таъсири «шароби шоҳӣ» чунин ифода кардан мумкин аст:



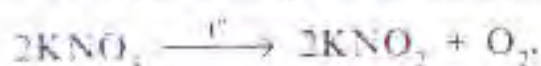
Кислотаи нитрат яке аз пайвастагиҳои муҳимтарини нитроген мебошад. Вай ба миқдори бисёр дар истеҳсоли нуриҳои нитрогенӣ, моддаҳои тарканда, рангуборҳои органикӣ, ҳамчун оксидкунанда дар ҷараёнҳои химиявӣ, истеҳсоли кислотаи сулфат бо усули нитрозӣ ва ғайраҳо истифода бурда мешавад (расми 18).

Намакҳои кислотаи нитрат нитратҳо ном дошта, ҳамаи онҳо дар об нағз ҳалшавандаанд. Намакҳои хушкшоян дар вақти гарм кардан вайрон шуда, оксиген хориҷ мекунад. Дигар маҳсулотҳои вайроншавии нитратҳо ба ҷаъолнокии металлҳои намакхосилкунанда

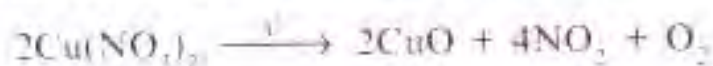


Расми 18. Истифодабарии кислотаи нитрат: 1 – истеҳсоли коллодий; 2 – моддаҳои рангунанда; 3 – доруворӣ; 4 – селлюлоид; 5 – ҷаъолнавор; 6 – моддаҳои тарканда; 7 – шоҳшароб; 8, 9 – нуриҳои минералӣ.

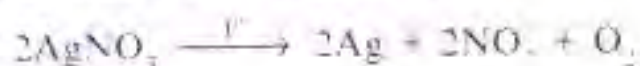
вобаста аст. Масалан, дар вақти тафсонидани нитратҳои металлҳои ишқорӣ гайр аз оксиген инчунин нитрати ин металлҳо ҳосил мешавад:



Дар вақти тафсонидани нитрати мис гайр аз оксиген инчунин диоксиди нитроген ва оксиди мис ҳосил мешаванд:



Дар вақти гарм кардани нитрати нукра оксиген, диоксиди нитроген ва нукраи озод ҳосил мешаванд:



Бинобар ин, ҳамаи нитратҳо дар ҳарорати баланд аз ҳисоби оксигени хориҷ мешуда хеле оксидунандаҳои пурқувват мебошанд.

Аз ҳама бештар нитратҳои натрий, калий, аммоний ва калсий, ки инчунин онҳоро селитраҳо меноманд, аҳамияти амалӣ доранд. Ҳамаи онҳо ба сифати нуриҳо истифода бурда мешаванд.

## ФОСФОР

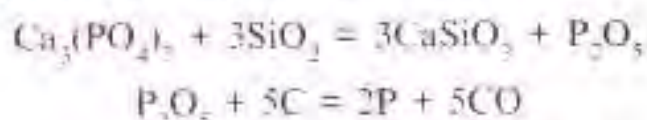
Фосфор ба гурӯҳи элементҳои дохил мешавад, ки дар қишри замин бештар паҳн шудаанд: миқдори вай 0,1 мас.%-ро ташкил медиҳад. Фосфор дар табиат асосан бо намуди пайвастиҳои вомехӯрад.

Аз пайвастиҳои табиӣ фосфор муҳимтаринаш ортофосфати калсий  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  мебошад, ки ба шакли минерали фосфорит вомехӯрад. Агар дар омехтагӣ бо  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , инчунин  $\text{CaF}_2$  ё  $\text{CaCl}_2$  вохӯрад, ин гуна маъданро апатит меноманд.

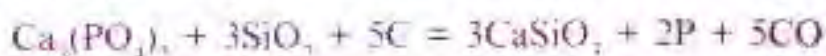
Фосфор ҳам ба монанди нитроген барои узви зинда аҳамияти калон дорад, чунки ба таркиби як қатор сафедаҳои ҳайвонот ва растаниҳо дохил мешавад. Дар растаниҳо фосфор дар таркиби сафедаҳои гуҳмиҳо, дар ҳайвонот бошад, дар таркиби сафедаҳои дар шир, хун, бофтаҳои асаб ва мағзи сар буда, дохил аст. Гайр аз ин фосфор дар таркиби устухони сутунмӯҳраи ҳайвонот ба шакли пайвастиҳои  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$  ва  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  дохил аст. Бо намуди боқимондан кислотаи фосфат фосфор ба таркиби кислотаҳои нуклеинӣ – ДНК, РНК дохил мешавад. Ин кислотаҳо дар рафти наслгузори нақши муҳимро мебозанд.

Ашӯи хом барои ҳосил кардани фосфор ва пайвастиҳои он фосфоритҳо ва апатитҳо мебошанд. Барои ин фосфорит ё апатити табииро майда карда, бо ангишт ва рег аралаш мекунанд ва дар оташдонҳои электрикӣ бе иштироки ҳаво метафсонанд.

Ин равиш хеле мураккаб аст. Барои онро фаҳмидан фосфати калсийро ҳамчун пайвастагии аз оксидҳои калсий ва фосфор ташкилёфта тасаввур кардан зарур аст ( $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ ). Рег бошад, асосан аз диоксиди силитсий  $\text{SiO}_2$  иборат аст. Дар ҳарорати баланд  $\text{SiO}_2$  ангидриди фосфорро ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) аз таркиби фосфорит фишурда бароварда, бо оксиди калсийи силикати калсий нағзгудохташаванда  $\text{CaSiO}_3$  ҳосил мекунад. Ангидриди кислотани фосфат бошад, бо ёрии ангишт то фосфори озод барқарор мешавад:



Агар ҳар ду муодиларо якҷоя намоем, вай чунин намудро мегирад:



Дар ин ҳолат фосфор ба шакли бугҳояш ҷудо шуда, зери об конденсатсия ва ҷамъ карда мешавад.

Фосфор якҷанд дигар шаклҳои аллотропӣ дорад.

**Фосфори сафед** бо намуди саҳт дар натиҷаи зуд хунук кардани бугҳои фосфор ҳосил мешавад. Зичии вай ба  $1,83 \text{ г/см}^3$  баробар аст. Дар шакли ҳолисиаш фосфори сафед беранг ва шаффоф аст. Дар хунукӣ фосфори сафед ковок (хокашаванда) буда, вале бо баландшавии ҳарорат (аз  $15^\circ\text{C}$  боло) вай нағм мебошад ва бо осонӣ бо корд бурида мешавад.

Дар ҳаво фосфори сафед зуд оксид мешавад ва дар ториқӣ рӯшноӣ мелиҳад (нур мебарорад). Номии «фосфор» ҳам аз ҳамин ҷо баромадааст, қалмаи юнонӣ буда, маънои «нурбарор»-ро дорад. Азлақай аз андаке гарм кардан (масалан, соиш додан) фосфор аланга гирифта, месӯзад ва гармии бисёре хориҷ мекунад, фосфор метавонад дар ҳаво ҳам, дар натиҷаи аз таъсири оксиген оксид шудан, аланга гирад. Бинобар ин, барои фосфори сафедро аз оксидшавӣ эмин доштан онро дар зерии об нигоҳ медоранд. Фосфори сафед дар об ҳалнашаванда аст.

Фосфори сафед захири қотил аст, то ҳатто миқдори ками вай ба марг меоварад.

Агар фосфори сафедро бе иштироки ҳаво дар ҳарорати  $250\text{-}300^\circ\text{C}$  гарм кунем, вай ба шакли дигари он – фосфори сурх табдил меёбад.

**Фосфори сурх** аз рӯи ҳосияти худ аз фосфори сафед фарқи кулӣ дорад: вай хеле бо душворӣ аз таъсири ҳаво оксид мешавад, дар ториқӣ нур намебарорад, танҳо дар ҳарорати  $260^\circ\text{C}$  месӯзад, захинок нест. Зичии фосфори сурх ба  $2,4 \text{ г/см}^3$  баробар аст.

Дар вақти гарм кардан фосфори сурх гудохта нашуда, бухор мешавад (сублиматсия). Дар вақти хунукшавии бугҳои ҳосилшуда фосфори сафед ҳосил мешавад.

**Фосфори сиёҳ** аз фосфори сафед дар вақти гарм кардани он то  $220^{\circ}\text{C}$ , дар таҳги фишори баланд ҳосил мешавад. Бо намуди берунааш вай ба графит монанд аст, нисбат ба фосфори сафед ва сурх вазнинтар аст: зичиаш ба  $2,7 \text{ г/см}^3$  баробар аст. Фосфори сиёҳ нимноқил мебошад.

Фосфор дар соҳаҳои гуногун истифода бурда мешавад. Миқдори бисёри вай дар саноати гӯгирдбарорӣ истифода мешавад.

Дар саноати гӯгирдбарорӣ фосфори сурхро истифода мебаранд. Вай ба таркиби массае, ки ба сатҳи куттин гӯгирд мечаспонанд, дохил мешавад. Сарчӯбаи гӯгирд бошад, дар таркибаш омехтаи моддаҳои сӯзанда бо намаки бертоле ва пайвастагиҳои вайроншавии нанамакро таъминкунанда ( $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) дорад.

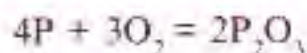
Ғайр аз саноати гӯгирдбарорӣ фосфор инчунин дар металлургия низ татбиқи васеъ дорад. Вай барои ҳосил кардани баъзе нимноқилҳо, масалан, фосфиди галий  $\text{GaP}$ , фосфиди индий  $\text{InP}$  истифода бурда мешавад.

Дар вақти сӯзиши фосфор дури сафед ҳосил мешавад. Бинобар он, фосфор ҳамчун қисмати асосии снарядҳои артиллерӣ, бомбаҳои авиатсионӣ истифода бурда мешавад. Миқдори бисёри фосфор барои тайёр кардани пайвастагиҳои органикии фосфор сарф мешавад, ки онҳоро ба сифати воситаҳои мубориза ба муқобили ҳашароти зараррасони соҳаи кишоварзӣ истифода мебаранд.

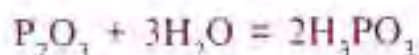
Фосфори озод хеле ғайрифаъол мебошад. Вай метавонад бевосита ба бисёр моддаҳои содда таъсир кунад ва ин гуна реаксияҳо ба хориҷшавии гармии зиёде мегузаранд.

## ОКСИДҲО ВА КИСЛОТАҲОИ ФОСФОР

Оксидҳои муҳимтарини фосфор  $\text{P}_2\text{O}_3$  ва  $\text{P}_2\text{O}_5$  мебошанд. Оксиди фосфор (III) ё ангидриди фосфит  $\text{P}_2\text{O}_3$  дар вақти охиста оксид кардани фосфор ё дар вақти норасоии оксиген ҳосил мешавад:

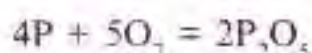


$\text{P}_2\text{O}_3$  – моддаи кристаллии сафед, дар ҳарорати  $23,8^{\circ}\text{C}$  гудохта мешавад. Дар ҳарорати паст массаи молекулавии вай ба формулаи  $\text{P}_4\text{O}_6$  мувофиқ меояд. Дар вақти ба оби хунук таъсир намудани вай кислотаи  $\text{H}_3\text{PO}_3$ -ро (фосфит) ҳосил мекунад:



Ҳам  $\text{P}_2\text{O}_3$  ва  $\text{H}_3\text{PO}_3$  ҳосияти барқароркунандагиро зоҳир мекунаанд.

Оксиди фосфор (V), ё ангидриди фосфат  $P_2O_5$ , дар вақти дар ҳаво сӯхтани фосфор ба шакли моддаи сафеди барфмонанд ҳосил мешавад:



Аз рӯи зичии бугҳояш ба вай формулаи  $P_4O_{10}$  мувофиқ меояд.

Оксиди фосфор (V) хосияти гигроскопии баланд дорад, ҳамчун моддаи обро (намиро) фурубаранда татбиқи васеъ дорад. Дар ҳаво  $P_2O_5$  бугҳои обро фуру бурда, кислотаи метафосфатро ҳосил мекунад:



**Кислотаҳои фосфор.** Ба оксиди фосфор (V) якҷанд кислотаҳо мувофиқ меоянд. Муҳимтарини онҳо – кислотаи ортофосфат  $H_3PO_4$  мебошад. Дигар кислотаҳои фосфор одатан пайвастагиҳои полимерӣ мебошанд.

Кислотаи ортофосфат  $H_3PO_4$  кристаллҳои беранги шаффофро ҳосил мекунад, ки дар ҳарорати  $43,34^\circ C$  гудохта мешаванд. Онҳо дар об нағз ҳалшавандаанд.

Кислотаи ортофосфат ба гурӯҳи кислотаҳои кавӣ дохил намешавад. Константаи диссоциатсияи вай чунин бузургӣҳо дорад:  $K_1 = 8 \cdot 10^{-3}$ ,  $K_2 = 6 \cdot 10^{-8}$ ,  $K_3 = 10^{-12}$ . Ҳамчун кислотаи сеасоса вай се қатор намакҳо ҳосил мекунад:

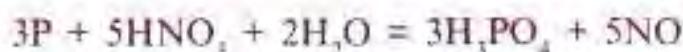
$Na_3PO_4$ ,  $Ca_3(PO_4)_2$  – фосфатҳои миёна;

$Na_2HPO_4$ ,  $CaHPO_4$  – гидрофосфатҳо;

$NaH_2PO_4$ ,  $Ca(H_2PO_4)_2$  – дигидрофосфатҳо.

Ҳамаи дигидрофосфатҳо дар об ҳалшавандаанд. Аз гидрофосфатҳо ва фосфатҳои миёна танҳо намакҳои металлҳои ишқорӣ ва аммоний дар об нағз ҳал мешаванд.

Дар лаборатория кислотаи ортофосфатро дар натиҷаи оксидкунии фосфор бо ёрии маҳлули 30% –  $HNO_3$  ҳосил мекунанд:



Дар саноат кислотаи ортофосфатро бо ду усул ҳосил мекунанд: экстракционӣ ва термикӣ. Дар асоси усули экстракционӣ қорқарди фосфатҳои табиӣ бо ёрии кислотаи сульфат гузошта шудааст:



Кислотаи фосфати ҳосилшударо аз сулфати калсий бо ёри филтронидан ҷудо карда, баъд дар натиҷаи бугронкунии концентратсияи онро баланд мекунанд.

Методи термикӣ ба он алоқаманд аст, ки аввал аз пайвастагиҳои табиаш фосфорро баркарор карда, баъд онро месӯзонанд ва ангидриди ҳосилшударо дар об ҳал мекунанд.

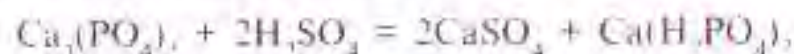
Татбиқи кислотаҳои фосфор васеъ мебошад. Кислотаи ортофосфат барои истехсоли нуриҳои минералӣ, тайёр кардани реактивҳои гуногун, истехсоли моддаҳои органикӣ, эмалҳо барои рӯйпӯшкунии асбобҳо, дар саноати фарматсевтӣ истифода бурда мешаванд. Намакҳои кислотаи метафосфатро барои нарма кардани оби дурушт, дур намудани қарахшҳои деғҳои бугӣ, дар таркиби моддаҳои шӯянда истифода мебаранд.

### НУРИҲОИ МИНЕРАЛИИ ФОСФОРӢ

Барои баланд кардани ҳосилнокии маҳсулоти хоҷагии кишлоқ ба замин дохил кардани элементҳои химиявие, ки барои сабзиши растаниҳо аҳамият доранд, хеле зарурияти калон дорад. Ин гуна элементҳоро бо намуди нуриҳои органикӣ (поруи ҳайвонот, торф ва ғайраҳо) ва нуриҳои минералӣ дохил мекунанд.

Ба нуриҳои минералии муҳимтарин инчунин нуриҳои фосфорӣ тааллуқ доранд. Пайвастагиҳои табиӣ фосфор – фосфоритҳо ва апатитҳо элементҳои фосфорро бо намуди пайвастагии ҳалнашавандаи он  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  доранд, ки вай аз тарафи растаниҳо бад аз худ карда мешавад. Барои он, ки нуриҳои фосфорин аз тарафи растаниҳо хуб азхудкунанда ҳосил намоем, пайвастагиҳои табиӣ фосфорро чунин кор карда мебароянд, ки намакҳои миёнаи вай ба намакҳои турш табдил ёбанд. **Дар ҳамин асос нуриҳои муҳимтарини фосфорӣ – суперфосфат, суперфосфати дучанда ва претсипитат тайёр карда мешаванд.**

Барои ҳосил кардани суперфосфат фосфорити табиӣ майдакардашударо бо кислотаи сулфат омехта мекунанд. Омехтаро хуб аралаш намуда, ба камераҳои доимӣ амалкунанда дохил мекунанд, ки дар он ҷо чунин реаксия мееравад:



Яъне дар натиҷа омехтаи сулфати калсий бо дигидрофосфати он ҳосил мешавад, ки вай аз тарафи растаниҳо бо осонӣ азхуд карда мешавад, чунки дар об нағз ҳалшаванда аст. Ин омехта ба шакли майдакардашуда ё гранулонидашуда номи **суперфосфатро дорад**. Вале дар таркиби вай миқдори моддаи барои растани зарур нисбатан кам аст.