

**ЛУТФУЛЛО СОЛИЕВ**

# **ХИМИЯ**

**Китоби дарсӣ барои синфи 9**

**Мушовараи Вазорати маорифи Ҷумҳурии  
Тоҷикистон ба ҷоп 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 нишониини 734024, ш. Душанбе, кӯчаи Айни 45,  
Пажӯҳишгоҳи улуми педагогии Тоҷикистон ирсол намоед.

## МУҚАДДИМА

Химияи гайриорганикӣ зинаи дуоми 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 ядрои он, банди химиявӣ ва маҳлулҳо ҳам оварда шудаанд.

Мутобиқан ба Меёри давлатӣ оид ба маълумоти миёна барномаи таълимии аз тарафи Вазорати маориф тасдиқшуда, ки китоби мазкур дар ҳамин 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 намоёндагони оилаи металлҳо, пайвастагиҳои элементҳои номбаршуда, истехсол ва истифодаи онҳо пешкаш шудаанд. Дар китоби инчунин роҷеъ ба мавзӯҳои маҳлулҳои электролитҳо ва суръати реаксияи химиявӣ маълумот дода шудааст.

Дар омӯзиши мавзӯҳои химияи элементҳо ва пайвастагиҳои онҳо бештар ба намоёндагони 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 намоёндагони паҳншудатарин 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 фикрронии 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 оид 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.

***Муҳаррир***

## ДИССОТСИАТСИЯИ ЭЛЕКТРОЛИТӢ

---

Пеш аз он ки ба гузориши бевоситаи ин мавзӯ шурӯ намоем, зарур аст, ки оид ба маҳлулҳо умуман ва маҳлулҳои ғайриэлектrolитҳои электrolитҳо алоҳида тасаввурот дошта бошем.

Маҳлулҳо барои фаъолияти физиологии ҳайвонот (аз он ҷумла инсон) ва наботот, протсессҳои технологияи 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. Саноатҳое, ки дар асоси онҳо чараёнҳои химиявӣ амал мекунанд, одатан ба истифодабарии маҳлул вобаста аст.

**Маҳлул гуфта, тартиби гомогении саҳт ё моеъро меноманд, ки аз ду ва бештар қисмҳои даҳлдор (компонентҳо) иборатанд.** Моеҳои 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 ё ионҳо баробар тақсим шудааст. Одатан, ҳалкунанда гуфта, он қисми маҳлулро меноманд, ки ҳам дар ҳолати озод ва ҳам дар маҳлул ҳолати агрегати 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 агрегатӣ 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 концентратсияи онҳо (миқдори моддаи ҳалкардашуда дар маҳлул) алоқамандии зич дорад. Аз ин рӯ, маҳлулҳо ба ғӯруҳҳои зерин тақсим мешаванд: маҳлулҳои носер, маҳлулҳои сер ва маҳлулҳои аз ҳад сер.

**Маҳлули носер гуфта, чунин 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, чунин маҳлулро маҳлули сероб низ меноманд.

**Маҳлули сер гуфта, чунин маҳлулро меноманд, ки вай дар ҳарора-ти додашуда бо моддаи ҳалқардашуда дар ҳолати мувозинат аст.**

**Маҳлули аз ҳад сер гуфта, чунин маҳлулро меноманд, ки дар он миқдори моддаи ҳалқардашуда 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 ҳалқардашуда дар ин сурат ба таври мушаххас нишон дода нашудааст.

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

**Концентратсияи ғоизӣ гуфта, нисбат ба массаи моддаи ҳалқардашударо 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 мекунанд. Аз ин ҷо барои маҳлули овардашуда  $C_{NaCl} = 15\%$  навиштан мумкин.

**Концентратсияи молӣ гуфта, нисбат ба миқдори моддаи ҳалқардашударо (ё ҳалқунандаро) 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 ҳалқунанда ва ҳалшаванда мебошанд.

**Концентратсияи молярӣ** (ё молярнокӣ) гуфта, нисбат ба миқдори молҳои моддаи ҳалқардашударо дар 1 л маҳлул меноманд. Одатан молярнокӣ бо  $C_M$  ё  $M$  ифода карда мешавад. Масалан, маҳлули 2М кислотаи сулфат гуфта, чунин маҳлулро меноманд, ки дар ҳар як литри он (1 л) 2 мол кислотаи сулфат мавҷуд аст, яъне  $C_M H_2SO_4 = 2$  мол/л.

**Концентратсияи молялӣ ё молялноқӣ гуфта, нисбат ба миқдори молҳои моддаи ҳалқардашударо ба массаи ҳалқунанда меноманд.** Одатан молялноқӣ бо ҳарфи  $m$  ифода карда мешавад. Масалан, барои кислотаи сулфат ифодаи  $m = 2$  мол/кг ( $H_2O$ ) чунин маъно дорад, ки дар ин гуна маҳлул ба ҳар 1 кг ҳалқунанда (об) 2 мол моддаи ҳалқардашуда (кислотаи сулфат) рост меояд.

**Концентратсияи эквивалентӣ ё нормалноқӣ гуфта, нисбат ба адади эквивалентҳои моддаи ҳалқардашударо 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 мекунанд, ки дар ҳар як литри чунин маҳлул 2 эквиваленти кислотаи сулфат, яъне  $C_N (\frac{1}{2} H_2SO_4) = 2$  экв/л вуҷуд дорад.

Дар байни ҳаҷми маҳлулҳо ( $V$ ), ки концентратсияшон бо нормалнокӣ ( $N$ ) ифода ёфтаанд ва ҳуди концентратсияи 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 мутаносиби чап мебошанд.

Чунин алоқамандӣ имконият медиҳад, ки мо натавонем микдори барои реаксияҳои химиявӣ зарур будаи ҳаҷми маҳлулҳоро ҳисоб карда ёбем, балки баръакс, дар асоси ҳаҷмҳои сарфшудаи маҳлулҳо дар реаксияҳои химиявӣ концентратсияи 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 нукраи 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. Концентратсияи 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 концентратсияи 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  $\text{HCl}$  мавҷуд аст.

**Гидратҳо ва кристаллогидратҳо.** Дар асоси таҷрибаҳои бисёре исбот карда шудааст, ки дар вақти ҳалшавии моддаҳои гуногун молекулаҳои онҳо (ё ионҳояшон) бо молекулаҳои моддаи ҳалкунанда пайвастагӣ ҳосил мекунад. Агар ҳалкунанда об бошад, он гоҳ ин гуна пайвастагиҳоро гидратҳо меноманд. Агар ҳалкунанда дигар модда бошад, он гоҳ маҳсули боҳамтаъсиркунии вай бо моддаи ҳалкардашуда солватҳо ном доранд. Ақидаҳои аввалин оид ба чунин ҷараёнҳо аз тарафи Д. И. Менделеев пешниҳод шудаанд. Масалан, вай дар протесси омӯзиши бо ҳамтаъсиркунии об бо кислотаи сулфат оид ба ҳосилшавии гидратҳои  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  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 кристаллии сахт ба таҳшинӣ мефароянд. Чунин моддаҳоро кристаллогидратҳо номида, оби ба таркиби онҳо дохил бударо оби кристаллизатсионӣ меноманд. Мисоли чунин кристаллогидратҳо инҳо шуда метавонанд:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (намаки Глауберӣ ё мирабилит),  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (гипс),  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (купороси мис),  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (эпсомит) ва ғайраҳо. Устувории кристаллогидратҳо нисбат ба гармӣ гуногун мебошад. Баъзеи онҳо, масалан,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  худ аз худ, дар шароити муқаррарӣ оби кристаллизатсиониашонро гум мекунад («шамол меҳӯранд»). Баъзеи дигарашон бошанд, оби кристаллизатсионии худро танҳо дар сурати тафсонидан гум мекунад, масалан,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

## НАЗАРИЯИ ДИССОТСИЯТИЯИ ЭЛЕКТРОЛИТӢ

Олими швед С. Аррениус (1859–1927) дар асоси мушоҳида ва таҷрибаҳои бисёре ба чунин хулоса омад, ки маҳлулҳои баъзе моддаҳо (спирт, қанд) ҷараёни электрикиро нагузаронида, маҳлулҳои моддаҳои дигар (намакҳо, ишқорҳо, кислотаҳо) ҷараёни электрикиро мегузаронанд (интиқол мекунад). Дар ҳамин асос вай назарияи диссоцисияти электrolитиро пешниҳод намуд, ки мувофиқи он дар маҳлулҳои моддаҳои ҷараёни электрикиро гузаронанда ионҳои мусбатзаряднок – катионҳо (масалан, ионҳои мусбатзарядноки металлҳо ва  $\text{H}^+$ ) ва манфизаряднок – анионҳо (масалан, ионҳои бокимондаи кислотагӣ ва  $\text{OH}^-$ ) мавҷуданд.

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





**Расми 1.** Асбоб барои санҷидани қобилияти электргузароии об.

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

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

**Электролитҳо гуфта, чунин гурӯҳи моддаҳои химиявиро меноманд, ки ҳудохта ё маҳлулҳои оби онҳо ҷараёни электрикиро интиқол мекунанд.** Ба ин гурӯҳи моддаҳо намакҳо, ишқорҳо ва кислотаҳо мансуб шуда метавонанд.

**Ғайриэлектролитҳо гуфта, чунин гурӯҳи моддаҳои химиявиро меноманд, ки ҳудохта ё маҳлулҳои оби онҳо ҷараёни электрикиро интиқол намекунанд.** 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 ҳудохта ё маҳлулҳои оби 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 вохӯрад. Агар ғайриметаллҳо атомҳои ҳамон як элементи химиявӣ бошанд, он гоҳ банди химиявӣ ковалентии бекутб мешавад (масалан, дар молекулаи  $O_2$ ,  $Cl_2$ ,  $N_2$ ).

дохил кунонда шуда, якеаш бевосита ва дигараш ба воситаи манбаи ҷараёни электрикӣ бо лампаи рӯшноидиҳанда васл кунонда шудааст. Агар зарфро бо маҳлули канд пур карда, асбобро бо манбаи ҷараёни электрикӣ пайваст намоем, лампача рӯшноӣ намедиҳад. Агар мо ба ивази

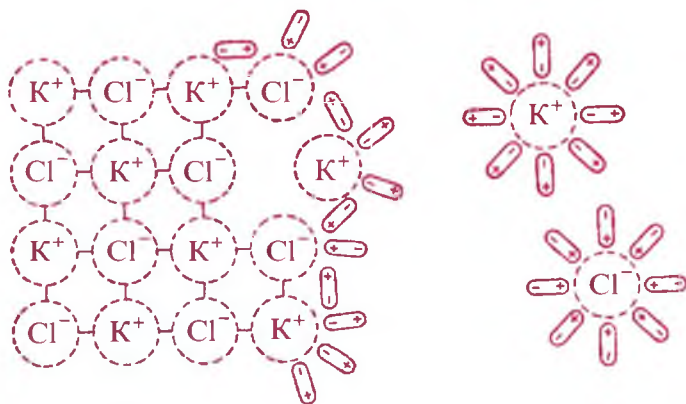
Агар гайриметаллҳо атомҳои элементҳои гуногун бошанд, он гоҳ банди химиявии молекулаҳои аз онҳо ҳосилшуда боқутб мебошад.

Об яке аз намоёндаҳои 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 кунчоро 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, ҷараёни 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.



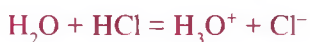
**Расми 3.** Нақшаи диссоциатсияи хлориди калий дар маҳлули обиаш.



**Расми 4.** Нақшаи диссоциатсияи хлориди гидроген дар маҳлули обииш.

Вакте ки кристаллҳои хлориди калийро ба об дохил мекунем, ҳамоно 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 ҳиссаҳои 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 канда 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 мекунад, 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 саҳт пайваст шуда, иони гидроксонийро ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ҳосил мекунад. 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 мекунад. 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 адад метавонад вобаста ба консентратсияи маҳлул ва дигар омилҳо тағйир ёбад.

## ДИССОТСИАТСИЯИ КИСЛОТАҶО, АСОСҶО ВА НАМАКҶО

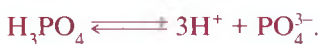
Чи тавре ки дар боло қайд намудем, кислотаҳо, асосҳо ва намакҳо ба ғуруҳи моддаҳои дохил мешаванд, ки маҳлулҳои обӣ ё ғудохтаояшон ҷараёни электроиро интиқол мекунанд, яъне электролитҳо мебошанд ва ҳамчун электролит ба диссоциатсия дучор мешаванд.

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

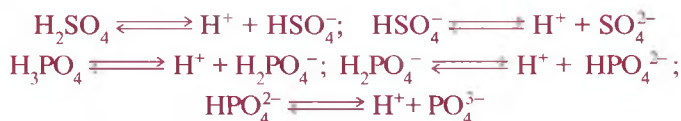


дар ин ҷо R – боқимондаи кислотагӣ ва « $\rightleftharpoons$ » аломати баргардандагӣ мебошанд.

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



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



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

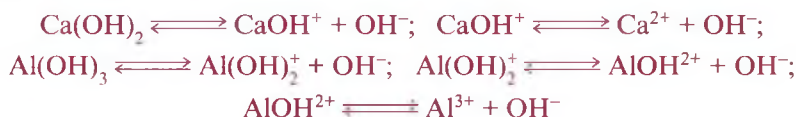


дар ин ҷо  $\text{R}^+$  катиони металл мебошад.

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



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



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



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

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



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



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

**Дараҷаи диссоцииатсия.** Дар омӯзиши хосияти диссоцииатсия шудани электролитҳо дараҷаи (худуди) ин равиш аҳамияти калон дорад. Омӯзиши маҳлулҳои электролитҳо нишон медиҳад, ки дар амал онҳо вобаста ба табиати химиявиашон ё концентратсияшон дар маҳлул чараёни 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 диссоцииатсияшавии электролитҳо мафҳумеро оид ба дараҷаи диссоцииатсия ҷорӣ намуд ва онро чунин таъриф дод: **дараҷаи диссоцииатсия гуфта, нисбат ба адади молекулаҳои ба ионҳо тақсимшудаи электролитро бар адади умумии молекулаҳои ҳалкардашудаи он дар маҳлул меноманд.** Агар (нишондиҳандаи) дараҷаи диссоцииатсияро бо  $\alpha$  (алфа) ишорат намоем, он гоҳ чунин (қоидаи овардашударо) навиштан мумкин:

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

Одатан дараҷаи диссотсиатсияро бо фоиз ифода мекунамд, 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 дараҷаи диссотсиатсия 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 дараҷаи диссотсиатсия дар он мебошад, ки дар ин ҳолат ионҳо аз якдигар дур ҷойгир мешаванд ва имконияти бо ҳам вохӯрда, боз молекулаи диссотсиатсиянашударо 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 мекунамд: *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 дараҷаи диссотсиатсияи электролитҳои гуногун оварда шудааст.

Ҷадвали № 1

**Дараҷаи диссотсиатсияи электролитҳои гуногун дар ҳарорати 18°C  
ва концентратсияшон ба 1 мол/л баробар буда**

Электролитҳо	Дараҷаи диссотсиатсия ( $\alpha$ ), %
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
Гидроксиди калий	тақрибан 100
Гидроксиди натрий	тақрибан 100
Гидроксиди калсий	тақрибан 100

Дар асоси ҷадвали овардашуда ба осонӣ хулоса баровардан мумкин аст, ки кадоме 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 пайвасти шудани протонҳо ба молекулаҳои об сарф мешавад, вобаста аст. Агар энергияи пайвасти шудани протон ба молекулаи об нисбат ба энергияи кандаи шудани протон аз молекулаи кислота зиёдтар бошад, кислота қавӣ ба шумор меравад. Масалан, ба чунин гурӯҳ кислотаҳои нитрат, сулфат 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 кулли намакҳо, бар истиснои миқдори хеле ками 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 ҳамарӯза ба таом илова менамояд, 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 онро фишурда берун менамуд, хлор бошад, хеле заҳрнок аст. Вале чунин хосиятҳои натрий ва хлор дар маҳлули обии  $\text{NaCl}$  зоҳир 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:



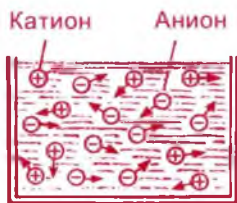
Ҳамин тавр, гуфтан мумкин аст, ки фаъолияти химиявии натрий озод ба мавҷудияти ягона электрони валентии он, ки дар  $3\text{S}^1$  орбитал ҷойгир аст, муайян карда мешавад. Масалан, дар вақти ба об таъсир кардани натрий он электрони валентии худро ба иони  $\text{H}^+$ -и об дода, ўро то ба гидрогени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

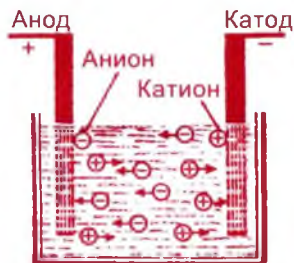
Ҳамин тавр, гуфтан мумкин аст, ки хосияти атомҳо ва ионҳои ҳамон як элементи химиявӣ, бешубҳа ба гуногунии сохти электронии онҳо алоқаманд мебошад.

Дар навбати худ ионҳои монанд, ки дар таркиби моддаҳои гуногуни 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 хушкӣ мис (II) беранг буда, вале маҳлулҳои обиашон, ки дар онҳо ионҳои гидрататсияшудаи мис (II) вучуд доранд, ранги лочвардро (осмонӣ) мегиранд. Мисоли дигари ба



**Расми 5.** Ҳаракати бетартибонаи ионҳо дар ғудохта ва маҳлулҳо.



**Расми 6.** Ҳаракати ионҳо дар вақти аз ғудохта ё маҳлул гузаронидани ҷараёни электрикии доимӣ.



махлул ранги муайян додани ионҳо як қатор пайвастагиҳои хром шуда метавонанд. Масалан, пайвастагиҳои  $\text{Cr}^{3+}$  дар махлулҳои обиашон ранги сабзро доранд, ки ин ба хосияти гидратҳои ҳамин ион алоқаманд аст. Баръакс, махлулҳои оби пайвастагиҳои  $\text{Cr}^{6+}$  масалан, кислотаи хромат  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  ва намакҳои 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 махлули он бетартибона ҳаракат мекунанд (расми 5). Дар сурати аз ин ғудохта ё махлул 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 махлулҳоиашон асосан ба шакли ионҳо (катионҳо ва анионҳо) мавҷуданд. Бинобар ин, реаксияҳои байни электролитҳо – ин реаксияи байни ионҳо, яъне мубодилаи 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:*

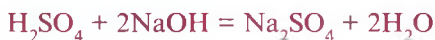
*1) Муодилаи реаксияи байни электролитҳо дар шакли молекулавӣ навишта мешавад;*

*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 қатъан мефаҳмонад.*

Гуфтаҳои боло 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 дуум 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, онҳоро 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 яххелаи энергия (тақрибан 57 кҶ/мол) хориҷ мешавад.

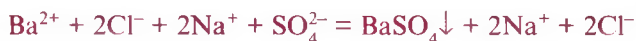
Умуман реаксияҳои байни электролитҳо дар ҳолате амалӣ мешаванд, ки агар яке аз маҳсулотҳои реаксия аз муҳити реаксионӣ дур карда шавад. Маҳсулоти реаксия аз муҳити реаксионӣ дар ҳолате дур карда мешавад, ки агар вай ба шакли моддаи камдиссотсиатсияшаванда (дар мисоли реаксияи нейтрализатсия чунин модда 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:

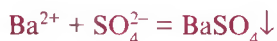


Яъне агар мо ба маҳлули намаки хлориди барий каме маҳлули сульфати натрий илова намоем, ҳамоно пайдошавии таҳшинии сафедро мушоҳида менамоем.

Муодилаи пурраи ионӣ–молекулавии реаксияи овардашуда чунин аст:



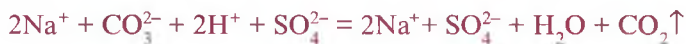
Чӣ тавре ки мебинем, ионҳои  $\text{Cl}^-$  ва  $\text{Na}^+$  амалан дар реаксия иштирок надоранд (тағйир намеёбанд). Баъд аз ихтисор намудани онҳо шакли кӯтоҳ (мухтасар)-и муодилаи реаксия чунин мешавад:



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



Аз рӯи ҳосиятҳои моддаҳои дар реаксия иштирок дошта шакли ионӣ-молекулавӣ 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 химиявӣ 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 кавианд 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 « $\Rightarrow$ » (баробарӣ) мегузоранд. Вале бояд қайд кард, ки реаксияҳои мутлақ барнагарданда мавҷуд нестанд. Чи тавре ки моддаҳои мутлақ ҳалнашаванда 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 ҷараён-ҳосилшавии тахшинӣ якҷоя бо таҷзияи он ҷой дошта, дар ягон воқиди вақт суръати ин ҷараёнҳо доимӣ 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 ионири барои ҷудо намудани моддаҳо аз ягдигар, тоза намудани онҳо аз омехтаҳои гуногун истифода мебаранд. Масалан, агар ба системае, ки дар он тахшини хлориди нуқра ( $\text{AgCl}$ ) бо маҳлули сераш дар ҳолати мувозинати ионӣ аст, маҳлули обии аммиак ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) 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 нуқраро бо ёрии электролиз ҷудо карда мегиранд.

Реаксияҳои мубодилаи ионири 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 қайд 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 «ғалберҳои молекулавӣ» ҳам меноманд, ки онҳоро ба таври сунъӣ аз  $Na_2SiO_3$ ,  $NaAlO_2$  ва  $NaOH$  ҳосил меkunанд. 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 водород;
- қобилияти дигар кардани ранги индикатор 4 (масалан, сурх шудани ранги лакмус);
- таъсири турш доштан.

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

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

Дар вақти боҳамтаъсиркунии кислотаҳои қавӣю асосҳои қавӣ (масалан, ишқорҳо) чунин реаксия ҷой дорад:



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

Дар вақти боҳамтаъсиркунии кислотаи қавӣ ва асоси заиф чунин ҷараён ҷой дорад:

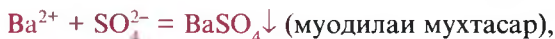


Яъне асоси боҳамтаъсиркунии асоси заиф ва кислотаи қавӣ – ин боҳамтаъсиркунии ионҳои  $H^+$  бо асоси заиф (масалан, дар шакли таҳшинӣ) мебошад, ки дар натиҷаи ин ҳам яке аз маҳсулотҳо об аст.

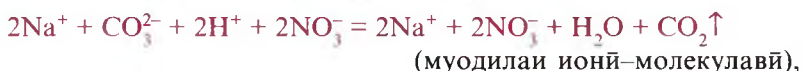
Кислотаҳои қавӣ на танҳо ба асосҳои қавию заиф, балки ба оксидҳои асосӣ низ таъсир намуда, намак ва обро ҳосил мекунанд:



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



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



Маҳлулҳои оби 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);*

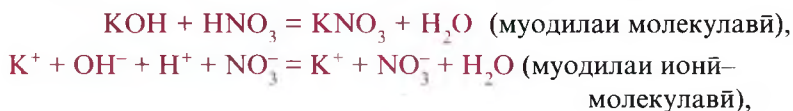
– *ҳангоми ламс кардан хосияти «собунро» доштан.*

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

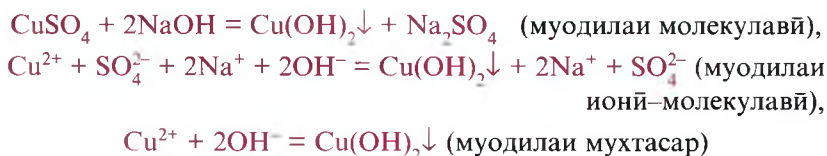
Паҳлӯҳои алоҳидаи хосиятҳои химиявии асосҳо ро дида мебароем.



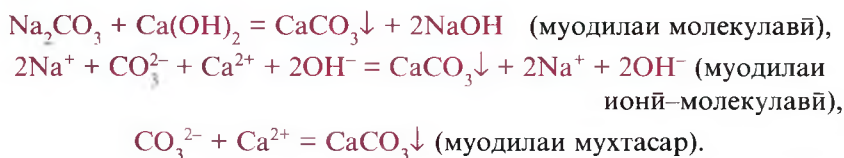
Ҳамаи асосҳо (ҳалшаванда ва ҳалнашаванда) ва кислотаҳои қавӣ ба реаксия дохил шуда, намак ва обро ҳосил мекунанд:



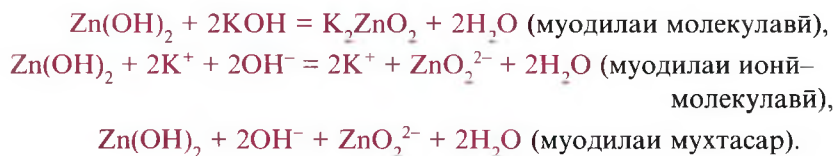
Асосҳои дар об ҳалшаванда (ишқорҳо) бо намакҳо ба реаксия рафта, намаки нав ва асоси навро ҳосил мекунанд:



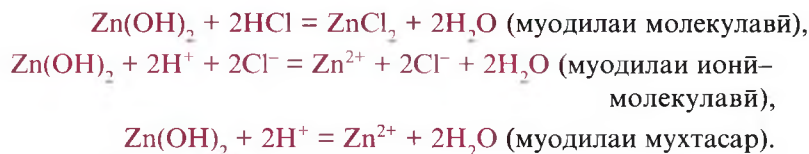
ё



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

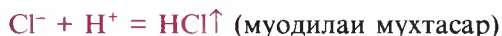


ё

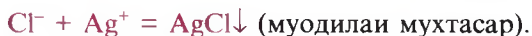
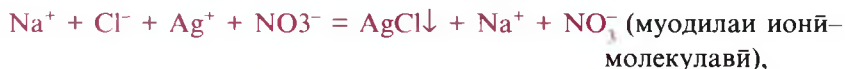


**Намакҳо мувофиқи назарияи диссоциатсияи электролитӣ электролитҳое мебошанд, ки дар ғудохта ва маҳлулҳои обшарон ба ионҳои металл (катионҳо) ва ионҳои бокимондаи кислотагӣ (анионҳо) диссоциатсия шудаанд.**

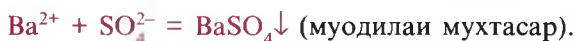
Намакҳо дар маҳлули обӣ ба кислотаҳои қавӣ таъсир намуда, намаки нав ва кислотаи нав ҳосил мекунанд:



ё худ:



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



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



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

## НАЗАРИЯИ ПРОТОЛИТИИ (ПРОТОНИИ) КИСЛОТАҲО ВА АСОСҲО

Чунин реаксияҳои химиявӣ мавҷуданд, ки агарчанде бо иштироки кислотаҳо ва асосҳо амалӣ шаванд ҳам, онҳоро дар асоси назарияи диссоциатсияи электролитӣ фаҳмондан мушкул 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 ғуруҳи гидроксил нашошта бошанд ҳам, ҳосияти асосӣ дар онҳо зоҳир мешавад. Масалан, аммиак ба кислотаҳо таъсир намуда, намакхоро ҳосил мекунад (намакҳои аммоний), агарчанде дар таркиби вай ғуруҳи  $\text{OH}^-$  нест:



Омузиши ҳаматарафаи чунин реаксияҳо ва реаксияҳои, ки дар маҳлулҳои ғайриобӣ амалӣ мешаванд, ба пайдоиши назарияи нисбатан умумӣ (универсалӣ)-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 (протонхоро) аз худ диҳад, асос бошад, аксептори 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:

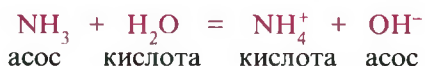


Масалан, дар реаксияи  $\text{HCl} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl} = \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$

$\text{HCl}$  – 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 катори 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 катор мавқеи мобайнро ишғол мекунад. Бинобар ин, об дар реаксияаш бо аммиак нақши кислотаро бозида, дар реаксияаш бо гидрогенфторид нақши асосро мебозад. Яъне:



## ДИССОТСИАТСИЯИ ОБ ВА НИШОНДИҲАНДАИ ГИДРОГЕНИ

Оби ҳолис электролити нисоят 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 молии он баробар мешавад:

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

Бинобар ин, дар муодилаи охирин ифодаи  $[\text{H}_2\text{O}]$  К-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 иони обро бо осонӣ ёфтан мумкин, агар дар муодила қимати 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:

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

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

Маҳлули нейтрал	$[H^+] = 10^{-7}$ мол/л
Маҳлули турш	$[H^+] > 10^{-7}$ мол/л
Маҳлули 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 ишқорнокии маҳлулҳоро бо шакли мувофиқтари 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 маҳлулро 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 паҳншудатарин, 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 моддаи

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

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



Чи тавре ки мебинем, дар ин ҳолат ба гидролиз аниони намак дучор шуда, ионҳои  $\text{OH}^-$  озод мешаванд, яъне микдорашон бисёр мешавад. Вале азбаски ҳосили зарби ионии 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.

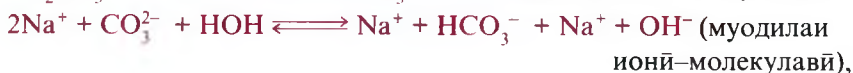
Акнун гидролизи намакҳоеро дида мебароем, ки аз кислотаи қавӣ ва асоси заиф ҳосил шудаанд. Масалан:



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

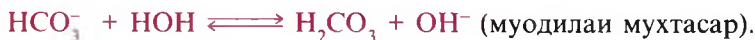
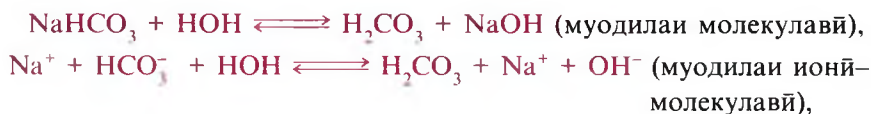
Гидролизи намакҳое, ки аз кислотаҳои заифи бисёрасоса ё асосҳои заифи металлҳои бисёрвалента ҳосил шудаанд, мураккабтар мебошанд. Масалан, гидролизи намаки аз кислотаи заифи бисёрасоса ҳосилшударо дида мебароем.

#### Зинаи I:





**Зинаи II:**

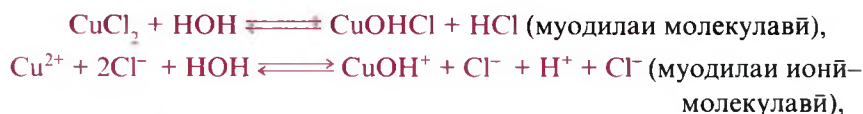


Чӣ тавре ки мебинем, дар ҳар ду зинаи гидролиз дар муҳит барзиёдии ионҳои  $\text{OH}^-$  ҳосил шуда муҳитро ишқорӣ мекунанд. Кислотаи карбонати ҳосилшуда бошад, ноустувор буда, ҳамоно вайрон мешавад:

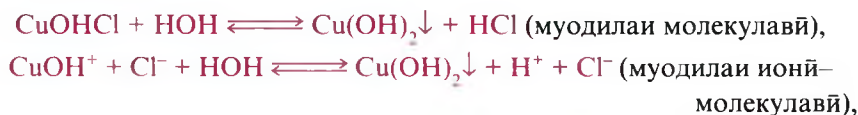


Акнун гидролизи намакхоеро дида мебароем, ки аз асосҳои заифи металлҳои бисёрвалента ҳосил шудаанд.

**Зинаи I:**



**Зинаи II:**



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

Акнун гидролизи намакхоеро дида мебароем, ки аз кислотаҳои заиф ва асосҳои заиф ҳосилшудаанд. Гидролизи чунин намакҳо хеле пурратар меравад. Мисоли ин гидролизи намаки аз кислотаи атсетат (сирко) ва гидроксида аммоний ҳосилшуда буда метавонад:



Чи тавре ки мебинем, дар ин ҳолат муҳити реаксионӣ амалан бетағйир (нейтрал) мемонад. Чунки ионҳои  $\text{H}^+$ -и дар натиҷаи гидролизи  $\text{NH}_4^+$  ҳосилшуда ҳамонро бо ионҳои  $\text{OH}^-$ -и дар натиҷаи гидролизи  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  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 дуҷум 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.

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 ҳосияти ғайриметаллии онҳо меоварад. Масалан, агар оксиген ғайриметалли типӣ бошад, полоний аз рӯи ҳосиятҳои худ металл аст.

Камшавии потенциали (энергияи) ионизатсионии элементҳо аз оксиген (13,61 эВ) то полоний (8,43 эВ) шаҳодати камшавии қаробати элементҳо бо 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 ҳосияти ба худ пайваست кардани электронҳоро зоҳир мекунад. Танҳо дар пайвастагиаш бо фтор, агарчанде валентнокии ба ду баробар зоҳир кунад ҳам, вай электронҳояшро ба фтор медиҳад. Барои элементҳои дигари ин зергӯрух валентнокии тағйирёбанда ҳос мебошад. Аз ҳама валентнокии паҳншударин барои ин элементҳо 2,4 ва 6 мебошад.

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

### ОКСИГЕН

Оксиген қариб дар як вақт аз тарафи се олим новобаста аз якдигар кашф карда шудааст: **Д. Пристли** вайро дар вақти ғармкунии 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 пайвастагиҳои табиаш бо намуди се изотопаш  $^{16}\text{O}$  (99,754%),  $^{17}\text{O}$  (0,0374%) ва  $^{18}\text{O}$  (0,2039%) вомерӯрад.

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 шуданаш миқдори ҳалшудаи вай воситаи асосии ҳаётгузаронии 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.

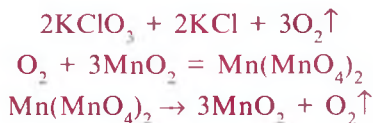
1) Бо таъсири гармӣ вайрон кардани перманганатҳо:



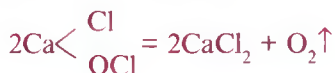
2) Бо таъсири гармӣ вайрон кардани хлоратҳо:



Бояд қайд кард, ки суръати ин реаксия дар иштироки оксидҳои манган, алаҳусус  $\text{MnO}_2$  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 комплексӣ ва ғайраҳо) 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  $OH^-$  чой дорад:



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

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

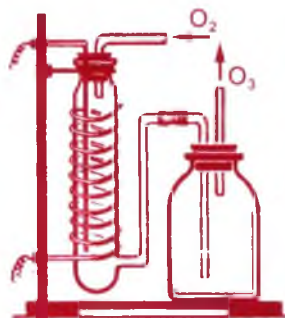
Дар саноат оксигенро барои сӯзондани карбон дар вақти истеҳсоли пӯлод, дар лампаҳои оксигенӣ – атсетиленӣ барои ҳосил кардани ҳарорати баланд ва истифодабарии ин ҳарорат дар кафшеркунӣ; дар касалхонаҳо барои нафасгирии шахсони касали зикқи нафас ва шуш дошта; барои нафасгирии шахсони дар зери замин ва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

## ОЗОН

Оксиген ғайр аз шакли паҳншудатарини худ –  $O_2$  инчунин дигар шакли аллотропӣ ҳам дорад, ки вай аз 3 атом иборат буда ( $O_3$ ), массаи молекулавиаш ба 48 баробар аст ва озон ном дорад. Ҳарорати ғудозиши озон –  $192^\circ C$ , ҳарорати ҷӯшишаш –  $110^\circ C$ . 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 гази рангаш кабудчатоб, бӯи махсус дошта мебошад. Дар об нисбат ба

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

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



Расми 7. Озонатор.



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 мебозад. Яъне дар вақти ҳосилшавии  $\text{O}_3$  аз  $\text{O}_2$ , дар асоси ҳамин равиш, як қисми энергияи офтоб фуру бурда мешавад.

Озон моддаи захрнок мебошад. Микдори 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 нӯшокӣ) истифода бурда шавад. Озон бо моддаҳои органикӣ таъсир карда, моддаи ноустувори тарканда – озонидҳоро ҳосил мекунанд.

## ҲАВО

Ҳаво атмосфераи заминро ташкил дода, аз сатҳи он тақрибан баландии 1000 км-ро ишғол мекунанд. Массай 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 зиндаро таъмин мекунанд, балки таъсири манфии баъзе нурҳои баландэнергияи офтобро ба ҳайвоноту наботот кам мекунанд.

Аз руи 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 фасли сол алоқаманд аст.

Дуоксиди карбон дар табиат асосан дар натиҷаи сӯзиши ангишт ва растанӣҳо, 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 фасли 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 доштаниашон мумкин аст. Массай миёнаи молекулавии ҳаво ба 29 баробар қабул карда шудааст. Вай дар натиҷаи массай 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 кулӣ тағйир меёбад. Масалан, спирти этил, эфири диэтил ва бисёр газҳо дар ҳавоӣ моеъ ҳамоно ҳолати сахтиро мегиранд. Рӯҳ ва қаблағӣ то дараҷае ковок мешаванд, ки аз андаке зарба ба хока табдил меёбанд. Чунин ҳосиятҳои ҳавоӣ моеъро барои тайёр кардани моддаҳои тарканда истифода мебаранд.

## СУЛФУР

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

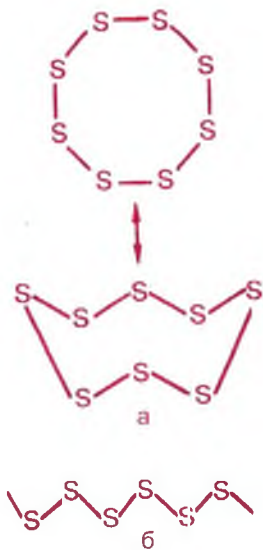
Дар табиат сулфур ҳам бо намуди ҳолис ва ҳам бо намуди пайвастагиҳои гуногунаш вомерӯрад. Сулфур бо намуди ҳолис ҳамчун ҳосилаи ҷараёнҳои вулкани дида мешавад.

Сулфур дар пайвастагиҳояш асосан бо намуди сулфидҳои гуногун ( $\text{PbS}$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{FeS}_2$  ва ғайраҳо) вомерӯрад. Ғайр аз ин вай ба шакли намакҳои гуногуни кислотаи сулфат (гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , эпсомит  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , мирабилит  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , шенит  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , лангбейнит  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$ , каинит  $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ва ғайраҳо) вомерӯрад.

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

### ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКАВИИ СУЛФУР

Сулфур моддаи саҳти мӯрти рангаш зард аст. Хосияти диэлектрик 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 ( $\text{S}_8$ ,  $\text{S}_6$ ,  $\text{S}_4$  ва  $\text{S}_2$ ) иборат аст. Дар ҳолати бугӣ молекулаҳои дуатомаи сулфур бештар дар ҳарорати аз  $1200^\circ\text{C}$  баланд вомерӯранд, дар ҳолати якатома бошад – аз  $1700^\circ\text{C}$  баланд.



**Расми 8.** Панҷараи кристаллии сулфур ва қандашавии он аз таъсири

Сулфур дар ҳоҷагии халқ татбиқи васеъ дорад. Дар саноати резинабарорӣ сулфурро барои ба резина табдил додани каучук, ки ин ҷараён 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 ҳашароти зараррасони ҳоҷагии кишлоқ, барои тайёр намудани гӯгирд, ҳамчун ашёи хом барои истеҳсоли кислотаи сулфат истифода мебаранд.

## ГИДРОГЕНСУЛФИД. СУЛФИДҲО

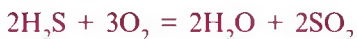
Сулфур дар ҳарорати баланд ба гидроген таъсир намуда, гидрогенсулфидро ҳосил мекунад.

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 заҳролуд 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 сулфидҳоро дар вақти ба гидрогенсулфид таъсир намудани намакҳои дар об ҳалшавандаи металлҳо ҳосил кардан мумкин. Масалан, агар аз дохили маҳлули сулфати мис (II) гази  $\text{H}_2\text{S}$ -ро гузаронем, дар натиҷаи реаксияи зерин таҳшинии сиёҳи сулфиди мис (II) ҳосил мешавад:



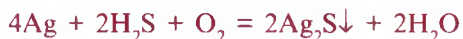
Агарчанде дар натиҷаи реаксия кислота ҳосил шавад ҳам, таҳшинии  $\text{CuS}$  амалан бетағйир мемонад: сулфиди мис на дар об ва на дар кислотаҳои сероб ҳал намешавад.

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,  $\text{Na}_2\text{S}$  ва  $\text{K}_2\text{S}$  дар об ҳалшавандаанд. Бинобар ин, онҳоро низ дар асоси реаксияи боло ҳосил кардан имконнопазир аст.

Ҳалшавандагии гуногун доштани сулфидҳоро дар химияи таҳлилӣ барои пай дар пай чудо 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:

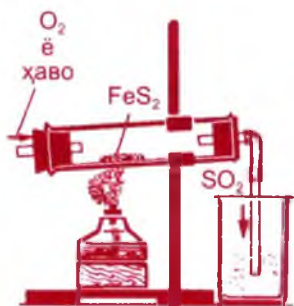


Сулфидҳои табиӣ асоси маъданҳои ранга ва камёфти металлҳоро ташкил медиҳанд ва дар металлургия васеъ истифода бурда мешаванд. Баъзеи онҳо (масалан, пирит  $\text{FeS}_2$ ) ашёи хом барои истехсоли кислотаи сулфат мебошад. Сулфидҳои металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ, масалан,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{CaS}$  ва  $\text{BaS}$  дар саноати пӯсткоркардабарорӣ, барои нест намудани мӯйҳо истифода бурда мешаванд. Сулфидҳои рӯх, кадмий асоси люминофорҳо мебошанд. Баъзе сулфидҳо ба сифати нимноқилҳо истифода бурда мешаванд.

## ДУОКСИДИ СУЛФУР. КИСЛОТАИ СУЛФИТ. СУЛФИТҲО

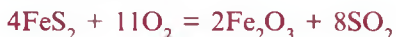
Дуоксиди сулфур  $\text{SO}_2$  дар вақти сӯختани сулфур дар оксигени ҳаво ё оксигени ҳолис ҳосил мешавад:





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

Вай инчунин 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 диоксидаи сулфур мебошад.

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

Диоксидаи 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. Чараён баргарданда аст:



Яъне диоксидаи 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 ҳамаи  $\text{SO}_2$ -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 нашоуда, 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 катори 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 оксидкунандаро 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 ҳуди 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 коғаз 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 хеле суст сурат мегирад. Аз таъсири ҳарорат ва дар иштироки катализатор суръати вай хеле меафзояд.

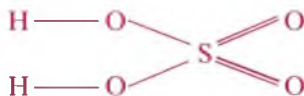
Дар шароити муқаррарӣ сеоксиди сулфур – моеъи беранги серҳаракат буда, зичиаш ба  $1,92 \text{ г/см}^3$  баробар аст. Дар ҳарорати  $44,7^\circ\text{C}$  ҷӯшида, дар ҳарорати  $16,8^\circ\text{C}$  сахт мешавад. Дар иштироки намӣ вай ба кристаллҳои дарози маҳин табдил меёбад.

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 ғализи беранг, дар ҳарорати  $10,3^\circ\text{C}$  ба кристаллҳо табдил меёбад. Формулаи структуриаш чунин аст:

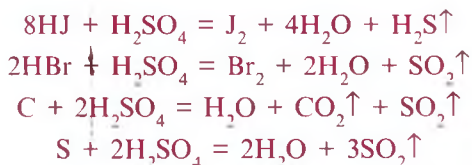


Дар вақти ҳалшавии кислотаи сулфат дар об гидратҳои он ҳосил шуда, гармии зиёде хориҷ мешавад. Бинобар ин, дар вақти бо кислотаи сулфат кор кардан эҳтиёт шудан зарур аст. Барои аз хатар эмин мондан одатан хатман кислотаро ба болои об мерезанд ва на баръакс.

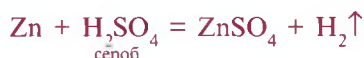
Кислотаи сулфат моддаи гигроскопии пурқувват аст. Бинобар ин, вайро барои аз намӣ тоза кардани газҳо истифода мебаранд. Қобилияти обро фуру бурдани кислотаи сулфат инчунин сабаби аз таъсири вай ба ангишт табдил ёфтани моддаҳои органикӣ мебошад (махсусан ангиштобҳо).



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 қатори фаъолият пеш аз гидроген ҷойгир шудаанд, масалан:



Кислотай концентронидаи H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> аз ҳисоби сулфури (VI) оксид мекунад. Вай ҳамаи металлҳоро, ки дар қатори фаъолият то нукра 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 рух таъсир кардан чунин реаксияҳо мераванд:



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

Кислотай сулфат ҳосияти гигроскопии баланд дорад ва бинобар ин, вайро барои хушк кардани моддаҳо истифода мебаранд. Аз тарафи H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> фуру бурдани намай 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 пурқувват 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.

Аксарияти намакҳои кислотаи сулфат дар об хуб ҳал мешаванд. Сулфатҳое, 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 таҳлилӣ 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 минералӣ истифода бурда мешавад. Инчунин бо номи минерали арканит маълум аст. Бо сулфатҳои дигар металлҳо ( $\text{Na}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$  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 вомехӯрад (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, руҳ 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 обӣ ба шакли кристаллҳои кабуд таҳшин мешавад. Дар хоҷагии халқ асосан барои ба тарзи электролитӣ рӯйпуш 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 тақрор ва мустақамкунии дониш

- 1 Барои чӣ оксиген, агарчанде дар гурӯҳи VI ҷадвали 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 хориҷшавӣ ё фурӯбарии гармӣ мегузаранд. Барои ифодаи ин чараён аз ду мафҳум истифода мебаранд: а) агар дар натиҷаи реаксияи химиявӣ энергия ба муҳити беруна хориҷ шавад, чунин реаксияро экзотермӣ ва баръакс: б) агар реаксияи химиявӣ бо фурӯбурда шудани энергия аз муҳити беруна ба амал ояд, чунин реаксияро эндотермӣ меноманд. Энергияе, ки дар вақти реаксияҳои химиявӣ хориҷ мешавад аз ҷиҳати бузургии худ яхела нестанд, бинобар ин, бо намудҳои гуногун зоҳир мешаванд. Масалан, таркиши газ, сӯзиши магний, сӯхтани натрий дар хлор, реаксияҳои алюмотермӣ, ки хеле бо суръати баланд гузашта, бузургии энергияшон гуногун аст, ифодаи реаксияҳои химиявӣ мебошанд. Аммо бештар реаксияҳои химиявӣ бо тағйироти нисбатан ками энергия мегузаранд, алалхусус дар химияи органикӣ.

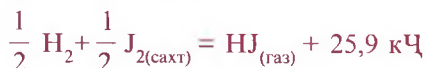
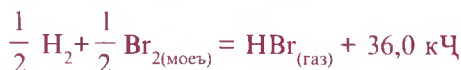
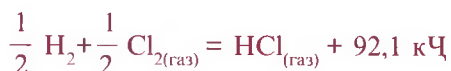
Дар реаксияҳои химиявӣ энергия на танҳо ба намуди гармӣ фурӯ бурда шуда ё худ хориҷ карда мешавад, балки дар якҷанд намудҳои дигар ҳам воমেҳӯрад. Маълум аст, ки намудҳои гуногуни энергияи реаксияҳои химиявӣ ба ҳам эквивалент ҳастанд, яъне бо якдигар бо нисбатҳои муайян табдил меёбанд.

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

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

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

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



Дар замони ҳозира дар адабиёти химиявӣ, махсусан дар термодинамика, дигар намуни 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 ҳалкунанда ва ҳалшаванда ҷараёни химиявӣ метавонад бо хориҷшавӣ ё фурубарии гармӣ ба амал ояд. Гармии ҳалшавиро аз рӯи 1 мол моддаи ҳалшаванда муайян мекунам.

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



**Гармии нейтрализатсия.** Реаксияи нейтрализатсия одатан бо эффекти гармии мусбӣ меғузарад. Мувофиқи қонуни дуҷуми Гесс (1841) дар вақти нейтрализатсияи кислотаи қавӣ бо асоси қавӣ эффекти яххелаи гармӣ дида мешавад, ки вай ба 57 кҶ экв. кислота ё асос баробар аст. Ин қонидаро қоидаи 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.

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

Масалан, барои он ки оид ба чараёнҳои дар муҳаррикҳо, электростансияҳои бо гармӣ коркунанда, системаҳои гуногуни гармкунанда, техникаи ракетаӣ ва ғайраҳо маълумоти мукамал гирем, зарур аст, ки миқдори гармии хориҷшударо аз сӯхтани ин ё он сӯзишворӣ, ин ё он реаксияи химиявӣ донем. Бешубҳа, барои ҳуди фанни химия ҳам дониستاني қонуниятҳои ин чараён хеле аҳамияти калон 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

Қонунҳои асосии термохимия ифодаҳои қонуни нигоҳдории 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 баръакс аст.

Қонуни якуми термохимия бештар дар сурате истифода бурда мешавад, ки агар аз таҷриба бавосита чен кардани эффекти гармии реаксияи рост душвор ё имконнопазир бошад. Масалан: чи тавре, ки маълум аст оксиген бевосита бо хлор пайваست намешавад. Бинобар ин, оксидҳои  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{ClO}_2$  ва  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ -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 чен мекунанд. Сонӣ, аломатҳоро иваз карда, мо метавонем бузургҳои эффекти гармии ҳосилшавии ин оксидҳоро муайян намоем.

Қонуни дуҷуми термохимия – қонуни Гесс номида шуда, яқинд 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 хел 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 он вобаста аст.



Худ аз худ маълум аст, ки қонуни Гесс ҳам ифодаи қонуни нигоҳдории энергия буда, имконнопазирии сохтани муҳарриқи абадиро 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 ҷараёно 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 ҷараёно ҳисоб кунем:



Мувофиқи қонуни Гесс дар асоси мисолҳои овардашуда мо метавонем эффекти гармии реаксияҳои сӯзиши карбонро то  $CO_2$  ва  $CO$ -ро то  $CO_2$  доништа истода, эффекти гармии сӯзиши карбонро то  $CO$  ҳисоб кунем. Яъне:

$$в) q_1 = q_3 - q_2$$

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 ҷен кардани эффектҳои гармии реаксияҳои химиявӣ аз калориметрҳо истифода мебаранд. Дар калориметри паҳншудатарин реаксияи химиявӣ дар асбобе мегузарад, ки дар зарфи изолятсияшудаи миқдори муайяни об дошта ҷойгир қунонида шудааст. Баландашавии ҳарорати об бо ҳароратсанҷи ҳассос ҷен карда мешавад.

## СУРЪАТИ РЕАКСИЯҲОИ ХИМИЯВӢ

Суръати реаксияҳои химиявӣ ҳудудҳои хеле ҳам калоне дорад. Аксарияти реаксияҳо дар маҳлулҳо ҷунон босуръат мегузаранд, ки онҳоро ҷен кардан хеле ҳам мушкул аст. Суръати реаксияҳое, ки бо намуди тарқиш мегузаранд, ниҳоят баланд аст.

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

Омилҳои муҳимме, ки ба суръати реакцияҳои химиявӣ таъсир мекунад, инҳоянд: консентратсияи моддаҳои бо ҳам ба реакция 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 воҳӯрда, ба маҳсулоти реакция табдил меёбанд, яъне ҳамон қадар реакция зудтар мегузарад. Бо гузаштани вақт суръати реакция паст мешавад, чунки консентратсияи моддаҳои ба ҳамтаъсиркунанда кам мешавад.

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

Масалан, барои реакцияи



қонуни таъсири масса чунин ифода меёбад:

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

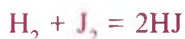
дар ин ҷо:  $V$  – суръати реакция,  $K$  – коэффитсиенти мутаносибӣ, ки константаи суръати реакция ҳам номида мешавад. Бузургии  $K$  танҳо ба ҳарорат вобаста буда, ба консентратсияи моддаҳо вобаста нест.

$[A]$ ,  $[B]$  – 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:

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

Мувофиқи қонуни таъсири масса суръати реакцияи ҳосилшавии  $H_2$  ва  $H_2O$  чунин ифода меёбанд:



$$V = K[H_2] \cdot [J_2]$$



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

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:

$$V_{t_2} = V_{t_1} \cdot \sqrt[10]{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

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,  $\sqrt[10]{}$  – 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, металли радий 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 моддаҳоеро 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 катализаторҳое маълум аст, ки суръати реаксияро суст мекунад. Ин гуна катализаторҳо **ингибиторҳо** меноманд.

Ҳосияти махсуси 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-

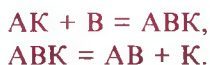
лизатори биологӣ (ферменти каталаза) қобилият дорад, ки дар 0°C ва муддати 1 сония 100 000 мол пероксида гидрогенро вайрон кунад.

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

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



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

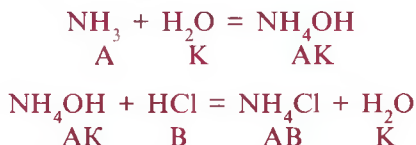


Чӣ тавре ки дида мешавад, катализатор ба таркиби маҳсули реаксия дохил нашуда, боз бо ҳамон миқдоре, ки гирифта шуда буд, ҳосил мешавад.

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 суҷ мегузарад. Об, ки ҳама вақт дар ҳаво дар намуди буг мавҷуд аст, дар реаксияи ҳосилшавии хлориди аммоний катализатор мебошад. Нақши обро чун катализатор дар ин реаксия ин тавр ифода намудан мумкин аст:



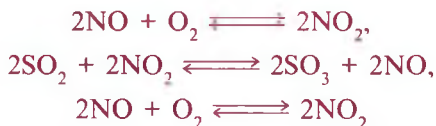
Ба сифати мисоли катализи гомогенӣ таъсири оксиди нитрогенро дар оксидшавии дуоксиди сулфур низ гирифташуда мумкин аст.

Реаксияе, ки бо муодилаи



ифода меёбад, хеле ҳам суст мегузарад.

Таъсири оксиди нитроген ба сифати катализатори он реаксия аз рӯи ҷунин 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 карданашон мумкин. Масалан, иони  $\text{Br}^-$  суръати вайроншавии пероксиди гидрогенро хеле метезонад. Дар ин ҷо иони  $\text{Br}^-$  бо навбат барқарор ва оксид шуданаш мумкин. Масалан, дар маҳлулҳои турш ионҳои  $\text{Br}^-$  аз таъсири пероксиди гидроген то ба кислотаи гипобромит оксид мешаванд:



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



Ин реаксия ҳамин тавр давом мекунад. Тадбиқи катализаторҳо махсусан дар реаксияҳои органикӣ васеъ паҳн шудааст. Ҷунин реаксияҳое, 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 ҷунин мешавад, ки яке аз реаксияҳо нақши катализаторро мебозад. Ҷунин 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 пероксиди гидроген дохил кунонида шудааст, вайроншавии намоёни онро ба амал намеорад. Лавҳачаи сатҳаш ноҳамвор қисман чудошавии хубобчаҳои оксигенро ба амал меорад. Агар ба пероксиди гидроген хокаи платинаро илова намоем, оксиген бо миқдори бисёр

хориҷ мешавад, дохил намудани маҳлули коллоидии платина бошад, таркишро 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 фуру 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 фаъолияти онҳоро зиёд мекунад.

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

Реаксияҳое, ки бо роҳи катализи гетерогенӣ рӯй медиҳанд, хеле бисёр буда (масалан, таъсири платина ба пероксиди гидроген, панҷоксиди 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 серфаъол муҳофизат кардан ба он ванадий ва дигар металлҳоро илова мекунанд. **Моддаҳое, ки фаъолияти катализаторҳоро баланд мекунанд, промоторҳо (активаторҳо) ва фаъолияти 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 кадом суръат гузаштани ин реаксияҳоро муайян намоем. Ҳамаи ферментҳои маълумбуда, ки биокатализатор мебошанд, аз сафедаҳо иборатанд, яъне полимерҳое мебошанд, ки аз аминокислотаҳои дорони сохтори муайяни фазогӣ ташкил ёфтаанд. Худи ферментҳои вазни молекулавашон 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 маҳсус 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 чараёнҳои технологӣ тезонда шуда, онҳо дар ҳароратҳои нисбатан паст гузаронида шаванд. Бинобар ин, аҳамияти катализаторҳо, махсусан, барои саноати химиявӣ, хеле калон 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 концентратсияи моддаҳои гирифташуда кам мешавад. Суръати реаксияи чап бошад ( $\longleftarrow$ ) меафзояд, чунки дар равиши реаксия концентратсияи моддаҳои  $C$  ва  $D$  зиёд мешавад. Дар охир чунин мешавад, ки суръати реаксияи рост ва чап якхела мешавад.

Чунин ҳолати равиши 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 моддаҳоро меноманд, ки дар ҳаҷми муайян маҳдуд карда шудаанд.** Система метавонад ҳомогенӣ ва гетерогенӣ шавад. Системаи ҳомогенӣ аз моддаҳои якҷинса иборат буда, системаи гетерогенӣ аз якчанд қисмҳои аз ҷиҳати ҳосиятҳои физикавӣ ва химиявӣ фарқкунанда иборат аст. **Ин қисмҳои ҳомогенӣ аз якдигар фарқкунанда дар системаи гетерогенӣ фазаҳо номида мешаванд.** Яъне системаҳои ҳомогенӣ аз як фаза ва системаҳои гетерогенӣ аз якчанд фаза иборатанд.

Хусусияти махсуси реаксияҳо дар системаҳои гетерогенӣ аз он иборат аст, ки онҳо дар сатҳи ҷудошавии ду фаза, ки бо ҳам воҳурии молекулаҳои ба ҳам таъсиркунанда имконнопазир аст, ба амал меоянд. Бинобар ин, агар чӣ 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 кардан 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 миқдори моддаҳои ҳалкардашуда ҳам вобаста аст. Масалан, дар реаксияи:



суръати он ба консентратсияи  $\text{CO}$  вобаста мебошад. Суръати ин реаксия чунин ҳисоб карда 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 ҳамаи 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 дигаргуншавии 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 қонуне, 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 ғурубарии 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:

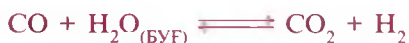


бо зиёдшавии фишор реаксия ба тарафи рост, ба тарафи камшавии адади молекулаҳо ва пастшавии фишор мелағжад, камшавии фишор бошад, реаксияро ба тарафи чап – яъне заиёдшавии молекулаҳо ва фишори онҳо мелағжонад.

Агар дар натиҷаи реаксия адади молекулаҳои газшакл доимӣ бошад, он гоҳ тағйирёбии фишор ба дигаршавии суръатҳои ҳар ду реаксия таъсири якхела 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:



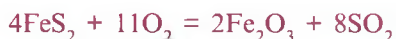
метавонад ба тарафи рост дар натиҷаи зиёд намудани концентратсияи CO ва H<sub>2</sub>O лағжад. Барои лағжонидани мувозинат ба тарафи чап бояд, ки концентратсияи CO ва H<sub>2</sub>O дар муҳит кам карда шавад.

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

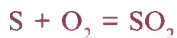
Дар саноат кислотаи сулфатро дар натиҷаи оксид кардани SO<sub>2</sub> то SO<sub>3</sub> ва дар об ҳал кардани SO<sub>3</sub> истеҳсол мекунад.

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



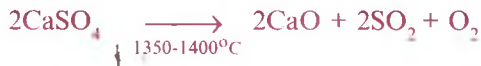
Нақшаи умумии истеҳсоли саноатии кислотаи сулфат аз колчедан дар расми 10 оварда шудааст.

Дуоксиди сулфурро инчунин дар натиҷаи сӯзондани сулфур ҳам ҳосил мекунад:



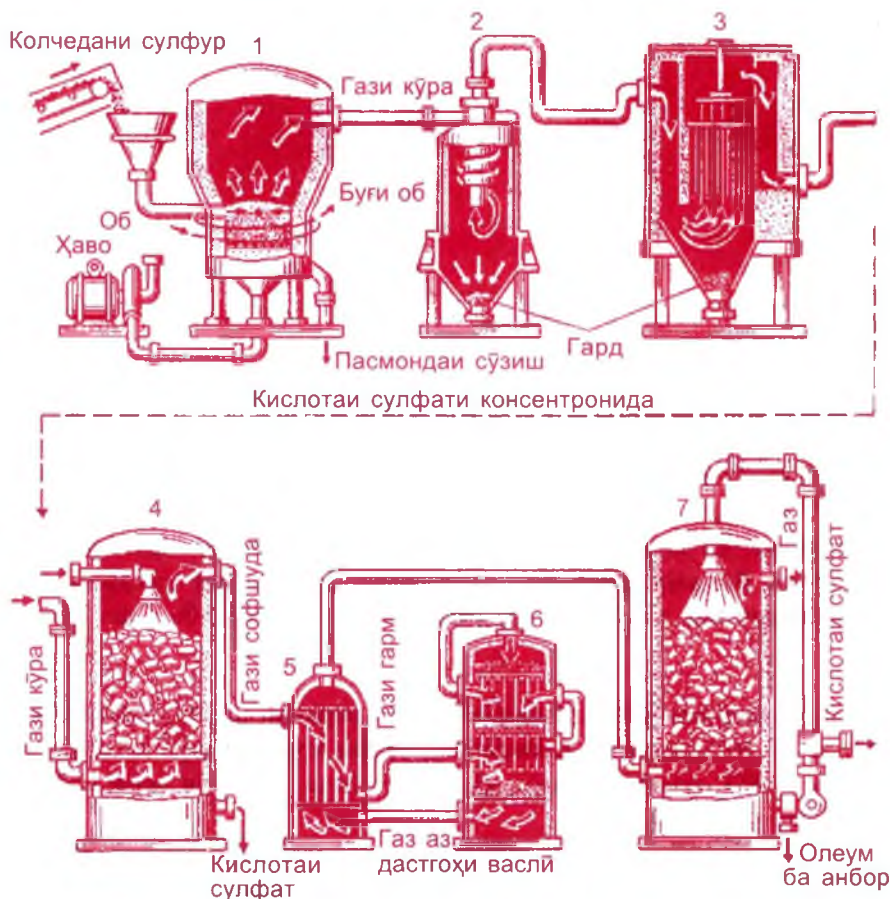
Манбаи муҳимми истеҳсоли дуоксиди сулфур партовҳои газии заводҳои металлургияи ранга мебошад. Ҳисобҳо нишон медиҳанд, ки дар вақти ғудозиши 1 т мис то 7,5 т SO<sub>2</sub> ҳосил мешавад, ки аз он то 10 т кислотаи сулфат гирифтани мумкин.

Ашён 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:



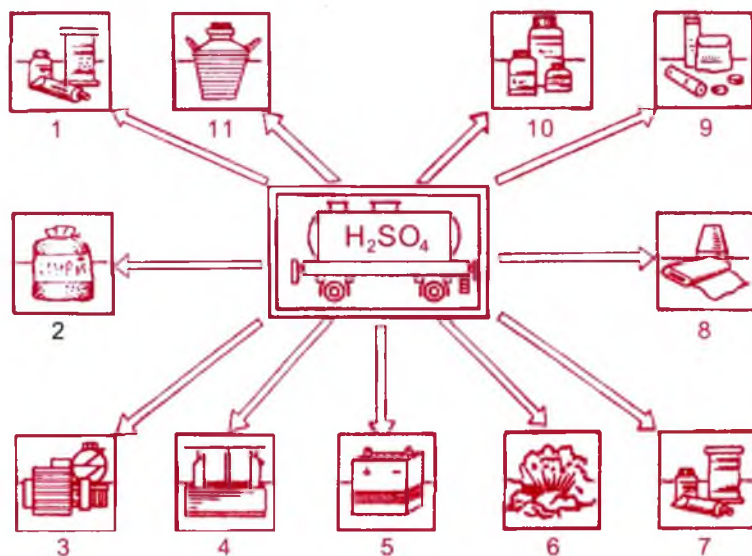
Дар вақти ҳосил кардани кислотаи сулфат чараёни оксидшавии  $\text{SO}_2$  то  $\text{SO}_3$  бо ду рох мегузарад: контактӣ ва нитрозӣ.

**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.** Нақшаи умумии истеҳсоли саноатии кислотаи сулфат аз колчедани охан: 1 – кӯра барои пухтани колчедан дар қабати ҷушон; 2 – сиклон; 3 – софкунаки электрӣ; 4 – бурҷи хушккунӣ; 5 – дастгоҳи мубодилаи гармӣ; 6 – дастгоҳи васлӣ; 7 – бурҷи ҷаббанда.





**Расми 11.** Истеъмоли кислотаи сулфат: 1 – истеҳсоли моддаҳои рангунанда; 2 – истеҳсоли нуриҳои минералӣ; 3 – коркарди маҳсулоти нафти; 4 – истеҳсоли электролитии мис; 5 – электролитҳои аккумуляторҳо; 6 – истеҳсоли моддаҳои тарканда; 7 – моддаҳои рангунанда; 8 – абрешими сунъӣ; 9 – глюкоза; 10 – намакҳои 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.

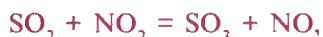
Дар вақти истеҳсоли кислотаи сулфат бо усули баҳамрасии омехтаи  $\text{SO}_2$  ва ҳаво, ки пешакӣ аз омехтаҳои дигар тоза карда шудаанд, бо ёрии ҳавое, ки аз дастгоҳи баҳамрасӣ берун мешавад, гарм шуда, ба дастгоҳи баҳамрасӣ раван мекунад. Дар сатҳи катализатор оксидшавии  $\text{SO}_2$  то  $\text{SO}_3$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



Дар ҳарорати  $400^\circ\text{C}$  ва барзиёдии  $\text{O}_2$  дараҷаи 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 кисми 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 чараён  $\text{NO}$  нақши катализаторро мебозад, чараёни оксидшавии  $\text{SO}_2$ -ро метезонад.

Саноат якчанд навъҳои кислотаи сулфатро мебарорад, ки онҳо аз якдигар бо миқдори омехтаҳо ва концентратсияи кислота фарқ мекунанд. 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 тақрор ва мустаҳкамкунии дониш

- 1 Шаклҳои ифодаёбии эффекти гармии реаксияҳои химиявӣ чӣ гунаанд?
- 2 Қонунҳои асосии термохимиявиро номбар карда, онҳоро шарҳ диҳед.
- 3 Суръати реаксияҳо дар системаҳои ҳомогенӣ 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 ҳомогенӣ аз катализи гетерогенӣ дар чист?
- 6 Омилҳоеро, ки ба мувозинати химиявӣ таъсир мерасонанд, номбар кунед.
- 3 Амалӣ шудани катализҳои ҳомогенӣ ва гетерогениро дар чараёни 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 гайриметаллҳои типӣ буда, арсен мавқеи мобайниро ишғол мекунад. Барои сурма ва махсусан висмут бештар хосиятҳои металлӣ характерноканд.

Барои нитроген ва фосфор иқтидори баланди ионизатсионӣ хос мебошад ва бинобар ҳамин, ҳосилшавии ионҳои мусбат заряднок 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) пайваست шуда, элементҳои ин зергурӯҳ дар ин пайвастагиҳо валентнокии ба 3 баробарро зоҳир меkunанд 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.

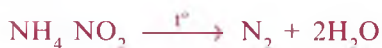
Нитроген ва фосфор кислотаҳои типӣ ҳосил меkunанд, дар байни онҳо бошад, кислотаи нитрат қавитар аст. Вале дар оксидҳои олии сурма ва висмут характери кислотагӣ нисбатан сусти зоҳир мешавад. Дар дараҷаи пасти оксидшавиашон сурма ва висмут бо кислотаҳои дигар намакҳои ҳосил меkunанд, ки дар маҳлулҳои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

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

## НИТРОГЕН

Қисми асосии нитроген дар табиат дар намуди озод вомехӯрад. Нитрогени озод қисми асосии ҳаво мебошад (78,2% аз ӯи ҳаҷм). Пайвастагиҳои ғайриорганикии нитроген хеле кам вомехӯранд. Яке аз чунин пайвастагиҳои паҳншудатарин  $\text{NaNO}_3$  мебошад. Аз ӯи мавзеи ишголкардааш (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 қишри замин миқдори нитроген 0,04%-ро ташкил медиҳад. Манбаи асосии истеҳсоли саноатии нитроген ҳаво мебошад. Ин чараён ба хунук 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:

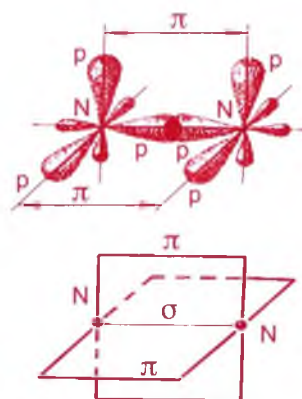


Соҳаҳои асосии истифодабарии нитроген – истеҳсоли аммиак, истеҳсоли кислотаи нитрат ва намакҳои гуногуни он мебошад. Нитрогенро ҳамчун муҳити инертӣ дар вақти гузаронидани реаксияҳое, ки иштироки оксиген ғайри мақсад аст, истифода мебаранд.

### ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКАВӢ ВА ХИМИЯВИИ НИТРОГЕН

Нитроген молекулаҳои дуатомаи ( $\text{N}_2$ ) хеле устувор ҳосил мекунад, ки дар он банди сечандаи ковалентӣ амал дорад (расми 12). Энергияи диссоциатсияи молекулаи  $\text{N}_2$  хеле калон аст ( $945 \text{ кҶ/мол}$ ), 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, нитридҳоро ҳосил мекунад. Дар



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

вакти гарм кардан метавонад бо микдори бисёри металлҳо (магний, барий, стронсий, рух, кадмий, уран, торий ва ғайраҳо) таъсир кунад. Дар натиҷа нитридҳо ҳосил мешаванд, ки дар онҳо нитроген одатан севалента аст. Пайвастагиҳои бор, сулфур ва баъзе дигар ғайриметаллҳо 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.

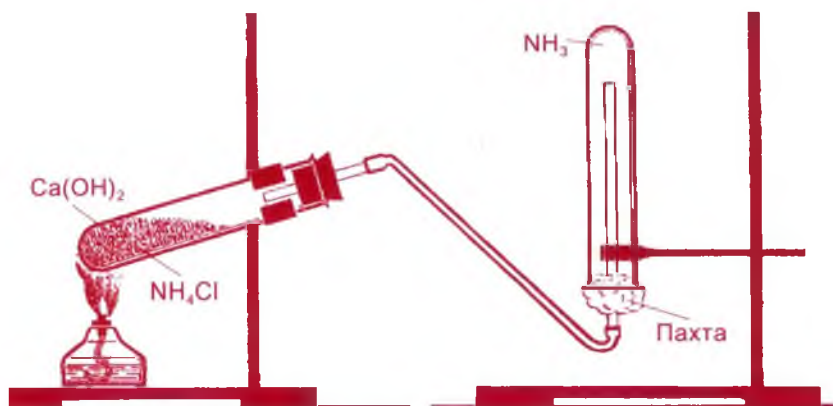
Аммиак дар шароити муқаррарӣ гази беранги дорои бўй махсус («спирти навшодир») мебошад.

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



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

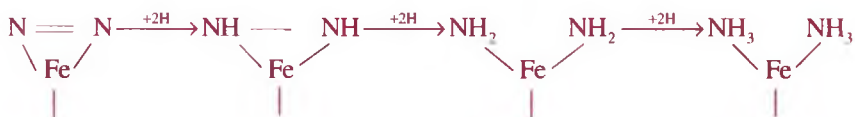
Дар саноат аммиакро дар натиҷаи ба нитроген таъсир кунонидани гидроген ҳосил мекунанд. Вале амалан иҷрошавии ин чараён душвориҳои зиёде дорад. Пеш аз ҳама, бояд дар назар дошт, ки чараёни ба ҳам таъсиркунии нитроген бо гидроген баргарданда мебошад:



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 мӯътадил 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 махсус тайёркардашуда (сӯроҳдор) маъқул доништа шуд.

Ҷараёни синтези аммиак дар сатҳи катализатори оҳанӣ аз зинаҳои зерин иборат буданаш 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.

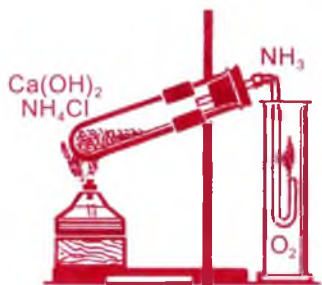
Умуман ҳарорати мӯътадили ҷараён ба 500°C наздик буда, фишораш бошад, наздики 30М Па аст.

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

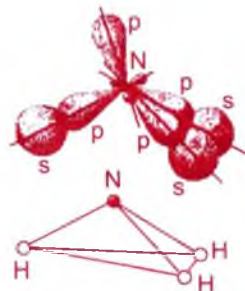
Дар вақти то -33,4°C хунук кардан (фишор муқаррарӣ) аммиак ба моеъи шаффоф табдил ёфта, дар ҳарорати -77,8°C сахт мешавад.

Аммиак дар об нағз ҳал мешавад: 1 ҳаҷм об дар ҳарорати ҳонагӣ қариб 700 ҳаҷм аммиакро ҳал мекунад. Маҳлули концентронидани аммиак 25% NH<sub>3</sub> дорад ва зичиаш ба 0,91 г/см<sup>3</sup> баробар аст. Маҳлули обии аммиакро инчунин «спирти навшодир» ҳам меноманд. Спирти навшодир оддӣ тиббӣ (дар фуруш буда) ҳамагӣ 10% аммиак дорад. Бо баландшавии ҳарорат ҳалшавандагии аммиак кам мешавад. Бинобар ин, дар лаборатория барои ҳосил кардани миқдори ками аммиак маҳлули концентронидани онро каме гарм мекунад.

Дар ҳарорати паст аммиак аз маҳлулҳои обияш ба шакли кристаллогидратҳо: NH<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O ё 2NH<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O ба таҳшинӣ фаромаданаш мумкин. Дар ин кристаллогидратҳо банди гидрогенӣ амал мекунад.



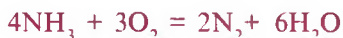
**Расми 14.** Дар оксиген сӯхтани аммиак.



**Расми 15.** Схеми ҳосилшавии молекулаи аммиак дар натиҷаи пӯшонда шудани  $p$ - ва  $s$ -абрҳои электронӣ.

Аз ҷиҳати химиявӣ аммиак хеле ғаёол аст: вай бо бисёр пайвастагиҳои химиявӣ дигар ба реаксия меравад.

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



Дар лаборатория ин ҷараёно 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 пайвастшавӣ 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 таъсиркунии аммиак ва об ба ҳосилшавии гидроксиди аммоний меоварад, ки вай қисман диссоцииатсия шуда, дар маҳлул ионҳои  $\text{OH}^-$ -ро ҷудо мекунад:

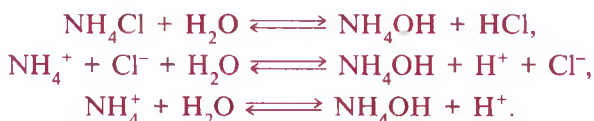


Аз ҳамин сабаб маҳлулҳои обии аммиак муҳити ишқорӣ доранд, вале одатан онҳоро бо формулаи  $\text{NH}_4\text{OH}$  ифода мекунанд.

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

Аксарияти намакҳои аммоний беранг буда, дар об хуб ҳал мешаванд. Бо як қатор хосиятҳояшон 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:



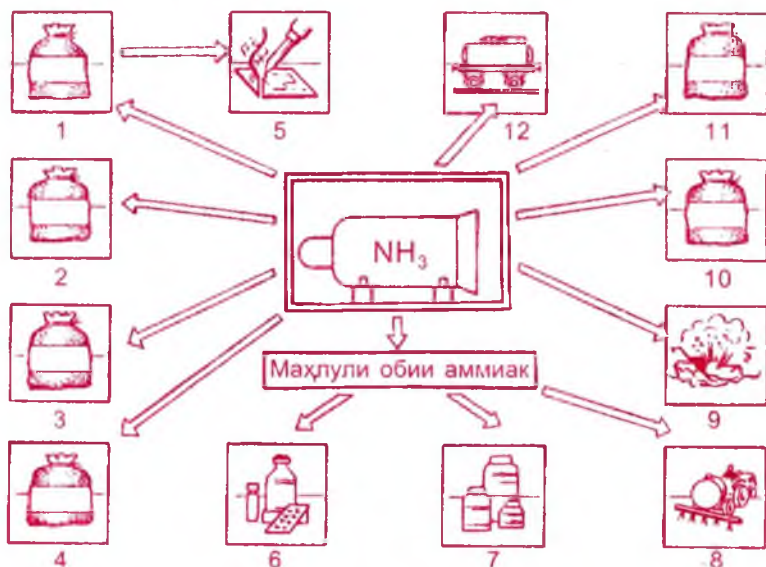
Маҳлулҳои обии аммиак ноустуворанд. Дар вақти андаке гарм кардан аз онҳо аммиак хориҷ мешавад, ки аз бӯяш муайян кардан мумкин аст. Яке аз методҳои кушодани катиони  $\text{NH}_4^+$ , дар омехтаҳои тадқиқшаванда ба ҳамин хосияти  $\text{NH}_4\text{OH}$  асоснок гардонда шудааст ва дар химияи таҳлилӣ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

**Сулфати аммоний**  $(NH_4)_2SO_4$  – ҳамчун нурии минералӣ истифода бурда мешавад.

**Нитрати аммоний**  $NH_4NO_3$  – яке аз нуриҳои муҳимтарини нитрогендор мебошад. Файр 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 оксидҳо иборат 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 гирифтани ҳис кардани дард паст мешавад. Аз рӯи ин ҳосият  $N_2O$ -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  $-151,7^\circ C$  ҷушида, 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 ҳосиятҳои химиявиаш ба гурӯҳи оксидҳои бетараф тааллуқ дорад.

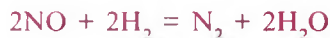
Дар лаборатория NO-ро одатан аз таъсири кислотаи 30–35%  $HNO_3$  ба мис ҳосил мекунанд:



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 ҳамоно то дуоксиди нитроген  $NO_2$  оксид мешавад.

**Дуоксиди 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 ҷушишаш –  $21^\circ C$ ). 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 атмосфераи  $NO_2$  сӯхта, оксигени онро канда мегиранд. Масалан, бо методи нитрозӣ оксид кунондани  $SO_2$  то  $SO_3$  ба ҳамин ҳосияти  $NO_2$  асоснок кунонда шудааст.

Бугҳои  $NO_2$  – хеле захрноканд!

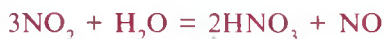
Дар вақти дар об ҳал шудани  $NO_2$  ду кислота ҳосил мешавад:



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:

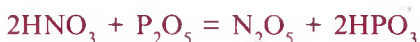


**Оксиди нитроген (III)  $N_2O_3$**  ба шакли озод ҳамчун моддаи сахти кабудчатоб дар ҳарорати хеле паст вучуд дорад. Дар вақти баландшавии ҳарорат вай ҳамонро дар асоси реаксияи зерин вайрон мешавад:



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

**Оксиди нитроген (V)  $\text{N}_2\text{O}_5$**  – моддаи кристаллии сафед, вале аллакай дар ҳарорати хона 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

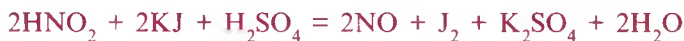
Кислотаи нитритро  $\text{HNO}_2$  дар вақти ба ягон намаки вай, масалан,  $\text{NaNO}_2$  таъсир кардани кислотаи сероби сулфат ҳосил кардан мумкин аст:



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

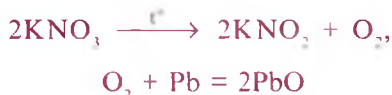


Дарачаи оксидшавии нитроген дар  $\text{HNO}_2$  ба +3 баробар аст, яъне мавқеи мобайнии дараҷаҳои оксидшавии нитрогенро ишғол мекунад. Бинобар ин,  $\text{HNO}_2$  қобилият дорад, ки ҳам ҳосияти оксидкунандагӣ ва ҳам ҳосияти барқароркунандагиро зоҳир намояд. Аз таъсири барқароркунандаҳои пурқувват вай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

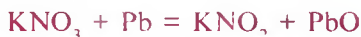


Намакҳои кислотаи нитрит – нитритҳо ном дошта, моддаҳои дар об хуб ҳалшаванда мебошанд. Аз намакҳои кислотаи нитрит бештар нитритҳои металлҳои ишқорӣ омӯхта шудаанд. Онҳоро асосан дар

натиҷаи тафсонидани нитратҳои ин металлҳо ҳосил мекунад. Агар ин реаксияҳо дар иштироки қурғошим гузаронида шаванд, ҷараён ҳеле бо осонӣ сурат мегирад, чунки оксигени ҷудошуда ҳамоно ба Pb пайваст мешавад:



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



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

## КИСЛОТАИ НИТРАТ. НИТРАТҲО

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

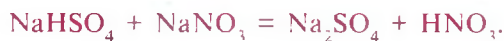


Чи қадар ки ҳарорат ва концентратсияи кислота баланд бошад, вайроншавӣ ҳамон қадар зуд ба амал меояд. Дуоксиди нитрогени ҳосилшуда дар кислота ҳал шуда, ранги вайро сурхчатоб мекунад.

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:

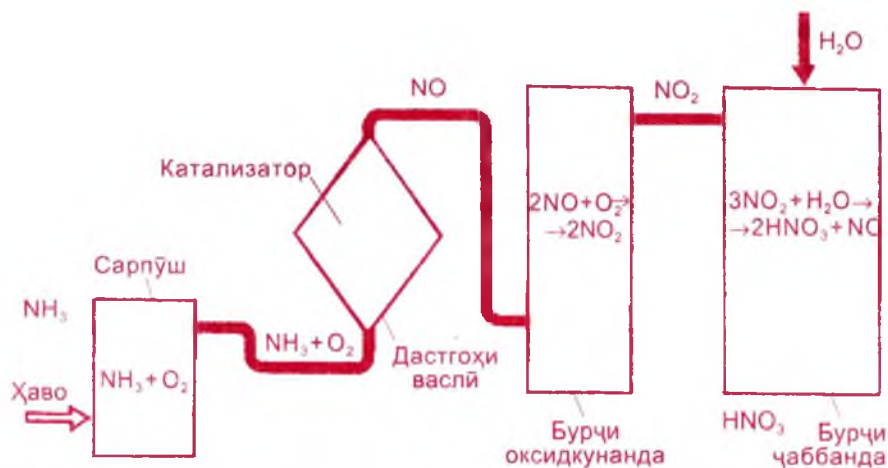


Усули асосии ҳосил кардани кислотаи нитрат дар лаборатория – ин ба намакҳои вай (масалан, нитрати натрий) таъсир намудани кислотаи сулфати гарм мебошад. Дар ин сурат ҷараён ба таври зинагӣ гузашта, аввал гидросульфат, баъд сулфати натрий ҳосил мешаванд:



Кислотаи нитрат аввал бухор шуда, баъд дар қабулгоҳ 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, ҷараёни 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 ҷараён ба сифати катализатор ҳулаи платинадошта истифода бурда мешавад.

Ҳосияти 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.

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



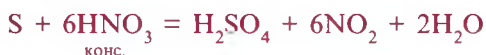
Ҳосилшавии ин ва ё он маҳсулоти дар боло овардашуда ба табиати барқароркунанда ва ба консентратсияи кислота алоқамандӣ дорад. Чӣ қадар, ки консентратсияи кислота баланд бошад, вай ҳамон қадар то дараҷаи паст (нопура) барқарор мешавад. Дар иштироки кислотаи

концентратсияаш 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. Кислотаи 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 чунин мисолҳо овардан мумкин аст:



Чи тавре, ки дида мешавад, дар ҳамаи мисолҳои овардашуда нақши оксидкунандаи металлҳоро нитрогени таркиби кислота мебозад. Чи 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 вучуди 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 олуида аст.

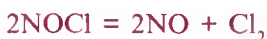
Дар вақти ба гайриметаллҳо таъсир кардан, вобаста ба концентратсияаш, кислотаи  $\text{HNO}_3$  то  $\text{NO}_2$  ё  $\text{NO}$  барқарор шуданаш мумкин:



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



Хлориди нитрозили ҳосилшуда маҳсулоти мобайнӣ буда, ҳамоно вайрон мешавад:



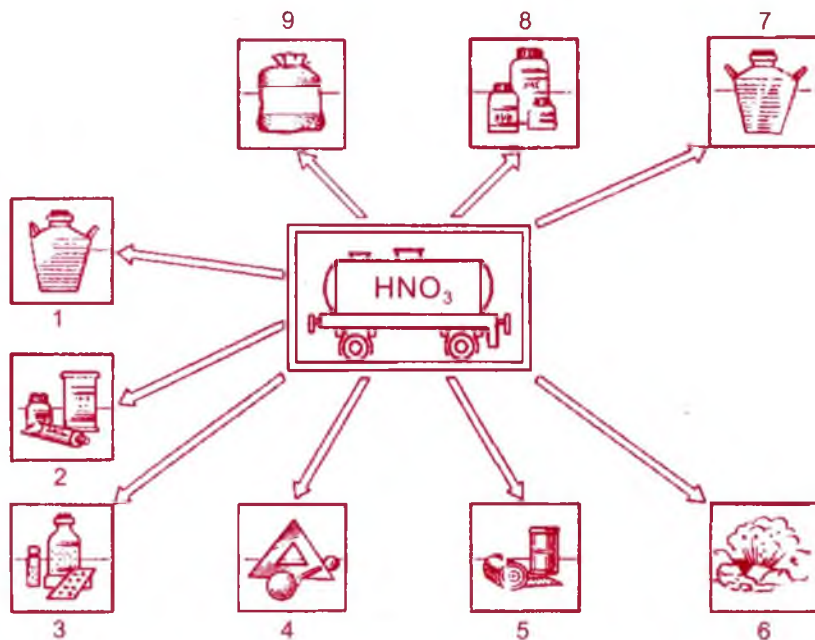
Хлор дар вақти хориҷшавиаш ба шакли атомӣ мебошад ва бинобар ин, қобилияти баланди оксидкунандагӣ зоҳир мекунад. Аз он ҷумла, ҳосияти оксидкунандагии «шароби шохӣ» ба ҳамин ҳосияти хлорҳои атомӣ алоқаманд аст.

Ба ҳамин асос, рӯақсияҳои оксидшавии тилло ва платинаро аз таъсири «шароби шохӣ» 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 хушкшон дар вақти гарм кардан вайрон шуда, оксиген хориҷ мекунад. Дигар маҳсулотҳои вайроншавии нитратҳо ба ғайр аз металлҳои металлҳои намакҳосилкунанда



**Расми 18.** Истифодабарии кислотаи нитрат: 1 – истеҳсоли коллоидӣ; 2 – моддаҳои рангунанда; 3 – доруворӣ; 4 – целлюлоид; 5 – фотонавор; 6 – моддаҳои тарканда; 7 – шохшароб; 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 диоксида нитроген ва оксиди мис ҳосил мешаванд:



Дар вақти гарм кардани нитрати нукра оксиген, диоксида 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

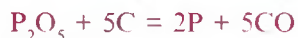
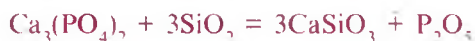
Фосфор ба гурӯҳи элементҳои дохил мешавад, ки дар қишри замин бештар паҳн шудаанд: миқдори вай 0,1 мас.%-ро ташкил медиҳад. Фосфор дар табиат асосан бо намути пайвастагӣҳо воমেҳӯрад.

Аз пайвастагӣҳои табиӣ фосфор муҳимтаринаш ортофосфати калсий  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  мебошад, ки ба шакли минерали фосфорит воમેҳӯрад. Агар дар омехтагӣ бо  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , инчунин  $\text{CaF}_2$  ё  $\text{CaCl}_2$  воҳӯрад, 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 тухмиҳо, 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 пайвастагии  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$  ва  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  дохил аст. Бо намути боқимондаи 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 пайвастагӣҳои 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 дуоксиди 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 нагзгудохташаванда  $\text{CaSiO}_3$  ҳосил мекунад. Ангидриди кислотаи 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 чудо шуда, зеро 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 нарма бошад ва бо осонӣ бо корд бурида мешавад.

Дар ҳаво фосфори сафед зуд оксид мешавад ва дар торикӣ рӯшноӣ медиҳад (нур мебарорад). Номи «фосфор» ҳам аз ҳамин ҷо баромадааст, калимаи юнонӣ буда, маънои «нурбарор»-ро дорад. Аллакай 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 зеро об нигоҳ медоранд. Фосфори сафед дар об ҳалнашаванда аст.

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

Агар фосфори сафедро бе иштироки ҳаво дар ҳарорати  $250-300^\circ\text{C}$  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 торикӣ нур намебарорад, танҳо дар ҳарорати  $260^\circ\text{C}$  месӯзад, захрнок 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 200–220°C, дар таҳти фишори баланд ҳосил мешавад. Бо намуди берунааш вай ба графит монанд аст, нисбат ба фосфори сафед ва сурх вазнинтар аст: зичиаш ба 2,7 г/см<sup>3</sup> 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 куттии гӯгирд мечаспонанд, дохил мешавад. Сарчӯбаи гӯгирд бошад, дар таркибаш омехтаи моддаҳои сӯзанда бо намаки бертоле ва пайвастагиҳои вайроншавии ин намакро таъминкунанда (MnO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) дорад.

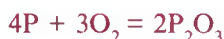
Ғайр аз саноати гӯгирдбарорӣ фосфор инчунин дар металлургия низ татбиқи васеъ дорад. Вай барои ҳосил кардани баъзе нимноқилҳо, масалан, фосфиди галлий GaP, фосфиди индий InP истифода бурда мешавад.

Дар вақти сӯзиши фосфор дуди 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 ғаъол мебошад. Вай метавонад бевосита ба бисёр моддаҳои содда таъсир кунад ва ин гуна реаксияҳо бо хориҷшавии гармии зиёде мегузаранд.

## ОКСИДҲО ВА КИСЛОТАҲОИ ФОСФОР

Оксидҳои муҳимтарини фосфор P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ва P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> мебошанд. Оксиди фосфор (III) ё ангидриди фосфит P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> дар вақти оҳиста оксид кардани фосфор ё дар вақти норасоиши оксиген ҳосил мешавад:



P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – моддаи кристаллии сафед, дар ҳарорати 23,8°C ғудохта мешавад. Дар ҳарорати паст массаи молекулавии вай ба формулаи P<sub>4</sub>O<sub>6</sub> мувофиқ меояд. Дар вақти ба оби хунук таъсир намудани вай кислотаи H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>-ро (фосфит) ҳосил мекунад:



Ҳам P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ва H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> ҳосияти барқароркунандагиро зоҳир мекунад.



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



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

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



**Кислотаҳои фосфор.** Ба оксиди фосфор (V) якчанд кислотаҳо мувофиқ меоянд. Муҳимтарини онҳо – кислотаи ортофосфат  $H_3PO_4$  мебошад. Дигар кислотаҳои фосфор одатан пайвастагҳои 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 катор намакҳо ҳосил мекунад:

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

$Na_2HPO_4$ ,  $CaHPO_4$  – гидрофосфатҳо;

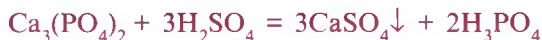
$NaH_2PO_4$ ,  $Ca(H_2PO_4)_2$  – дигидрофосфатҳо.

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 мекунад:



Дар саноат кислотаи ортофосфатро бо ду усул ҳосил мекунад: экстракционӣ ва термикӣ. Дар асоси усули экстракционӣ коркарди фосфатҳои табиӣ бо ёрии кислотаи сулфат гузошта шудааст:



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

Методи термикӣ ба он алоқаманд аст, ки аввал аз пайвастиҳои табиаш фосфорро барқарор карда, баъд онро мусузонанд ва ангидриди ҳосилшударо дар об ҳал мекунанд.

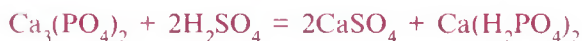
Татбиқи кислотаҳои фосфор васеъ мебошад. Кислотаи ортофосфат барои истеҳсоли нуриҳои минералӣ, тайёр кардани реактивҳои гуногун, истеҳсоли моддаҳои органикӣ, эмалҳо барои рӯйпӯшкунӣ асбобҳо, дар саноати фарматсевтӣ истифода бурда мешаванд. Намакҳои кислотаи метафосфатро барои нарма кардани оби дурушт,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

## НУРИҲОИ МИНЕРАЛИИ ФОСФОРӢ

Барои баланд кардани ҳосилнокии маҳсулоти хоҷагии қишлоқ ба замин дохил кардани элементҳои химиявӣ, ки барои сабзиши растаниҳо аҳамият доранд, ҳеле зарурӣ 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. Пайвастиҳои табиӣи фосфор – фосфоритҳо ва апатитҳо элементҳои фосфорро бо намуди пайвастиҳои ҳалнашавандаи он  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  доранд, ки вай аз тарафи растаниҳо бад аз худ карда мешавад. Барои он, ки нуриҳои фосфориӣ аз тарафи растаниҳо хуб азхудкунанда ҳосил намоем, пайвастиҳои табиӣи фосфорро чунин қор 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 табиӣи майда-кардашударо бо кислотаи сулфат омехта мекунанд. Омехтаро хуб аралаш намуда, ба камераҳои доимӣ амалкунанда дохил мекунанд, ки дар он ҷо чунин реаксия меравад:



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 растанӣ зарур нисбатан кам аст.

**Суперфосфати дучанда** – ин маҳсулоти вайронкунии фосфати табиӣ бо ёрии кислотаи фосфат мебошад.



Дар ин нурӣ на танҳо моддаи баластӣ – сулфати калсий вучуд надо-  
рад, балки микдори моддаи барои растани зарурӣ низ хеле бисёр аст.

**Претсипитат** ин нурии фосфориест, ки дар таркибаш гидрофос-  
фати калсий  $\text{CaHPO}_4$  дорад. Вай чунин ҳосият дорад, ки дар об  
ҳалнашаванда буда, вале дар ҳокҳои табиаташ турш ҳалшавандааст.

Нуриҳои минералии фосфориӣ дар боло овардашуда нуриҳои  
сода ном доранд, чунки дар таркибашон танҳо як элементи барои  
растаниҳо зарур (фосфор)-ро доранд. **Вале барои растаннҳо бештар  
он нуриҳои заруранд, ки дар таркибашон якчанд элементҳои барои  
растанӣ ғоидабахш дошта бошанд. Ба чунин нуриҳо аммофос,  
нитрофосҳо ва ғайраҳо мансубанд.**

**Аммофосро** дар натиҷаи ба ҳам таъсиркунии кислотаи фосфат бо  
аммиак ҳосил мекунанд. Вобаста ба дараҷаи нейтрализатсия  
моноаммонийфосфат ё диаммонийфосфат ҳосил шуданашон мумкин:



**Нитрофоска** – нурии сечанда, ки дар таркибаш нитроген, фосфор  
ва калий дорад. Нитрофоскаро дар натиҷаи якҷоя ғудохтани омехтаи  
гидрофосфати аммоний  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , нитрати аммоний  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  
хлорид (ё сулфат)-и калий ҳосил мекунанд.

## Саволҳои барои тақрир ва мустаҳкамкунии дониш

- 1 Молекулаҳои оксиген ( $\text{O}_2$ ) ва нитроген ( $\text{N}_2$ ) аз 2 атом иборатанд.  
Пас чаро дар молекулаи  $\text{O}_2$  ду банди химиявӣ ва дар молекулаи  
 $\text{N}_2$  бошад, се банди химиявӣ амал мекунанд?
- 2 Нитроген ба таркиби кадом моддаҳои химиявии организми зиндаро  
ташkilдиҳанда дохил мешавад?
- 3 Чаро истеҳсоли саноати аммиак аз нитроген ва гидроген бо  
истифодабарии ҳарорати паст ва фишори баланд амалӣ гардонда  
мешавад?
- 4 «Спирти навшодир» чист ва дар кучо истифода мебаранд?
- 5 Барои ҷӣ оксидҳои нитроген (I) ва нитроген (II)-ро оксидҳои  
индеферентӣ (бетараф) меноманд?

- 6 Барои чӣ ягон металл аз таркиби кислотаи нитрат гидрогени холисро фишурда бароварда наметавонад?
- 7 Мисоли реаксияҳои таъсири кислотаҳои концентронида ва сероби нитратро бо металлҳои дар қатори фаъолият пеш аз водород ва баъд аз водород ҷойгир шударо биёред.
- 8 Чаро баъзе металлҳо (тилло, платина) дар кислотаҳои холиси хлорид ва нитрат ҳал нашуда (таъсир накарда), дар омехтаи онҳо («шароби шох») ҳал мешаванд?
- 9 Барои чӣ дар торикӣ устухонпораҳо нур мебароранд?
- 10 Барои чӣ як қатор пайвастиҳои ғайриорганикии нитроген ва фосфорро дар ҳоҷагии қишлоқ ба сифати ғизои растаниҳо (нуриҳои минералӣ) истифода мебаранд? Онҳоро номбар кунед.

### ГУРҶҲЧАИ КАРБОН

---

Ба ин зергурӯҳ элементҳои карбон, силитсий, германий, калъагӣ ва кӯргошим дохил мешаванд. Дар ин зергурӯҳ бо гузариш аз карбон то кӯргошим андозаи атомҳо меафзояд. Бинобар қобилияти электронқабулкунӣ, яъне хосияти ғайриметаллӣ, паст мешавад. Ҳамин тавр, масалан, аллакай барои германий хосияти металлӣ пайдо шуда, барои калъагӣ ва кӯргошим бошад, хосияти металлӣ нисбат ба ғайриметаллӣ бартарӣ дорад.

#### КАРБОН

Карбон дар табиат ҳам ба намуди озод ва ҳам бо намуди пайвастиҳои гуногун вомерӯрад. Карбони озод ба намуди графит ва алмос буданаш мумкин аст.

Пайвастиҳои карбон хеле паҳншуда мебошанд. Ғайр аз ангиштсанг дар дохили замин миқдори бисёри нафт, ки аз омехтаҳои пайвастиҳои карбондошта таркиб ёфтааст, мавҷуд мебошад. Дар қишри замин ба миқдори бисёр намакҳои кислотаи карбонат, махсусан карбонати калсий, вомерӯрад. Дар ҳаво доим диоксиди карбон вучуд дорад. Ниҳоят, организмҳои растаниҳо ва ҳайвонот аз моддаҳои иборатанд, ки дар ҳосилшавии онҳо карбон бевосита иштирок кардааст. Бинобар ин, гуфтан мумкин аст, ки карбон яке аз элементҳои паҳншудатарин мебошад.

Аз ҷиҳати миқдор ва гуногуншаклии худ пайвастиҳои карбон дар байни дигар элементҳо мавқеи махсусро ишғол мекунанд. Умуман миқдори пайвастиҳои омӯхташудаи карбон қариб 2 миллионро ташкил медиҳад, миқдори ҳамаи пайвастиҳои дигар элементҳо бошанд садҳо ҳазорро ташкил медиҳанд.

Бисёршаклии пайвастиҳои карбон ба он алоқаманд аст, ки атомҳои карбон байни якдигар занҷирҳои дароз ё ҳалқахоро ташкил медиҳанд.

Алмос яке аз шаклҳои дигари аллотропии карбон буда, ҳамчун моддаи шаффофи нурҳои офтобро шикананда маълум аст. Дар байни моддаҳои содда танҳо алмос дар воҳиди ҳаҷм миқдори максималии

атомхоро дорад, атомҳои карбон дар алмос хеле «зич» ҷойгир шудаанд. Бинобар ин, алмос нисбат ба ҳамаи моддаҳои дигар дида мустаҳкатар (сахттар) аст. Аз рӯи ин хосияташ вай татбиқи васеъ ёфтааст. Вайро барои коркарди анҷомҳои сахт, ҷинсҳои кӯҳӣ истифода мебаранд. Агар алмосро нағз сайқал диҳем, вай ба бриллиант табдил меёбад.

Аз сабаби аҳамияти амалии калон доштани алмосро инчунин бо таври сунъӣ аз графит ҳам ҳосил мекунад. Барои ин фишори хеле калон (то  $10^{10}$  Па) ва ҳарорати баландро (то  $3000^{\circ}\text{C}$ ) истифода мебаранд.

Дар вақти бо иштироки оксиген тафсонидани алмос вай сӯхта, диоксиди карбонро ҳосил мекунад. Агар алмосро бе иштироки ҳаво сахт тафсонем, вай ба графит табдил меёбад.

**Графит** кристаллҳои хокистарранг буда, хосияти металли суст дорад. Вай панҷараи кристаллии қабат-қабатро дорад. Ҳар як қабати минбаъда аз аввалааш хеле «дур» ҷойгир шудааст, ки ин ба сустшавии банди байни атомҳои карбони дар қабатҳои гуногун мавҷудбуда сабаб мешавад. Дар байни қабатҳо банди Ван-дер-Ваалси амал мекунад, вале ин банд табиати металлӣ дорад. Аз ин ҷиҳат электрик ва гармигузаронии графит нисбатан калон мебошад. Қабатҳои алоҳида дар графит байни ҳам хеле суст пайванданд, ки ин ба камшавии устувории механикии вай меоварад. Маълум аст, ки агар мо бо ягон парчаи графит дар сатҳи коғаз хат кашем, изи он боқӣ мемонад. Дар асоси ин хосияташ аз графит қаламҳои гуногун тайёр мекунад.

Графит ҳам ба монанди алмос дар оксиген сӯхта, диоксиди карбонро ҳосил мекунад.

Азбаски графит ҷараёни электр ва гармиро нағз мегузаронад, бинобар ин, вайро барои тайёр кардани электродҳо истифода мебаранд. Аз омехтаи графит бо ҳок тигелҳои оташбардор месозанд, ки барои ғудохтани металлҳо татбиқи васеъ доранд. Графит дар техникаи ядрои барои фуру бурдан ё суст кардани ҳаракати нейтронҳо истифода бурда мешавад.

Ғайр аз графити табиӣ дар саноат, инчунин аз графити ба тарзи сунъӣ тайёркардашуда низ истифода мебаранд. Графити сунъиро аз навҳои бехтарини ангиштсанг ҳосил мекунад. Ин табодулоти дар ҳарорати наздики  $3000^{\circ}\text{C}$  дар оташдонҳои электрӣ ва бе иштироки ҳаво ба амал омаданиш мумкин аст.

Графит аз ҷиҳати термодинамикӣ дар интервали васеи ҳарорат ва фишор устувор мебошад, аз он ҷумла дар шароити муқаррарӣ. Бинобар ин, дар вақти ҳисобҳои термодинамикӣ ба сифати ҳолати стандартӣ карбон шакли аллотропии он – графит қабул карда шудааст.

Алмос бошад аз ҷиҳати термодинамикӣ танҳо дар фишори баланд (аз  $10^9$  Па баланд) устувор аст.



**Карбони «аморфӣ» (ангишт).** Дар вақти бе иштироки ҳаво гарм кардани пайвастагиҳои карбондошта моддаи сиёҳе ҳосил мешавад, ки онро карбони «аморфӣ» ё ангишт меноманд. Чунин карбон аз кристаллҳои хурдтарини графит, ки структурааш вайрон шудааст, иборат мебошад. Чунин карбон дар бисёр ғудохтаҳои металлҳо ҳал мешавад (охан, никел, платина). Зичии вай аз 1,8 то 2,1 г/см<sup>3</sup> шуданаш мумкин аст.

Ангишт вобаста ба он, ки аз кадом моддаҳо ва чӣ тавр ҳосил шудааст, аз рӯи хосиятҳояш фарқ мекунад. Навъҳои муҳимтарини техникии ангишт инҳоянд: кокс, ангишти чӯбин, ангишти устухонӣ, дуда.

**Кокс** дар вақти буғрони хушки ангиштсанг ҳосил мешавад. Вай асосан дар металлургия барои ғудохтани металлҳо аз маъданҳо истифода бурда мешавад.

**Ангишти чӯб** дар вақти гарм кардани чӯб бе иштироки ҳаво ҳосил мешавад. Дар ин ҳолат дигар маҳсулотҳои муҳими он низ (спирт, кислотаи атсетат ва ғайраҳо) ҷудо карда мешаванд. Ангишти чӯб дар металлургия дар қорҳои оҳангарӣ истифода бурда мешавад. Ангишти чӯб хосияти баланди адсорбсионӣ дорад. Аз рӯи ин хосияташ баъзе навъҳои вайро (ангиштҳои фаъолкунондашуда) барои фуру бурдани буғҳои моддаҳои зудбухоршаванда, омехтаи газҳо, дар противогазҳо, инчунин ба сифати катализаторҳо дар баъзе саноатҳои химиявӣ истифода мебаранд.

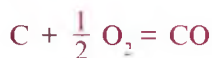
**Ангишти устухон** дар вақти сӯзонидани устухонҳои беравғанкунондашуда ҳосил мешавад. Вай аз 7 то 11% карбон, то 80% фосфати калсий ва дигар намакҳоро дорад. Ангишти устухон қобиляти баланди фурубарандагиро, махсусан нисбат ба рангуборҳои органикӣ дорад ва бинобар ин, барои аз маҳлулҳо дур кардани моддаҳои рангкунанда васеъ истифода бурда мешавад.

**Дуда** карбони «аморфӣ» нисбатан ҳолистарин мебошад. Дар саноат вайро дар натиҷаи бо таъсири гармӣ вайрон кардани метан, инчунин дар маҳдудии ҳаво сӯзонидани зифтҳо, спиртҳо ва дигар моддаҳои аз карбон бой ҳосил мекунанд. Дуда ба сифати ранги сиёҳ (туш, ранги типографӣ), инчунин дар саноати резинбарорӣ истифода бурда мешавад. Соҳаҳои истифодабарии карбон дар расми 19 оварда шудааст.

## ОКСИДИ КАРБОН (II)

**Оксиди карбон (II) CO** – моддаи беранги заҳрнок, дар ҳарорати –192°C ба моеъ табдил меёбад, дар ҳарорати –205°C сахт мешавад. CO дар об камҳалшаванда буда, бо вай ба реаксия намеравад.

Реаксияи ҳосилшавии СО аз моддаҳои содда бо муодилаи зерин ифода меёбад:



Дар лаборатория СО-ро одатан дар натиҷаи ба кислотаи формиат (мӯрча) НСООН таъсир кардани кислотаи гарми Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ҳосил мекунанд. Дар ин реаксия кислотаи сулфат ҳамчун моддаи гигроскопӣ обро аз таркиби НСООН ҷудо карда, ба худ мекашад:

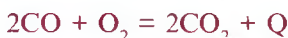


Реаксия нишон медиҳад, ки СО-ро ҳамчун ангидриди кислотаи НСООН шуморидан мумкин.

Агарчанде кислотаи НСООН аз таъсири бевоситаи Н<sub>2</sub>O ва СО ҳосил нашавад ҳам, намакҳои вай дар вақти таъсири ишқорҳо ба СО дар ҳарорати 150–200°C ҳосил мешаванд:



Дар ҳаво СО бо хориҷшавии гармӣ сӯхта, ба СО<sub>2</sub> табдил меёбад:



Дар ҳарорати баланд СО – барқароркунандаи пурқувват мебошад ва дар металлургия барои барқарор кардани металлҳо аз оксидҳояшон истифода бурда мешавад.

Оксиди карбон (II) СО хеле захрнок аст ва бинобар ранг надоштани хеле хавфнок аст. Бояд қайд кард, ки захрнокшавӣ бо СО ноайён мегузарад. Бо СО захролудшавии бадан ба он алоқаманд аст, ки вай бо осонӣ ба гемоглобини хун пайваست шуда, қобилияти ба шуш ва бофтаҳо гузаронидани оксигенро бо ёрии гемоглобин нест мекунад. Агар шахси бо СО захролудшударо зуд ба ҳавои тоза барорем, пайвастигӣ аз таъсири СО бо гемоглобин ҳосилшуда (карбоксигемоглобин) вайрон шуда, гемоглобин қобилияти оксигенфурӯбарии худро барқарор мекунад.

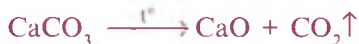
## ДУОКСИДИ КАРБОН. КИСЛОТАИ КАРБОНАТ. КАРБОНАТҲО

*Дуоксиди карбон СО<sub>2</sub>* дар табиат доимо дар натиҷаи оксидшавии моддаҳои органикӣ ҳосил шуда меистад. Ғайр аз ин вай ба миқдори бисёр дар натиҷаи афканишоти вулкани ҳамроҳи обҳои минералӣ аз кишри замин баромада меистад.

Дар лаборатория СО<sub>2</sub>-ро, одатан, дар натиҷаи ба СаСО<sub>3</sub> (мармар) таъсир намудани кислотаи НCl дар дастгоҳи Кип ҳосил мекунанд:



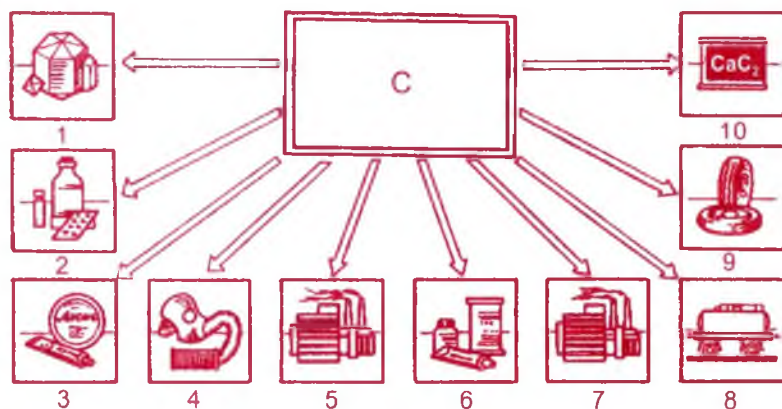
Дар саноат микдори бисёри  $\text{CO}_2$  дар вақти сӯзондан (тафсонидан)-и оҳаксанг  $\text{CaCO}_3$  ҳосил мешавад:



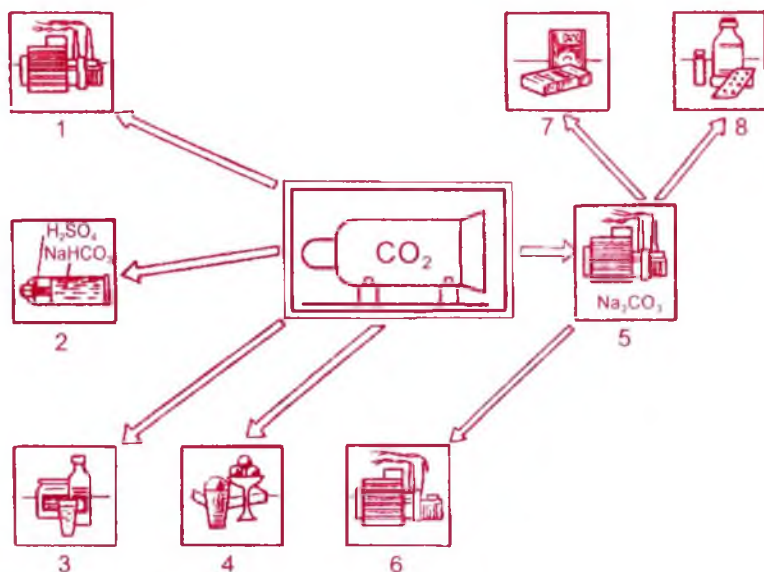
Дуоксиди карбон дар шароити муқаррарӣ – гази бе ранг, бе буй, аз ҳаво вазнинтар. Аз рӯи ин хосияташ мо метавонем  $\text{CO}_2$ -ро ба монанди моеъ аз як зарф ба зарфи дигар гузаронем. Массайи 1 л  $\text{CO}_2$  дар шароити муқаррарӣ 1,98 граммро ташкил медиҳад. Ҳалшавандагии  $\text{CO}_2$  дар об он қадар калон набуда, ҳамагӣ 0,88 ҳаҷм дар 1 ҳаҷми об дар ҳарорати  $20^\circ\text{C}$  мебошад. Дар ҳарорати  $0^\circ\text{C}$  бошад, ин бузургӣ ба 1,7 ҳаҷм баробар аст, яъне бо пастшавии ҳарорат ҳалшавандагии  $\text{CO}_2$  дар об зиёд мешавад.

Дуоксиди карбон дар саноати ҳӯрокворӣ, барои синтези карбамид, ҳамчун нурӣ, барои ҳосил кардани намакҳои кислотаи карбонат ва ғайраҳо истифода бурда мешавад (расми 20).

Дар ҳарорати хона ва таҳти фишори 0,6 МПа  $\text{CO}_2$  ба моеъ табдил меёбад, ки вайро дар зарфҳои пулодӣ нигоҳ медоранд. Агар мо вайро тез аз зарф берун кунем, аз сабаби гармии бисёрро фуру бурда бухор шуданаш ба массайи саҳти барфмонанд табдил меёбад. Дар чунин шакл  $\text{CO}_2$  бо номи «яҳи хушк» маъмул аст ва барои хунук кардани ҳӯрокворихои зудвайроншаванда истехсол ва нигоҳ доштани яҳмос ва барои мақсадҳои дигар, ки ҳарорати пастро талаб мекунанд, истифода бурда мешавад.



**Расми 19.** Истифодабарии карбон: 1 – истеҳсоли алмоси сунъӣ; 2 – дар тиб; 3 – дар истеҳсоли равгани пардозии пойафзол; 4 – ҳамчун адсорбент (ҷаббанда); 5 – дар истеҳсоли қанд; 6 – истеҳсоли ранги сиёҳ; 7 – истеҳсоли спирти метил; 8 – бензини синтезӣ; 9 – резина; 10 – карбиди калсий.



**Расми 20.** Истифодабарии оксиди карбон (IV): 1 – истеҳсоли қанд; 2 – сухторхомушкунӣ; 3 – истеҳсоли оби мева; 4 – истеҳсоли «яхи хушк»; 5 – истеҳсоли сода, ки онро дар навбати худ барои истеҳсоли шиша (6), моддаҳои шӯянда (7), доруҳо (8) ба кор мебаранд.

Маҳлули оби  $\text{CO}_2$  муҳити кислотагӣ зоҳир мекунад, ки вай натиҷаи ҳосилшавии кислотаи  $\text{H}_2\text{CO}_3$  мувофиқи реаксияи баргардандаи зерин мебошад:



Ҳамин тавр,  $\text{CO}_2$  – ангидриди кислотаи  $\text{H}_2\text{CO}_3$  мебошад. Мувозинати дар боло овардашуда ба тарафи чап лағжида мебошад, танҳо қисми хеле ками  $\text{CO}_2$  ба кислотаи  $\text{H}_2\text{CO}_3$  табдил меёбад.

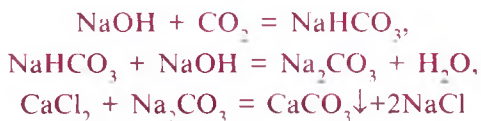
**Кислотаи карбонат  $\text{H}_2\text{CO}_3$**  танҳо дар маҳлулҳои обӣ вучуд дорад. Дар вақти гарм кардани маҳлули оби  $\text{H}_2\text{CO}_3$  дуоксиди карбон бухор мешавад, мувозинат пурра ба тарафи чап лағжида, дар охир танҳо об боқӣ мемонад.

Кислотаи карбонат камқувват аст. Дар маҳлул вай асосан ба ионҳои  $\text{H}^+$  ва  $\text{HCO}_3^-$  диссоциатсия мешавад, иони  $\text{CO}_3^{2-}$  бошад, хеле кам ҳосил мешавад:



Ҳамчун кислотаи дуасоса  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ду қатор намакҳо ҳосил мекунад: намакҳои миёна – карбонатҳо ва турш – гидрокарбонатҳо.

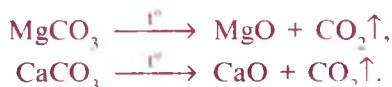
Намакҳои кислотаи карбонат ё аз таъсири диоксиди карбон ба ишқорҳо, ё дар асоси реаксияҳои муовизаи байни намакҳои ҳалшавандаи кислотаи карбонат ва намакҳои дигар ҳосил мешаванд:



Бо асосҳои заиф кислотаи карбонат одатан намакҳои асосиро медиҳад, масалан  $(\text{SiOH})_2\text{CO}_3$ . Ин намаки асосии кислотаи карбонат дар шакли табиӣ вучуд дошта, ҳамчун *минерали малахит* маъмул аст.

Аз таъсири кислотаҳо, то ҳатто заифтаринашон, ҳамаи карбонатҳо вайрон шуда, диоксиди карбонро ҷудо мекунанд. Бо ёрии ин реаксия карбонатҳо аз омехтаи дигар моддаҳо мекушоянд.

Дар вақти гарм кардан ҳамаи карбонатҳо, гайр аз карбонатҳои металлҳои ишқорӣ, бо хориҷшавии  $\text{CO}_2$  вайрон мешаванд. Дигар маҳсулоти ин гуна реаксияҳо асосан оксидҳои металлҳо мебошанд:



Гидрокарбонатҳои металлҳои ишқорӣ дар вақти гарм кардан ба карбонатҳо табдил меёбанд:



Бисёри гидрокарбонатҳо ва инчунин карбонатҳои калий, натрий, рубидий, сезий ва аммоний дар об ҳалшавандаанд. Карбонатҳои дигар металлҳо дар об амалан ҳалнашавандаанд.

Маҳлулҳои карбонатҳои металлҳои ишқорӣ аз сабаби ҷой доштани ҷараёни гидролиз муҳити ишқорӣ доранд:

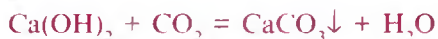


ё худ:



Аз намакҳои кислотаи карбонат дар табиат бештар паҳншударин карбонати калсий  $\text{CaCO}_3$  мебошад, ки вай ба шакли оҳаксанг, бўр ва мрамор воমেҳурад.

*Карбонати калсий  $\text{CaCO}_3$*  дар об ҳалнашаванда аст. Бинобар ин, оҳакоб (маҳлули гидроксиди калсий) дар вақти аз таркибаш гузаронидани  $\text{CO}_2$  хира мешавад, чунки реаксияи зерин ҷой дорад:



Агар мо  $\text{CO}_2$ -ро муддати муайян аз таркиби  $\text{Ca(OH)}_2$  гузаронем, хирагии дар аввал ҳосилшуда нест шуда, маҳлул шаффоф шуданаш



мумкин аст. Дар ин ҷо чараёни ба гидрокарбонати калсий  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  табдилёбии карбонати вай ҷой дорад:



**Гидрокарбонати калсий** моддаи ноустувор аст. Агар маҳлули онро гарм кунем, ё муддати дароз дар ҳаво монем, гидрокарбонат вайрон шуда, ба карбонат ва диоксиди карбон табдил меёбад.

Ҳалшаванда будани гидрокарбонатҳо боиси дар табиат бисёр паҳн гардидани намакҳои кислотаи карбонат гардидаанд ва ҷойҳои ҳудро иваз карда меистанд. Обҳои зеризаминӣ, ки  $\text{CO}_2$  доранд, аз қабати замин, аз он ҷумла оҳаксанг гузашта истода, вайро ҳал мекунанд ва ба шакли гидрокарбонат ба обҳои дарёҳо ва баҳрҳо мебаранд. Аз он ҷо вай ба ҷисми ҳайвонҳои дар об зиндагикунанда гузашта, барои бунёди устухонбандии онҳо истифода мешавад, ё диоксиди карбонро ҷудо намуда, боз ба карбонатҳо табдил меёбад.

Дар табиат гайр аз карбонати калсий инчунин карбонати магний ҳам  $\text{MgCO}_3$ , бо номи магнезит васеъ паҳн шудааст. Карбонати магний ҳам ба монанди карбонати калсий дар оби  $\text{CO}_2$ -дошта бо осонӣ ҳал шуда, ба гидрокарбонати магний табдил меёбад:



Дар табиат инчунин карбонатҳои оҳан  $\text{FeCO}_3$  ва рух  $\text{ZnCO}_3$  низ вомехӯранд, ки барои ҳосил кардани металлҳои дахлдор ашёи хом мебошанд.

**Карбонати натрий ё сода**  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  аз маҳлулҳои обиаш ба шакли кристаллогидрати  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  ба таҳшинӣ мефарояд. Вале ин кристаллогидрати ноустувор буда, бо осонӣ шамолхӯрда мешавад ва як қисми оби ҳудро гум мекунад.

Сода яке аз маҳсулотҳои асосии саноати химиявӣ мебошад. Вай ба миқдори зиёд дар саноатҳои шишабарорӣ, собунпазӣ, коғазбарорӣ, бофандагӣ истифода бурда мешавад. Дар хоҷагӣ сода ҳамчун воситаи шуёндагӣ низ татбиқи васеъ дорад.

Дар саноат содаро асосан бо усули аммиакӣ–хлоридӣ ҳосил мекунанд. Ин чараён аз якҷанд зина иборат аст. Маҳлули концентрониди хлориди натрийро бо аммиак сер гардонда, баъд дар зер фишор аз дохили вай диоксиди карбонро мегузаронанд. Дар натиҷаи ба ҳам таъсиркунии аммиак, диоксиди карбон ва об гидрокарбонати аммоний ҳосил мешавад:



ки бо хлориди натрий ба реаксия рафта, хлориди аммоний ва гидрокарбонати натрийро медиҳад:





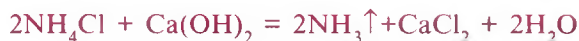
Гидрокарбонати натрии ҳосилшуда дар оби хунук камҳалшаванда буда, баъди таҳшин шуданаш чудо карда мешавад.

Гидрокарбонати натрии ҳосилшударо метафсонанд, ки дар натиҷа карбонати натрий, дуоксиди карбон ва об ҳосил мешавад:



Дуоксиди карбони ҳосилшударо боз дар истехсолот истифода мебаранд (ба боло ниғафед).

Ба маҳлуле, ки баъд аз чудо кардани  $\text{NaHCO}_3$  боқӣ мондааст ва  $\text{NH}_4\text{Cl}$  дорад, оби оҳаки  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  илова намуда гарм мекунанд, ки дар натиҷа чунин ҷараён меравад:



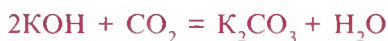
Аммиаки ҳосилшударо ба ҷараён бармегардонанд.

Ҳамин тавр, дар ин ҷараёни ҳосилкунии сода моддаи партовӣ хлориди калсий мебошад.

Содае, ки бо ин усул ҳосил карда шудааст, оби кристаллизатсионӣ надорад ва бо номи содаи калсонидашуда маъмул аст.

Як қисми гидрокарбонати бо ин усул ҳосилкардашударо бевосита ҳамчун содаи нӯшоқӣ дар тиб, саноати ҳӯрокворӣ истифода мебаранд.

**Карбонати калий ё поташ  $\text{K}_2\text{CO}_3$**  – ҳокаи сафед, дар об нағз ҳалшаванда. Асосан барои истехсоли собун, шишаи душворғудоз, саноати суратгирӣ истифода бурда мешавад. Карбонати калийро дар натиҷаи ба маҳлули ишқори калий таъсир кардани дуоксиди карбон ҳосил мекунанд:



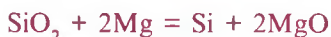
## СИЛИТСИЙ

Силитсий яке аз элементҳои паҳншудатарини кишри замин мебошад. Вай 27%-и массаи Заминро ташкил дода, баъд аз оксиген ҷои дуумро ишғол мекунад.

Силитсий дар табиат танҳо бо намуди пайвастагиҳояш воমেҳӯрад, ки муҳимтаринаш дуоксиди силитсий  $\text{SiO}_2$  мебошад. Ғайр аз ин, дар табиат силитсий бо намуди алюмосиликатҳои гуногун воমেҳӯрад.

Ба монанди карбон, ки элементҳои муҳимтарини ҷисми зинда аст, силитсий – элементҳои асосии минералҳо ва ҷинсҳои кӯҳӣ мебошад.

Силитсии озодро дар натиҷаи бо магний тафсонидани дуоксиди силитсий (бо шакли реҗи сафед) ҳосил мекунанд:



Дар ин сурат силитсии аморфӣ ба шакли моддаи хокистарранг ҳосил мешавад. Ғайр аз ин силитсии ҷилояш металлӣ ҳам мавҷуд аст, ки вай инчунин қобиляти на он қадар баланди барқгузаронӣ дорад.

Силитсий, асосан, дар металлургия ва техникаи нимноқили истифода бурда мешавад. Дар металлургия силитсий барои дур кардани оксиген аз металлҳои ғудохта ва инчунин ҳамчун қисми таркибии бисёр ҳулаҳо истифода бурда мешавад. Муҳимтарини онҳо – ҳулаҳои оҳан, мис ва алюминийдошта мебошанд. Дар техникаи нимноқили силитсий асосан барои тайёр кардани фотоэлементҳо истифода бурда мешавад.

Дар саноат силитсийро дар асоси реаксияи барқароркунии вай аз диоксида силитсий бо ёрии кокс ҳосил мекунанд:



Аз ҷиҳати ҳосияти химиявиаш силитсий, махсусан шакли кристаллии он қамфаъл аст: дар шаронти муқаррарӣ вай танҳо бо фтор пайваст мешавад:



Дар вақти гарм кардан силитсии аморфӣ бо осонӣ бо оксиген, ғалогенҳо ва сулфур пайваст мешавад.

Кислотаҳо, ғайр аз омехтаи гидрогенфторид ва нитрат, ба силитсий таъсир намекунанд. Вале ишқорҳо ғалолна ба силитсий таъсир карда, намақҳои кислотаи силикат  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  ва гидрогенро ҳосил мекунанд:



Дар иштироки миқдори қами ишқор ҳам, ки нақши катализаторро мебозад, силитсий метавонад гидрогенро аз об ҳам фишурда барорад.

## **ДИОКСИДИ СИЛИТСИЙ. КИСЛОТАИ СИЛИКАТ. СИЛИКАТҲО**

Аз ҳама пайвастагии пахншудатарин ва устувори силитсий диоксиди вай  $\text{SiO}_2$  мебошад. Диоксиди силитсий ҳам бо намуди кристаллӣ ва ҳам бо намуди аморфӣ вомерӯрад.

**Диоксиди силитсии кристаллӣ дар табиат асосан ба шакли минерали кварс вомерӯрад. Дигар шакли махсуси кварси шаффоф бо номи булур маълум аст. Булури қўҳӣ, ки аз таъсири омехтаҳои сурхи ҷигарио дорад, бо номи аметист ва ранги – сиёҳчатобдошта бо номи топаз маълуманд. Инчунин баъзе шаклҳои кварс маълуманд, ки онҳоро ағат ва яшма меноманд.**

Диоксиди силитсий моддаи кристаллии ҳеле саҳт мебошад, дар об ҳалнашаваанда, дар ҳарорати тақрибан  $1610^\circ\text{C}$  ғудохта мешавад.

Агар ин ғудохта хунук шавад, ба шакли аморфӣ дуоксиди силитсӣ табдил меёбад.

**Дуоксиди силитсӣ** аморфӣ нисбат ба шакли кристаллӣ он дар табиат кам паҳн шудааст. Вай асосан дар зерҳои баҳрҳо вохӯрада ва трепел ном дорад. Вай аз дуоксиди силитсӣ ҳосил мешавад, ки ба таркиби обсабзҳо ва инфузорияҳо дохил аст.

Кислотаҳо, ғайр аз кислотаи фторид, ба  $\text{SiO}_2$  таъсир намекунад. Кислотаи  $\text{HF}$  бошад ба  $\text{SiO}_2$  дар асоси чунин реаксия таъсир мекунад:

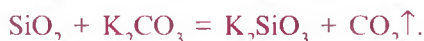
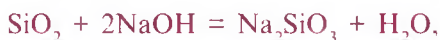


Дуоксиди силитсӣ бо шакли рег дар сохтмон, истеҳсоли шиша, қорҳои қулоӣ, сementбарорӣ ва ғайраҳо татбиқ ёфтааст.

Ҳосияти махсуси шакли дигарӣ дуоксиди силитсӣ – **кварс** дар он аст, ки вай аз таъсири майдони электрикӣ деформатсия мешавад (шаклаш тағйир меёбад). Чунин ҳосияти кристаллҳои кварс дар дастгоҳҳои сабти садо истифода бурда мешавад.

Дуоксиди силитсӣ – оксиди кислотагист. Ба вай кислотаи заифӣ бадхалшавандаи силикат  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  мувофиқ меояд. Вале таркиби ин модда доимӣ нест, бинобар формулаи ӯро бо таври умумӣ  $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$  ифода мекунад. Дар шакли озод якҷанд намудҳои кислотаи силикат (ортосиликат  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ , метасиликат  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  ва дигарҳо) ҷудо карда шудааст.

Намакҳои кислотаи силитсӣро – силикатҳо меноманд, ки онҳо аксаран моддаҳои дар об ҳалнашавандаанд (ғайр аз силикатҳои натрий ва калий). Онҳоро дар вақти бо дуоксиди силитсӣ ғудохтани ишқорҳо ё карбонатҳо ҳосил мекунад:



Аз сабаби бо шакли беруниашон ба шиша монанд будан ва ҳалшавандагиашон дар об силикатҳо шишаҳои ҳалшаванда ҳам меноманд.

Дар маҳлулҳои обӣ  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  ва  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  гидролизшуда мебошанд ва муҳити ин маҳлулҳо ишқорӣ аст.

Силикатҳо дар табиат бисёр паҳншуда мебошанд. Таркиби онҳо одатан бо формулаҳои мураккаб ифода меёбад. Аз сабаби доимӣ набудани таркиби силикатҳои табиӣ тарзи навишти формулаи онҳо нисбат ба намакҳои дигар кислотаҳо фарқ мекунад. Барои ин он чиз дар назар дошта мешавад, ки ҳама гуна намаки кислотаи оксигендорро ҳамчун маҷмӯи оксидҳои кислотагӣ ва металлӣ шуморидан мумкин. Масалан,  $\text{CaCO}_3$ -ро ҳамчун маҷмӯи оксидҳои  $\text{CaO}$  ва  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -

ро маҷмӯи оксидҳои  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ва  $3\text{SO}_3$  ва ғайраҳо қабул кардан мумкин аст. Дар ҳамин асос, одатан формулаи намакҳои кислотаи силикатро ҳамчун маҷмӯи дуоксиди силитсий ва ҳамаи дигар оксидҳои ба таркиби ин намаки кислотаи силикат дохилшуда ифода кардан мумкин аст. Масалан:

Минерали каолин:  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$ ;

Слюдаи сафед:  $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_4\text{K}_2\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}$ ;

Асбест:  $\text{CaO} \cdot 3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaMgSi}_4\text{O}_{12}$ .

Пайвастагиҳои силитсий дар хоҷагии халқ аҳамияти калон доранд. Аксарияти онҳо, масалан гранит, ба сифати маводи сохтмонӣ истифода бурда мешаванд. Силикатҳо ҳамчун ашёи хом барои истеҳсоли шиша, кулолгарӣ ва истеҳсоли семент татбиқи васеъ доранд. Слюда ва асбест ҳамчун маводҳои электр ва гарминагузаронанда истифода бурда мешавад. Силикатҳо дар истеҳсоли коғаз, резина ва рангҳо низ татбиқ ёфтаанд.

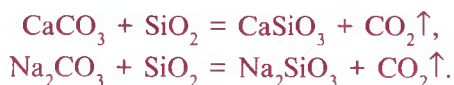
Баъзе силикатҳо сохти ковок дошта, дар ҷараёни ивази ионӣ истифода бурда мешаванд.

## ИСТЕҲСОЛИ ШИША, КУЛОЛӢ ВА СЕМЕНТ

Дар вақти гарм кардани омехтаи биёри силикатҳо бо силикатҳои дигар ё дуоксиди силитсий ғудохтаҳои аморфии шаффофе ҳосил мешаванд, ки бо номи шиша маъмуланд.

Аз рӯи таркиби худ шиша – системаи аз ҳад хунук карда шуда мебошад. Катионҳо ва анионҳои моддаҳои шишаро ташкилдиханда нисбат ба якдигар чунин ҷойгир шудаанд, ки ба моддаҳои моеъ монанд мебошанд. Вале бо вучуди ин ҳаракати ионҳо дар шиша вайро ба моддаҳои саҳт наздик мекунад. Чунин сохти шиша ба он меорад, ки вай аз моддаҳои кристаллӣ фарқ мекунад, масалан, ҳарорати аниқи ғудохташавӣ ва саҳтшавӣ надорад. Дар вақти гарм кардани шиша вай нарм шуда истода, пай дар пай ба ҳолати моеъгӣ мегузарад. Саҳтшавии шиша ҳам ҳамин тавр пай дар пай ба амал меояд.

**Шишаи оддӣ**, аз он ҷумла шишае, ки аз вай қисми асосии зарфҳои шишагин тайёр карда мешавад, асосан аз силикатҳои натрий ва калсий, ки бо дуоксиди силитсий ғудохта шудаанд, иборат мебошад. Таркиби чунин шишаҳо тахминан бо формулаи  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$  ифода меёбад. Ашёи хом барои истеҳсоли чунин шиша реги сафед, сода ва оҳаксанг мебошад. Дар вақти ғудохтани ин омехта чунин реаксияҳо ҷой доранд:

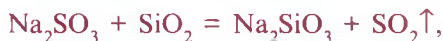




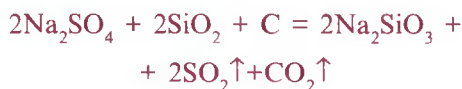
Расми 21. Дастгоҳ  
барои истеҳсоли  
тахташиша.

Тахташишаро бо усули кашидан дар дастгоҳи махсус (расми 21) истеҳсол меkunанд.

Баъзан содаро бо сулфати натрий  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ва ангишт иваз меkunанд. Дар ин ҳолат ангишт сулфити натрийро то сулфати натрий  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  баркарор меkunад, ки вай баъд бо рег ба реаксия рафта, силикати натрийро ҳосил меkunад:



ё бо таври умумӣ:



Агар дар вақти пухтани шиша содаро бо поташ  $\text{K}_2\text{CO}_3$  иваз намоем, он гоҳ шишаи бадгудоз ҳосил мешавад. Чунин шиша барои тайёр кардани зарфҳои, ки ба ҳарорати баланд тобоваранд, истифода бурда мешаванд.

Агар омехтаи дуоксиди силитсий, поташ ва оксиди қурғошимро ( $\text{PbO}$ ) гудозем, шишаи вазнин, ки бо номи *булӯр* маълум аст, ҳосил мешавад.

Ивази як қисми  $\text{SiO}_2$  бо  $\text{B}_2\text{O}_3$  ба ҳосияти шишаҳо таъсири калон мерасонад. Ба таркиби шиша илова намудани  $\text{B}_2\text{O}_3$  устувории вайро бо таъсири моддаҳои химиявӣ зиёд карда, ҳасоснокии онро нисбат ба тағйирёбии ҳарорат кам меkunад. Аз ин рӯ, ин гуна шишаҳо асосан барои тайёр кардани зарфҳои химиявӣ истифода мешаванд.

Шишаро одатан ба гурӯҳи моддаҳои дохил меkunанд, ки дар об ҳалнашавандаанд. Дар ҳақиқат бошад, агар ба шиша муддати дароз об таъсир намояд аз он ҷо як миқдор силикати натрийро ҳал карда бароварданаши мумкин. Масалан, агар шишаеро, ки майда карда шуда ба ҳока табдил дода шудааст бо об махлут намоем ва каме фенолфталеин илова кунем, тағйирёбии ранги махлул ба мавҷудияти муҳити ишқорӣ шаҳодат медиҳад, ки вай танҳо дар натиҷаи ҳалшавии (гидролизи)  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  ҷой доштанаши мумкин.

*Шишаи кварсӣ* нисбат ба дигар намудҳои шиша ба ҳарорати баланд тобовартар мебошад. Дигар ҳосияти вай дар он аст, ки шишаи кварсӣ нурҳои ултрабунафшро аз худ нагз мегузаронад. Ғайр аз ин, шишаи кварсӣ коэффитсиенти аз гармӣ хеле кам васеъшавиро дорад. Ин чунин маъниро дорад, ки дар вақти гарм кардан ё хунук кардан ҳаҷми шишаи



кварсӣ амалан тағйир намеёбад. Бинобар ин, асбобҳои аз шишаи кварсӣ сохташуда дар вақти баъд аз саҳт тафсонидан ба оби хунук гузоштан намешикананд ё тарқиш намедиханд.

Шишаи кварсиро на танҳо барои тайёр кардани зарфҳои лабораторияҳои химиявӣ, балки барои тайёр кардани лампаҳои электрии симобӣ, ки нурҳои ультрабунафшро доранд, истифода мебаранд.

Агар гудохтаи шишаро аз сӯроҳҳои диаметри муайяндашуда гузаронем, нахи шишагиро ҳосил кардан мумкин аст. Чунин нахҳо намесӯзанд, ҳосияти нагузаронидани (изолятсия кардани) гармӣ, ҷараёни электрикӣ ва садоро доранд. Аз ҷиҳати химиявӣ устуворанд. Аз ин рӯ, чунин нахҳо дар хоҷагии халқ татбиқи васеъ ёфтаанд.

**Кулолӣ** гуфта, маводҳо ва асбобҳоеро меноманд, ки аз моддаҳои оташбардор, масалан, аз ҳок, карбидҳо ва оксидҳои баъзе металлҳои тайёр карда шудаанд. Вобаста ба татбиқи худ онҳо ба кулолҳои сохтмонӣ, оташбардор, аз ҷиҳати химиявӣ устувор ва кулоли техникаӣ тақсим мешаванд. Ба кулоли сохтмонӣ хишт, булӯрҳо ва лавҳаҳои рӯйпӯшкунӣ тааллуқ доранд. Маводҳои кулоли оташбардор барои аз дарун рӯйпӯш кардани оташдонҳои доменӣ, пӯлодгудозӣ ва шишапазӣ истифода бурда мешаванд. Кулоли аз ҷиҳати химиявӣ устувор дар саноатҳое, ки ҳарорати баланд ва моддаҳои агресивӣ ҷой доранд, истифода бурда мешаванд. Ба кулоли маишӣ анҷомҳои ғайнасӣ ва чинигӣ тааллуқ доранд. Кулоли техникаӣ барои тайёр кардани изоляторҳо, конденсаторҳо, шамъҳои сӯзонандаи автомобилӣ ва ҳавопаймоӣ, оташдонҳои баландҳарорат истифода бурда мешаванд.

**Семент** яке аз маҳсулотҳои муҳимтарини саноати силикатӣ мебошад, ки асосан дар қорҳои сохтмонӣ истифода бурда мешавад. Сементи муқаррарӣ (силикатсемент)-ро дар натиҷаи сӯзондани омехтаи ҳок бо оҳаксанг ҳосил мекунанд. Дар вақти сӯзондани чунин омехта оҳаксанг (карбонати калсий) аввал ба диоксиди карбон ва оксиди калсий тақсим мешавад. Оксиди калсий бо ҳок ба реаксия дохил шуда, силикат ва алюминати калсийро медиҳад (расми 22).

Таркиби химиявии сементҳоро одатан бо ғоизи оксидҳои онҳоро таҳлилдиҳанда, ки муҳимтаринаш  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  ва  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  мебошанд, ифода мекунанд.

Дар вақти бо об омехта кардани силикатсемент массаи ғамирмонанде ҳосил мешавад, ки баъди ҷанде саҳт мешавад. Ин ҷараёни саҳтшавӣ «ҷаспиш» ном дорад. Ҷараёни саҳтшавии семент дар 3 зина мегузарад. Дар зинаи якум қисми болоии семент бо об мувофиқи нақшаи зерин ба реаксия меравад:



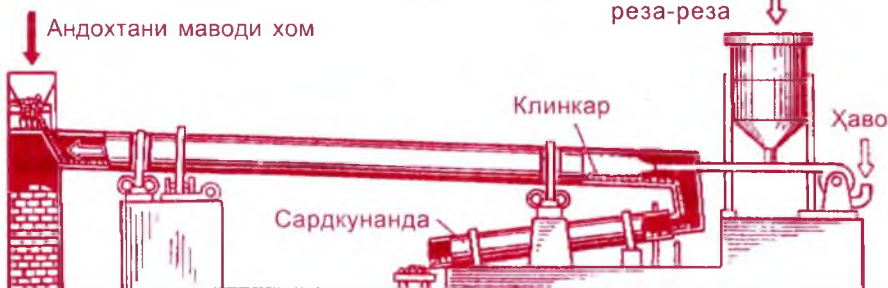




Дудбаро



Сӯзишвории сахт ё газгуни  
реза-реза



**Расми 22.** Кӯра барои пухтани оҳаксанг дар истеҳсоли семент.

Дар зинаи дуюм  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -и ҳосилшуда, ки шакли аморфӣ дорад, ҳиссаҳои алоҳидаи сементро бо ҳам мепайвандад, яъне чараёни «часпиш» амал мекунад. Дар марҳилаи сеюм бошад, кристаллизатсия ё сахтшавӣ амал мекунад.

Дар вақти бевосита истифодабарии семент ба вай, дар баробари об илова кардан, боз рег ҳам илова мекунанд. Омехтаи ҳосилшуда бо номи «маҳлули сементӣ» маълум аст.

Агар маҳлули сементи ро бо сангрзаҳо аралаш кунанд, бетон ҳосил мешавад. Бетон яке аз маводҳои муҳимтарини сохтмонӣ мебошад. Дар вақти корҳои сохтмонӣ бетонро дар якҷоягӣ бо симҳои металлӣ истифода мебаранд, ки инро омехтаи оҳанубетонӣ меноманд.

Ғайр аз силикатсемент дигар хелҳои семент низ вучуд доранд: сементи глиноземӣ, сементи ба кислотаҳо устувор. Таркиби сементи глиноземиро оҳаксанг ва боксит (оксиди алюминий) ташкил медиҳанд. Ин семент нисбат ба силикатсемент зудтар сахт шуда, ба таъсири оби бахрҳо устувортар аст. Ба таркиби сементи бо кислотаҳо устувор ба сифати яке аз қисматҳои асосӣ кварс дохил мешавад. Чунин семент нисбат ба ҳамаи кислотаҳо (ғайр аз  $\text{HF}$ ) устувор аст.

## Саволҳо барои такрор ва мустақамкунии дониш

- 1 Дигар шаклҳои аллотропии карбонро номбар карда, тавсифи онҳоро аз рӯи хосиятҳояшон ғӯед.
- 2 Барои чӣ оксиди карбон (II)-ро намакҳосилнакунанда меноманд?
- 3 «Яхи хушк» чист ва чӣ гуна ҳосил мешавад?
- 4 Барои чӣ дар вақти дар об ҳал кардани намакҳои кислотаи карбонат (масалан,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) муҳити реаксия ишқорӣ мешавад? Ҷавобатонро дар асоси муодилаи реаксияи гидролизи ин намакҳо шарҳ диҳед.
- 5 «Оҳаки ношукуфта» чист ва онро чӣ тавр ҳосил мекунанд?
- 6 Барои чӣ дар зарфҳои шишагин фтор ва пайвастиҳои онро нигоҳ доштан мумкин нест?
- 7 Барои чӣ кислотаи силикатро ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) аз таъсири бевоситаи об ба дуоксиди силитсий ( $\text{SiO}_2$ ) ҳосил кардан мумкин нест? Дар ин сурат кислотаи силикатро чӣ тавр ҳосил мекунанд?
- 8 Фарқи шишаи муқаррарӣ аз булур дар чист?
- 9 Муодилаи реаксияи гидролизи намакҳои дар об ҳалшавандаи кислотаи силикатро нависед ва шарҳ диҳед, ки дар ин сурат муҳити реаксия чӣ гуна мешавад?

## Боби VI

### ХОСИЯТҲОИ УМУМИИ МЕТАЛЛҲО

---

Бояд қайд кард, ки аксарияти элементҳои химиявӣ ҳосиятҳои металлӣ зоҳир мекунанд. Дар ҷадвали даврии элементҳои химиявӣ металлҳо қисми калони онро ташкил медиҳанд. Дар техникаи ҳозиразамон пеш аз ҳама оҳан ва ҳӯлаҳои он татбиқи васеъ доранд. Металли дигаре, ки нақши он дар техника хеле калон аст, алюминий мебошад. Алюминий ва магний асоси ҳамаи ҳӯлаҳои сабукро ташкил медиҳанд, ки дар ҳавопаймоҳо татбиқи асосӣ доранд. Дар вақтҳои охир нақши дигар металлҳо, ба монанди титан, хром, манган, радий, сирконий, кобалт, никел ва ғайраҳо дар техника хеле васеъ шуда истодааст. Аз ин рӯ, дар айни замон химияи металлҳо яке аз соҳаҳои муҳими илми табиатшиносӣ мебошад.

### ПАҲНШАВИИ МЕТАЛЛҲО ДАР ТАБИАТ ВА УСУЛҲОИ ИСТЕҲСОЛИ ОНҲО

Дар табиат металлҳо асосан ба шакли силикатҳо, сулфидҳо, оксидҳо воমেҳӯранд. Вале на ҳамаи ин пайвастиҳо маъданҳои ба шумор мераванд, ки аз онҳо металлҳо ҷудо карда гирифтани мумкин аст. Одатан, «маъдан» гуфта, чинси кӯҳиеро меноманд, ки аз вай ҷудо карда гирифтани металлҳо аз ҷиҳати иқтисодӣ ғоидабахш аст. Баъзе металлҳо дар табиат пайвастигӣ (минерал)-ҳои ҳосил мекунанд, ки таркибашон муайян ва умумӣ ҳаст. Баъзеи дигарашон ба намуди омехтаҳои изоморфӣ ва ба миқдори хеле кам воমেҳӯранд. Минералҳои воমেҳӯранд, ки бо сабаби кам будани концентратсияи (миқдори) пайвастигии зарурӣ аз онҳо ҷудо карда гирифтани ин ё он металл аз ҷиҳати иқтисодӣ самарабахш нест. Металлҳои «пароканда» (кадмий, галлий, рений, индий, германий, гафний ва дигарҳо) дар техника бо миқдори хеле кам истеҳсол карда мешаванд, агарчанде, ки онҳо аҳамияти хеле калон доранд.

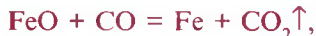
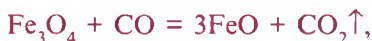
Аз рӯи таркиби химиявии худ маъданҳо одатан аз оксидҳо, галогенидҳо, сулфидҳо ва баъзан арсенидҳою пайвастиҳои сурма иборатанд. Танҳо қисми ками металлҳо (тилло, нуқра, мис, висмут, симоб, платина) бо намуди ҳолис вомеҳӯранд.

Маъданҳо одатан ба маъданҳои содда, ки аз онҳо танҳо як металл гирифта мешавад (масалан, маъданҳои оҳан) ва маҷмӯӣ, ки аз онҳо якчанд металлҳоро ҳосил кардан мумкин (масалан, қўрғошим ва руҳ) аст, тақсим мешаванд. Аз маъданҳои маҷмӯӣ баъзан металлҳои парокандаро низ ҳосил мекунанд (масалан, аз маъданҳои мису – никели изофагӣ металлҳои кобалт, платина, тилло, нукра, палладий ва ғайраҳоро ҷудо кардан мумкин).

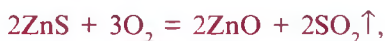
## ҲОСИЛ КАРДАНИ МЕТАЛЛҲО БО ЁРИИ БАРҚАРОРКУНӢ

Аз ҳама барқароркунандаи паҳншудатарин барои ин мақсад ангишт мебошад. Одатан ангишт (бештар ба шакли кокс) барои барқароркунии оҳан, руҳ, кадмий, қаълагӣ ва дигарҳо истифода бурда мешавад.

Ҳосил кардани оҳани ҳолис аз оксидҳои вай  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (гематит),  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (магнетит) бо ёрии ангишт бисёрзинагӣ мебошад. Аввал дар ҳарорати баланд ангишт то  $\text{CO}$  месӯзад ва оксиди ҳосилшудаи карбон (II) дар якҷоягӣ бо ангишт оҳанро аз оксидҳояш, мувофиқи реаксияҳои зерин, барқарор мекунад:



Дар вақти ҳосил кардани руҳ, маъданҳои сулфидӣ ё карбонатии вайро бо ёрии флотатсия бой намуда, месӯзонанд ва аз оксиди ҳосилшудаи руҳ онро бо ёрии ангишт барқарор мекунанд, ки дар натиҷа оксиди карбон (II) ва ҳокаи руҳ ҳосил мешаванд:



Қаълагиро ҳам ҳамин тавр ҳосил мекунанд. Дар ин сурат ба сифати ашёи хом дуоксиди он  $\text{SnO}_2$  истифода бурда мешавад:



Қаълагии бо ин усул ҳосилшуда он қадар ҳолис нест. Барои ҳолисардонӣ вайро мегудозанд.

Гидроген ҳамчун барқароркунанда барои ҳосил кардани волфрам аз оксиди  $\text{WO}_3$  истифода бурда мешавад:



Металлҳое, ки ба оксиген қаробати қалон доранд, метавонанд дар ҳарорати баланд баъзе дигар металлҳоро аз оксидҳояшон барқарор кунанд. Масалан, барои ин мақсад бештар алюминий истифода бурда мешавад, ки ин метод бо номи алюмотермия маълум аст.

Бо ёрии методи алюмотермия бештар манган, хром, ванадий, волфрам ва феррохулаҳоро ҳосил мекунанд. Истифодабарии алюминий бо сифати барқароркунондаҳои дигар металлҳо ба он асоснок гардидааст, ки гармии ҳосилшавии  $\text{Al}_2\text{O}_3$  хеле қалон аст. Бинобар ин, реаксияи алюминий бо оксиди дигар металлҳо, ки гармии ҳосилшавии нисбатан қалон доранд, бо ҳориҷшавии гармӣ меғузарад ва ин ба барқароршавии металл аз оксидаш ёрӣ мерасонад, масалан:



## ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЯ

*Гидрометаллургия* яке аз методҳои паҳншудатарини ҳосил кардани металлҳо аз маъданҳояшон мебошад. Барои ин маъданро баъд аз майда кардан ба маҳлулҳои обӣ меғузaronанд. Барои ба маҳлулҳои обӣ гузаронидани маъданҳо бештар маҳлулҳои ишқорҳо, аммиак, намакҳои кислотаи сианат, кислотаи сулфат ва ғайраҳо истифода бурда мешаванд.

Дар натиҷаи ин чараён байни қисмҳои таркибии маъдан ва маҳлули ҳалкунанда реаксияи химиявӣ ба амал меояд ва металл аз маъдан ба маҳлул меғузарад. Маҳлули ҳосилшудаи металлӣ дахлдордошта баъди аз омехтаҳо тоза кардан барои ҷудо кардани металлӣ дахлдор ба шакли ин ва ё он моддаи қамҳалшаванда таҳшин карда мешавад. Баъзан аз ин гуна маҳлулҳо металлро ба таҳшинӣ нағузaronанда, бо ёрии реаксияҳои мубодилаи ионӣ ё экстраксионӣ аз маҳлул ҷудо карда мегиранд. Баъзан барои аз маҳлул ҷудо кардани металлӣ дахлдор методи электролизро низ истифода мебаранд.

## ФЛОТАТСИЯ

Флотатсия усулест, ки барои пешақӣ қор карда баромадани маъдан бо мақсади концентратсияи металлӣ дахлдорро дар он зиёд кардан истифода бурда мешавад. Ин усул ба чунин ҳосияти моддаҳо асоснок гардидааст, ки дар маъданҳо ғайр аз металлҳои зарурӣ ҷинсҳои ҳолӣ (партовӣ) низ вуҷуд доранд ва бо моддаҳои қамқкунандаи махсус (флотореагент) онҳо таъсири гуногун мерасонанд. Масалан, дар ин сурат асосан ҷинсҳои ҳолӣ ба таҳшинӣ фаромада, металлҳои дахлдор

бо ёрии кафки флотореагент ба боло бароварда, ба зарфи дигар гузаронида шуда, кор карда баромада мешаванд. Одатан ба сифати флотореагентҳо моддаҳои органикии баландмолекула истифода бурда мешаванд.

## ЭКСТРАКЦИЯ

**Экстракция** чунин усули ҷудо кардани металлҳо аз маъданҳо мебошад, ки вай ба истифодабарии экстрагентҳо асоснок гардидааст. Экстрагентҳо моддаҳои намуи  $RY^+X^-$  буда, дар ин ҷо R радикали органикӣ, X ва Y бошанд, одатан ягон гайриметаллест, ки (масалан, карбон, фосфор, сулфур) метавонад металлҳоро пайваст кунад. Аввал экстрагент бо ягон намаки металл пайвастагии комплексӣ ҳосил мекунад, ки вай дар ҳалкунандаи органикӣ ҳал шуда, ҳамин тавр аз муҳити обии дигар омехтаҳоро дошта, озод мешавад. Одатан ба сифати экстрагент бештар трибутил – фосфатро  $(C_4H_9)_3PO_4$ , ё дигар эфирҳои пайвастагӣҳои оксигении фосфорро истифода мебаранд. Ба сифати ҳалкунандаи органикӣ чунин моеъҳои кутбнокро истифода мебаранд, ки солватҳои онҳо (бо маҷмуи металлҳо) нисбат ба гидратҳои фазаи обии металлҳо устувор бошанд.

## ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКАВӢ ВА ХИМИЯВИИ МЕТАЛЛҲО

Металлҳо ба як қатор хосиятҳои умумии физикавӣ ва химиявӣ ноил мебошанд. Ба хосиятҳои умумии физикавии онҳо қобилияти баланди гармӣ ва электрикгузаронӣ, қайшӣ, ҷилои металлӣ ва ношаффофӣ тааллуқ доранд. Хосиятҳои умумии химиявии онҳо дар осон додани электронҳои валентии худ ва иони мусбатзаряднок ҳосил кардан, асосан хусусияти барқароркунандагӣ зоҳир намудан ифода меёбад.

Сабаби умумияти хосиятҳои физикавӣ ва химиявии металлҳо ба умумияти сохти атомҳои онҳо ва табиати панҷараи кристаллии онҳо алоқаманд аст. Масалан: қобилияти бо осонӣ электронҳои валентии худро додан пеш аз ҳама ба он алоқаманд аст, ки ин электронҳо аз ядрои атоми металлҳо нисбатан дур ҷойгир шудаанд ва бинобар ин, потенциали хурди ионизатсионӣ доранд.

Хосияти махсуси сохти панҷараи кристаллии металлҳо, пеш аз ҳама ба электронҳои озод доштани онҳо алоқаманд аст. Дар кристаллҳои моддаҳои гайриметаллӣ атомҳо ба якдигар бо ёрии ҷуфти электронҳо пайваст шудаанд. Дар металлҳо электронҳои валентӣ маҷмуёро ташкил медиҳанд, ки вай ба ҳамаи атомҳои кристалл баробар тааллуқ дорад. **Ионҳои мусбати металлҳо бо абрҳои умумии электронӣ ихота карда шудаву алоқаманданд ва чунин намуи банди химиявиро банди**



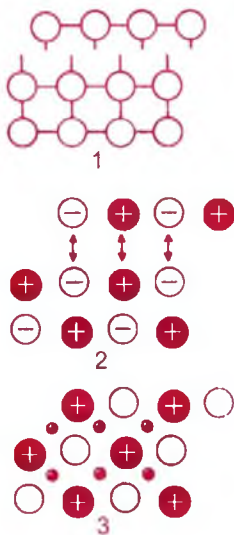
**химиявии металлӣ меноманд.** Чунин банд на танҳо дар байни атомҳои металлӣ ҳамон як элемент, балки дар байни атомҳои металлҳои гуногун низ (масалан, дар пайвастиҳои байни металлӣ, ҳулаҳо, карбидҳо, силитсидҳо, нитридҳо, гидридҳо) низ ҷой дорад (расми 23).

Таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки атомҳо дар металлҳо нисбат ба молекулаҳояшон, ки аз ҳуди ҳамон атомҳо ташкил ёфтаанд, мустаҳкамтар пайванданд. Ин ба он шаҳодат медиҳад, ки дар металлҳо электронҳои кабати беруна низ дар ҳосилшавии банди химиявӣ иштирок мекунанд. Дарозии банд дар металлҳо нисбат ба молекулаҳо дида зиёдтар аст. Бинобар ин, агарчанде устувории ҳар банди алоҳида дар металл нисбат ба ҳамин гуна банд дар молекула камтар бошад ҳам, дар яқоягӣ ба атоми металл устувории калон медиҳанд.

Устувории механикӣ, зичӣ, ҳарорати ғудозиш дар металлҳо бо зиёдшавии адади электронҳо меафзояд. Дар баробари ин масофаи байни атомӣ дар кристаллҳо хурд мешавад. Масалан, азбаски атомҳои калий, натрий, рубидий, сезий танҳо аз ҳисоби ягона электронашон бо ҳам пайванданд ҳеле нарм буда, бо осонӣ ғудохта мешаванд. Калсий, ки ду электрони валентӣ дорад, нисбатан сахт буда, дар ҳарорати нисбатан баланд ғудохта мешавад. Панҷараи кристалии скандий аз ин ҳам устувортар аст, чунки миқдори электронҳои валентияш ба 3 баробар

аст. Ҳамин тавр, устуворӣ, ҳарорати ғудозиши металлҳо афзуда, дар мисоли хром, оҳан, никел ва кобальт бузургҳои калонтаринро соҳиб мешаванд. Дар ин қатор манган мавқеи махсусро ишғол мекунад, чунки сохти панҷараи кристаллиаш дигар аст. Аз он ҷумла устувории механикӣ хром ва ҳарорати баланди ғудозиши вай чунин фаҳмонда мешавад, ки атоми хром барои пайвастан бо дигар ҳамсояҳояш дар панҷараи кристаллӣ, миқдори максималии электронҳои худро (6) дар банди металлӣ истифода бурдааст.

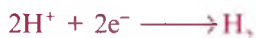
Муқаррар карда шудааст, ки дар металлҳо на танҳо банди ковалентӣ, балки банди ионӣ ҳам ифода меёбад, яъне имконияти пайдошавии ионҳои манфӣ зарядноки металлҳо низ ҷой дорад. Барои ин зарур аст, ки атомҳои металлҳо орбиталҳои озои аз дигар атом электрон қабул мекардагӣ дошта бошанд.



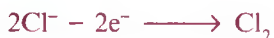
**Расми 23.** Алокаи сохти панҷараи кристаллӣ бо мустаҳкамии механикӣ моддаҳо: 1 – панҷараи атомӣ; 2 – панҷараи ионӣ; 3 – панҷараи металлӣ.

## ЭЛЕКТРОЛИЗ ВА ҚОНУНҲОИ ОН

Агар ба маҳлул ду электрод дохил намуда, яке аз онҳоро ба қутби мусбати манбаи берунаи ҷараёни электрикӣ ва дигарашро ба қутби манфӣ пайваст намоём, он гоҳ чунин ҳодисаро мушоҳида намудан мумкин: дар зери таъсири майдони электрикии электродҳо ионҳои мусбат ба сӯи электродҳои манфӣ (катод) ва ионҳои манфӣ ба сӯи электродҳои мусбат (анод) ҳаракат мекунанд. Ионҳои мусбат ба катод вохӯрда, аз онҳо электрон мегиранд ва ба ҳолати нейтрал мегузаранд: ионҳои манфӣ бошанд, ба анодҳо вохӯрда, ба онҳо электронҳои худро медиҳанд ва ба ҳолати нейтрал мегузаранд. Ҳамин тавр, дар маҳлул ҳаракати ионҳо–ионҳои мусбат (катионҳо) ба сӯи катод ва ионҳои манфӣ (анионҳо) ба сӯи анод барқарор мешавад. **Яъне маҳлулҳои электролитҳо ҷараёни электрикиро мегузаронад, бинобар ин, электролитҳоро ноқилҳои дараҷаи дуюм меноманд.** Ба ноқилҳои дараҷаи якум металлҳое мансубанд, ки онҳо ҷараёни электрикиро параҳа нашуда мегузаронанд. **Ҳодисоти ҷараёни электрикиро гузаронидани электролитҳо, ки дар натиҷа дар сатҳи электродҳо равишҳои оксидшавию барқароршавӣ ба амал меояд электролиз номида мешавад.** Масалан, нақшаи электролизи маҳлули обии HCl чунин мешавад (чунин ҳисоб карда шудааст, ки ҳамаи молекулаҳои HCl ба ионҳои  $H^+$  ва  $Cl^-$  диссоциатсия шудаанд). Дар катод чунин натиҷа ба амал меояд:



Яъне дар катод ҳолати барқароршавӣ амал дорад. Дар анод чунин ҳолат ба амал меояд:



Яъне ҳолати дар анод ба амал оянда – ин ҳолати оксидшавӣ аст.

**Ҳамин тавр, электролиз гуфта, протсесси вайроншавии химиявии электролитро бо таъсири ҷараёни электрики меноманд, ки вай аз протсесси барқароршавӣ дар сатҳи катод ва оксидшавӣ дар сатҳи анод ташкил меёбад.**

Барои барқароршавии ду иони мусбати гидроген батарея  $2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}$  кулон ҷараёни электрикии манфӣ сарф кардааст, вале дар ин ҳолат батарея аз безарядшавии ду иони хлор  $2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}$  кулон ҷараёни электрикии манфӣ қабул кардааст.

Аз ин нақшаи овардашуда маълум аст, ки батарея барои электролиз, яъне тақсимшавии химиявии электролит ба қисмҳои таркибии он, қувва (кор) сарф мекунад.

Микдори қувваи электрикии барои электролиз сарфшударо чунин ҳисоб намудан мумкин аст.

Электролизро то мавриде давом медиҳем, ки дар он муддат дар катод 1 мол атомҳои гидроген ва дар анод 1 мол атомҳои хлор ҷудо шаванд. Ҳар як иони  $H^+$  мувофиқи муодилаи  $H^+ + e^- \longrightarrow H$  аз катод заряди электрикии ба  $1,602 \cdot 10^{-19}$  кулон баробар буда мегирад. Азбаски ҳар як мол ион  $6,023 \cdot 10^{23}$  ион дорад, он гоҳ бешубҳа барои дар катод ҷудо шудани 1 мол атомҳои гидроген катод бояд  $1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 96520$  кулон заряд диҳад. Дар ин ҳолат дар занҷири берунӣ ба самти катод инчунин 96520 кулон заряд равон мешавад.

Дар ҳуди ҳамин вақт мувофиқи муодилаи  $Cl^- - e^- \longrightarrow Cl$ ,  $1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 96520$  кулон заряди электрикӣ ба анод дода мешавад, яъне умуман бояд бо занҷири беруна 96520 кулон ҷараёни электрикӣ ҳаракат кунад, ки ин дар асоси таҷриба исбот карда шудааст.

Микдори заряди электрикии ба 96520 кулон баробар буда ба шарафи физики машҳури англис Фарадей, ки қонунҳои асосии электролизро кашф намудааст, Фарадей (F) номида мешавад.

Агар аз маҳлул 96520 кулон ҷараёни электрикӣ гузаронем, он гоҳ дар катод ба ҳолати нейтрал 1 мол эквивалент ионҳои мусбат заряднок ва дар анод 1 мол эквивалент ионҳои манфӣ заряднок мегузаранд.

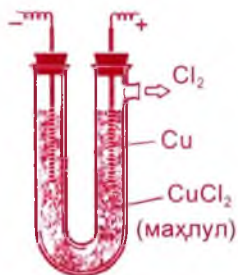
Бешубҳа, дар вақти дар занҷир ҳаракат намудани 96520 x 2 кулон дар катод 2 мол ионҳои якзаряда ё як мол ионҳои дузаряда барқарор мешаванд ва ғайраҳо.

Дар натиҷаи ҳаматарафа омӯختани ҳодисоти электролиз олими англис Фарадей оид ба ин ҳолат чунин қонунҳои муҳимро кашф намуд (1833).

**Қонуни якуми Фарадей:** микдори моддаҳое, ки дар электродҳо ҷудо мешаванд, ба микдори ҷараёни электрикии бо занҷир гузашта мутаносиби роста мебошад.

**Қонуни дуюми Фарадей:** агар аз маҳлули электролит 96520 кулон ҷараёни электрикӣ гузарад, он гоҳ дар электродҳо як эквиваленти моддаҳо ҷудо мешаванд.

Агар электролит ба ионҳо ҷудо шуда бошад ҳам ва дар маҳлул, фарз кардем мувозинати  $HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$  вучуд дошта бошад, хусусияти умумии электролиз тағйир намеёбад: дар катод ва анод безаряд шудани катионҳо ва анионҳо, дар маҳлул диссоциатсияи молекулаҳои нейтрал давом мекунад. Ин ҳолат то



**Расми 24.** Электролизи маҳлули хлориди мис (II).

муддате давом мекунад, ки тамоми молекулаҳои нейтрал ба ионҳо тақсим шаванд.

Электролитҳои ғудохта ҳам ба монанди маҳлулҳои обияшон электролиз мешаванд. Ин ҳодиса ба он шаҳодат медиҳад, ки намакҳои ғудохта ҳам то ин ва ё он дараҷа ба ионҳо диссоцииатсия шудаанд. Дар расми 24 нақшаи электролизи  $\text{CuCl}_2$  акс ёфтааст.

## КОРРОЗИЯ И МЕТАЛЛҲО

Коррозия ин ҳолати худ аз худ вайроншавии маводҳои металлӣ аз таъсири химиявии муҳит мебошад. Коррозия калимаи латинӣ буда маънои «Corrodere» хӯрдашавиро дорад. Зангзани яке аз дигаршаклҳои коррозия аст. Ин истилоҳ асосан ба оҳан ва ҳулаҳои вай дахл дорад. Вале ба коррозия қариб ҳамаи металлҳо ва ҳулаҳои онҳо, ки дар техника истифода бурда мешаванд, дучор шуданашон мумкин аст. Вобаста ба муҳити коррозияро баамаловаранда чанд намуди онро фарқ мекунанд.

**1. Коррозияи газӣ** аз таъсири газҳои агрессивӣ ба амал меояд ( $\text{SO}_2$ , оксидҳои нитроген ва ғайраҳо). Яке аз дигар шаклҳои ин намуди коррозия – коррозияи атмосферӣ мебошад, ки аз таъсири газҳои дар атмосфера буда, аз он ҷумла: оксиген, дуоксиди карбон, буғҳои об ба амал меояд.

**2. Коррозия дар муҳитҳои ғайриэлектролитӣ** (нафт, маҳсулоти нафтӣ, тетраҳлорметан ва ғайраҳо).

**3. Коррозия дар муҳитҳои электролитӣ** (асосан дар маҳлулҳои обӣ). Ин яке аз намудҳои паҳншудатарини коррозия мебошад ва онро инчунин коррозияи электрохимиявӣ ҳам меноманд.

**4. Коррозияи зеризаминӣ**, ки бештар ба таъсири моддаҳои ғайрол дар хок буда, масалан, намакҳо (бештар хлориди магний) ё кислотаҳои органикӣ алоқаманд аст.

**5. Коррозия аз таъсири ҷараёни электрикӣ ғумроҳшуда**, ки бештар дар кубурҳо, кабелҳо ҷой дорад. Манбаи асосии ин гуна ҷараёнҳои электрикӣ нақлиёти электрикӣ (электропоездҳо, трамвайҳо, қатораҳои метро) мебошад.

Ғайр аз ин коррозияи махсус, яъне ба ягон соҳаи саноат вобаста буда (саноати химиявӣ, саноати ядровӣ ва ғайраҳо) ҷой дорад.

Таркиби ҳолати коррозия ғуногун ва мураккаб буда, пурра омӯхта нашудааст. Танҳо ҳаминаш маълум аст, ки дар аксар ҳолатҳо вайроншавии металл – ин натиҷаи гузариши реаксияи оксидшавӣ – барқароршавӣ мебошад. Масалан, вайроншавии металл дар вақти

гарм кардан бо иштироки оксиген ё ҳаво натиҷаи реаксияи бевоситаи вай бо оксиген мебошад. Ё худ вайроншавии дастгоҳи химиявиро натиҷаи таъсири бевоситаи моддаҳои химиявӣ (масалан хлор, фтор ва ғайраҳо) шуморидан мумкин.

Коррозияи газӣ дар ҳароратҳои баланд, ки конденсатсияи бугҳо дар сатҳи металл номумкин аст, ҷой дорад.

Ба коррозияи газӣ арматураи хумдонҳо, чузъҳои муҳаррикони дарунсӯз, белҳои турбинаҳои газӣ дучор мешаванд. Дар натиҷаи коррозияи газӣ дар сатҳи металл пайвастагиҳои химиявии дахлдор (оксидҳо, сулфидҳо, нитридҳо ва дигарҳо) ҳосил мешаванд. Барои сохтани асбобҳои дар ин шароит коркунанда ҳулаҳои оташбардор истифода бурда мешаванд. Масалан, барои он, ки пӯлод дар ҳарорати баланд ба коррозия устувор бошад, ба таркиби вай хром, силитсий, кобалт, никел ва алюминий илова мекунанд.

Чи тавре ки қайд кардем ба коррозияи электрохимиявӣ ҳамаи ҳодисаҳои коррозионии дар системаҳои обӣ ҷойдошта тааллуқ доранд. Дар натиҷаи коррозияи электрохимиявӣ металл оксид шуда, ба ҳосилшавии пайвастагии ҳалнашаванда, ё ба маҳлул гузаштани ионҳои металл меоварад. Дар баробари оксидшавии металл ҳолати барқароршавии оксигени дар об ҳалшуда



ва барқароршавии ионҳои гидроген



ҷой доштанишон мумкин.

Вобаста ба мавқеи худ дар қатори шиддатнокӣ металлҳо метавонанд ё аз таъсири оксигени дар об ҳалшуда, ё аз таъсири иони гидроген оксид кунонида шаванд.

Иқтидори ҳолати электродии



баробар аст ба

$$\Phi = 1,229 - 0,059 \text{ pH}$$

Азбаски дар муҳити нейтрал  $\text{pH} = 7$  аст, бинобар:

$$\Phi = 1,229 - 0,059 \cdot 7 \approx 0,82\text{В}$$

Яъне оксиген дар маҳлули обӣ металлҳоеро оксид мекунад, ки иқтидорашон аз 0,82В кам бошад, ин гуна металлҳо дар қатори шиддатнокӣ то нуқра ҷойгир шудаанд.

Иқтидори ҳолати электродии



дар муҳити нейтрал тақрибан ба  $-0,41$  В баробар аст. Бинобар ин, иони  $\text{H}^+$  дар маҳлулҳои обии нейтрал танҳо металлҳоро оксид мекунад, ки агар иқтидорашон аз  $-0,42\text{В}$  кам бошад. Ин гуна металлҳо дар қатори шиддатнокӣ аз аввали он то кадмий ҷойгир шудаанд.

Дар амалия суръати коррозия хеле аҳамияти калон дорад. Ба суръати коррозия ғайр аз таъсири табиати асбоби металлӣ, оксидкунанда ва концентратсияи он, инчунин дар вақти омехтаи ғайриметаллӣ доштан ҳам зиёд мешавад. Масалан, омехтаи оксидҳо дар пӯлод қобилияти зиддикоррозиони онро паст мекунад.

**Барои пешгирӣ кардани коррозия ва ҳимоя аз он методҳои гуногун истифода бурда мешаванд, ки муҳимтаринашон инҳо мебошанд:**

- 1) Истифодабарии ҳулаҳои ба коррозия устувор;**
- 2) Ҳимояи сатҳи асбобҳои металлӣ дар натиҷаи рӯйпӯш намудани онҳо бо металлҳои ба коррозия устувор;**
- 3) Кор карда баромадани муҳити коррозионӣ;**
- 4) Усулҳои электрохимиявӣ ҳимоя аз коррозия.**

Аз ҳулаҳои ба коррозия устувор пахншудатаринашон пӯлодҳое мебошанд, ки дар таркибашон то  $18\%$  хром ва то  $10\%$  никел доранд. Ҳимояи сатҳи металлҳо бо ёрии дигар металлҳо, ғайриметаллҳо ва маводҳое, ки дар натиҷаи коркарди химиявӣ ва электрохимиявӣ ҳосил мешаванд, амалӣ гардонида мешавад. Ба сифати металлҳои химоякунанда бештар хром, никел, руҳ, кадмий, алюминий, қаблагӣ ва дигарҳо истифода бурда мешаванд. Онҳо дар сатҳи металл ва асбобҳои металлӣ пардаҳо ҳосил карда (оксидҳо, сулфидҳо ва ғайраҳо), таъсири минбаъдаи коррозияро паст мекунад. Барои ин мақсад инчунин металлҳои нодир (тилло, нуқра, платина), ки иқтидори электродии баланд доранд, истифода бурда мешаванд. Аз ғайриметаллҳо, барои рӯйпӯшкунӣ ва ҳимоя аз коррозия, бештар лакҳо, рангҳо, эмалҳо ва зифтҳо истифода бурда мешаванд. Барои ҳимоя аз коррозия инчунин омехтаҳои оксидӣ ва намакин, ки дар натиҷаи ҳодисаҳои химиявӣ ва электрохимиявӣ ҳосил мешаванд, истифода бурда мешаванд.

**Ҳама моддаҳои таъсири коррозияро камкунанда ингибиторҳои гирифтаанд.**



## Саволҳо барои такрор ва мустаҳкамкунии дониш

- 1 Хосиятҳои асосии физикавии фарқкунандаи металлҳо аз ғайриметаллҳо дар чист?
- 2 Хосиятҳои асосии химиявии фарқкунандаи металлҳо аз ғайриметаллҳо дар чист?
- 3 Барои чӣ баъзе металлҳо дар табиат дар шакли озод ва баъзеи дигарашон дар шакли пайвастагӣ вомехӯранд? Ҷавобатонро бо мисолҳои мушаххас асоснок кунед.
- 4 Маъдан аз минерал чӣ фарқ дорад? Ҷавобатонро бо мисолҳо асоснок кунед.
- 5 Кадом усулҳои бой кардани маъданҳо вучуд доранд?
- 6 Усулҳои паҳншудатарини ҳосил кардани металлҳоро номбар намуда, бо мисолҳо асоснок кунед.
- 7 Барои чӣ элементҳо (металлҳо)-и дар қатори шиддатнокӣ баъд аз гидроген ҷойгиршуда онро аз маҳлулҳои обии кислотаҳо фишурда бароварда наметавонанд?
- 8 Барои чӣ ягон металл аз маҳлули обии кислотаи нитрат гидрогенро фишурда бароварда наметавонад?
- 9 Электролиз чист? Нақшаи ҷараёни электролизи ғудохта ва маҳлули обии хлориди натрийро нависед ва фарқияти онҳоро фаҳмонед.

## Боби VII

### МЕТАЛЛҲОИ ГУРҶҲАИ АСОСИИ ГУРҶҲОИ I–III ҶАДВАЛИ СИСТЕМАИ ДАВРИИ ЭЛЕМЕНТҲОИ ХИМИЯВӢ

---

Ба гурӯҳчаи асосии гурӯҳи I элементҳои литий, натрий, рубидий, сезий ва франсий мансуб мебошанд. Онҳо инчунин бо номи металлҳои ишқорӣ маълуманд. Ҳамаи онҳо дар қатори берунаи электронии худ I электрони валентӣ дошта, яке аз хосиятҳои муҳимтарину хусусиятноки элементҳо – қобиляти баланди барқароркунондагии онҳо мебошад. Дар ин гурӯҳча литий аз рӯи бисёр хосиятҳояш мавқеи махсусро ишғол мекунад. Масалан, хосиятҳои баъзе намакҳои литий (карбонатҳо, фосфатҳо) бештар ба чунин хосиятҳои элементҳои зергурӯҳи асосии гурӯҳи II монанд мебошанд.

Ба гурӯҳчаи асосии гурӯҳи II элементҳои бериллий, магний, стронсий, барий ва радий мансуб мебошанд. Ҳамаи онҳо (ғайр аз бериллий) хосияти баланди металлӣ зоҳир мекунанд. Хусусиятҳои ба хосияти металлҳо наздик ва монанди онҳоро 2 электрони валентии онҳо муайян мекунад. Аз ҷиҳати ғайриодии химиявӣ худ онҳо ба элементҳои гурӯҳчаи асосии гурӯҳи I наздик мебошанд. Аз он ҷумла элементҳои калсий, стронсий ва барийро инчунин металлҳои ишқорзаминӣ низ меноманд, ки ин ба хосияти ишқорӣ доштани гидроксидҳои онҳо алоқаманд аст.

Ба гурӯҳчаи асосии гурӯҳи III элементҳои бор, алюминий, галӣ, индий ва таллий мансуб мебошанд. Хосияти умумии онҳоро 3 электрони валентии онҳо муайян мекунад. Аз элементҳои ин гурӯҳча бор ғайриметалл буда, боқимондашон металлҳо мебошанд. Вале хосиятҳои металлии онҳо нисбат ба чунин хосиятҳои элементҳои гурӯҳчаҳои асосии гурӯҳҳои I ва II камтар зоҳир мешаванд.

### НАТРИЙ

Натрий яке аз элементҳои пахншудатарини қишри замин мебошад. Ғайр аз ин мавҷудияти натрий дар атмосфераи офтоб ва фазои байни ситораҳо мушоҳида карда шудааст.

Минералҳои муҳимтарини натрий инҳо мебошанд:  $\text{NaCl}$  (галит),  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  (мирабилит, намаки глауберӣ),  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  (криолит),  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  (бура). Ғайр аз ин вай дар таркиби бисёр силикатҳо ва алюмосиликатҳои табиӣ мавҷуд аст. Натрий, бо шакли ҳалшудаи  $\text{NaCl}$ , қисми асосии намакҳои обҳои баҳрҳо ва уқёнусҳо ташкил медиҳад. Дар Тоҷикистон захираи калони  $\text{NaCl}$  мавҷуд аст.

Пайвастиҳои натрий дар организмҳои растаниҳо ва ҳайвонот низ дида мешаванд. Масалан, дар ҳуни одам то 0,32 %, устухон то 0,6 % ва бофтаи мушак то 0,6 – 1,5 % иони  $\text{Na}^+$  мавҷуд буданаш мумкин аст.

Усули пахншудатарини истеҳсоли натрий – электролизи омехтаи  $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$  мебошад.

Ин омехта дар ҳарорати 505°C гудохта мешавад, ки нисбат ба ҳарорати гудозиши хлориди натрий ҳолис қариб 300°C паст мебошад. Баъзан ба сифати электролит, барои истеҳсоли натрий, гудохтаи гидроксиди онро низ (дар ҳарорати наздики 325°C) истифода мебаранд. Дигар усули истеҳсоли натрий – ин барқароркунии вай аз гидроксидаш дар асоси реаксияи зерин мебошад:



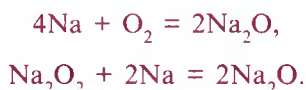
Аз пайвастиҳои натрий бештар гидроксид, хлорид, сулфат, карбонат ва нитрати он аҳамияти калон доранд. Гидроксиди натрий барои истеҳсоли собун, тоза намудани маҳсулотҳои нафт, тайёр намудани электролитҳо барои аккумуляторҳо, саноати бофандагӣ истифода бурда мешавад. Хлорид, сулфат ва нитрати натрий дар истеҳсоли сода, хлор, шиша, ишқорҳо, доруҳо, рангҳо, моддаҳои тарканда, нуриҳо татбиқи васеъ доранд. Тиосульфати натрий дар саноати фотомаводҳо ва тиб татбиқ ёфтааст.

Ионҳои натрий функсияҳои муҳими биологиро низ мебозанд. Муайян карда шудааст, ки дар организми ҳайвонот ионҳои натрий, дар яқҷоягӣ бо ионҳои калий функсияи гузаронандаҳои импульси асабро мебозанд. Ионҳои натрий барои нигоҳ доштани тартиби обии организм низ нақши муҳимро мебозанд. Миқдори барзиёди ионҳои натрий имконият медиҳад, ки об дар организм нигоҳ дошта шавад. Намакҳои натрий инчунин мувозинати фишори осмосиро дар ҳучайраҳо муқаррар карда, ба функсияи ферментҳо таъсири калон мерасонанд.

Натрий дар шароити муқаррарӣ металли сафеди нуқрагин аст. Вай ҳеле нарм буда, онро бо корд буридан мумкин. Аз сабаби ҳеле ғаёл будан ва бо осонӣ оксид шуданаш натрийро дар зери қабати керосин нигоҳ медоранд.

Пайвастиҳои муҳимтарини натрий бо оксиген–оксиди  $\text{Na}_2\text{O}$  ва пероксиди он  $\text{Na}_2\text{O}_2$  мебошанд.

**Оксиди натрийро** дар натиҷаи аз сатҳи натрии то 180°C гармкардашуда гузаронидани микдори зарурии оксиген, ё худ гарм кардани пероксиди натрий бо натрии металлӣ ҳосил кардан мумкин:



Оксиди натрий хеле ғаёлона ба об таъсир намуда, гидроксиди натрийро ҳосил мекунад:



**Пероксиди натрий** дар натиҷаи сӯзондани натрий дар ҳаво ё оксиген ҳосил мешавад:



Пероксиди натрий хеле ҳам оксидкунандаи пурқувват аст. Бисёр пайвастагиҳои органикӣ дар вақти ба  $\text{Na}_2\text{O}_2$  таъсир намудан аланга мегиранд. Дар вақти эҳтиёткорона ҳал намудани пероксиди натрий дар оби хунук маҳлуле ҳосил мешавад, ки аз гидроксид ва пероксиди натрий иборат аст.

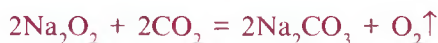
Ба ҳам таъсиркунии пероксиди натрий ба об гидролизи намакҳоеро ифода мекунад, ки аз кислотаи заиф ва асоси қавӣ ҳосил шудаанд, яъне дар натиҷаи чунин ба ҳам таъсиркунӣ муҳити реаксия ишқорӣ мешавад:



Агар маҳлули ҳосилшударо гарм кунем, дар натиҷаи вайроншавии пероксиди гидроген оксиген чудо мешавад.

Пероксиди натрий ҳамчун оксидкунанда барои сафед кардани матоъҳо, пашм, шохӣ истифода бурда мешавад.

Реаксияи ба ҳам таъсиркунии пероксиди натрий бо диоксидаи карбон аҳамияти махсус дорад:



Бегубор намудани ҳавои фазои маҳдуд, масалан, дохили киштиҳои кайҳонӣ, аз диоксидаи карбон бо ҳамин реаксия асоснок карда шудааст.

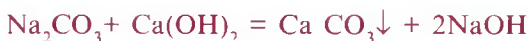
**Гидроксиди натрий NaOH** дар шароити муқаррарӣ кристаллҳои сафеди саҳти хеле ҳам гигроскопӣ ҳосил мекунад, ки дар ҳарорати 322°C ғудохта мешавад. Аз сабаби ба матоъ, пӯст, коғаз ва дигар моддаҳои органикӣ таъсир намуда, онҳоро вайрон карданаш

гидроксиди натрийро «натрии хуранда» низ меноманд. Дар техника гидроксидаи натрийро инчунин «содаи каустикӣ» ҳам меноманд.

Гидроксиди натрий дар об хеле хуб ҳал шуда, аз сабаби ҳосил намудани гидратҳои гуногун гармии зиёдро хориҷ мекунад. Аз сабаби он, ки гидроксидаи натрий бо осонӣ дуоксиди карбони ҳаворо фуру мебарад, онро дар зарфҳои нағз маҳкамшаванда нигоҳ медоранд.

Яке аз усулҳои асосии ҳосил кардани гидроксидаи натрий – электролизи маҳлули оби хлориди натрий мебошад. Дар ҳолати электролиз дар катод ионҳои гидроген безаряд шуда, дар назди катод бошад, ионҳои натрий ва гидроксил ҳам мешавад (яъне гидроксидаи натрий). Дар анод бошад, хлор ҷудо мешавад.

Дигар усули ҳосил кардани гидроксидаи натрий – ин ба ҳам таъсиркунии маҳлули сода ва оҳаки шукуфта мебошад:



**Хлориди натрий  $\text{NaCl}$**  яке аз пайвастагиҳои муҳимтарини натрий мебошад. Вай дар шакли минерали галит, инчунин дар шакли маҳлули обӣ (оби укёнусҳо ва баҳрҳо) васеъ паҳн шудааст. Оби баҳрҳо ва укёнусҳо ғайр аз хлориди натрий инчунин дигар хлорид ва сульфатҳои металлҳои гурӯҳи I ва II-ро дорад. Дар вақти бухоршавии ин гуна обҳо ин намакҳо ба шакли минералҳои гуногуни хлоридӣ, сульфатӣ ва омехтаи онҳо таҳшин мешаванд. Бо омӯзиши ин соҳаи химия фанни махсус – галургия, яъне фан дар бораи намакҳо машғул аст. Захираи калони хлориди натрий, ба шакли маҳлулии концентронидашуда ва таҳшинӣ, дар қўлҳои Элтон ва Баскунчак мавҷуд аст. Дар Тоҷикистон низ захираи  $\text{NaCl}$  хеле калон аст.

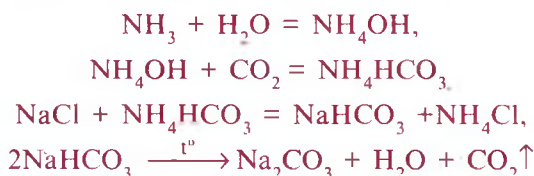
Дигар намаки натрий – сульфати он дар табиат ба шакли минералҳои тенардит  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ва мирабилит (намаки глауберӣ)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  воমেҳурад. Инҳо ҳам маҳсулоти бухоршавии обҳои укёнусӣ ва баҳрӣ мебошанд.

Намакҳои натрийгии кислотаи карбонат ҳам дар табиат васеъ паҳн шудааст. Масалан, карбонат ва бикарбонати натрий дар якҷоягӣ минерали трон  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -ро ҳосил мекунад. Намакҳои натрийгии кислотаи карбонат вобаста ба таркиби худ номҳои гуногунро доранд. Масалан, карбонати натрийи беоб  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  номи «содаи калсонидашуда»-ро дорад, ки ба нақшаи зерини ҳосилшавиаш алоқаманд аст:



Бо шакли  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  карбонати натрий номи «содаи кристаллӣ» ва бо шакли  $\text{NaHCO}_3$  – номи «содаи нушоқӣ»-ро дорад.

Усули дар боло овардашудаи ҳосилкунии  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  бо номи усули Леблан маълум аст. Ба ивази ин усул баъдтар усули Солве ба миён омад, ки вай ба гузариши чараёнҳои зерин алоқаманд аст:



Гази карбонати ҳосилшуда дар зинаи дуҷуми чараён истифода бурда шуда, хлориди аммоний бошад, бо охақоб қор қарда баромада мешавад, ки дар натиҷа боз аммиакро ҳосил намуда, дар сикл истифода мебаранд.

## КАЛИЙ

Калий тақрибан 2,4% кишри заминро ташкил медиҳад. Вай асосан ба шакли минералҳои силвин  $\text{KCl}$ , карналлит  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , каинит  $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , шенит  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , сингенит  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , полигалит  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , дар таркиби алюмосиликатҳои гуногун вомерӯрад. Пайвастагҳои калий дар таркиби лаблабуи қанд, картошка, офтобпараст ва дигар зироатҳои соҳаи кишоварзӣ вомерӯранд.

Калийро одатан дар натиҷаи таъсири натрии металлӣ ба ғудохтаи гидроксиди калий дар ҳарорати  $440^\circ\text{C}$ , ё гузаронидани бӯғҳои натрии металлӣ аз сатҳи ғудохтаи хлориди калий ҳосил мекунанд. Дар ҳар ду ҳолат барқароршавии калий аз таъсири натрий ҷой дорад. Калийро инчунин дар натиҷаи электролизи ғудохтаи гидроксиди калий ё хлоридаш ҳосил кардан мумкин, вале ин усул аз ҷиҳати техникӣ мураккаб буда, сарфи калони чараёни электроиро талаб мекунад.

Соҳаи асосии истифодабарии калий саноати металлургӣ буда, дар он калийро барои ҳосил кардани дигар металлҳо, масалан титан истифода мебаранд, ки калий роли барқароркунамандаро мебозад. Калийро дар шакли ҳулааш бо натрий дар реакторҳои атомӣ ба сифати гузаронандаи гармӣ истифода мебаранд.

Қисми бисёри калий ба шакли намакҳои гуногунаш ( $\text{KCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$  ва ғайраҳо) ҳамчун нури истифода бурда мешавад. Вай барои афзоиш ва ҳосили баланди картошка, арзан, лаблабу, тамоқу, ангур хеле нақши калонро мебозад.

Нақши биологӣ калий дар растаниҳо, пеш аз ҳама аз он иборат аст, ки вай чараёни фотосинтез ва сабзиши тухмиро метезонад. Дар организми ҳайвонот иони калий барои қори мӯътадили мушакҳои



хучайраҳо ва системаи асаб аҳамияти калон дорад. Низоми муайяни кори бадан, аз он ҷумла кори дил, ба концентратсияи муайяни ионҳои калий дар бадан алоқаманд аст.

Калий дар шароити муқаррарӣ металли нарми рангаш сафеди нукрагин, қобиляти баланди электрикгузаронӣ дорад. Калий нисбат ба натрий ғаёолияти баланди химиявӣ зоҳир мекунад.

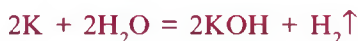
Гидроген бо калий аллақай дар ҳарорати 200°C пайваст мешавад:



Гидриди калии ҳосилшуда низ дар навбати худ хеле ғаёол аст ва дар ҳаво худ аз худ аланга мегирад. Ба об хеле ғаёолона таъсир карда, гидроген ва КОН -ро ҳосил мекунад:

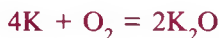


Калий дар вақти ба об таъсир кардан аланга мегирад ва гармии хеле калонро хориҷ мекунад:



Калий бо сулфур, нитроген ва галогенҳо низ хеле ғаёолона ба реаксия меравад.

Дар вақти калийро дар ҳавои хушк оксид намудан оксиди он  $K_2O$  ҳосил мешавад:



Агар оксиди калийро то 400°C гарм намоем, вай ба пероксид ва калийи металлӣ табдил меёбад:



Калий нисбат ба натрий барқароркунандаи пурқувват мебошад. Чунин хосияти барқароркунандагии вай, масалан, дар вақти таъсир кардан ба оксиди калъагӣ, кӯрғошим, кобалт, никел, нукра, титан ва гайраҳо зоҳир мешавад, ки дар натиҷа металлҳои холис ҳосил мешаванд.

Намакҳои кислотаҳои сулфат, нитрат, нитрит, карбонат ва гайраҳо дар вақти бо калий гарм кардан то оксидҳои дахлдор барқарор мешаванд. Калий ҳам дар ин сурат ба оксидаш табдил меёбад.

## КАЛСИЙ

Калсий аз ҷумлаи элементҳои пахншудатарин мебошад. Вай қариб 3% қишри заминро ташкил медиҳад. Қисми бисёри калсий бо шакли силикатҳо ва алюмосиликатҳо воমেҳӯрад. Ғайр аз ин калсий бо

намуди оҳаксанг ва бўр, ки асосан аз минерали калсит  $\text{CaCO}_3$  иборат аст, вомехӯрад. Баъзан дар омехтагии калсит ва доломит (мармар) вомехӯрад. Аз пайвастагиҳои дигари табиӣ калсий ангидрит  $\text{CaSO}_4$ , гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , полигалит  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , сингенит  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , глауберит  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$ , апатит  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (F, Cl), флюорит  $\text{CaF}_2$ -ро ном бурдан зарур аст. Дар оби бахрҳо ва укёнусҳо калсий бо намуди иони  $\text{Ca}^{2+}$  дар якҷоягӣ бо ионҳои  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  вомехӯрад, ки сабаби асосии дуруштии об мебошанд.

Усули асосии истехсоли калсий дар саноат электролизи гудохтаи  $\text{CaCl}_2$  дар ҳарорати  $830^\circ\text{C}$  мебошад. Ғайр аз ин методи металло-термӣ – барқароркунии калсий аз  $\text{CaO}$  бо ёрии хокаи алюминий дар ҳарорати  $1200^\circ\text{C}$  истифода бурда мешавад. Дар натиҷаи ин реаксия калсии металлӣ ва алюминати калсий ҳосил мешаванд:



Истифодабарии металли калсий ба ғаёлияти баланди химиявии вай алоқаманд мебошад. Калсий барои барқароркунии баъзе металлҳо, масалан, уран, хром, сирконий, сезий, рубидий аз пайвастагиҳояшон, барои аз пӯлодҳо ва баъзе хӯлаҳои дигар дур кардани оксиген, сулфур, барои беоб кардани баъзе моддаҳои органикӣ ва гайраҳо истифода бурда мешавад.

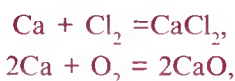
Функсияи биологӣ калсий гуногун мебошад. Вай ба таркиби устухон (ба шакли фосфатҳо ва фторидҳо), қисми саҳти бофтаи дандон, пӯчоки тухм дохил мешавад. Ғайр аз ин иони калсий дар таркиби як қатор сафедаҳо дохил шуда, ба ғаёлияти ферментҳо, чараёни саҳтшавии хун, мувозинати осмосӣ дар ҳуҷайраҳо таъсири қалон мерасонад.

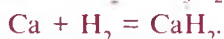
Калсий дар шароити муқаррарӣ металли сафеди нуқрагун буда, аз ҷиҳати химиявӣ ғаёл аст. Ба об таъсир карда, гидрогенро фишурда мебарорад:



Маҳлули ҳосилшуда ҳосияти баланди ишқориро зоҳир мекунад, яъне гидроксиди  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  дар об нағз ҳалшаванда мебошад.

Калсий дар вақти гарм кардан ба як қатор гайриметаллҳо ба реаксия меравад. Дар ҳарорати  $400^\circ\text{C}$  бо галогенҳо,  $300^\circ\text{C}$  ба оксиген, сулфур ва нитроген,  $150^\circ\text{C}$  бо гидроген таъсир мекунад:





Гидриди калсий дар мухити намнок хеле ноустувор аст. Вай ба об бо шиддат таъсир карда, аз он гидрогени зиёдро фишурда мебарорад:



Аз рӯи ин хосияташ гидриди калсийро барои ҳосил кардани гидроген, хушк намудани моддаҳо истифода мебаранд. Вай метавонад обро аз кристаллогидратҳо ҷудо намояд.

**Оксиди калсий  $\text{CaO}$**  дар шароити муқаррарӣ моддаи сафеди ба ҳарорати баланд устувор аст. Дар техника вай бо номи «оҳаки ношукуфта» маълум аст ва дар натиҷаи тафсондани оҳаксанг  $\text{CaCO}_3$  ҳосил карда мешавад:

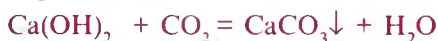


Оксиди калсий ба об бо ҳориҷшавии гармии калон таъсир карда, гидроксиди калсийро  $\text{Ca(OH)}_2$  ҳосил мекунад:



Ин ҳолат «шукуфондани оҳак»ном дошта, маҳсулоти ҳосилшударо «оҳаки шукуфта» меноманд.

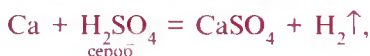
**Гидроксиди калсий ҳосилшуда  $\text{Ca(OH)}_2$**  асоси қавӣ аст. Маҳлули сери оби он номи «оби оҳакин»-ро дошта, муҳиташ ишқорӣ мебошад. Вай дар ҳаво, аз сабаби ба  $\text{CO}_2$  таъсир кардан ва  $\text{CaCO}_3$  ҳосил шудан, тез хира мешавад :



Вале дар сурати барзиёд таъсир кардани  $\text{CO}_2$  таҳшинии  $\text{CaCO}_3$ , аз сабаби ба  $\text{Ca(HCO}_3)_2$  табдил ёфтаниш, ҳал мешавад:



Калсий бо осонӣ бо бисёр кислотаҳои минералӣ ба реаксия рафта, намакҳои мувофиқро ҳосил мекунад:



**Хлориди калсий** аз маҳлулҳои обиаш ба шакли кристаллогидрати  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , **сулфати калсий** бошад, ба шакли  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (гипс) ба таҳшинӣ мефароянд.

Намакҳои калсийгии кислотаҳои хлорид ва нитрат дар об нағз ҳалшаванда буда, намакҳои кислотаҳои фторид, сулфат, карбонат ва фосфат бад ҳал мешаванд. Хусусияти банди химиявии аксарияти намакҳои калсий ионӣ аст, бинобар ин, онҳо дар маҳлулҳои обӣ гидролиз намешаванд.

## АЛЮМИНИЙ

Алюминий яке аз металлҳои паҳншудатарини қишри замин мебошад ва 8%-и онро ташкил медиҳад. Алюминий асосан ба шакли минералҳои боксит ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), ки аз 32 то 60%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  дорад, алуниг  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , нефелин  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  воমেҳӯрад. Ғайр аз ин вай ба таркиби хок, шпатҳои саҳроӣ, слюдаҳо ва дигар алюмосиликатҳо дохил мешавад. Аз алюмосиликатҳо бештар сеолитҳо, ки формулаи умумиашон  $\text{M}_x\text{Э}_y\text{O}_{24} \cdot n\text{H}_2\text{O}$  мебошад, аҳамияти амалӣ доранд.

Дар формулаи умумии овардашуда М – асосан Са ва Na-ро ифода намуда, Э – Si ва Al бо нисбатҳои ивазшаванда мебошанд. Аҳамияти амалии сеолитҳо ба мавҷудияти сӯрохиҳо дар кристаллҳои он ва бинобар фурубарии моддаҳои гуногун алоқаманд аст.

Ашёи хоми асосӣ барои истеҳсоли алюминий боксит мебошад. Барои ин мақсад дар саноат усули электролиз истифода бурда мешавад. Азбаски худӣ оксиди алюминий ҷараёни электрро намегузаронад ва моддаи душворғудоз аст, бинобар ин, барои электролиз омехтаи криолити ғудохта  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  ва оксиди алюминий истифода бурда мешавад. Чунин омехтаро, ки тақрибан 10%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  дорад, ғудозем (дар ҳарорати 960°C) вай қобилияти электрғузаронӣ пайдо мекунад.

Дар ҳолати электролиз дар катод алюминий ва дар анод оксиген ҷудо мешавад. Азбаски алюминий нисбат ба ғудохта вазнинтар аст, бинобар ин, дар поёни электролизёр ҷамъ мешаванд. Оксиген бошад дар вақти ҷудошавӣ бо анод, ки аз ангишт иборат аст, таъсир карда, ба CO ва  $\text{CO}_2$  табдил меёбад.

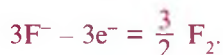
Умуман таркиби ҳолати электролизро дар ин сурат чунин тасвир кардан мумкин:



дар катод:



дар анод:



Соҳаи асосии истифодабарии алюминий – тайёр кардани хӯлаҳои гуногун мебошад.

Хӯлаҳои муҳимтарини алюминийдошта ба монанди дюралюмин (94% Al, 4% Cu, 0,5% Mg, Mn, Fe, Si), инчунин силумин (85–90% Al, 10–14% Si, 0,1% Na) татбиқи васеъ ёфтаанд. Яке аз хосиятҳои муҳимтарини хӯлаҳои алюминийдошта – ин вазни хоси кам ( $2,5\text{--}2,8\text{ г/см}^3$ ) ва устувории онҳо ба коррозия мебошад.

Ба шакли металли ҳолис алюминий барои тайёр кардани дастгоҳҳои химиявӣ, симҳои интиқоли электрик, конденсаторҳо истифода бурда мешавад.

Соҳти якхелаи кабати берунаи электронии атомҳои алюминий ва бор ба наздик будани хосиятҳои онҳо сабаб мешавад. Масалан, барои ҳар ду элемент дараҷаи оксидшавии +3 хос мебошад. Вале ба сабаби фарқи калони ҳудуди атомиашон қудрати ионшавии онҳо аз якдигар фарқи кулӣ дорад. Дар ҳамин асос хосияти металли алюминий нисбатан зиёдтар аст. Дигар фарқи алюминий (ва элементҳои дигари дар ин зергурӯҳ баъди он ҷойгиршуда) аз бор дар он аст, ки бор зерқабаати озои d надорад.

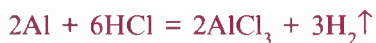
Мавҷудияти чунин зерқабат ба он меоварад, ки адади ҷамоҳангсозии алюминий то ба 6 мерасад, ҳол он ки барои бор ин адад танҳо ба 4 баробар аст.

Дар шароити муқаррарӣ алюминий металли нукрагуни сафеди сабук аст. Дар ҳарорати хона амалан бе тағйир мемонад, ки ба пайдошавии пардаи тунуки оксидӣ алоқаманд аст. Ин парда алюминийро аз таъсири минбаъдаи атмосферӣ эмин нигоҳ медорад.

Агарчанде иқтидори электродии алюминий ба  $-1,663\text{ В}$  баробар бошад ҳам, вай ба об танҳо дар сурати пардаи оксидашро нест кардан таъсир мекунад ва гидрогенро аз таркиби он фишурда мебарорад:



Кислотаҳои сероби хлорид ва сулфат алюминийро бо осонӣ ҳал мекунанд:



Дар вақти ба маҳлулҳои обии ишқорҳо таъсир кардан пардаи оксиди алюминий ҳал шуда, дар натиҷа гидроксоалюминатҳо ҳосил мешавад, ки дар онҳо алюминий ба таркиби анион дохил аст:



Оксиди алюминий, ки инчунин бо номи глинозем маълум аст, дар табиат ба шакли минерали корунд воমেҳӯрад. Корунд хеле сахт мебошад. Кристаллҳои вай асосан шаффоф буда, дар вақти бо моддаҳои дигар олуида шудан рангҳои зебои сурх ё кабудро мегиранд. Кристаллҳои рубин, ки омехтаи оксиди хром  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  дорад, ба сифати генераторҳои квантӣ–лазерҳо истифода бурда мешаванд.

Оксиди алюминийро бо таври сунъӣ дар натиҷаи тафсонидани гидроксидаш ҳосил кардан мумкин аст:



Механизми ҳосилшавии  $\text{Al}_2\text{O}_3$  аз  $\text{Al}(\text{OH})_3$  чунин аст: аввал дар ҳарорати  $150^\circ\text{C}$   $\text{AlOOH}$  ҳосил шуда, баъд дар ҳарорати  $300^\circ\text{C}$   $\gamma - \text{Al}_2\text{O}_3$  ва баъди то  $1000^\circ\text{C}$  тафсонидан  $\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$  ҳосил мешавад, ки инҳо аз рӯи сохти кристаллишон фарқ мекунанд.

**Гидроксиди алюминий**  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ба шакли таҳшинии панирмонанд, аз таъсири ишқорҳо ба маҳлулҳои намакҳои алюминий ҳосил мешавад:



Гидроксиди алюминий ҳосияти амфотерӣ дорад. Вай аз таъсири кислотаҳо намакҳоеро медиҳад, ки дар онҳо алюминий ба шакли катиони металл  $\text{Al}^{3+}$  вучуд дорад:



Дар вақти бо маҳлулҳои обии ишқорҳо таъсир кардан гидроксиалюминатҳо ҳосил мешаванд, ки дар онҳо алюминий ба таркиби анион дохил мешавад:



Вале, агар оксиди алюминийро бо ишқорҳо ғудозем, он гоҳ намакҳои кислотаи метаалюминат  $\text{HAlO}_2$  ҳосил мешаванд:



Ҳамаи намакҳои алюминий дар маҳлулҳои обӣ ноустувор буда, бо осонӣ гидролиз мешаванд, ки дар натиҷа ё намакҳои асосӣ ё гидроксиди алюминийро ҳосил мекунанд.



Аз намакҳои алюминий муҳимтаринашон инҳо мебошанд:

**Хлориди алюминий  $AlCl_3$ .** Ба шакли намаки беоб дар натиҷаи таъсири бевоситаи алюминий бо хлор ҳосил мешавад:



Хлориди алюминий дар синтези органикӣ ба сифати катализатор татбиқи васеъ дорад. Хлориди алюминий дар об бо хориҷшавии гармии бисёр ҳал мешавад. Агар маҳлули обии хлориди алюминийро бухор кунем, ин намак гидролиз шуда, ба гидрогенхлорид ва гидроксиди алюминий табдил меёбад. Вале агар бухоркунӣ дар иштироки барзиёдии кислотаи гидрогенхлорид гузаронда шавад, он гоҳ аз маҳлул кристаллҳои  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  ба таҳшинӣ мефароянд.

**Сулфати алюминий  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$**  дар натиҷаи ба кислотаи гарми сулфат таъсир кардани оксиди алюминий ҳосил мешавад:



Сулфати алюминий асосан барои тоза кардани об (ҳамчун коагулянт) ва истехсоли баъзе навъҳои қоғаз истифода бурда мешавад.

**Зокҳои алюминийгӣ  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$**  аз омехтаи маҳлулҳои сулфатҳои калий ва алюминий дар натиҷаи бугронкунии ҳалқунанда, яъне об ҳосил шуданашон мумкин. Ин намакҳои дучанда асосан барои коркарди пӯст, инчунин дар саноати матоъбарорӣ истифода бурда мешаванд. Моҳияти истифодабарии ин намакҳо дар саноати матоъбарорӣ аз он иборат аст, ки дар натиҷаи гидролизи онҳо гидроксиди алюминий ҳосил шуда, дар сатҳи нахҳои матоъ мемонад ва рангқунандаҳоро фуру бурда, дар матоъ нигоҳ медорад.

**Гидриди алюминий  $AlH_3$**  (алан) ба шакли полимерӣ  $(AlH_3)_n$  дар натиҷаи таъсири хлориди алюминий ба маҳлули эфири  $LiAlH_4$  ҳосил мешавад. Ба шакли полимер вучуд доштани гидриди алюминий ба амали банди гидрогенӣ алоқаманд аст.

## Саволҳо барои такрор ва мустаҳкамкунии дониш

- 1 Элементҳои химиявиро, ки ҳамчун металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ маълуманд, номбар намуда, бифаҳмонед, ки барои чӣ ба онҳо чунин ном додаанд?
- 2 Барои чӣ металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ дар табиат танҳо ба шакли пайвастиҳои волеҳӯранд?
- 3 Кадом мисолҳои истифодабарии металлҳои ишқорӣ, ишқорзаминӣ ва пайвастиҳои онҳо медед?
- 4 Барои чӣ пайвастиҳои хлориди натрийро «намаки ош» меҳӯанд?
- 5 Кадом пайвастиҳои калсийро ҳамчун маводи сохтмонӣ истифода мебаранд? Кадоми онҳо дар табиат волеҳӯранд?
- 6 Барои чӣ намакҳои дар об ҳалшавандаи ионҳои  $Mg^{2+}$  ва  $Ca^{2+}$  дошта бо «дурушт» мекунад? Дуруштии бо гуна баргараф кардан мумкин?
- 7 Барои чӣ алюминийро метали «қанотдор» меҳӯанд?
- 8 Алюмотермия чист? Ин ибораро бо ёрии реаксияҳои химиявӣ шарҳ диҳед.

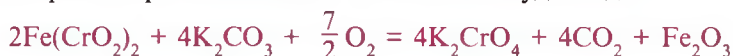
## Боби VIII

# ХРОМ ВА ОҶАН – НАМУНАҶОИ ЭЛЕМЕНТҶОИ ГУРҶҶҶАҶОИ ИЛОВАГИИ ҶАДВАЛИ ДАВРИИ ЭЛЕМЕНТҶОИ ХИМИЯВӢ

---

### ХРОМ

Миқдори хром дар кишри замин 0,02%-ро ташкил медиҳад. Минерали асосии дар табиат пахншудаи хром–хромити оҳан  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  мебошад, ки баъзан онро ба шакли омехтаи оксидҳо  $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$  низ ифода мекунад. Ин минерал инчунин ашёи хоми асосӣ барои ҳосил кардани хром мебошад. Барои ин аввал хромити оҳанро дар иштироки карбонати калий ва оксиген мегудозанд:



Баъд хромати ҳосилшударо ба бихромат  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  табдил медиҳанд ва аз он хромро то  $\text{Cr}^{+3}$  барқарор мекунад:

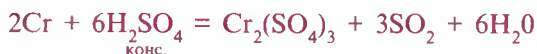


Аз оксиди хроми ҳосилшуда хромро бо ёрии алюминий барқарор мекунад:



Соҳаи асосии истифодабарии хром саноати истеҳсоли пӯлодҳои гуногун мебошад, ки иловаи хром ба онҳо қобилияти баланди тарҳӣ (конструксионӣ), устуворӣ ба ҳарорат ва зиддикоррозионӣ медиҳад. Баъзан хромро барои бевосита рӯйпӯш намудани ҳар гуна асбобу анҷомҳо истифода мебаранд.

Хром дар шароити муқаррарӣ ранги хокистаррангро дорад, чандир мебошад, ҳосияти парамагнитӣ дорад, бо металлҳои дигар ҳулаҳои гуногунро ҳосил мекунад. Дар кислотаҳои минералӣ нағз ҳал мешавад ва гидрогенро фишурда мебарорад. Дар вақти бо кислотаи концентронидаи сулфат таъсир карданах онро то ангидриди кислотаи сулфит барқарор мекунад:

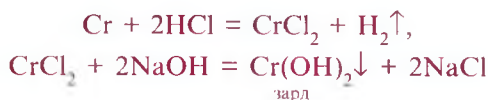


Аз таъсири кислотаи нитрат дар сатҳи металли хром пардаи оксидӣ пайдо шуда, таъсири минбаъдаи кислотаро ба вай маҳдуд мекунад. Чунин пардаи оксидӣ дар сатҳи хром дар муҳитҳои гуногун ҳосил шуданаш мумкин аст. Аз ин рӯ хром бо осонӣ дучори коррозия намегардад.

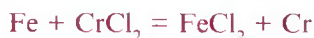
Аз гайриметаллҳо хром бо фтор ва дигар галогенҳо нағз ба реаксия меравад, ки дар натиҷа фторидҳои  $\text{CrF}_4$  ва  $\text{CrF}_5$  хлор, бром ва йодидҳои  $\text{CrF}_3$ -ро ҳосил мекунад (Г–галоген, яъне хлор, бром ва йод). Аз дигар гайриметаллҳо хром бо нитроген, силитсий, карбон пайвастагиҳои  $\text{CrN}_3$ ,  $\text{Cr}_3\text{Si}$ ,  $\text{Cr}_7\text{C}_3$ -ро ҳосил мекунад.

Хром бо оксиген се ҳел оксид ҳосил мекунад: оксиди хром (II)  $\text{CrO}$ , ки ҳосияти асосӣ дорад, оксиди хром (III)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , ки ҳосияти амфотерӣ дорад ва оксиди хром (VI)  $\text{CrO}_3$ , ки ҳосияти кислотагӣ дорад.

Дар вақти ҳал кардани хром дар кислотаи гидрогенхлорид хлориди хром (II)  $\text{CrCl}_2$  ҳосил мешавад, ки рангаш осмонӣ аст. Агар ба ин маҳлул каме ишқор илова намоем, он гоҳ таҳшини зарди  $\text{Cr}(\text{OH})_2$  ҳосил мешавад:



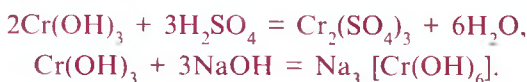
Дарачаи оксидшавии  $\text{Cr}^{+2}$  ноустувор аст, бинобар ин, хром  $\text{Cr}^{+2}$  бо осонӣ боз як электрон дода, ба ҳолати устувори  $\text{Cr}^{+3}$  мегузарад. Пайвастагиҳои  $\text{Cr}^{+2}$  ҳосияти оксидкунандагӣ доранд:



**Оксиди хром (III)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$**  – моддаи бадгудози рангаш сабз, барои тайёр кардани рангҳо истифода карда мешавад. Ба оксиди хром (III)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  гидроксиди  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  мувофиқ меояд. Гидроксиди хром (III)-ро аз таъсири ягон ишқор ба намакҳои хром (III) ҳосил мекунамд:

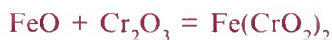


**Гидроксиди хром (III)** ба монанди гидроксидҳои алюминий ва рӯҳ ҳосияти амфотрӣ дорад:



Яъне дар вақти бо кислотаҳо таъсир намудани  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  намакҳои дахлдори  $\text{Cr}^{3+}$  ҳосил шуда, дар вақти бо ишқорҳо таъсир намудан намакҳое ҳосил мешаванд, ки дар онҳо хром (III) дар таркиби анион дохил аст.

Дар вақти гудохтани  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  бо оксидҳои як қатор металлҳо намакҳои ҳосилшуда аниони  $\text{CrO}_2^-$ -ро доранд.



Яъне онҳо намакҳои кислотаи хромит  $\text{HCrO}_2$  мебошанд.

Аз намакҳои хром (III) пахншудатаринашон намаки дучандаи хром ва калий – зокҳои калийхромӣ  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  мебошанд, ки аз маҳлулҳо ба шакли кристаллҳои рангашон нилобии кабуд ба таҳшинӣ мефароянд. Онҳо дар саноати коркарди пӯст ва бофандагӣ татбиқ ёфтаанд.

Намакҳои хром (III) аз рӯи бисёр хосиятҳои ба намакҳои алюминий монанд мебошанд. Масалан, онҳо ҳам бо осонӣ дар маҳлулҳои обиашон гидролиз мешаванд ва намакҳои асосиро ҳосил мекунанд, бо кислотаҳои камқувват хром (III), ба монанди алюминий намакҳо ҳосил намеkunанд.

Маҳлулҳои намакҳои хром (III) одатан ранги кабудӣ бунафшро доранд. Вале дар вақти гарм намудан ин ранг ба сабз табдил ёфта, баъд аз хунук кардан боз ранги пештараашро мегирад. Таҷрибаҳои минбаъда нишон медиҳанд, ки тағйирёбии ранги кристаллогидратҳои намакҳои хром (III), масалан хлоридаш, ба изомерҳои гуногун доштани он алоқаманд аст:



Чунин тақсимшавии хлор ва об дар ин пайвастигиҳо бо ёрии нитрати нуқра исбот карда шудааст. Ҳамин тариқ, маълум шуд, ки изомерияи гидратҳои хром (III) ба ҷойгиршавии  $\text{H}_2\text{O}$  ва  $\text{Cl}^-$  дар мавқеъҳои гуногуни маҷмӯъ алоқаманд мебошад.

Яке аз пайвастигиҳои муҳимтарини хром (VI) сеоксиди хром  $\text{CrO}_3$ , кислотаҳои ба вай мувофиқи хромат  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  ва бихромат  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , намакҳои онҳо мебошад. Ин кислотаҳои хром (VI) танҳо дар маҳлулҳои обӣ вучуд доранд, вале намакҳоиашон устуворанд. Намакҳои кислотаи  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ -ро хроматҳо ва  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ро бихроматҳо меноманд.

**Сеоксиди хром (VI) ё ангидриди хром  $\text{CrO}_3$ -ро** ба шакли кристаллҳои сурхи сӯзаншакл аз таъсири кислотаи концентронидан сулфат ба маҳлулҳои сери бихроматҳои калий ё натрий ҳосил кардан мумкин:



Сеоксиди хром яке аз оксидкунандаҳои ҷорӣ мебошад. Масалан, спирти этил дар вақти бо сеоксиди хром таъсир намудан аланга мегирад. Дар ҷараёни оксидкунӣ ҳуди  $\text{CrO}_3$  ба оксиди хром (III) табдил меёбад.

Қариб ҳамаи хроматҳо рангашон зард аст. Баъзеи онҳоро ба сифати ранг истифода мебаранд, масалан, хромати қӯрғошим  $\text{PbCrO}_4$  ҳамчун ранги «крони зард» маълум мебошад.

Агар маҳлули обии ягон хроматро, масалан,  $K_2CrO_4$ -ро андаке туршонем, ранги зарди маҳлул ба норинҷӣ табдил меёбад, ки ин аз сабаби табдилёбии иони  $CrO_4^{2-}$  ба  $Cr_2O_7^{2-}$  мебошад. Яъне дар байни ионҳои хромат ва бихромат чунин мувозинат ҷой дорад:

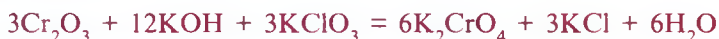


Ин реаксия баргарданда аст. Ин он маъноро дорад, ки дар вақти ҳал намудани бихромат дар об ҳама вақт як миқдор ионҳои  $H^+$  ҷудо мешавад. Бинобар ин, маҳлули бихромат муҳити кислотагиро (туршро) дорад. Агар ба чунин маҳлул каме ишқор илова намоем, он гоҳ ионҳои  $OH^-$  ионҳои  $H^+$ -ро пайваست мекунад ва мувозинат ба самти чап майл карда, бихромат ба хромат табдил меёбад. Яъне дар иштироки барзиёдии ионҳои  $OH^-$  - дар маҳлул ҳама вақт иони хромат  $CrO_4^{2-}$  ва дар иштироки барзиёдии  $H^+$  дар маҳлул ҳама вақт иони  $Cr_2O_7^{2-}$  вучуд доранд. Хроматҳои металлҳои ишқориро дар натиҷаи оксид намудани пайвастагиҳои хром (III) дар иштироки ишқорҳо ҳосил мекунад:



Амалӣ шудани реаксия дар асоси тағйир ёфтани ранги сабзи гидроксохромати калий ба ранги зарди хромати калий муқаррар карда мешавад.

Хроматҳоро инчунин дар натиҷаи гудохтани  $Cr_2O_3$  бо ишқорҳо дар иштироки ягон оксидкунанда, масалан хлорати калий, ҳосил кардан мумкин:



Хроматҳо ва бихроматҳо оксидкунандаҳои пурқувват мебошанд. Ин хосияти онҳо татбиқи васеъ ёфтааст. Одатан ҷараёни оксидкунӣ дар муҳити турш гузаронида мешавад ва амалӣ шудани ҷараён бо тағйирёбии ранги маҳлул аз норинҷӣ (барои иони  $Cr_2O_7^{2-}$  дахлдор) то сабз (барои иони  $Cr^{3+}$  дахлдор) исбот мешавад.

Якчанд мисолҳои хосияти оксидкунандагии иони  $Cr_2O_7^{2-}$ -ро дида мебароем.

1. Дар вақти аз қабати маҳлули бо  $H_2SO_4$  туршонидашудаи бихромати калий гузаронидани гидрогенсулфид ранги норинҷии бихромат ба сабз табдил ёфта, маҳлул аз сабаби пайдошавии таҳшинии сулфури озод хира мешавад:





2. Дар вақти таъсири кислотаи концентронидаи хлорид ба бихромати калий хлор хориҷ шуда, маҳлул рангаш сабз мешавад, ки ба ҳосилшавии ионҳои  $\text{Cr}^{3+}$  шаҳодат медиҳад:



3. Агар аз маҳлули бихромати калий, ки бо кислотаи сулфат туршонида шудааст, газҳои дуоксиди сулфур гузаронем, чунин реаксия мебарояд:



Агар омехтаи ҳосилшударо бугрон кунем, аз он зокҳои хромкалийгӣ  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  таҳшин мешаванд.

Аз бихроматҳои муҳимтарин – бихромати калий ва натрийро қайд кардан зарур аст. Онҳо аз маҳлулҳояшон бо шакли кристалҳои норинҷии сурхчатоби  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ва  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  таҳшин мешаванд. Онҳо ҳамчун оксидунандаҳои пурқувват татбиқи васеъ ёфтаанд. Масалан, омехтаи кислотаи концентронидаи сулфат бо маҳлулҳои обии ин бихроматҳо бо номи «омехтаи хромӣ» – ҳамчун шӯяндаи зарфҳои химиявӣ истифода бурда мешавад.

## ОҶАН

Оҳан дар табиат васеъ паҳн шудааст. Вай қариб 4% қишри заминро ташкил медиҳад, ки асосан ба шакли пайвастагҳои оксидӣ, сулфидӣ, силикатӣ воমেҳурад. Оҳани ҳолис танҳо дар метеоритҳо вохӯрдана ш мумкин аст.

Пайвастагҳои муҳимтарини табиӣ оҳан инҳо мебошанд: гематит  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , шаклҳои гуногуни оксиди оҳани (III) гидратнокшуда (лимонит  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , лимнит  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , гетит  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , турвит  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), инчунин сидерит  $\text{FeCO}_3$  ва колчедани оҳан  $\text{FeS}_2$  (пирит).

Оҳани ҳолисро дар натиҷаи электролизи намакҳои дувалентаи оҳан ҳосил кардан мумкин. Ғайр аз ин оҳани ҳолисро дар натиҷаи вайронкунии термикӣ карбонили оҳан низ ҳосил кардан мумкин:

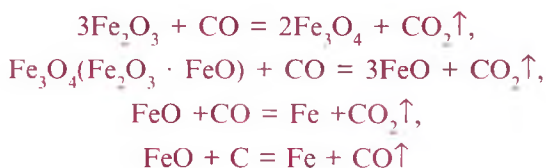


Вале усули асосии ҳосил кардани оҳан — ин коркарди маъданҳои оҳандошта мебошад, ки дар табиат васеъ паҳн шудаанд. Барои ин маъдани оҳандоштаро месӯзонанд, ки дар натиҷа маъдан, пеш аз ҳама оби ҳудро гум мекунад. Карбонатҳои дар маъдан буда вайрон шуда, сулфидҳо бошанд, оксид мешаванд. Дар натиҷа ҳамчун маҳсулоти охирин оксидҳои оҳан боқӣ мемонанд.

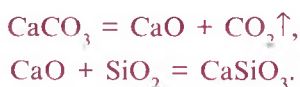
Агар дар маъданҳои оҳан дуоксиди силитсий бошад, барои онро дур намудан, дар ҷараёни коркарди маъдан ба вай каме оҳаксанг илова мекунанд, то ин ки дар натиҷа дуоксиди силитсий ба силикати калсий табдил ёбад. Баръакс, дар вақти дар маъдан бисёр будани карбонатҳои калсий ва магний ба вай дуоксиди силитсий илова мекунанд. Дар ин сурат ҳам карбонат ва дуоксиди силитсийи *иловакардашуда флюс* ном доранд.

Дар ҷараёни коркарди маъдан омехтаи маъдан, ангишт ва флюс ба оташдон дохил карда шуда, аз боло ба поёни он раван карда мешавад. Аз поёни оташдон ба боло ҷараёни ҳавои гарм ё оксиген раван карда мешавад, ки онҳо каме омехтаи оксиди карбон доштанишон мумкин.

Дар ҳарорати баланд дар оташдони домнагӣ ангишт асосан то СО месӯзад, ки вай дар барқароркунии оҳан аз оксидҳояш иштирок мекунад. Бо таври нақша химиякунони ин ҳолатҳоро чунин навиштан мумкин:



Флюс ба чунин табaddулотҳо дучор мешавад:



Ҳамин тавр, дар оташдони домнагӣ маҳсулоте ҳосил мешавад, ки **чӯян** ном дорад. **Чӯян** оҳане мебошад, ки дар таркибаш то 4% карбон ва инчунин омехтаҳои фосфор, сулфур, силитсий ва манганро дорад. Чӯян дар ҳарорати 1135°C гудохта мешавад, ки он ҳарорат аз ҳарорати гудозиши оҳан (1539°C) паст аст. Ин пастшавии ҳарорати гудозиш ба мавҷудияти омехтаҳо алоқаманд мебошад. Аз чӯяни ҳосилшуда қариб 80%-аш барои истеҳсоли пӯлод сарф мешавад.

Табдилёбии чӯян ба пӯлод ба оксидшавии карбони дар таркиби чӯян буда ва дур намудани омехтаҳои фосфору сулфур алоқаманд аст. Тарзи ҳосил кардани пӯлод аз чӯян бо ду усул мегузарад: *усули Бессемер* ва *усули Мартенӣ*. Усули Бессемер аз он иборат аст, ки аз таркиби чӯяни гудохта ҳаво гузаронида мешавад. Дар натиҷа оксигени ҳаво силитсий, манган ва карбони дар чӯян бударо оксид мекунад. Ин ҷараён хеле тез, дар муддати 10 дақиқа ба итмом мерасад. Бо усули Мартенӣ чӯянро дар оташдонҳои оксидкунанда, дар иштироки гематит ва асбобҳои

оҳанини дар истифода буда мегудозанд. Ин усул тӯлонитар ( то 8 соат) давом мекунад.

Ғайр аз ин усулҳо инчунин усули бевосита барқароркунии оҳан аз оксидҳояш бо ёрии ангишт ё дигар барқароркунандаҳо (оксиди карбон (II), гидроген) чой дорад. Дар натиҷаи ин усул оҳани ковок (исфанҷшакл) ҳосил карда мешавад.

Аз ҳама металлҳои дигар дида бештар оҳан дар хоҷагии халқ истифода бурда мешавад. Бинобар ин, истеҳсоли вай нисбат ба ҳамаи дигар металлҳо дар якҷоягӣ қариб 15 маротиба зиёд аст.

Оҳан дар хоҷагии халқ асосан ба шакли хӯлаҳои гуногунаш бо дигар элементҳо истифода бурда мешавад, ки паҳншудатаринашон пӯлод ва чӯян (хӯлаҳои оҳан бо карбон) мебошанд. Дар қатори ин хӯлаҳо инчунин хӯлаҳои оҳан бо дигар металлҳо ҳам васеъ истифода бурда мешаванд. Аз сабаби хеле бисёр будани ин гуна хӯлаҳо, онҳоро ба гурӯҳҳои пӯлодҳои карбондор, чӯян, легиронидашуда ва махсус тақсим мекунанд. Истеҳсоли хӯлаҳои пӯлод соҳаи махсуси саноат – саноати металлургияи сиёхро ташкил медиҳад.

**Пӯлодҳои карбондор** – онҳое мебошанд, ки дар таркибашон микдори карбон аз 2,14% зиёд нест. Вале ин гуна пӯлодҳо дар таркибашон ғайр аз карбон инчунин дигар омехтаҳоро низ доранд, ки онҳо аз таркиби маъдани оҳан ба таркиби пӯлод мегузаранд. Масалан, дар таркиби пӯлоди карбондор инчунин то 0,05–0,1% фосфор ва сулфур пайдо шуданашон мумкин. Пӯлодҳои карбондор татбиқи васеъ ёфтаанд.

**Пӯлодҳои легиронидашуда** – онҳое мебошанд, ки ба таркибашон махсус элементҳои дигар дохил карда мешаванд, то он ки ба онҳо хосиятҳои ба мақсад мувофиқ дода шаванд. Ба сифати чунин элементҳои иловашаванда бештар хром, никел, манган, силитсий, ванадий, молибден ва дигарҳо истифода бурда мешаванд.

Аз рӯи татбиқи худ пӯлодҳо ба **конструксионӣ, асбобӣ (инструменталӣ)** ва хосиятҳои махсус дошта тақсим мешаванд.

**Пӯлодҳои конструксионӣ** барои тайёр намудани қисмҳои мошинҳо, конструксияҳо ва биноҳо истифода бурда мешаванд. Ин гуна пӯлодҳо дорои устувории баланди механикӣ ва пластикӣ мебошанд. Онҳоро дар таҳти фишор нағз қор карда баромадан, буридан ва кафшер қардан осон аст.

**Пӯлодҳои асбобӣ** онҳое мебошанд, ки саҳтии қалон дошта, ба соиш устуворанд. Онҳоро барои тайёр намудани анҷомҳои бурранда ва ченкунанда бештар истифода мебаранд. Дар ин гуна пӯлодҳо микдори карбон то 0,8–1,3%-ро ташкил медиҳад. Элементҳои асосии иловашаванда барои легиронида хром, волфрам ва ванадий мебошанд.

Ба гурӯҳи **пӯлодҳои хосиятҳои махсус дошта** онҳое дохил мешаванд, ки қобилияти баланди зиддикоррозионӣ ва ба ҳарорати

баланд устуворро доранд. Ин гуна пӯлодҳо асосан барои тайёр намудани қисмҳои турбинаҳо, ракетаҳо, муҳаррикҳои реактивӣ истифода бурда мешаванд. Дар ин гуна пӯлодҳо ба сифати элементи иловагӣ барои легиронидан хром (то 15–20%), никел (то 8–15%) ва волфрам истифода бурда мешаванд.

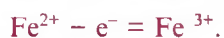
Чӯян аз пӯлод на танҳо аз рӯи миқдори карбонаш, балки аз рӯи ҳосиятҳояш низ фарқ мекунад. Чӯян нисбатан мӯрт аст, ба тағйирёбӣ деформатсия тобовар нест. Вале истеҳсоли чӯян нисбат ба пӯлод арзонтар мебошад.

Чӯян вобаста ба шароити ҳосилшавиаш шаклҳои гуногуни карбонро доштаниш мумкин, ки ин дар навбати худ бо ҳосиятҳои вай таъсир мерасонад.

Дар чӯяни сафед карбон ба шакли сементит ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) вучуд дорад. Ин гуна чӯянҳо хеле сахт, вале мӯрт мебошанд, бинобар он чандон татбики васеъ надоранд.

Дар чӯяни хокистарранг карбон дар шакли графит вучуд дорад, ки ба чӯян ҳосияти резандагии хуб медиҳад ва бинобар ин, татбики калон ёфтааст. Дар чӯяни хокистарранг ғайр аз карбон инчунин як миқдор силитсий ва манган ҳам вучуд дорад. Миқдори карбон дар ин гуна чӯян ба 2,4–3,8%, силитсий 1–4% ва манган то 1,4% мерасад.

**Оҳан дар қисми зинда низ нақши калонро мебозад.** Ионҳои оҳан дар ҳуҷайраҳо вазифаҳоеро иҷро мекунанд, ки ба ҷараёнҳои гузариши электронҳо алоқаманд аст. Гузариши электронҳо дар ҳуҷайраҳо бо иштироки ионҳои оҳан ба чунин тағйирёбии заряди вай алоқаманд мебошад:



Мухимии ин ҷараён барои қисм дар он аст, ки дар вақти гузариши электронҳо аз як ҳуҷайрача (ситохром) ба дигараш энергияи инҳо қисман дар молекулаҳои кислотаи аденазинтрифосфат (АТФ) ҳам карда мешавад ва минбаъд истифода бурда мешавад.

Дигар ҷараёни гузариш бо иштироки ионҳои оҳан – ин гузариши оксиген бо ёрии гемоглобин мебошад. Бе иштироки оҳани гемоглобин азхудкунии оксигени ҳаво аз тарафи шуш хеле мушқил аст. Молекулаи гемоглобин ҳам барои ин функсия хуб мутобиқ мебошад. Тадқиқотҳо нишон медиҳанд, ки массаи молекулавии гемоглобин тақрибан ба 64000 баробар аст, вай аз 4 қисмҳои бо ҳам алоқаманд иборат буда, дар ҳар як қисм яктогӣ атоми оҳанро дорад. Шакли сохтори молекулаи гемоглобин ба тетраэдр монанд мебошад.

Ғайр аз ин маҷмӯъҳои гуногуни оҳан ба таркиби ферментҳои чараёнҳои оксидшавӣ–барқароршавиро тезонанда (каталаза, пероксидаза) дохил мешаванд.

Оҳанро аз ҷиҳати нақшаш дар ҷисми зинда ҳамчун «элементи ҳаёт» номидан мумкин. Норасоии оҳан дар ҷисм ба касалиҳои гуногун, аз он ҷумла анемия овардана шуда мумкин. Дар растаниҳо бошад, норасоии оҳан ба пастшавии суръати синтези хлорофилл ва баъзе витаминҳо сабаб мешавад.

Оҳан дар шароити муқаррарӣ ба таъсири ҳавои атмосферӣ нисбатан устувор аст. Вале аз таъсири ҳавои намнок «занг мезанад», яъне бо пардаи оксидӣ пӯшида мешавад. Ин пардаи оксидӣ ковок буда, бинобар ин, металлро аз таъсири минбаъдаи ҳавои намнок нигоҳ намедорад ва вай пурра оксид шуданаш мумкин аст.

Дар иштироки об ва оксиген ин чараён хеле пуршиддат рафта, шаклҳои гидрати оксиди оҳани (III) ҳосил мешавад:



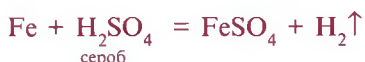
Агар дар ин чараён иштирок (таъсир)-и оксиген маҳдуд бошад, оксиди омехтаи оҳан  $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3)$  ҳосил мешавад:



Оҳан дар кислотаи гидрогенхлориди концентратсияҳояш гуногун нағз ҳал мешавад:



Оҳан дар кислотаи обноки сулфат дар асоси ҷунин реаксия ҳал мешавад:



Агар кислотаи сулфат концентронидашуда бошад, оҳан то  $\text{Fe}^{+3}$  дар асоси ҷунин реаксия оксид мешавад:



Вале агар концентратсияи кислота наздики 100% бошад, оҳан камфаъол шуда, ба вай таъсир намекунад.

Оҳан дар кислотаи нитрати сероб низ нағз ҳал мешавад:



Оҳан дар пайвастагиҳояш якҷанд дараҷаи оксидшавӣ зоҳир мекунад, вале дараҷаҳои оксидшавии +2 ва +3 ҳолатҳои нисбатан

устувори он мебошанд. Аз он ҷумла бо оксиген оксидҳои оҳан (II) ва оҳан (III) ҳосил мекунад.

Намакҳои оҳан (II) дар вақти ҳал шуданаш дар кислотаҳои сероб ҳосил мешаванд (ғайр аз кислотаи нитрат). Мухимтарини он намакҳо сулфати оҳан (II) ё купороси оҳан  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  буда, ба шакли кристаллҳои сабзчатоб аз маҳлулҳои обӣ таҳшин мешавад. Вале ин намак ноустувор буда, бо мурури вақт, аз таъсири оксигени атмосферӣ оксид мешавад ва ба намаки асосии оҳан (III) табдил меёбад, ки рангаш зардчатоб аст.

Намаки муқаррари сулфати оҳан (II)  $\text{FeSO}_4$  аз таъсири оҳан ба маҳлули 20–30% кислотаи сулфат ҳосил мешавад. Муодилаи реаксия дар боло оварда шудааст.

**Сулфати оҳани (II)** барои мубориза ба муқобили ҳашаротҳои зараррасони соҳаи кишоварзӣ, истеҳсоли рангуборҳо, дар саноати рангинкунии матоъҳо истифода бурда мешавад.

Сулфати оҳан (II) на танҳо ба таъсири ҳавои атмосферӣ, балки ба таъсири гармӣ низ ноустувор мебошад. Дар вақти гарм намудани  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , аввал вай обашро гум карда ба  $\text{FeSO}_4$ -и беранг табдил меёбад. Агар ҳарорат аз  $480^\circ\text{C}$  баланд шавад, намаки беоб-шуда бо ҳосилшавии оксидҳои сулфур вайрон мешавад:



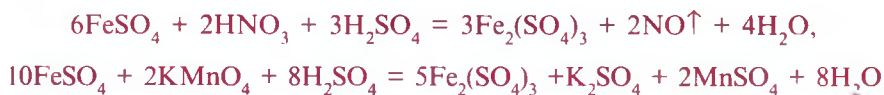
Агар ба маҳлулҳои намакҳои оҳан (II) бо ишқорҳо таъсир намоём, таҳшинии сафеди гидроксиди оҳан (II) ҳосил мешавад:



Вале бо мурури вақт аз таъсири оксигени ҳаво вай ба  $\text{Fe(OH)}_3$  табдил меёбад:



Ҳамин тавр, пайвастагиҳои оҳан (II)-ро на танҳо бо таъсири оксиген, балки ба таъсири дигар оксидкунандаҳо низ ба оҳани (III) табдил додан мумкин:



Аз пайвастагиҳои оҳани (III) хлорид ва сулфати онро қайд кардан зарур аст. Хлориди оҳан (III) ба шакли кристаллҳои рангашон сабз



ҳосил мешавад. Вай ҳосияти гигроскопии баланд дошта, бо тезӣ миқдори оби бисёрро фурӯ мебарад. Дар маҳлулҳои серобаш бошад, бо тезӣ гидролиз мешавад ва намакҳои асосиро ҳосил мекунад.

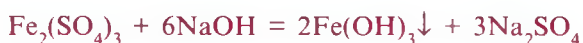
**Хлориди оҳани (III)** асосан ба сифати коагулянт, барои тоза кардани об, ҳамчун катализатор дар синтези моддаҳои органикӣ татбиқи васеъ дорад.

**Сулфати оҳани (III)  $Fe_2(SO_4)_3$**  – моддаи хеле гигроскопӣ мебошад. Аз маҳлулҳо бо шакли кристаллогидрати  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$  таҳшин мешавад (рангаш зард). Дар маҳлулҳои оби ноустувор, бо осонӣ гидролиз мешавад. Бо сулфати аммоний ва сулфатҳои металлҳои ишқорӣ намакҳои дучанда – зокхоро ҳосил мекунад. Масалан, намаки дучандаи сулфати оҳан ва аммоний  $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  моддаи кристаллии рангаш гулобӣ, дар об нағз ҳалшаванда.

Сулфати оҳани (III) дар ҳарорати аз  $500^\circ C$  баланд бо реаксияи зерин вайрон мешавад:



Агар бо намакҳои оҳани (III) ба ишқорҳо таъсир намоём, таҳшинии сурхчатоби гидроксиди оҳани (III)  $Fe(OH)_3$  ҳосил мешавад:



**$Fe(OH)_3$  нисбат ба  $Fe(OH)_2$  дида, асоси заифтар мебошад.** Масалан, намакҳои оҳани (III) нисбат ба намакҳои оҳани (II) пурратар, то ҳосилшавии  $Fe(OH)_3$ , гидролиз мешаванд:



Дар вақти гарм кардан  $Fe(OH)_3$  бо осонӣ оби худро гум карда, ба  $Fe_2O_3$  табдил меёбад:



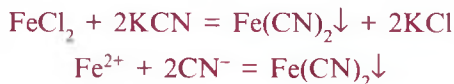
Реаксияи хусусиятноке, ки бо ёрии он намакҳои оҳани (II)-ро аз намакҳои оҳани (III) бо осонӣ фарқ кардан мумкин – ин таъсири онҳо бо роданиди калий  $KSCN$ , ё роданиди аммоний  $NH_4SCN$  мебошад.

Иони роданид  $SCN^-$  – беранг мебошад ва дар вақти бо иони  $Fe^{2+}$  таъсир кардан ҳам беранг менамояд. Агар дар маҳлул ионҳои  $Fe^{3+}$

бошанд, он гоҳ маҳлул дар натиҷаи ҳосилшавии маҷмӯи  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ , рангаш сурхи хунин мешавад:



Ионҳои оҳан инчунин бо боқимондаи кислотаи сианид  $\text{CN}^-$  низ пайваستاгҳои маҷмӯии устувор ҳосил мекунанд, ки дар вақти концентрониди будани маҳлул ба шакли таҳшинӣ мефароянд:

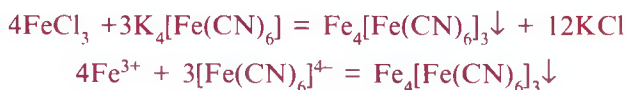


Агар сианиди калий барзиёд гирифта шавад, он гоҳ намаки комплекси гексасианоферрати (II) калий ҳосил мешавад:



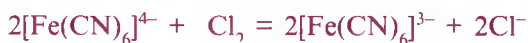
Аз маҳлулҳои обӣ ин намаки маҷмӯӣ ба шакли кристаллогидрати  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ранги зард дошта таҳшин мешавад. Баъзан онро *намаки «зарди хунин»* ҳам меноманд.

Гексасианоферрати (II) калий барои катиони оҳани Fe (III) хеле реагенти ҳассос мебошад. Иони маҷмӯии  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  ба ионҳои  $\text{Fe}^{3+}$  таъсир карда намаки дар об бадҳалшавандаи гексасианоферрати (II) оҳани (III)-ро  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  ҳосил мекунад:



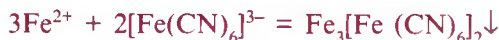
Ин пайвастагӣ ранги кабудӣ хеле зебо дошта, инчунин бо номи *«лазури берлинӣ»* маълум аст ва ҳамчун рангуборкунанда татбиқи васеъ ёфтааст.

Агар ба маҳлули намаки зарди хунин бо хлор ё бром таъсир намоём, аниони  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  оксидшуда ба аниони  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  табдил меёбад:



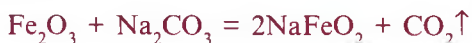
Намаки ин анион, масалан  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , гексасиано-ферати (III) калий ном дорад. Вай аз маҳлулҳои сераш ба шакли таҳшинии сурх ҳосил шуда, инчунин бо номи *намаки «сурхи хунин»* маълум аст.

Агар ба пайвастагии  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  бо маҳлули намаки оҳани (II) таъсир кунем, таҳшинии кабудӣ гексасианоферрати (III) оҳани (II) ҳосил мешавад, ки ранги кабудӣ зебо дошта, бо номи *«кабудӣ турнбулевӣ»* маълум аст:



Ҳамин тавр, адади координатсионии оҳан дар ҳамаи пайвастагиҳои маҷмӯиаш ба 6 баробар аст.

Барои оҳани (III) инчунин кислотаи феррит  $\text{HFeO}_2$  маълум мебошад. Худи ин кислота дар ҳолати озод ҳосил карда нашудааст, вале намаки онро аз оксиди оҳани (III) бо таъсири баъзе карбонатҳо ҳосил кардан мумкин:

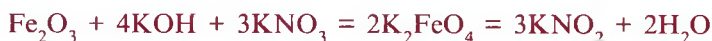


Ҳамин тавр, намакҳои ин кислотаро ферритҳо меноманд. Дар техника ферритҳо татбиқи васеъ доранд, масалан, барои тайёр намудани ҳисобмошинҳои электронӣ, автоматика, телемеханика. Дар истехсолоти ферритҳоро дар натиҷаи ғудохтани оксиди оҳан (III) бо оксидҳои дигар металлҳо, масалан, никел, руҳ, манган ва ғайра ҳосил меkunанд:

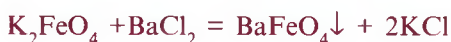


Чунин реаксияҳо дар ҳарорати баланд ( $1000\text{--}1400^\circ\text{C}$ ) мегузаранд.

Оҳан инчунин пайвастагӣҳое ҳосил мекунад, ки дар онҳо дараҷаи оксидшавии +6-ро зоҳир мекунад. Масалан, агар, дар вақти гарм кардан ба ҳокаи оҳан ё оксиди  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  бо омехтаи нитрат ва гидроксиди калий таъсир кунем, ғудохтае ҳосил мешавад, ки таркибаш бо формулаи  $\text{K}_2\text{FeO}_4$ , яъне намаки кислотаи оҳан  $\text{H}_2\text{FeO}_4$  мувофиқ меояд:



Агар ғудохтаи ҳосилшударо дар об ҳал кунем, аз он бо ёрии хлориди барий таҳшинии феррати барийро ҳосил кардан мумкин аст:



Ҳамаи намакҳои кислотаи  $\text{H}_2\text{FeO}_4$  оксидкунандаҳои пурқувват мебошанд. Кислотаи феррат  $\text{H}_2\text{FeO}_4$  ва ангидриди он  $\text{FeO}_3$  бо намуди озод ҳосил карда нашудаанд.

Оҳан бо оксиди карбон (II) пайвастагии тез бухоршавандаи пентакарбонили оҳанро  $\text{Fe(CO)}_5$  ҳосил мекунад. Табиати банди химиявӣ дар пентакарбонил ковалентӣ буда, дар мавзӯи карбон ва пайвастагиҳои он дида баромада шудааст.

Пентакарбонили оҳан дар шароити муқаррарӣ моеъи зардчатоб, дар ҳарорати  $105^\circ\text{C}$  меҷӯшад. Дар об ҳалнашаванда, вале дар моддаҳои органикӣ нағз ҳал мешавад.

Пентакарбонили оҳанро дар натиҷаи аз сатҳи ҳокаи оҳани то  $150\text{--}200^\circ\text{C}$  тафсонидашуда гузаронидани  $\text{CO}$  дар таҳти фишори

10МПа ҳосил мекунад. Дар ин ҳолат омехтаҳои дар оҳан буда ба реаксия намераванд, бинобар ин, оддаи хеле ҳолис ҳосил мешавад. Агар пентакарбонили оҳанро дар фазои беҳаво (вакуум) тафсонем, вай вайрон шуда, хокаи оҳани хеле ҳолис ҳосил мекунад.

Карбон бо нитроген нитритҳои  $\text{Fe}_3\text{N}$  ва  $\text{Fe}_2\text{N}$ -ро ҳосил мекунад, ки онҳо табиати маҳлули сахтро доранд. Чунин нитридҳои дар сатҳи пӯлод ҳосилшуда устувории онро баланд мекунад.

## Саволҳо барои такрор ва мустаҳкамкунии дониш

- 1 Элементҳои гурӯҳчаҳои иловагӣ аз элементҳои гурӯҳчаҳои асосӣ бо чӣ фарқ мекунад?
- 2 Кадом мисолҳои истифодабарии хром ва пайвастиҳои онро дар хоҷагии халқ медонед?
- 3 Барои чӣ пайвастиҳои хром вобаста ба валентнокии он рангҳои гуногунро доранд?
- 4 Хосияти амфотерӣ доштани оксиди хром (III) ва гидролизи намакҳои хром (III)-ро бо мисолҳо нишон диҳед.
- 5 Оксиди хром (VI) ҳамчун оксиди кислотагӣ ду хел кислота (хромат ва дихромат) ҳосил мекунад. Онҳоро аз якдигар чӣ гуна фарқ кардан мумкин?
- 6 Хосияти оксидкунандагӣ доштани пайвастиҳои хром (VI)-ро бо мисолҳо нишон диҳед.
- 7 Кадом мисолҳои истифодабарии оҳан ва пайвастиҳои онро медонед?
- 8 Нақши оҳан дар таркиби гемоглобини хун ба чӣ алоқаманд аст?
- 9 Кадом намуди пӯлодро медонед ва онҳо аз якдигар бо чӣ фарқ мекунад?
- 10 Барои чӣ пайвастиҳои оҳан (II) нибат ба пайвастиҳои оҳан (III) ноустувортаранд?
- 11 Кадом пайвастиҳои оҳанро «намаки сурхи хунин» ва «намаки зарди хунин» меноманд ва барои чӣ?

# Боби IX

## МЕТАЛЛУРГИЯ

---

Он қисми илми химияро, ки усулҳои саноатии истеҳсоли металлҳоро меомӯзад, металлургия меноманд.

Вобаста ба коркард ва истеҳсоли гуруҳи металлҳои гуногун металлургия ба ду қисм тақсим мешавад: *металлургияи сиёҳ*, ки истеҳсоли оҳан ва ҳулаҳои онро дар бар мегирад ва *металлургияи ранга*, ки истеҳсоли боқимонда металлҳо ва ҳулаҳои онҳоро дар бар мегирад. Дар навбати худ металлҳои ранга ба гуруҳи металлҳои сабук, вазнин, асил, нодир ва ғайраҳо тақсим мешаванд. Масалан, титан, алюминий, магний, металлҳои ишқорӣ ва ишқорзаминӣ ба гуруҳи металлҳои сабук; мис, никел, руҳ, қаълагӣ ба гуруҳи металлҳои вазнин; тилло, нукра, металлҳои оилаи платина ба гуруҳи металлҳои асил мансуб мебошанд.

Металлҳоро дар саноати металлургӣ аз пайвастагиҳои табиашон, ки бо шакли маъданҳои гуногун вомехӯранд, ҳосил меkunанд. Маъдани металлҳо, ба монанди дигар сарватҳои зеризаминӣ, ғайр аз металлҳои зарурӣ инчунин омехтаҳоеро доранд, ки аҳамияти амалӣ надоранд, вале коркарди онҳоро душвор мегардонанд. Дар ин сурат барои самаранок шудани истеҳсоли металли дахлдор, ё ҳулаҳояш чунин маъданҳо бо усулҳои гуногун аз ин металл бой кунонда мешаванд (флотатсия меkunанд).

Металлургия ғайр аз чараёни бойкунии маъданҳо боз як қатор зинаҳои дигарро дар бар мегирад, ки муҳимтаринашон майдакунии маъданҳо, ба корхонаи металлургӣ расонидани онҳо, коркарди онҳо мувофиқи тартиби технологӣ мебошанд.

Қисми асосии истеҳсоли металлургӣ коркарди маъданҳои оҳандошта ва аз онҳо истеҳсол кардани пӯлод ва чӯянро дар бар мегирад. Ҳисоб карда шудааст, ки қариб 90%-и металлҳо, ки дар машинасозӣ истифода бурда мешаванд, ба истеҳсоли ҳулаҳои гуногуни оҳан рост меояд. Барои беҳтар шудани хосиятҳои истифодабарии яке аз ҳулаҳои муҳимтарини оҳан – пӯлод ба вай як қатор металлҳои дигарро, ба монанди манган, хром, никел, кобалт, ванадий, молибден, волфрам ва ғайраҳоро илова меkunанд. Ин гуна пӯлодҳоро легиронидашуда меноманд.

Аз металлҳои ранга мис ва алюминий яке аз ҷойҳои аввалинро (аз ҷиҳати андозаи истеҳсол ва истифодабарӣ) ишғол мекунанд. Ҳулаҳои мисдоштаро асосан барои дастгоҳсозии химиявӣ, сохтани асбобҳои сахт дар саноати мошинасозӣ, масолеҳи тарҳӣ (сохтмонӣ), ноқилҳои барқгузаронанда истифода мебаранд. Татбиқи васеъ доштани ҳулаҳои алюминий гайр аз сабук будани онҳо, инчунин ба коррозия устувор будани онҳо алоқаманд мебошад. Арзиши истеҳсоли алюминий ва ҳулаҳои он нисбат ба дигар металлҳои ранга дида, хеле паст мебошад.

Ба қатори металлҳои рангае, ки ба монади алюминий сабук буда, ҳулаҳои он дар шароитҳои экстремалӣ устуворанд, магний ва титан низ дохил мешаванд ва татбиқи васеъ доранд. Яке аз ҳулаҳои хеле муҳим ва паҳншудатарини магний бо алюминий мебошад, ки дар баробари сабук буданаш ба зарбаи механикӣ, ҳарорати баланд ва коррозия хеле устувор аст. Ин ҳулаҳоро асосан барои сохтани тайёраҳои истифода мебаранд. Ҳулаҳои титандоштаро, ки инчунин ба ҳарорати баланд ва коррозия хеле устуворанд, дар сохтани ракетаҳо, киштиҳои зерӣбӣ, дастгоҳҳои химиявӣ истифода мебаранд.

## УСУЛҲОИ ИСТЕҲСОЛИ САНОАТИИ МЕТАЛЛҲО

Металлургияи ҳозиразамон истеҳсоли зиёда аз 80 номгӯи металлҳо ва қариб чандин ҳазор ҳулаҳои онҳоро дар бар мегирад. Вобаста ба ҳамин усулҳои истеҳсоли металлҳо ва ҳулаҳои онҳо хеле гуногун мешаванд. Дар амалӣ шудани ин усулҳо яке аз ҷорабиниҳои муҳимтарин – ҷудо намудани металлҳо аз таркиби маъданҳои онҳо мебошанд. Дар ин ҷорабиниҳо мавқеи асосиро усули барқарор намудани металл ишғол мекунанд. Дар навбати худ усулҳои барқарор кардани металлҳо аз пайвастиҳои табиашон хеле гуногун аст.

Масалан, барои барқарор кардани оҳан ва як қатор металлҳои ранга (руҳ, сурб ва ғайраҳо) ба сифати барқароркунанда кокси ангиштсанг ва оксиди карбон (II)-ро истифода мебаранд. Вале дар ин ҳолат металлҳо қисман бо карбон ба реаксия рафта, карбидҳо ҳосил мекунанд. Бештар чунин ҳолат дар вақти бо воситаи кокси ангиштсанг барқарор кардани оҳан, манган, хром, ванадий ба вучуд меояд.

Агар зарурияти истеҳсоли ҳулаҳои металлҳои карбон надошта ба миён ояд, он гоҳ ба сифати барқароркунанда металлҳои дигар истифода бурда мешаванд. Масалан, дар истеҳсолоти барои барқарор кардани хром аз оксиди алюминийро истифода мебаранд:





Умуман усули металлҳоро аз пайвастагиҳояшон бо воситаи дигар металл барқарор намудан металлотермия ном гирифтааст. Ин усул дар саноат татбиқи васеъ дорад. Масалан, бо ин усул инчунин манган, титан ва баъзе дигар металлҳоро низ аз пайвастагиҳояшон барқарор мекунанд. Дар ин сурат ба сифати барқароркунанда гайр аз алюминий инчунин мағний ва як қатор металлҳои ишқорино низ истифода мебаранд.

Дар истеҳсолоти химиявӣ бо ёрии электролиз ҳосил кардани металлҳо низ хуб ба роҳ монда шудааст. Ин усул бештар барои истеҳсоли металлҳои фаъолияти химиявиашон баланд (металлҳои ишқорӣ, ишқорзаминӣ ва ғайраҳо) истифода бурда мешавад ва бо номи *усули электрохимиявӣ* маълум аст. Татбиқи ин усул барои истеҳсоли металлҳо талаботи худро ба миён мегузорад, ки муҳимтаринаш – набудани металлҳои дигар дар электролит мебошад. Бинобар ин, барои бо усули электрохимиявӣ ҳосил кардани металлҳо ба ҳолисии моддаи электролизшаванда (электролит) аҳамияти аввалиндараҷа медиҳанд.

Усулҳои электрохимиявиро инчунин барои тоза намудани (рафинатсияи) металлҳое, ки бо усулҳои дигар ҳосил шудаанд, вале аз рӯи сифаташон ба талабот ҷавоб наmedиҳанд, истифода мебаранд. Масалан, бо ин усул мисро аз омехта (ғаши)-ҳои дар он буда (ба монанди никел, оҳан) тоза мекунанд.

Ҳамаи ҳолатҳое, ки дар иштироки карбон ё барқароркунандаҳои дигар ва ҳарорати баланд барои ҳосил кардани металлҳо истифода бурда мешаванд, ҳолатҳои пирометаллургӣ ном гирифтаанд.

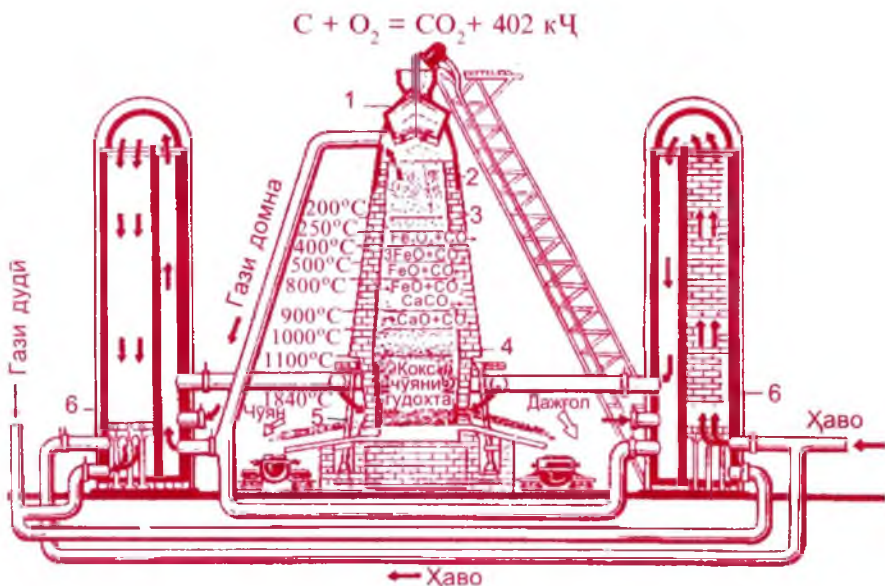
Агар ҳолати ҳосил кардани металлҳо ба маҳлул гузаронидани қисмҳои фоидабахши маъдан ва аз маҳлул бо ёрии электролиз ҷудо намудани металлҳо алоқаманд бошанд, он гоҳ чунин ҳолатро гидрометаллургӣ меноманд.

## ИСТЕҲСОЛИ ЧҶҲҲ

ЧҶҲҲ яке аз ҳулаҳои оҳан бо карбон буда, дар хоҷагии халқ татбиқи васеъ дорад. Вайро аз маъданҳои оҳандошта дар асоси реаксияҳои зерин ҳосил мекунанд (расми 25).

Аввал оҳан (III)-ро аз таркиби  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  қисман то оҳан (II) ва баъдан пурра ба оҳан (II) ва сониян то оҳани ҳолис барқарор мекунанд. Ўне нақшаи ҷараён чунин буданаш мумкин:



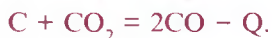


Расми 25. Кураи домна: 1 – дастгоҳи ғарқунӣ; 2 – даҳанаи кура; 3 – шахта; 4 – распар; 5 – дош; 6 – регенератор.

Дар ин сурат ҳамчун барқароркунанда оксиди карбон (II) истифода бурда мешавад:



Оксиди карбон (II) аз кокси ангиштсанг дар асоси реаксияҳои зерин ҳосил мешавад:



Дар ҳарорати баланди оташдонҳои домнагӣ худӣ оҳан ҳам бевосита бо оксиди карбон (II) ба реаксия рафта, карбиди оҳанро ҳосил карданиш мумкин:



Силитсий, манган, фосфор ва сулфур ҳам, ки ҳамчун ғашӣ (олудагӣ) дар таркиби маъдани оҳан ва кокси ангиштсанг ҳастанд, метавонанд ба оҳан таъсир кунанд ва дар таркиби ҷӯяни моеъ монанд.

Оксидҳои як қатор металлҳои дар реаксия иштироккунанда (калсий, магний, алюминий) дар шароити додашуда силикат, алюминат ва алюмосиликатҳои зудгудозро ҳосил мекунанд. Ин пайвастигиҳо дар ҷӯяни моеъ ҳал намешаванд ва ба дажғол табдил меёбанд. Барои он ки чунин дажғол зудгудоз бошад, ба маъдан флюс (оҳак ё оҳаксанг) илова мекунанд, ки дар хумдони домнагӣ таҷзия шуда, оҳак ҳосил мекунад.

Барои зиёд кардани сатҳи расиши моддаҳои ба ҳам таъсиркунанда, масолеҳи гудозиш (маъдан, кокс, флюсҳо) онҳоро майда мекунанд. Порчаҳои аз ҳад хурди маъданро пешакӣ мепазанд, ки ин чараёро агломератсия меноманд. Агар ба омехтаи пухташаванда оҳаксанг илова намоянд, он гоҳ дар натиҷа агломерати флюсонидашуда ҳосил мешавад.

Барои зиёд намудани концентратсияи оксиди карбон (II) ҳавои ба хумдон дохилшавандаро сероксиген мекунанд. Концентратсияи моддаҳои ба ҳам таъсиркунандаро инчунин ба воситаи ба хумдони домнагӣ дохил намудани гази табиӣ метандор низ зиёд мекунанд. Дар натиҷа чунин ҳолатҳо ҷой доштанишон мумкин.

Аввал метан месӯзад:



Баъд оксиди карбон (IV)-и ҳосилшуда ва бугҳои об бо кокс тафсон ба реаксия дохил мешаванд:



ки дар натиҷа гази домнагӣ бо барқароркунандаҳо бой (ганӣ) мешавад.

Аз гуфтаҳои боло ба бар меояд, ки яке аз омилҳои муҳимтарини чараёни гудозиши ҷӯян ин ҳарорат мебошад. Бинобар ин, яке аз вазифаҳои муҳимтарин – ба миён овардани шароити мусоидтарини ҳарорат мебошад. Ин масъала, аз ҷумла, дар натиҷаи гарм намудани пешакии ҳаво то 1300°C (ва аз он ҳам баландтар), инчунин бо оксиген бой кунондани ҳаво ҳал мешавад.

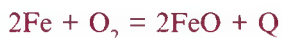
## ИСТЕҲСОЛИ ПҶЛОД

Барои истеҳсоли пӯлод ба сифати ашёи хом маводҳои гуногунро истифода бурдан мумкин (ҷӯяни моеъ, ҷӯяни саҳт, оҳанпораҳо, қисман маъдани оҳан ва гайраҳо).

Ҷӯянеро, ки барои ҳосил намудани пӯлод истифода мебаранд, ҷӯяни табдилёбанда меноманд. Таркиби химиявӣ он дар ҳудуди васеъ тағйир ёфтаниш мумкин: карбон – 4,4%; силитсий – 1,7%; манган – 1,75%; фосфор – 0,30%; сулфур – 0,03% .

Дар агрегати пӯлодгудозӣ миқдори карбон, силитсий ва манган бояд то андозаи даҳяки фоизи онҳо кам карда шавад. Миқдори сулфур ва фосфор бошад, ба кадри имкон кам карда мешавад.

Чӯян дар натиҷаи реаксияҳои оксидшавӣ дар ҳарорати баланд ба пӯлод табдил меёбад. Манбаи оксиген (барои оксидкунандагӣ) ҳаво ва оксидҳои оҳан мебошанд. Оҳан, ки концентратсияш дар чӯян нисбат ба моддаҳои дигар зиёдтар аст, қисман оксид мешавад:



Оксиди оҳани (II) ҳосилшуда ва бо гудохта омехташуда, силитсий, манган, фосфор ва карбони дар таркиби чӯян бударо оксид мекунад:



Баъди ба охиращии реаксияҳои оксидшавӣ дар ҳулаи моеъ оксиди оҳан (II) боқӣ мемонад, ки онро берун мекунанд.

Бар замми ин, ҳиссаи массаи карбон, силитсий ва манганро дар пӯлоди ҳосил мешуда то андозаи зарурӣ кам кардан лозим аст. Барои ин ба гудохта моддаҳои аз оксид озодкунанда, масалан, ферроманган, ферросилитсий, ки ҳулаҳои оҳан бо манган ва силитсий мебошанд, инчунин алюминий илова мекунанд. Дар натиҷа элементҳои илова кардашуда мутобик ба реаксияҳои дар боло овардашуда, оксигени оксиди оҳан (II)-ро бо худ мепайванданд.

Барои афзоиши суръати табдилёбии чӯян ба пӯлод ё ҳаворо сероксиген менамоянд, ё ба ҷои ҳаво пурра оксигенро истифода мебаранд.

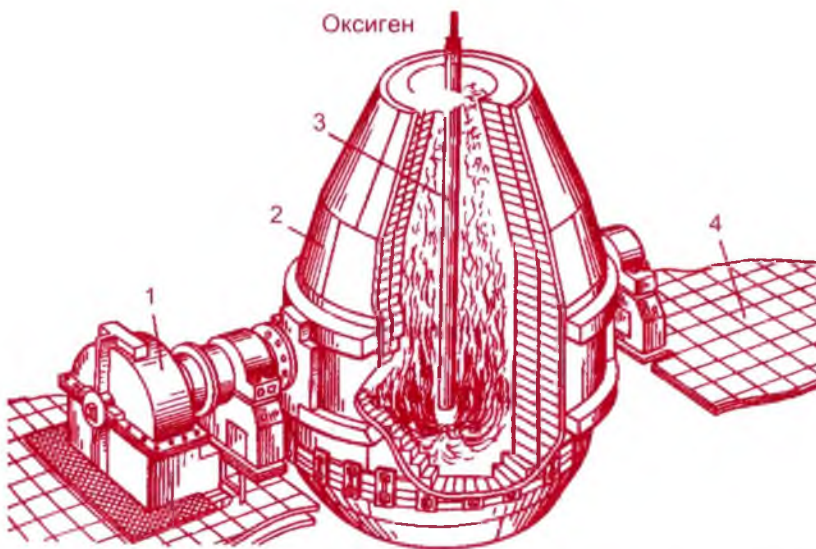
Дар саноат пӯлодро бо се усул ҳосил мекунанд.

**Усули оксигению конверторӣ.** Мувофиқи ин усул ҷараёни гудозиши пӯлод бе истифодабарии манбаи берунаи гармӣ, танҳо аз ҳисоби гармии реаксияҳои экзотермӣ амалӣ мегардад.

Конвертори оксигенӣ дастгоҳест, ки аз варақаҳои пӯлодини бо якдигар пайванд иборат буда, дохилаш аз хишти оташбардор сохта шудааст (расми 26).

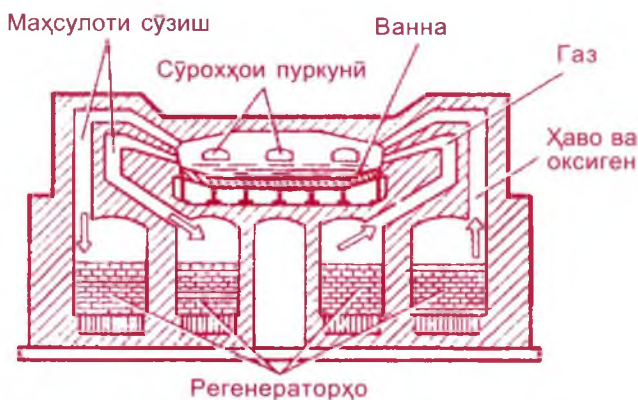
Дастгоҳи мазкур бо фосила кор мекунад. Аз гарданаи болои он оҳанпора ва чӯяни моеъ андохта, ба он таҳти фишори 1 МПа оксиген равон мекунад. Дар рафти гудозиш кам – кам оҳак илова менамоянд.

Баъди ба охиращии ҷараён, ки аз 30 то 40 дақиқа давом мекунад, конверторро моил карда, аз сӯроҳии қисми болоии он пӯлоди гудохтaro ва аз гарданааш даҷғолро мегиранд.



**Расми 26.** Усули оксигению конвертории истеҳсоли пӯлод: 1 - қисмати чаппакунак; 2 - конвертор; 3 - дамлула; 4 - майдончаи чуянрезӣ.

**Усули Мартенӣ.** Дар ин усул аз гармии сӯзишвории ба домна дохил мешуда истифода мебаранд. Ин усул барои истеҳсоли пӯлодҳои навъҳои гуногун ҳеле мувофиқ мебошад (расми 27а).



**Расми 27а.** Истеҳсоли пӯлод бо усули мартенӣ.

Фазои гудозиши хумдони мартен ваннаест, ки болояш бо гунбази хишти оташбардор пӯшонда шудааст. Дар девори тарафи пеши хумдон тирезаҳои шихтаандозӣ ҳастанд, ки аз онҳо шихта

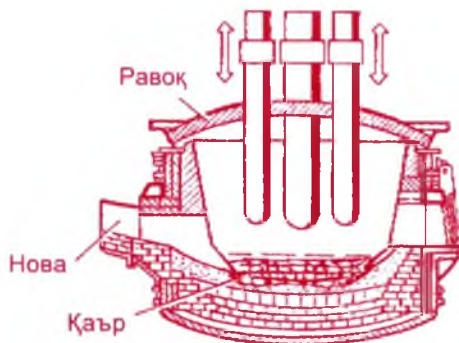


ба воситаи мошинҳои борфарорӣ ба хумдон андохта мешавад. Дар девори қафо барои хориҷ намудани пӯлод равзана ҳаст. Аз ду тарафи ванна барои дохил кардани сӯзишворӣ ва ҳаво, инчунин барои хориҷ намудани маҳсулоти сӯзишворӣ маҷро вучуд дорад.

Барои баланд кардани ҳарорати шӯъла сӯзишвории газмонанд ва ҳаворо пешакӣ гарм мекунанд. Дар натиҷаи истифодабарии оксиген сӯзишворӣ кам сарф мешавад, маҳсулнокии хумдон бошад, баланд мешавад.

Дар хумдони мартенӣ чараёни гудозиши пӯлод нисбатан тӯлонӣ аст (нисбат ба усули оксигени конверторӣ тақрибан 12 маротиба бештар вақт сарф мешавад). Ғайр аз ин, барои сохтани хумдонҳои мартенӣ бештар маблағ сарф шуда, маҳсулнокии онҳо паст аст. Вале усули мартенӣ истеҳсоли пӯлод бартарихо ҳам дорад: бо ёрии ин усул ашёи хоми таркиби химиявиашон гуногунро кор карда баромадан мумкин, сӯзишвориҳои гуногунро истифода бурдан мумкин ва сифати пӯлоди ҳосил мешуда хеле баланд аст.

**Усули барқӣ.** Дар ин усул ба сифати манбаи ҳарорат чараёни барқ истифода бурда мешавад. Ин имконият медиҳад, ки дар хумдонҳо ҳарорат нисбатан баланд бошад ва бинобар ин, муҳити барқароркунии мӯътадил ба миён оварда шавад. Истифодабарии хумдонҳои барқӣ, имконият медиҳад, ки пӯлодҳои легиронидашудаи гуногун бо иловаи металлҳои душворгудози волфрам, молибден ва ғайраҳо истеҳсол карда шаванд (расми 276).



**Расми 276.** Истеҳсоли пӯлод бо усули барқӣ.



## Саволҳо барои такрор ва мустаҳкамкунии дониш

1. Металлургия ҳамчун фан чиро меомӯзад?
2. Металлургияи «сиёҳ» аз металлургияи «ранга» бо чӣ фарқ мекунад?
3. «Бой» кунондани маъданҳо чӣ маъно дорад?
4. Кадом усулҳои паҳншудатарини истеҳсоли металлҳоро аз маъданҳояшон медонед? Ҳамаи онҳоро бо ёрии реаксияҳои химиявӣ шарҳ диҳед.
5. Ҳула гуфта, чиро меноманд?
6. Кадом навъҳои ҳулаҳои оҳанро медонед?
7. Чуян аз пӯлод бо чӣ фарқ мекунад?
8. Пӯлодҳои легиронидашуда чистанд?
9. Истеҳсоли чуян бо ёрии кадом реаксияҳои химиявӣ амалӣ мешавад?
10. Дар истеҳсоли пӯлод кадом реаксияҳои химиявӣ истифода бурда мешавад?
11. Кадом усулҳои истеҳсоли пӯлодро медонед ва онҳо аз якдигар чӣ фарқ доранд?

## Боби I. Диссоциатсияи электролитӣ

**Кори 1.** Тачрибахоеро гузаронед, ки дар онҳо ба ҳам таъсируниин:

а) кислотаи қавӣ ва асоси қавӣ; б) намаки метали гидроксидаш бадҳалшаванда ва ишқор; в) намаки кислотаи бадҳалшаванда ва кислотаи қавӣ ҷой дошта бошанд. Муодилаҳои молекулавӣ, ионӣ-молекулавӣ ва мухтасари ҳамаи ин реаксияҳоро нависед.

**Кори 2.** Ба се пробирка маҳлулҳои намакҳои: а) аз кислотаи қавӣ ва асоси қавӣ; б) аз кислотаи қавӣ ва асоси заиф; в) аз кислотаи заиф ва асоси қавӣ ҳосилшударо гирифта, муҳити реаксияи онҳоро бо ёрии қоғаи лакмус санҷед. Натиҷаи мушоҳидаатонро бо ёрии муодилаи реаксияҳои химиявӣ шарҳ диҳед.

**Кори 3.** Аз маҳлулҳои моддаҳои дар лабораторияи химиявӣ буда истифода бурда: а) моддаи камдиссоциатсияшаванда; б) таҳшини бадҳалшаванда; в) моддаи газшакро ҳосил кунед. Муодилаҳои молекулавӣ, ионӣ-молекулавӣ ва мухтасари ин реаксияҳоро нависед.

**Кори 4.** Ба пробирка 2–3 мл маҳлули нитрати қӯрғошимро гирифта ба болои он ҳамин миқдор маҳлули йодиди калий илова кунед. Натиҷаи мушоҳидаатонро бо ёрии муодилаҳои молекулавӣ, ионӣ-молекулавӣ ва мухтасари реаксияи химиявии дар ин таҷриба ҷой дошта шарҳ диҳед.

**Кори 5.** Ба пробирка 2–3 мл маҳлули ягон ишқорро гирифта, муҳити онро бо ёрии 2–3 қатра индикатори фенолфталеин санҷед. Баъд ба болои он то нест шудани рангнокии маҳлул қатра-қатра ягон кислотаро илова кунед.

Ҳамин гуна таҷрибаро бо иваз намудани мавқеи кислота ва ишқор, такрор кунед. Натиҷаи мушоҳидаатонро дар ҷадвали зерин қайд намуда, фаҳмонда диҳед:

Маҳлули ишқор (кислота)	Ранги маҳлулҳо то илова намудани фенолфталеин	Ранги маҳлулҳо баъд аз илова намудани индикатор	Ранги маҳлулҳо баъд аз илова намудани кислота (ишқор)

**Кори 6.** Ба як пробирка 5 мл маҳдули 0,1 н кислотаи хлорид ва ба дигар пробирка ҳамин миқдор маҳдули 0,1 н кислотаи атсетатро гиред. Ба ҳарду пробирка порчаҳои якхелаи рухро андозед. Суръати хориҷшавии газро дар ҳар ду пробирка муқоиса намоед. Дар натиҷаи ин реаксияҳо кадом газ хориҷ мешавад? Муодилаи реаксияҳоро нависед. Дар кадом пробирка суръати ҷудошавии газ баландтар аст ва барои чӣ?

## Боби II. Гуруҳчаи оксиген

**Кори 1.** Формулаҳои электронии оксиген ва сулфурро навишта, монандӣ ва тафовути хосиятҳои онҳоро бо мисолҳо нишон диҳед.

**Кори 2.** Ба пробиркаи тоза ва хушк кардашуда тақрибан 0,3 г  $\text{KClO}_3$ -ро гирифта, пробиркаро бо шакли вертикалӣ дар штатив мустаҳкам кунед. Поёни пробиркаро аввал оҳиста, баъд пурзӯртар бо ёрии горелка гарм кунед. Вақте ки намак ғудохта мешавад, ба пробирка ҷӯбчаи нимчасузо дохил намоед ва баландшавии алангаи онро мушоҳида кунед. Горелкаро дур намуда, ба пробирка каме хокаи  $\text{MnO}_2$ -ро илова намоед ва ҳамонро ба пробирка ҷӯбчаи нимчасузо дохил кунед. Ба баландшавии аланга диққат диҳед. Муодилаи реаксияи вайроншавии намаки  $\text{KClO}_3$ -ро нависед.  $\text{MnO}_2$  дар ин реаксия кадом нақшо мебозад?

**Кори 3.** Дар қошуқи оҳанин ягон парча сулфурро гирифта, онро дар шӯлаи горелка сӯзонед ва баъд ба зарфи оксигендошта дохил кунед. Суръати сӯзиши сулфурро дар ҳаво ва фазои оксигендошта муқоиса кунед. Баъд аз пурра сӯختани сулфур ба ин зарф каме об илова намуда, омехтаро хуб аралаш кунед, то ин ки маҳсулоти сӯзиши сулфур дар об пурра ҳал шавад. Бо ёрии қоғази лакмус муҳити маҳдули ҳосилшударо санҷед. Муодилаҳои реаксияҳои сӯзиши сулфурро дар оксиген ва ҳалшавии маҳсулоти сӯзишро дар об нависед.

**Кори 4.** Ба як пробирка каме хокаи  $\text{BaO}_2$  ва ба дигар пробирка 2 мл маҳдули концентрониди  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -ро гиред. Ҳарду пробиркаро ба зарфи оби хунук дошта ҷойгир намоед. Маҳдули кислотаи  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -ро эҳтиёткорона ба пробиркаи  $\text{BaO}_2$ -дошта резед ва омехтаи ҳосилшударо бо ҷӯбчаи шишагин аралаш кунед. Ҳосилшавии озонро дар асоси бӯи махсусаш (эҳтиёткорона бӯй кашед!) ва кабудшавии қоғази филтрии бо маҳдули  $\text{KI}$  ва крахмал тарқардашуда муайян кардан мумкин. Муодилаи реаксияи озонро бо маҳдули оби  $\text{KI}$  нависед ва сабаби тағйирёбии ранги қоғази филтрро фаҳмонед.

**Кори 5.** Аз маҳлулҳои оби намакҳои ҳалшавандаи рух, манган, кадмий, қурғошим ва мис бо таъсири сулфиди аммоний таҳшинии сулфидҳои ин металлҳоро ҳосил кунед. Ба ранги таҳшиниҳои

ҳосилшуда диққат диҳед. Муодилаи реаксияҳои дахлдорро ба шакли молекулавӣ ва мухтасар нависед. Микдори ками таҳшиниҳои ҳосилшударо гирифта, ба онҳо бо ёрии кислотаи хлорид таъсир кунед. Ба ҳалшавии баъзеи онҳо диққат дода, ин ҳодисаро фаҳмонда диҳед.

**Кори 6.** Таъсири кислотаи сероби сулфатро ба ягон металли фаъол (масалан, рух) санҷед. Барои ин ба пробирка каме маҳлули  $2n \cdot H_2SO_4$  гирифта, ба он бо ёрии намунаи руҳи металлӣ таъсир намоед. Бо ёрии таҷриба исбот кунед, ки дар натиҷаи реаксия кадом газ хориҷ мешавад. Муодилаи реаксияи бо ҳам таъсиркунии кислотаи сульфати серобро бо рух нависед. Оксидкунанда ва барқароркунамандаро нишон диҳед.

**Кори 7.** Таъсири кислотаи концентронидаи сулфатро ба ягон металли фаъол (масалан, рух) санҷед. Барои ин ба пробиркаи кислотаи концентронидаи сулфатдошта ягон порча рухро дохил кунед. Дар натиҷаи реаксия кадом газ ҷудо шуданаширо муайян кунед. Гармкуниро давом дода, ба хирашавии маҳлул диққат диҳед ва сабаби онро фаҳмонед. Муодилаи реаксияи бо ҳам таъсиркунии кислотаи концентронидаи сулфатро бо металли рух нависед. Оксидкунанда ва барқароркунамандаро нишон диҳед.

**Кори 8.** Таъсири кислотаи концентронидаи сулфатро бо ягон металли камфаъол (масалан, мис) санҷед. Барои ин ба пробиркаи кислотаи концентронидаи сулфатдошта ягон порча сими мисинро дохил намуда, омехтаро гарм кунед. Аз рӯи бӯяш гази ҷудо мешударо муайян кунед. Баъди ба охиращавии таҷриба ва хунукшавии пробирка аз маҳлули дар он буда 2–3 мл гирифта, ба болои он 5–6 мл об илова кунед ва аралаш кунед. Ба тағйирёбии ранги маҳлул диққат диҳед ва онро фаҳмонед. Муодилаи реаксияи бо ҳам таъсиркунии мисро бо кислотаи концентронидаи сулфат навишта, оксидкунанда ва барқароркунамандаро нишон диҳед.

### **Боби III. Қонуниятҳои асосии реаксияҳои химиявӣ.**

#### **Истеҳсоли кислотаи сулфат**

**Кори 1.** Дар се пробиркаи рақам гузошташуда маҳлули сероби  $Na_2S_2O_3$ -ро: дар якум – 5 мл; дар дуум – 10 мл; дар сеюм – 15 мл резед. Ба пробиркаи якум ва дуум мутаносибан 10 ва 5 мл об илова намоед. Дар се пробиркаи дигар 5 мл – и маҳлули сероби  $H_2SO_4$  -ро тайёр кунед. Ба ҳамаи се пробиркаи  $Na_2S_2O_3$  дошта 5 мл – и кислотаи  $H_2SO_4$ -и тайёр кардашударо илова кунед ва омехтаро якҷоя кунед. Вақти

пайдошавии хирагиро дар пробирка (пас аз илова намудани  $H_2SO_4$ ) ба қайд гиред. Натиҷаи корро ба шакли чадвали зерин ифода намоед:

№ пробирка	ҳаҷми маҳлули $Na_2S_2O_3$ , мл	ҳаҷми $H_2O$ , мл	ҳаҷми $H_2SO_4$ , мл	ҳаҷми умуми маҳлул, мл	концентратсияи шартии $Na_2S_2O_3$	вакте, ки бо гузариши он хирағӣ пайдо шудааст, $\tau$	суръати реаксия: $v = \frac{1}{\tau}$
1	5	10	5	20	1C		
2	10	5	5	20	1C		
3	15	—	5	20	1C		

Муодилаи реаксияи ба ҳам таъсиркунии  $Na_2S_2O_3$ -ро бо  $H_2SO_4$  навишта, оид ба алоқамандии суръати реаксия ба концентратсияи моддаҳои бо ҳам таъсиркунанда хулоса бароред.

**Кори 2.** Дар се пробиркаи калони ракам гузошташуда 10 мл-и маҳлули сероби  $Na_2S_2O_3$  ва дар се пробиркаи дигар 10 мл-и маҳлули сероби  $H_2SO_4$  гиред. Пробиркахоро бо се чуфт чудо кунед (дар ҳар чуфт як пробиркаи  $Na_2S_2O_3$ -дошта ва як пробиркаи  $H_2SO_4$  дошта).

Ҳарорати хаворо дар лаборатория ба қайд гирифта, маҳлулҳои дар чуфти якуми пробиркаҳо бударо омезед, якҷоя кунед ва вақти пайдошавии хирагиро (баъди омехтан) ба қайд гиред.

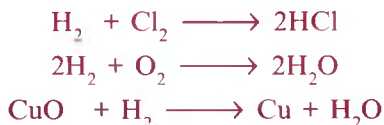
Чуфти дигари пробиркахоро ба стакани обдор дохил намуда, обро то ҳарорате гарм кунед, ки вай аз ҳарорати ҳавои лаборатория  $10^\circ C$  баланд бошад. Баъд маҳлулҳои пробиркахоро омезед, якҷоя кунед ва вақти пайдошавии хирагиро ба қайд гиред.

Чунин амалиётро бо чуфти сеюми пробиркаҳо дар ҳарорате, ки аз ҳарорати ҳавои лаборатория  $20^\circ C$  баланд аст, гузаронед. Натиҷаи мушоҳидаҳоро бо шакли чадвали зерин ба қайд гиред:

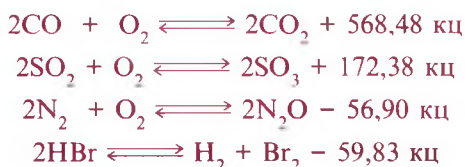
№ пробирка	ҳаҷми маҳлули $Na_2S_2O_3$ , мл	ҳаҷми маҳлули $H_2SO_4$ , мл	ҳарорат, $^\circ C$	вақт то пайдошавии хирағӣ $\tau$	суръати реаксия: $v = \frac{1}{\tau}$
1	10	10	$^\circ C$		
2	10	10	$^\circ C + 10^\circ$		
3	10	10	$^\circ C + 20^\circ$		

Аз натиҷаҳои мушоҳидакардашуда оид ба алоқамандии суръати реаксияҳои химиявӣ ба ҳарорат хулоса бароред.

**Кори 3.** Ифодаи математикии суръати реаксияҳои химиявии зеринро нависед:



**Кори 4.** Муайян кунед, ки мувозинати химиявии реаксияҳои зерин ба кадом самт майл мекунад (мелағжанд):



а) дар ҳолати пастшавии ҳарорат; б) дар ҳолати баландшавии фишор.

## Боби IV. Гурӯҳи нитроген

**Кори 1.** Ба пробирка 2 г  $\text{NaNO}_2$ -и майда кардашударо гирифта, ба болои он 4–5 мл маҳлули сери  $\text{NH}_4\text{Cl}$  илова намоед. Пробиркаро бо пробкаи найчаи газгузаронанда дошта маҳкам кунед ва дар штатив васл намоед. Омехтаи дар пробирка бударо бо охистагӣ гарм кунед. Пас аз 1–2 дақиқаи ибтидои реаксияи газӣ ҷудошударо дар цилиндр (ё пробиркаи васеъ) дар сатҳи об ҷамъ намоед. Пробиркаи (цилиндри) бо газ пуркардашударо аз об берун намуда, даҳонашро бо лавҳачаи шишагӣ пӯшед. Муодилаи реаксияи бо ҳам таъсиркунии  $\text{NaNO}_2$ -ро бо  $\text{NH}_4\text{Cl}$  нависед. Хосиятҳои газӣ нитрогени ҳосил кардашударо санҷед.

**Кори 2.** Ба колба тақрибан 20–25 мл спирти навшодир ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) гирифта, даҳони онро бо пробиркаи найчаи дароздошта маҳкам кунед. Колбаро, ки спирти навшодир дорад, ба штативи металлӣ маҳкам карда, охиста гарм кунед. Дар натиҷаи гарм кардани колба спирти навшодири дар он буда ба аммиак ва об таҷзия мешавад. Муодилаи реаксияро нависед. Аммиаки ҳосилшударо дар цилиндр ё колбаи хушкӣ ҷапкардашуда ғундоштан мумкин. Ҳосилшавии аммиакро аз рӯи бӯи махсусаш ё тағйир ёфтани ранги қоғазии лакмуси дар об таркардашуда санҷидан мумкин.

**Кори 3.** Дар пробирка каме маҳлули намаки аммоний, масалан  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -ро гирифта, ба болои он 1–2 мл маҳлули ишқор, масалан,  $\text{NaOH}$ -ро илова намоед ва омехтаро гарм кунед. Ба сӯроҳии (даҳони) пробирка қоғазии лакмуси дар об таркардашударо дохил кунед ва ба тағйирёбии ранги он диққат диҳед. Муодилаи реаксияи бо ҳам таъсиркунии  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ва  $\text{NaOH}$ -ро навишта, тағйирёбии ранги лакмусро фаҳмонед.



**Кори 4.** Дар реторта 15–20 г  $\text{NaNO}_3$ -ро ҷойгир намуда, ба болои он чунин миқдор кислотаи концентронидашудаи  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -ро илова кунед, ки сатҳи намакро пӯшонад. Ретортаро бо оҳистагӣ гарм кунед. Дар натиҷаи ба ҳам тасиркунии моддаҳои гирифташуда кислотаи  $\text{HNO}_3$  ҳосил мешавад, ки вай бо ёрии нӯги беруни реторта дар колбаи дигари қабулкунаки дар оби хунук гузошташуда ҷамъ мешавад. Баъд аз он ки дар қабулкунак 4–5 мл кислотаи нитрат ҷамъ шуд, гармкуниро қатъ мегардонанд ва ретортаро аз қабулкунак ҷудо мекунанд. Кислотаи ҳосилшуда каме рангин аст. Барои чӣ? Ҷаро ретортаро, ки омехтаи  $\text{NaNO}_3$  ва  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -и концентронида дорад, саҳт гарм кардан мумкин нест? Муодилаи реаксияи ҳосилшавии кислотаи нитратро нависед.

**Кори 5.** Дар пробирка ягон миқдор кристаллҳои  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ -ро гирифта, пробиркаро дар штатив мустаҳкам намуда, онро саҳт гарм кунед. Мушоҳида кунед, ки бо намаки гирифташуда чӣ гуна ҳодисаҳо рӯй медиҳад? Кадом газҳо хориҷ мешаванд? Баъд аз ба охири расидани реаксия дар пробирка кадом модда боқӣ мемонад? Муодилаи реаксияи вайроншавии кристаллогидрати гирифташударо нависед.

**Кори 6.** Реактивҳои дар лаборатория мавҷуд бударо истифода бурда диҳидрофосфат, гидрофосфат ва фосфати калсийро ҳосил кунед. Муодилаи реаксияҳои дахлдорро нависед. Ҳалшавандагии фосфатҳои ҳосилшудаи калсийро дар об санҷед. Ба ягон миқдор намаки  $\text{CaHPO}_4$  кислотаи атсетат илова кунед. Мушоҳида кунед, ки чӣ ҳодиса рӯй медиҳад? Муодилаи реаксияро нависед.

**Кори 7.** Сохти электронии атомҳои элементҳои нитроген ва фосфорро навишта, дар ҳамин асос монандӣ ва фарқи хосиятҳои онҳо ва пайвастагиҳояшонро шарҳ диҳед.

**Кори 8.** Табаддулоти зеринро бо ёрии муодилаҳои реаксияҳои дахлдор амалӣ гардонед:



**Кори 9.** Ҳалшавандагӣ дар об ва намуди зоҳирии нуриҳои нитрогенӣ ва фосфорӣ дар лабораторияи химиявӣ бударо санҷида, натиҷаи мушоҳидаатонро дар ҷадвали зерин қайд кунед:

Номи нури	Формулаҳои химиявӣ	Намуди зоҳирӣ	Натиҷаи мушоҳида оид ба ҳалшавандагии нуриҳо дар об

## Боби V. Гурӯҳчаи карбон

**Кори 1.** Дар колба ё стакан об гирифта, онро андаке бо ранги нофармон ё фуксин рангнок кунед. Баъд ба он каме ангишти майдакардашудаи чӯбинро дохил намуда, хуб омехта кунед. Омехтаи ҳосилшударо филтронед. Ба тағйирёбии ранги он диққат дода, онро ҷаҳмонед.

**Кори 2.** Дар дастгоҳи Кип якчанд порча мармарро ҷойгир намуда, ба болои он маҳлули  $\text{HCl}$  илова намоед (бо таносуби 1:4). Ба ҳосилшавии газ диққат диҳед. Гази ҷудошудаистодаро аз дохили пробиркаи маҳлули нейтралӣ лакмус дошта гузаронед. Чиро мушоҳида кардан мумкин? Муодилаҳои реаксияҳои ҳосилшавии  $\text{CO}_2$  ва ҳалшавии онро дар об нависед.

**Кори 3.** а) Ба пробиркае, ки оби оҳакин дорад дар муддати 2–3 дақиқа бо ҷараёни босуръати газ  $\text{CO}_2$  таъсир кунед. Ба ҳодисаҳои ҷойдошта диққат диҳед. Муодилаҳои реаксияҳои дахлдорро навишта, намакҳои ҳосилшударо номбар кунед.

б) Маҳлулро, ки дар таҷрибаи а) ҳосил шудааст, ба ду пробирка тақсим кунед. Яке аз ин пробиркахоро гарм карда, ба дигараш оби оҳакин илова кунед. Муодилаи реаксияҳои дахлдорро нависед.

**Кори 4.** Дар пробирка 5 мл маҳлули концентрониди силикати натрийро гирифта, ба болои он 2–2,5 мл маҳлули сероби кислотаи хлорид илова намоед. Омехтаи ҳосилшударо бо ҷӯбчаи шишагин нағз омехта кунед. Дар натиҷа моддаи панирмонанде ҳосил мешавад, ки кислотаи силикат аст. Муодилаи реаксияро нависед.

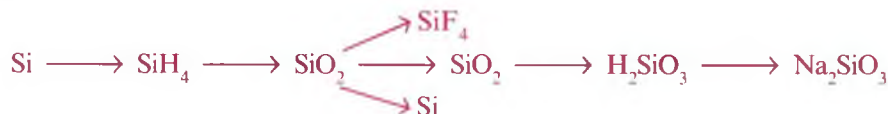
**Кори 5.** Мухити реаксияи маҳлули силикати натрийро бо ёрии қоғози лакмусӣ (ё маҳлули лакмус) санҷед. Муодилаи реаксияи гидролизи силикати натрийро бо шакли молекулавӣ, ионӣ–молекулавӣ ва мухтасар нависед.

**Кори 6.** Дар пайвастагиҳои зерини карбон валентнокӣ ва дараҷаи оксидшавии онро нишон диҳед:



**Кори 7.** Муодилаи реаксияҳои молекулавӣ, ионӣ–молекулавӣ ва мухтасари байни моддаҳои зеринро нависед: а)  $\text{NaHCO}_3$  ва  $\text{HCl}$ ; в)  $\text{NaHCO}_3$  ва  $\text{NaOH}$ .

**Кори 8.** Муодилаи реаксияҳоро нависед, ки ба табaddулоти зерин меоваранд:



**Кори 9.** Муодилаи реаксияҳоеро нависед, ки дар вақти ғудохтани омехтаҳои зерин ҷой доранд:

- а) оксиди силитсий (IV) бо карбонати натрий;
- б) оксиди силитсий (IV) бо гидроксиди натрий;
- в) карбонати калий бо кислотаи силикат;
- г) оксиди силитсий (IV) бо гидроксиди калсий.

## Боби VI. Хосиятҳои умумии металлҳо

**Кори 1.** Ба як пробирка тақрибан 2 мл маҳлули хлориди руҳ ва ба дигараш ҳамин миқдор маҳлули хлориди мис (II) ғиред. Ба пробиркаи якум порчаи мис ва ба пробиркаи дуюм порчаи руҳ андозед. Дар кадом пробирка тағйирот ба амал меояд? Ин тағйиротро бо ёрии муодилаи химиявӣ ифода кунед.

**Кори 2.** Ба як пробирка сулфати мис ва ба дигараш сулфати оҳан (III) ғиред. Ба пробиркаи якум оҳанреза ва ба пробиркаи дуюм порчаи мис андозед. Дар кадом пробирка тағйирот ба амал меояд? Ин тағйиротро бо ёрии муодилаи химиявӣ ифода кунед.

**Кори 3.** Хосиятҳои маълуми металлҳои калий, магний, оҳан ва мисро ба ҳисоб гирифта, реаксияҳои амалан иҷрошавандаи байни онҳо ва оксиген, об, маҳлулҳои нитрати қўргошим, кислотаи хлорид ва кислотаи сулфатро навишта, ба шакли ҷадвали зерин нишон диҳед:

Металлҳо	Моддаҳои ба металлҳо таъсиркунанда ва реаксияҳои амалии онҳо				
	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	HCl	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Калий					
Магний					
Оҳан					
Мис					

**Кори 4.** Оид ба металлҳо ва ҳулаҳои дар лабораторияи химиявӣ буда маълумотҳоро ҷамъ оварда, ҷадвали зеринро соzed:

Номи металл ё ҳула	Зичӣ, г/см <sup>3</sup>	Ҳарорати ғудозиш, °C	Саҳтӣ	Истифодабарӣ
-----------------------	----------------------------	-------------------------	-------	--------------

**Кори 5.** Барои муқоисаи гармигузаронандагии металлҳо, масалан, оҳан ва мис ду лавҳачаи якхелаи ин металлҳоро гирифта, дар яке аз

нӯғҳои ҳар ду лавҳача порчаи парафинро гузоред. Сипас, ҳамзамон нӯғҳои муқобили лавҳачаҳоро дар шӯълаи горелка нигоҳ доред ва диққат диҳед, ки парафини дар кадом лавҳача буда пештар ғудохта мешавад.

**Кори 6.** Ба  $3/4$  ҳиссаи зарфе, ки дар он чараёни электролиз гузаронида мешавад, маҳлули I молярии кислотаи сулфатро гирифта, аз сарпӯши зарф ба маҳлул электродҳои ангиштин ва мисинро дохил кунед. Баъд электроди мисинро ба қутби мусбат ва электроди ангиштинро ба қутби манфии чараёни электрикии доимӣ пайваست кунед. Ба зарфи барои гузаронидани электролиз тайёр кардашуда чараёни барқро интиқол кунед (гузаронед). Дар натиҷаи дар зарф ҷой доштани ҳолати электролиз дар катод аввал ҳубобчаҳои гидроген ҷудо мешаванд ва ба қадри баланд шудани ранги кабудӣ электролит ҷудошавии гидроген кам шуда, катод бо мис рӯйпӯш мегардад. Ҳодисаи ҷойдоштаре шарҳ дода, муодилаи реаксияҳои дахлдорро дар катод ва анод нависед.

## **Боби VII. Металлҳои гурӯҳҳои I–III ҷадвали даврии элементҳои химиявӣ**

**Кори 1.** Дар ду косачаи чинӣ каме об гиред. Порчаҳои хурди металлҳои натрий ва калийро бурида, онҳоро бо ёрии қоғази филтрӣ хушк кунед ва порчаи ҳар кадом металлро ба косачаи чинӣ обдошта дохил кунед. Таҷрибаро дар паси шишаи ҷевони бодкаш гузаронед. Ба рафти реаксияҳо назорат кунед. Диққат диҳед, ки кадоме аз металлҳо босуръаттар ба реаксия меравад. Кадом газ хориҷ мешавад? Табиати маҳлулҳои ҳосилшударо бо ёрии индикатор санҷед. Хулоса бароред. Муодилаи реаксияҳои дахлдорро нависед.

**Кори 2.** Дар чор пробиркаи алоҳида як миқдори намакҳои саҳти  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{KCl}$  ва  $\text{K}_2\text{SO}_3$ -ро гиред. Ба ҳар кадом пробирка 2–3 мл оби дистиллат резед. Бо ёрии таҷриба исбот кунед, ки кадоме аз намакҳои гирифташуда гидролиз шудааст. Муодилаи реаксияҳои дахлдорро ба шакли молекулавӣ, ионӣ–молекулавӣ ва мухтасар нависед.

**Кори 3.** Дар стакане, ки 20 мл об дорад, 7,5 г  $\text{KCl}$ -ро дохил намуда, омехтаре барои ҳалшавии  $\text{KCl}$ , гарм кунед. Маҳлули ҳосилшударо якҷанд дақиқа ҷӯшонед, баъд таҳшинии ҳосилшударо бо ёрии қифи барои филтронидани маҳлулҳои гарм мувофиқ кунондашуда филтронед. Гузоред, ки маҳлул (филтрат) хунук шавад ва таҳшиншавии кристаллҳои  $\text{KCl}$ -ро мушоҳида кунед. Таҳшинии ҳосилшударо дар қифи Бюхнер филтронида ҷудо кунед ва дар байни варақҳои қоғази филтрӣ хушк кунед. Ҳодисаҳои мушоҳида кардаатонро фаҳмонед. Барои ин аз ҷадвали ҳалшавандагии моддаҳо истифода баред.

**Кори 4.** Дар ду стакани 50 мл-й оби дистиллӣ гиред. 25 grammi баркашҳои алоҳидаи намакҳои хушки NaCl ва KCl-ро тайёр кунед. Бо ҳиссаҳои хурд намакҳои тайёркардашударо ба стаканҳои алоҳида андохта, бо чӯбчаи шидагин мунтазам омехта кунед. Илова намудани намакҳои хушкро ба стаканҳо то даме давом диҳед, ки ҳиссаи охирини илова кардаатон дигар ҳал нашавад. Таҳшинҳои дар стаканҳо пайдошударо бо ёрии филтронидан чудо намуда, дар байни қоғази филтрӣ хушкунед ва ба бокимонда ҳиссаи намакҳои дахлдор илова кунед ва баркашед. Дар асоси рақами муайян кардашуда ҳалшавандагии NaCl ва KCl-ро дар шароити ҳонагӣ дар 100 грамм об ёбед. Рақамҳои ёфтаатонро ба рақамҳои чадвали ҳалшавандагӣ муқоиса кунед. Концентратсияи фоизии маҳлулҳои сери ҳосилшудаи намакҳои NaCl ва KCl-ро ҳисоб кунед.

**Кори 5.** Дар 1/3 ҳиссаи пробирка оби дистиллӣ гирифта, ба он ягон порчаи металлӣ калсийро дохил кунед. Ба ҳориҷшавии газ диққат диҳед. Қадом газ ҳориҷ мешавад? Барои чӣ маҳлул хира мешавад? Ба маҳлули ҳосилшуда 1–2 қатра фенолфталеин илова намуда, ба тағйирёбии ранги он диққат диҳед. Муодилаи реаксияи бо ҳам таъсиркунии об ва металлӣ калсийро нависед.

**Кори 6.** Дар ду пробирка миқдори якхелаи маҳлули  $\text{CaCl}_2$ -ро гирифта, ба болои онҳо маҳлулҳои сероби NaOH ва  $\text{NH}_4\text{OH}$  резед. Ба ҳосилшавии таҳшинӣ ва ҳаҷми он дар пробиркаҳои гуногун диққат диҳед. Барои чӣ ҳаҷми таҳшиниҳо гуногунанд? Муодилаи реаксияҳои дахлдорро нависед.

**Кори 7.** Дар колбаи хурд якчанд кристаллҳои  $\text{MgCO}_3$  ва  $\text{CaCO}_3$ -ро гирифта, ба болои онҳо то нисфи ҳаҷми колба оби дистиллӣ илова кунед ва омехтаи ҳосилшударо хуб маҳлут кунед. Аз дастгоҳи Кип ба колбаи омехтаи намакҳои  $\text{MgCO}_3$  ва  $\text{CaCO}_3$  дошта, то пурра ҳалшавии онҳо гази карбонат дохил кунед. Дар натиҷа «оби дурушт» ҳосил мешавад. Муодилаи реаксияи бо ҳам таъсиркунии маҳлули намакҳои  $\text{MgCO}_3$  ва  $\text{CaCO}_3$ -ро бо гази карбонат нависед.

Ду пробирка гирифта, ба яке аз онҳо оби дистиллӣ ва ба дигараш «оби дурушт» андозед. Бо ёрии қатрачаконак ба ҳар як пробирка «оби собуннок»-ро то ҳосилшавии кафки устувор илова кунед. Ҳисоб кунед, ки барои ҳосилшавии кафки устувор дар пробиркаҳои оби дистиллӣ ва «оби дурушт» дошта чанд қатрагӣ «оби собуннок» сарф мешавад. Ба он диққат диҳед, ки дар деворҳои пробиркаи «оби дурушт» дошта таҳшинӣ пайдо мешавад. Барои чӣ? Фаҳмонед, ки чаро барои пайдошавии кафки устувор дар пробиркаи «оби дурушт» дошта нисбат ба пробиркаи оби дистиллӣ дошта бештар «оби собуннок» сарф мешавад.

**Кори 8.** Дар пробирка ягон миқдор маҳлули намаки алюминийро гирифта, ба болои он то ҳосилшавии таҳшинӣ катра–катра маҳлули гидроксида натрий илова кунед. Муодилаи реаксияро нависед.

Таҳшинии ҳосилшударо дар ду пробирка гирифта, ба якеаш маҳлули  $\text{HCl}$  ва ба дигараш маҳлули  $\text{NaOH}$  илова кунед. Таҳшинӣ ба чӣ гуна тағйирот дучор мешавад? Муодилаи реаксияҳои дахлдорро нависед ва чараёнҳои ҷойдоштаро фаҳмонед.

Накшаи диссоциатсияи маҳлули гидроксида алюминийро ҳамчун асос ва ҳамчун кислота нависед.

**Кори 9.** Муҳити реаксияи маҳлули сулфати алюминийро бо ёрии индикатор санҷед ва натиҷаи мушоҳидаатонро фаҳмонед. Муодилаи реаксияи гидролизи зинагии сулфати алюминийро бо шакли молекулавӣ, ионӣ–молекулавӣ ва мухтасар нависед.

**Кори 10.** Муодилаи реаксияҳоеро, ки дар вақти ба оби дурушти пайвастагиҳои  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  ва  $\text{CaSO}_4$  дошта таъсир намудани сода ҷой доштанишон мумкин аст, нависед.

### **Боби VIII. Хром ва оҳан – намунаҳои элементҳои гурӯҳчаҳои иловагии ҷадвали даври элементҳои химиявӣ**

**Кори 1.** Ба пробиркае, ки маҳлули намаки хром(III) дорад, то ҳосилшавии таҳшинии гидроксида хром (III) катра–катра маҳлули гидроксида натрий илова кунед. Ба ранги таҳшинӣ диққат диҳед. Муодилаи реаксияро нависед.

**Кори 2.** Таҳшинии гидроксида хром (III)-и дар кори I ҳосилшударо ба ду пробирка тақсим намуда, ба болои якеаш маҳлули сероби кислота ва ба болои дигараш барзиёдии ишқор илова намоед. Муодилаи реаксияҳои дахлдорро навишта, онд ба ҳосияти гидроксида хром (III) хулоса бароред.

**Кори 3.** Ба пробиркае, ки маҳлули намаки хром (III)-ро дорад, маҳлули лакмусро илова кунед. Тағйирёбии ранги лакмусро фаҳмонед.

**Кори 4.** Ба пробиркае, ки 3–4 мл маҳлули  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  гирифта шудааст, каме маҳлули  $\text{H}_2\text{SO}_4$  илова намоед. Ба тағйирёбии ранги маҳлул диққат диҳед. Муодилаи реаксияро навишта, ҳодисаи мушоҳида кардаатонро фаҳмонед.

Ба маҳлули ҳосилшуда каме маҳлули ишқор илова намоед. Ба тағйирёбии ранги маҳлул диққат диҳед. Муодилаи реаксияи дахлдорро нависед. Фаҳмонед, ки тағйирёбии ранги маҳлулҳо ба



мавҷудияти кадом ионҳо алоқаманд аст. Дар маҳлулҳои обии хроматҳо ва дихроматҳо чӣ гуна мувозинат ҷой дорад?

**Кори 5.** Ба болои 2–3 мл маҳлули  $K_2Cr_2O_7$  каме маҳлули сероби  $H_2SO_4$  ва 2–3 мл маҳлули  $NaNO_2$  илова кунед. Омехтаро каме гарм кунед. Ба тағйирёбии ранги омехта диққат диҳед. Муодилаи реаксияро навишта, тағйирёбии ранги омехтаро фаҳмонед.

**Кори 6.** Дар ду пробирка каме тарошаҳои оҳанро гирифта, ба яке аз онҳо маҳлули сероб ва ба дигараш маҳлули концентронидаи  $HCl$  илова кунед. Диққат диҳед, ки дар кадом пробирка суръати реаксия паст аст. Ин пробиркаро каме гарм карда, мушоҳидаатонро давом диҳед. Натиҷаи мушоҳидаатонро фаҳмонед. Муодилаи реаксияро нависед.

**Кори 7.** Аз тарошаҳои оҳан ва маҳлули сероби  $H_2SO_4$  маҳлули сульфати оҳан (II)-ро ҳосил кунед. Аз ин пробирка каме маҳлули сульфати оҳан (II)-ро гирифта, ба болои он каме маҳлули  $NaOH$  илова намоед. Ба ҳосилшавии таҳшинии сафед диққат диҳед. Муодилаи реаксияро нависед. Барои чӣ баъди чанде ранги таҳшинӣ тағйир меёбад ва чӣ тавр? Муодилаи реаксияро нависед.

**Кори 8.** Ба маҳлули сульфати оҳан(II) каме маҳлули гексасианоферрати (III) калий, ки бо номи «намаки сурхи хунин» маълум аст, илова кунед. Ба тағйирёбии ранги омехта диққат диҳед. Моддаи ҳосилшуда бо номи «кабуди турнбулевӣ» маълум аст ва формулааш  $KFe^{+2}[Fe^{+3}(CN)_6]$  мебошад. Муодилаи реаксияро нависед.

**Кори 9.** Дар об каме хлориди оҳан (III)-ро ҳал карда, муҳити реаксияро бо ёрии индикатор санҷед. Муодилаи реаксияи гидролизи  $FeCl_3$ -ро нависед.

**Кори 10.** Ба маҳлули хлориди оҳан (III) каме маҳлули гексасианоферрати (II) калий, ки бо номи «намаки зарди хунин» маълум аст, илова намоед. Ба тағйирёбии ранги омехта диққат диҳед. Моддаи ҳосилшуда  $KFe^{+3}[Fe^{+2}(CN)_6]$  бо номи «лазури берлинӣ» маълум аст. Муодилаи реаксияро нависед.

**Кори 11.** Муодилаи реаксияҳои зеринро ба охир расонда, барои моддаҳои дар онҳо иштироккунанда коэффисиентҳои дахлдорро бо ёрии методи баланси электронӣ ёбед:



**Кори 12.** Формулаи графикаи сохтори  $Fe_3O_4$ -ро нависед. Ин пайвастагиро намаки кадом кислота шуморидан мумкин?

## Ҳалшавандагии намакҳо ва асосҳо дар об

АНИОНҲО	КАТИОНҲО															
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>
Cl <sup>-</sup>	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲН	КҲШ	ҲШ
Br <sup>-</sup>	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲН	КҲШ	КҲШ
I <sup>-</sup>	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	-	-	ҲН	КҲШ	ҲН
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ
S <sup>2-</sup>	ҲШ	ҲШ	ҲШ	-	ҲШ	ҲШ	ҲНШ	ҲНШ	-	-	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	КҲШ	ҲН	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲШ	КҲШ	ҲН	ҲШ
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	-	-	ҲНШ	-	-	ҲНШ	ҲНШ	-
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ
OH <sup>-</sup>	ҲШ	ҲШ	ҲШ	ҲНШ	КҲШ	ҲШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	ҲНШ	-	ҲНШ	-

Ишораҳо: ҲШ – ҳалшаванда; КҲШ – камҳалшаванда; ҲНШ – ҳалнашаванда;  
аломати «—» чунин маъно дорад, ки модда ё вучуд надорад, ё аз таъсири об вайрон мешавад.

### Ҳалшавандагии намакҳо ва асосҳо дар об дар ҳарорати 18°C

АНИОНҲО	КАТИОНҲО								
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
F <sup>-</sup>	4,44	92,56	195,4	0,0076	0,0016	0,012	0,16	0,005	0,007
Cl <sup>-</sup>	35,86	32,95	0,0 <sub>3</sub> 16	55,80	73,19	51,09	32,74	203,9	1,49
Br <sup>-</sup>	88,76	65,86	0,0 <sub>4</sub> 1	103,1	143,3	96,52	103,6	4478,2	0,598
I <sup>-</sup>	177,9	137,5	0,0 <sub>6</sub> 35	148,2	200	169,2	201,4	419,0	0,08
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	83,97	30,34	213,4	74,3	121,8	66,27	8,74	117,8	51,66
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	97,16	6,6	12,25	126,4	179,3	174,9	35,42	183,9	150,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	16,83	11,11	0,55	35,43	0,20	0,011	0,0 <sub>3</sub> 23	53,12	0,0041
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	16,39	108,0	0,003	0,01	0,0013	0,0011	0,0023	0,004	0,0 <sub>3</sub> 1
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	61,21	63,1	0,0025	73,0	0,4	0,12	0,0 <sub>3</sub> 38	–	0,0 <sub>4</sub> 2
C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3,34	30,27	0,0035	0,03	0,0 <sub>3</sub> 56	0,0046	0,0086	0,0 <sub>3</sub> 6	0,0 <sub>3</sub> 15
OH <sup>-</sup>	116,4	142,9	0,01	0,001	0,17	0,77	3,7	0,0 <sub>3</sub> 5	0,01

Эзоҳ: Рақамҳо онро нишон медиҳанд, ки чанд грамм моддаи беоб дар 100 грамм об ҳал мешавад. Дар вақти хеле кам будани ҳалшавандагӣ рақамҳо дар шакли кӯтоҳкардашуда навишта шудаанд. Масалан: 0,0<sub>3</sub>1 = 0,0001

# МУНДАРИЧА

## МУҚАДДИМА ..... 3

## Боби I. ДИССОТСИАТСИЯИ ЭЛЕКТРОЛИТӢ ..... 5

Назарияи диссоциатсияи электролитӣ (8). Диссоциатсияи кислотаҳо, асосҳо ва намакҳо (12). Хосияти ионҳо дар маҳлул (15). Мубодилаи ионҳо дар электролитҳо (17). Реаксияҳои баргарданда ва барнагарданда. Мувозинати химиявӣ (19). Хосияти кислотаҳо, асосҳо ва намакҳо дар асоси назарияи диссоциатсияи электролитӣ (21). Назарияи протолитии (протонии) кислотаҳо ва асосҳо (24). Диссоциатсияи об ва нишондиҳандаи гидрогенӣ (26). Гидролиз (27). Саволҳо барои тақрор ва мустаҳкамкунии дониш (30).

## Боби II. ГУРӮҲЧАИ ОКСИГЕН ..... 31

Оксиген (31). Ҳосил кардани оксиген ва истифодаи он (32). Озон (33). Ҳаво (34). Сулфур (36). Хосиятҳои физикавии сулфур (36). Гидрогенсулфид. Сулфидҳо (37). Дуоксиди сулфур. Кислотаи сулфит. Сулфитҳо (38). Сеоксиди сулфур. Кислотаи сулфат. Сулфатҳо (40). Саволҳо барои тақрор ва мустаҳкамкунии дониш (43).

## Боби III. ҚОНУНИЯТҲОИ АСОСИИ РЕАКСИЯҲОИ ХИМИЯВӢ. ИСТЕҲСОЛИ КИСЛОТАИ СУЛФАТ ..... 44

Мафҳумҳои асосии термохимия (44). Қонунҳои асосии термохимия (46). Суръати реаксияҳои химиявӣ (47). Катализ ва катализаторҳо (49). Мувозинати химиявӣ (53). Истеҳсол ва истифодабарии кислотаи сулфат (56). Саволҳо барои тақрор ва мустаҳкамкунии дониш (59).

## Боби IV. ГУРӮҲЧАИ НИТРОГЕН ..... 60

Нитроген (61). Хосиятҳои физикавӣ ва химиявии нитроген (61). Аммиак. Намакҳои аммоний (62). Оксидҳои нитроген (66). Кислотаи нитрит. Нитритҳо (69). Кислотаи нитрат. Нитратҳо (70). Фосфор (74). Оксидҳо ва кислотаҳои фосфор (76). Нуриҳои минералии фосфорӣ (78). Саволҳо барои тақрор ва мустаҳкамкунии дониш (79).

**Боби V. ГУРҶҲАИ КАРБОН ..... 81**

Карбон (81). Оксиди карбон (II) (83). Дуоксиди карбон. Кислотаи карбонат. Карбонатҳо (84). Силитсий (89). Дуоксиди силитсий. Кислотаи силикат. Силикатҳо (90). Истеҳсоли шиша, кулолӣ ва семент (92). Саволҳо барои тақрор ва мустаҳкамкунии дониш (96).

**Боби VI. ХОСИЯТҲОИ УМУМИИ МЕТАЛЛҲО ..... 97**

Паҳншавии металлҳо дар табиат ва усулҳои истеҳсоли онҳо (97). Ҳосил кардани металлҳо бо ёрии барқароркунӣ (98). Гидрометаллургия (99). Флотатсия (99). Экстраксия (100). Хосиятҳои физикавӣ ва химиявӣ металлҳо (100). Электролиз ва қонунҳои он (102). Коррозияи металлҳо (104). Саволҳо барои тақрор ва мустаҳкамкунии дониш (107).

**Боби VII. МЕТАЛЛҲОИ ГУРҶҲАИ АСОСИИ  
ГУРҶҲОИ I–III ҶАДВАЛИ ДАВРИИ  
ЭЛЕМЕНТҲОИ ХИМИЯВӢ ..... 108**

Натрий (108). Калий (112). Калсий (113). Алюминий (116). Саволҳо барои тақрор ва мустаҳкамкунии дониш (119).

**Боби VIII. ХРОМ ВА ОҲАН - НАМУНАҲОИ  
ЭЛЕМЕНТҲОИ ГУРҶҲАҲОИ ИЛОВАГИИ ҶАДВАЛИ  
ДАВРИИ ЭЛЕМЕНТҲОИ ХИМИЯВӢ ..... 121**

Хром (121). Оҳан (125). Саволҳо барои тақрор ва мустаҳкамкунии дониш (134).

**Боби IX. МЕТАЛЛУРГИЯ ..... 135**

Усулҳои истеҳсоли саноатии металлҳо (136). Истеҳсоли чуян (137). Истеҳсоли пӯлод (139). Саволҳо барои тақрор ва мустаҳкамкунии дониш (143).

**КОРҲОИ АМАЛӢ ВА ЛАБОРАТОРӢ ..... 144**

Боби I (144). Боби II (145). Боби III (146). Боби IV (148). Боби V (150). Боби VI (151). Боби VII (152). Боби VIII (154).

**ИЛОВАҲО ..... 156**

Лутфулло Солиев

# ХИМИЯ

Китоби дарсӣ барои синфи 9

© Х.Х. "Сарпараст", 2007  
Литсензия № 049

Гуруҳи нашрӣ:

Муҳаррир - Алибой Қурбонов  
Мусахҳаҳ - Баҳриддин Мирзоев  
Дизайн ва ороиш - Маҳмудҷон Муродов  
Муҳаррири техникӣ - Диловар Қурбонов  
Чопи компютерӣ - Шералӣ Муродов

Ба чопаш 19.05.2007 имзо шуд.  
Андозаи қоғаз 60x90 1/16. Қоғази офсетӣ.  
Гарнитурани Times New Roman Tj. Чопи офсетӣ.  
Ҳаҷм 10 ҷузъи чопии аслӣ.  
Адади нашр 50 000.  
Супориши 07-643