



Үспанова М. Қ.  
Аухадиева Қ. С.  
Белоусова Т. Г.

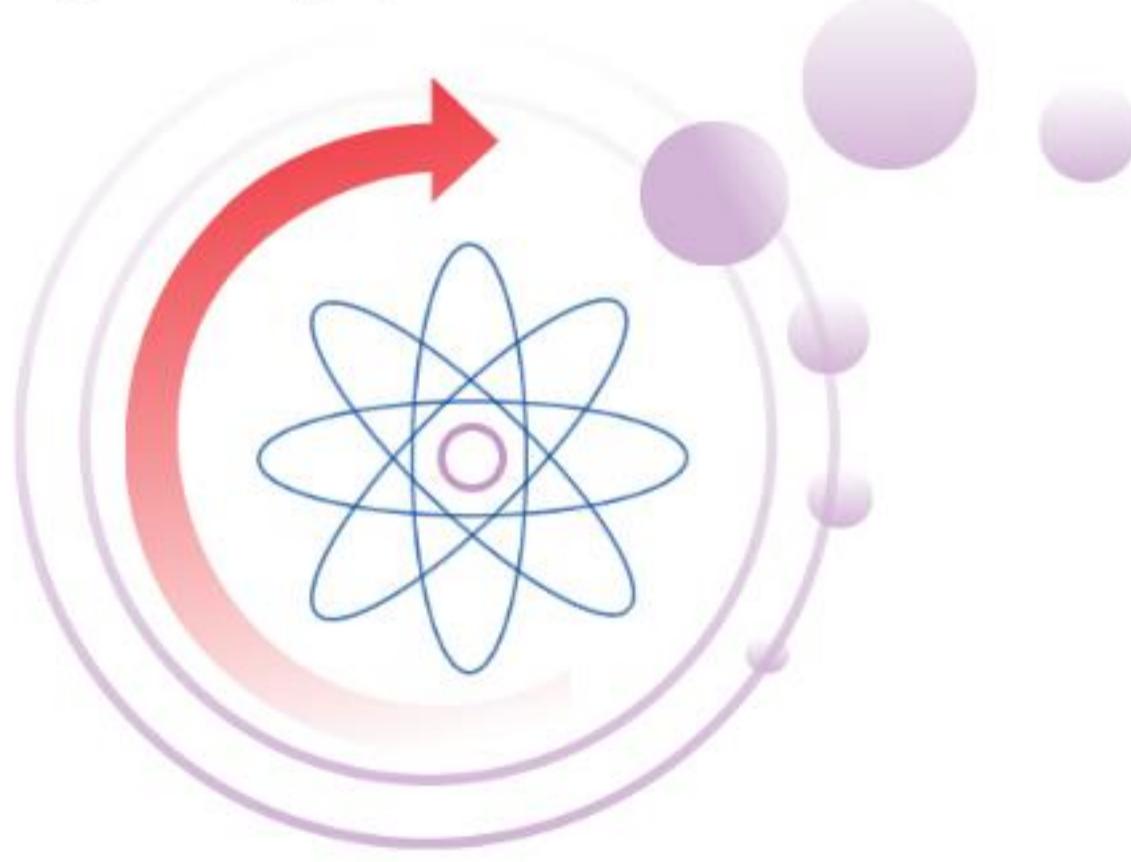
# КИМЁ

## 1-қисм

Умумий ўрта мактабларининг  
табиий-математик йўналишдаги  
10-синфи учун дарслик

Қозогистон Республикаси Таълим ва  
фан министрлиги тасдиқлаган

10



Алмати "Мектеп" 2019

ББК 373.167.1  
УДК 24я72  
О-75



*Учебное издание*

Оспанова Мейрамкуль Кабылбековна  
Аухадиева Кырмызы Сейсенбековна  
Белоусова Татьяна Геннадьевна

**ХИМИЯ**

**Часть 1**

Учебник для 10 классов естественно-математического  
направления общеобразовательных школ  
(на узбекском языке)

Мұхаррір В.К. Мусаева

Бадий мұхаррір А.Ақил. Техник мұхаррір И.Тарапунең.  
Компьютерда сағифаловчи Ж.Бекбосинова

Нашриётта 2003 йил 7 июлда Қозоғистон Республикаси Таълим ва фан вазирлигининг  
№ 0000001 давлат лицензияси берилган

ИБ № 6081

Нашрға 02.09.19 имзо қўйилган. Ҳажми 70· 100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Офсет қофоз.

Ҳарф тури «SchoolBook Kza». Офсет нашр. Шартли босма табоги 18,06+0,32 форзац.

Шартли рангли лавҳаси 74,18. Ҳисоб нашр табоги 11,29+0,54 форзац.

Адади 5000 дона. Буюртма №

«Мектеп» нашриёти, 050009, Алмати шаҳри, Абай шоҳ кўчаси, 143-үй

Факе: 8(727) 394-37-58, 394-42-30 Тел.: 8(727) 394-41-76, 394-42-34

E-mail: mekter@mail.ru Web-site: www.mekter.kz

**Оспанова М.К. ва б.**

О-75 Кимё. Умумтаълим мактабларининг табиий-математик йўналишидаги  
10-синфи учун дарслик. 1-қисм /М.К.Оспанова, К.С.Аухадиева, Т.Г.Белоу-  
сова. — Алмати: Мектеп, 2019 — 224 б., расм.

ISBN 978—601—07—1339—0

0 4306021500—141 118(1)—19  
404(05)—19

ББК 373.167.1  
УДК 24я72

ISBN 978—601—07—1339—0

- © Оспанова М.К., Аухадиева К.С.,  
Белоусова Т.Г., 2019
- © Таржимон: Султанходжаева Х.,  
Ахмадалиев А.В., 2019
- © “Мектеп” нашриёти,  
бадий безак берган  
Барча ҳуқуқлар ҳимояланган  
Нашрнинг мулкий ҳуқуқлари  
“Мектеп” нашриётига тегишли

\*Книга представлена исключительно в образовательных целях

согласно Приказа Министра образования и науки Республики Казахстан от 17 мая 2019 года № 217



## СҮЗ БОШИ

*Азиз ўқыучилар!*

Бу йилги ўқув йилини атом ҳақида олган билимингизни атом тузилишининг замонавий назарияси жиҳатидан янада чукурроқ ўрганишдан бошлайсиз.

Радиоактивлик тушунчasi билан танишиб, радиоактив изотоплар билан ядро реакцияларини қўлланишини ўрганасиз. “Стехиометрия” бобида кимёниг асосий стехиометрик қонунларини фойдаланиб, ҳар хил масалаларни ечиш усусларини ўрганиб, уларни ривожлантирасиз. “Кимёвий боғланиш” бобида ковалент боғланишнинг алмашиниш ва донор-акцептор механизмини ҳосил бўлишини кўриб чиқасиз. Кимёвий боғланишнинг барча турини (ковалент, ион, водород, металл) электрон табиатини тушунасиз. Органик кимёга кириш бобида нефть ва нефть махсулотларининг инсон ҳаёти фаолиятида кенг қўлланилиши ҳақида маълумотга эга бўласиз?

“Оксидланиш – Қайтарилиш реакциялари” бобида кимёвий реакция турлари ҳақидаги олган билимларингизни янада чукурроқ ўрганасиз ҳамда нима учун бир кимёвий реакцияни бир неча аломати бўйича таърифлаш мумкинлигини тушунасиз. Шунингдек, ҳар хил жисмларнинг (буюмларнинг) дубликат кўчирмасини олиш ва металларни емирилишдан ҳимоялашда, шунингдек металл буюмларининг сиртини қалай ва олтин билан қоплашда электролизни қўлланилишини биласиз.

“Аналитик усуслар” бобида сиз замонавий изланишларда қўлланиладиган хромография деган тушунча билан танишасиз. Кимёвий элементларни, уларнинг олиниши ҳамда улар бирикмаларининг қўлланилишини галогенлар ва ишқорий – ер металларни ўраганиш мисолида келтирилган.

Дарслик учун қўлланма сифатида ўзингизга 7 – синфдан таниш бўлган шартли белгилар мавжуд. Дарсликда берилган белгиларга аҳамият берсангиз уларнинг қандай маънони кирсатишини эсингизга туширасиз.

Дарсликда “Биласизми?”, “Ўзимиз қиласиз”, “Кимёда олган билимларингизни қўллана олинг”, “Ўйланинг”, “Бу қизиқарли” ва ҳ.к. саҳифаларига алоҳида эътибор берилган, улар сизга ажойиб кимё оламига шўнишига ёрдам беради. Сиз кимёвий билим ҳар бир инсон учун кераклигини тушунасиз, чунки улар табиатдаги кимёвий моддалар ҳамда атроф муҳитни муҳофаза килишда йўл қўрсатувчи қўлланма сифатида жуда фойдалиdir.

Биз сизнинг кимё фани билан нафакат дўстлашибгина қолмай балки келажакда кимё фани билан боғлиқ соҳани танлашингизга умид қиласиз. Сизга кимё фанини ўрганишда муваффакият тилаймиз!

### Шартли белгилар:



— Билимингни текшир



— масала



— мураккаб топшириқлар



— қўшимча материал



— уй тажрибаси



— Эса сақланг!



— Бу қизик

— Биласизми



— Ўйланинг!



— энг аник 10 маълумот



— Бу муҳим



## АТОМ ТУЗИЛИШИ

### 1-§. АТОМ – МУРАККАБ ЗАРРА

“Атом” сўзи қадимги юонон тилидан таржима қилганда “бўлинмас” деган маънени билдиради. Тахминан XIX асрнинг охиригача атом бўлинмас заррача деб ҳисобланилган. Лекин 1897 йили инглиз физиги Д.Томсон тарафидан электроннинг очилиши атом таркибининг мураккаблиги ва уларнинг ўзаро бир-бирига айланиши мумкинлигини кўрсатадиган муҳим дараклар пайдо бўлди.

1911 йили инглиз олимни Э. Резерфорд атом таркибининг ядовий моделини таклиф қилди. Бу моделга биноан атом мусбат зарядли **ядро**дан *ва унинг атрофида ҳаракатланадиган электронлардан* ташкил топган. Кейинроқ протон ва нейтрон каби яна бошқа заррачаларнинг мавжудлиги аникланди.

Атомнинг ядроси протон ва нейтронлардан иборат. Протон ва нейтронлар биргаликда “**нуклон**” деб аталади, яъни “ядро заррачалири” (лотинча *nucleus* – “ядро”).

**Атом ядроси** – ўзаро ядро кучи билан боғланган нуклонлардан таркиб топган мусбат зарядланган мураккаб заррача (1-расм).

Демак, атом ядро ва электрон қобиқларидан таркиб топган мураккаб заррача. Атом заррачаларининг характеристикаси 1-жадвалда кўрсатилган.

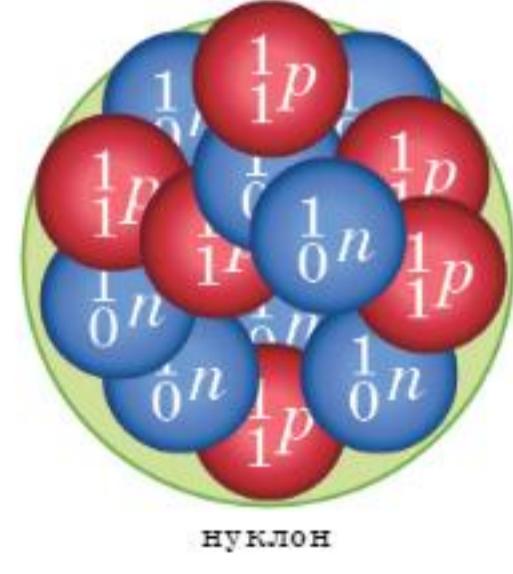
Атомнинг ўлчови  $10^{-15}$  см, атом ядроларининг ўлчови эса  $10^{-13}$  см бўлиб, у тахминан атомларнинг катталигидан юз минг марта кичик (2-расм). Атомлар жудаям кичик бўлиб, дафтар варагини қалинлигига юз минглаб атомлар мавжуд.

#### Бугунги дарсда:

- нуклон ва нуклидларнинг физик маъносини тушунамиз;
- нуклидларнинг физик моҳиятини тушунамиз.

#### Таянч сўзлар

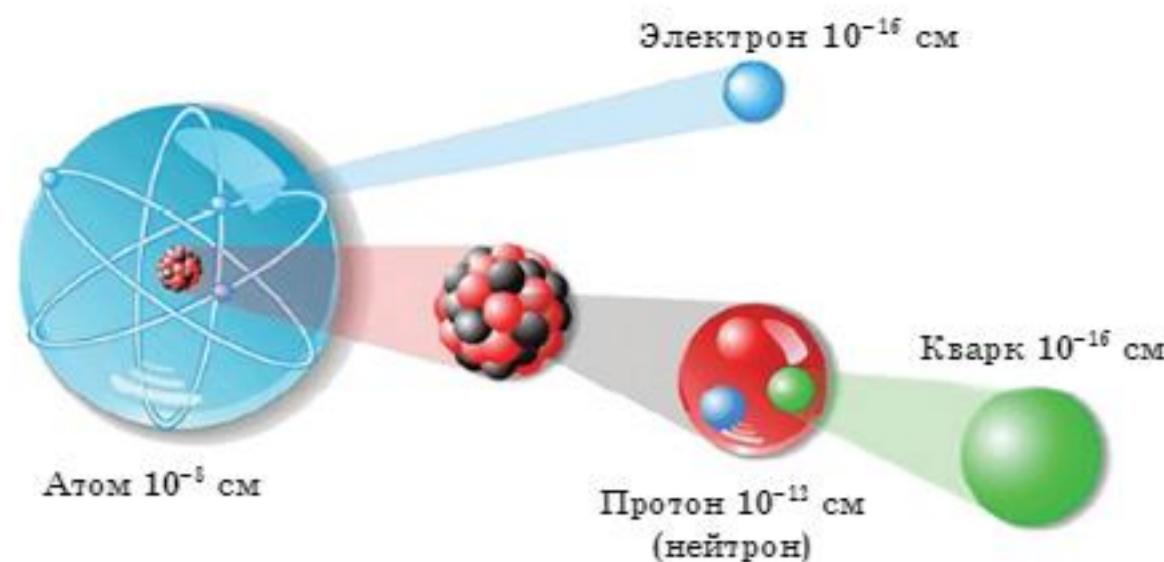
- Нуклонлар
- Нуклидлар
- Изотоплар
- Изобарлар
- Изотонлар



1-расм. Ядронинг таркиби



нейтрон



2-раем. Заррачаларнинг ўлчовлари

1-жадвал

### Атом таркибидаги заррачаларнинг характеристикаси

Характеристикаси	Электрон	Протон	Нейтрон
Кашф этилган йили	1897	1919	1932
Кашф этган олим	Жозеф Жон Томсон	Эрнест Резерфорд	Жеймс Чедвик
Белгиси (символ)	$e^-$	$p^+$	$n^0$
Массаси: белгиси ва қиймати	$m(e^-)$ $9,108 \cdot 10^{-31}$ кг	$m(p^+)$ $1,673 \cdot 10^{-27}$ кг	$m(n^0)$ $1,675 \cdot 10^{-27}$ кг
Электр заряди	$-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл = $-1e^-$	$+1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл = $+1e^-$	0
Радиуси	*	$\approx 10^{-15}$ м	$\approx 10^{-15}$ м

- “-”, “+” ва “0” – белгилари заррачалар символининг юқориги ўнг томонида жойлашган индекслар.

- \* Электрон ўлчамининг кам эканлиги шунчаки, ҳатто физикада ҳам бу катталыкни ўлчаш қаралмаган.

Элемент атоми ядродидаги нуклонлар сони элемент нисбий атом массасининг (бутунгача) яхлитланган сон қийматига teng. Масалан:

- $A_r$  (Водород) = 1,001; бу 1 нуклон;
- $A_r$  (Углерод) = 12,011; бу 12 нуклон.

#### Биласизми?

Электрон сўзи юонча янтаръ, протон сўзи эса биринчи деган маънени билдируса, нейтрон лотин тилидан зарядсиз деган маънени билдиради.

Ядродаги нуклонларнинг умумий сони *масса сони* деб аталиб, А ҳарфи билан белгиланади. Ядродаги *нейтронлар* сони *N* ҳарфи билан, протонлар сони *Z* ҳарфи билан белгиланади.

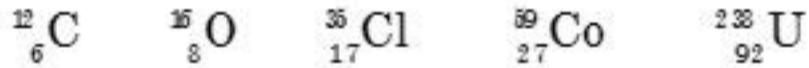
Бу сонлар бир бирига қуйидагича боғлиқдир.

$$A = Z + N.$$

Кимёвий реакцияларда атомлар үз электронларининг бир қисмини йўқотиши мумкин ва ортиқча электронларни биректириб олиши ҳам мумкин. Натижада нейтрал атомлардан зарядланган заррачалар — ионлар ҳосил бўлади, лекин атомларнинг кимёвий моҳияти ўзгармайди. Сабаби элемент атоми электронини йўқотгани ёки электрон қўшиб олганида у шу элемент атоми ёки ионига айланади. Турли элемент атомлари бир-биридан факат ядродаги протон ва электрон сонлари билан эмас, балки нейтронлар сони билан ҳам фарқланади.

**Нуклид** (лотинча *nucleus* — “ядро” ва қадимги юнонча *είδος* — тур, наъв) — ядро заряди ( $Z$ ) ва масса сони ( $A$ ) бир хил атомларнинг иигиндисидир.

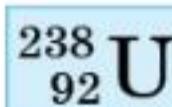
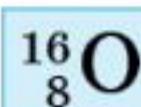
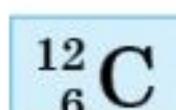
Масалан, ядросида 12 нуклони бор бўлган углерод атоми, 59 нуклонли кобальт атоми ва 235 нуклонли уран атоми — нуклидлар бўлиб ҳисобланилади (3-расм). Маълум бир нуклидни ҳусусий белги билан белгиланади. Кимёвий элемент белгисининг сўнг томонидаги юқори индекси билан масса сони, қўйидаги индекси билан ядро заряди (элементнинг атом номери) кўрсатилади. Масалан:



**Нуклидинг масса сони ундаги нуклонларнинг сонига (протон ва нейтронларнинг сонига) тенг.** Энди кимёвий элемент тушунчасига аниқ таъриф бериш керак. **Кимёвий элемент бу — ядро заряди бир хил нуклидларнинг иигиндиси.**

**Элементнинг атом номери — нуклидинг ядросидаги протонлар сонига тенг кимёвий элементнинг характеристикаси.** Ядро заряди протон сони билан аниқлангани учун, кимёвий элемент деб протонлар сони бир хил нуклидларни ҳам айтиш мумкин. Масса ва энергиянинг сақланиш қонунига биноан кимёвий реакция пайтида нуклидлар ўз ўзидан пайдо бўлмайди ва йўқолиб ҳам кетмайди, ҳамда бир-бирига айланмайди ҳам деб тахмин юритиш мумкин.

Бир элементнинг нуклидларининг ядро заряди бир хил ( $Z = \text{const}$ ). Масса сони протонлар ва нейтронларнинг иигиндисига тенг. Бир элементнинг нуклидларидағи нейтрон сони бир хил бўлиши ҳам мумкин ва бир хил бўлмаслиги ҳам мумкин. Шунинг учун бир элементнинг нуклидларининг масса сони ҳар хил қийматга эга бўлади. Мисол



3-расм. Баъзи элементларнинг нуклидлари





тариқасида кислороднинг доимий нуклидларининг характеристикалари 2-жадвалда көлтирилган.

#### 2-жадвал

**Кислород нуклидларининг характеристикаси**

A	Z	N
15	8	7
16	8	8
17	8	9

Бир элемент атомларининг массалари ҳар хил бўлиши мумкин. Углерод атоми ядроидаги нуклонлари 12,13,14 уч турли атоми углероднинг изотопи бўлиб ҳисобланади.

Шунингдек нуклид тушунчаси – изотопга қараганда кенг тарқалган тушунчадир. Изотоп бир элементнинг масса сони ҳар хил нуклидларнинг йиғиндиси. Масса сони протон ва нейтронлар йиғиндисига teng. Демак, бир изотоп нуклидларининг протон ва нейтронлар сони ва массалари бирдай. Мисол учун водород, кислород ва хлорнинг изотоплари 3-жадвалда берилган:

#### 3-жадвал

${}_1^1\text{H}$ , ${}_1^2\text{H}$ , ${}_1^3\text{H}$	${}_8^{16}\text{O}$ , ${}_8^{17}\text{O}$	${}_{17}^{35}\text{Cl}$ , ${}_{17}^{37}\text{Cl}$
Водород элементининг изотоплари	Кислород элементларининг изотоплари	Хлор элементининг изотоплари

Нуклидларнинг масса сони A ҳар бўлса ҳам, атом номери бир хил бўлса, уларнинг кимёвий табиати бир, яъни бир элементга таалуқли изотоплар бўлади. Изотопни ёзиш учун кимёвий элемент белгисининг чап томонининг юқори қисмига масса сони ёзилади (4-жадвал):

#### 4-жадвал

**Водороднинг изотоплари**

Протий	Дейтерий	Тритий
${}_1^1\text{H}$	${}_1^2\text{H}$ ва D	${}_1^3\text{H}$ ва T
$Z = 1$	$Z = 1$	$Z = 1$
$N = 0$	$N = 1$	$N = 2$
$A = 1$	$A = 2$	$A = 3$

4-жадвалда кузатганимиздек, табиий водороднинг уч изотопи мавжуд. Ҳатто дейтерий ва тритийларнинг хусусий белгилари ҳам маълум. Олимларга маълум изотопларнинг сони тахминан 2000га яқин. Уларнинг ичидан 300 га яқини табиатда учрайди. Келиб чиқишига қараб 8

\*Книга представлена исключительно в образовательных целях



нуклидлар табиий ва сунъий бўлиб бўлинади. Доимийлигига қараб, яъни ўз-ўзидан турланиш хусусиятига қараб, нуклидлар доимий ва радиоактив бўлиб классификацияланади. Ҳозирги кунда сунъий усулда олинганлари билан ҳисоблаганд жами 118 кимёвий элемент маълум. Массалари бир хил нуклидлар изобарлар деб аталади. Шунингдек нейтронлар сони бирдай бўлган ҳар хил элементлар изотонлар деб атала-ди. Масалан,  $^{136}\text{Ba}$  ва  $^{138}\text{Xe}$  ҳар бирининг ядросида 82 нейтрондан бор. Баъзи элементларда биттадан табиий изотоплар учрайди. Масалан: Be, F, Na, Al, P, Mn, Co, I, Au ва ҳ.к. Элементларнинг кўпчилиги икки, уч ва ундан ҳам кўп доимий изотопга эга. Атом ядроларининг таркибини търифлаш учун, баъзан протон ва нейтронлар улуши ҳисобланилади. Шундай қилиб холосаласак: кимёвий элементларнинг муҳим характеристикасига нуклонлар, нуклидлар, изотоплар, изобарлар ва изотонлар киради(б-жадвал).

#### 5-жадвал

#### Зарраларни таққослаш

Зарра номи	Мисол	Зарраларнинг характеристикиси
Нуклонлар	$^{12}_6\text{C}$ 6 протон, 6 нейтрон	Атом ядросидаги протонлар ва нейтронлар
Нуклидлар	$^{12}_6\text{C}$ , $^{24}_{12}\text{Mg}$ , $^{80}_{36}\text{Br}$	Ҳар хил кимёвий элементларнинг атомлари (протонлар, нейтронлар, электронлар)
Изотоплар (изотопли нуклидлар)	$^{16}_8\text{O}$ , $^{17}_8\text{O}$	Бир кимёвий элементнинг атом номери (протон ва электронлари) бирдай, бироқ нейтрон сони ва атом массаси ҳар хил атомлар
Изобарлар	$^{14}_6\text{C}$ , $^{14}_7\text{N}$ икки атомнинг массаси ҳам 14	атом массалари бирдай ҳар хил кимёвий элемент атомлари
Изотонлар	$^{39}_{19}\text{K}$ , $^{40}_{20}\text{Ca}$ икки атомнинг ҳар бирида 20 нейтрондан бор	нейтрон сонлари бирдай ҳар хил кимёвий элемент атомлари

#### Биласизми?

Қалай Sn – изотопи энг кўп (10) элемент.



Атом — кимёвий бўлинмас кичик заррача. Атом — нуклонлардан (протон ва нейтронлар) ва электрон қаватидан ташкил топган мураккаб заррача.

Нуклид — ядро заряди ва масса сони бир хил атомларнинг йиғиндиси. Кимёвий элемент — ядро заряди бирдай нуклидлар йиғиндиси. Изотоп — бир элементнинг масса сони ҳар хил бўлган нуклидларининг йиғиндиси. Кимёвий элементларнинг характеристикасига нуклонлар, нуклидлар, изотоплар, изобарлар ва изотонлар киради.



- Атом таркибида 8 протон ва 8 нейтрон бўлса, унинг электронларининг массаси атом массасининг қандай бўлагини ташкил этади?
- Атом номерлари: 9, 16, 25, 41, 50, 92, 105 бўлган элементларнинг нуклон сонларини ҳисобланг.
- Ушбу берилган атомларнинг:  $^{42}_{20}\text{Ca}$ ,  $^{58}_{26}\text{Fe}$ ,  $^{39}_{19}\text{K}$  ва  $^{127}_{53}\text{I}$  нейтронлар ва электронлар сонларини ҳисобланг. Ҳар бир атом ядроидаги протонларнинг улуши қандай?
- Жадвалда баъзи заррачалар ҳақида маълумотлар берилган:

Заррача	Электронлар	Протонлар	Нейтронлар
A	12	12	12
B	12	12	14
C	10	12	12
D	10	8	8
E	9	9	10

- Қайси заррачалар нейтрал атомлар бўлиб ҳисобланади?
  - Анион қандай заррача? Унинг заряди нимага тенг?
  - Катион қандай заррача? Унинг заряди нимага тенг?
  - В) Қандай иккита заррача изотоп ҳисобланади?
- Нуклидлар деб нимага айтилади?
  - Изобар ва изотон деб нимага айтилади? Мисол келтиринг.
  - Берилган нуклидлар ядроидаги нейтронларнинг улуши қандай:  $^{24}_{12}\text{Mg}$ ,  $^{26}_{12}\text{Mg}$ ,  $^{28}_{14}\text{Si}$ ,  $^{30}_{14}\text{Si}$ ,  $^{107}_{47}\text{Ag}$  ва  $^{109}_{47}\text{Ag}$ ?
  - Нуклидинг масса сони 27, протонларининг улуши 48,2%. Қайси элементнинг нуклиди эканлигини аниқланг.
  - $^{12}_{Z}\text{Z}$  нуклидинг ядроидаги нейтронларнинг улуши 0,582. Протон сонини Z аниқланг.
  - Ядроисида 148 нейтрони бор ураннинг  $^{92}_{U}$  оғир изотопининг массаси ядроисида 135 нейтрони бор енгил изотопининг массасидан неча баробар оғир?
  - Ядроисида қуидаги заррачалари бўлган нуклидлар қайси элементларнинг изотопларига киришини аниқланг:

Нейтронлар	5	16	4	1	60	2	146	0
Протонлар	5	15	3	1	47	1	92	1

Нуклидларнинг кимёвий белгиларини ёзинг.

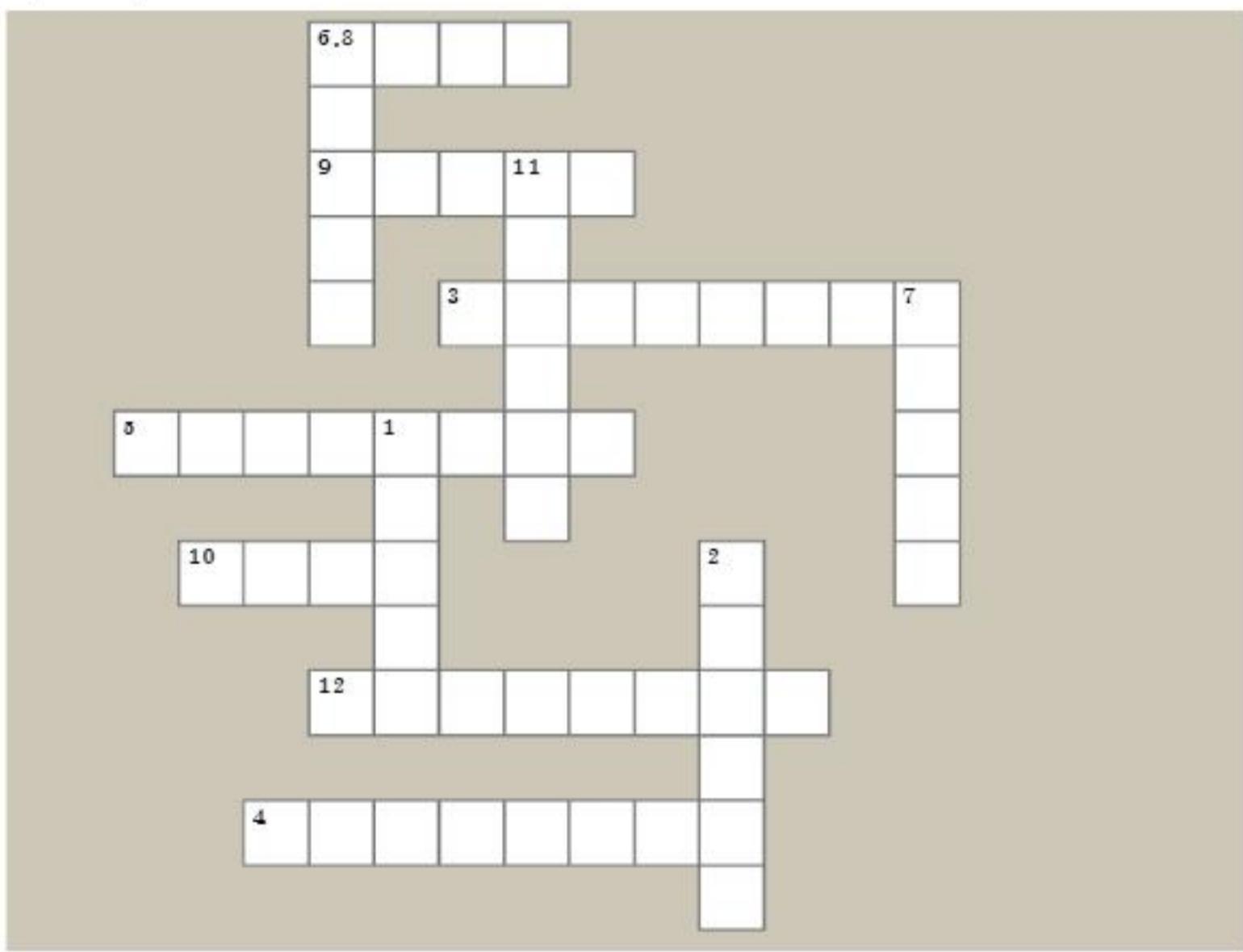
- Ушбу изотоплардаги  $^{27}_{90}\text{X}$ ;  $^{34}_{90}\text{X}$  ва изобарлардаги  $^{25}_{83}\text{Y}$ ;  $^{25}_{85}\text{Z}$  протон, нейтрон, электрон сонларини аниқлаб, шу элементларнинг номини атанг.
- Тенглаштиринг :

	Кислород атоми	Протон сони: 10 Электрон сони: 10 Заряд: 0
--	----------------	--



	Неон атоми	Протон сони: 8 Электрон сони: 10 Заряд: -2
	Кислород аниони	Протон сони: 8 Электрон сони: 8 Заряд: 0

## Кроссворд "Кимёвий элемент"



1. 26 протони бор элемент.
2. Sn белгиси билан белгиланадиган элемент.
3. Модданинг хоссаларини сақлайдиган кичик заррача.
4. Водород изотопи.
5. Атомдаги манфий зарядланган заррача.
6. Иккинчи энергетик поғонадаги электронларнинг максимал сони.
7. Манфий зарядланган ион.
8. Электроннинг ўз ўқи атрофида айланиши.
9. Дирижаблларни тұлдиришда қўлланиладиган инерт газ.
10. Электр нейтрал заррача.
11. Ядро зарядлари бир хил, массалари ҳар хил атомнинг тур ўзгариши.
12. Электроннинг ядро атрофида бўлиши эҳтимоли юқори бўлган ҳудуди.



## 2-§. АТОМ МАССА. ЎРТАЧА НИСБИЙ АТОМ МАССАНИ ҲИСОБЛАШ

### Бугунги дарсда:

- атомлар билан кимёвий элементларнинг микдорий характеристикаларини күриб чиқамиз.

### Таянч сўзлар

- Атомнинг абсолют массаси
- Атомнинг нисбий массаси
- Изотоп таркиби

Атомнинг массаси ( $m_0$ ) ядрога йиғилган. Уни килограмм билан ўлчашга бўлади, бирок бу жуда ноқулай. Масалан: энг енгил атом — водород массаси  $1,674 \cdot 10^{-27}$  кг, ердаги энг оғир атом — ураннинг массаси эса  $3,952 \cdot 10^{-25}$  кг. Ҳатто граммнинг кичик ўнлик улуши атограмни (аг) фойдаланганни ўзида, водород атомнинг массаси  $m_0(\text{H}) = 1,674 \cdot 10^{-9}$  граммни ҳосил қиласди. Бу сонни ўқиш ноқулай. Шунинг учун атом массасининг ўлчов бирлиги сифатида маҳсус бирлик *达尔тон* қўлланилади.

“Дальтон” атамасини машҳур америкалик кимёгар Лайнус Полинг (1901–1994) тавсия этган. Атом массаси бирлигининг аниқлиги етарли,

у ҳар қандай нуклоннинг массасига teng ҳамда ядросида бир протони бор водород массасига ўлчовдош. Ўлчашга қулай бўлганлигидан, атом массаси бирлигини углероднинг энг кўп тарқалган изотопи нуклидининг массаси билан аниқланади.

**Дальтон (масса атом бирлиги)** —  $^{12}\text{C}$  нуклиди массасининг 1/12 бўлаги.

Масса атом бирлиги м.а.б. ёки Дн деб белгиланади.

$$1\text{Dn} = 1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Агар атом массаси дальтон билан ўлчанса, уни *атом массаси* дейди. Атом массаси билан атомли масса – бир физик микдор, уни шу нуклидинг атом массаси деб ҳам атайди.

**Нуклидинг атом массаси — дальтон билан берилган нуклидинг массаси.**

Нуклидинг атом массаси  $A_r$  билан белгиланади:

$A_r(^{16}\text{O})$  —  $^{16}\text{O}$  нуклидинг атом массаси;

$A_r(^{35}\text{Cl})$  —  $^{35}\text{Cl}$  нуклидинг атом массаси;

$A_r(^{27}\text{Al})$  —  $^{27}\text{Al}$  нуклидинг атом массаси.

Агар элементнинг бир неча изотопи бўлса, унда бу элемент массаси ҳар турли нуклидардан тузилади. Элементларнинг табиатда учрайдиган изотопларининг таркиби барқарор, шунинг учун ҳар элементнинг *атомларининг ўртача массасини* ҳисоблашга бўлади ( $\overline{m}_0$ ).

$$\overline{m}_0 = \sum_{i=1}^n D_i \cdot m_0(i) = D_1 \cdot m_0(1) + D_2 \cdot m_0(2) + \dots + D_n \cdot m_0(n),$$

бундаги  $D_1, D_2, \dots, D_i$  — 1, 2, ...,  $i$  изотопларининг улуши;  $m_0(1), m_0(2), \dots, m_0(i)$  — 1, 2, ...,  $i$  нуклидарининг массаси,  $n$  — берилган элемент изотопларининг умумий сони.



Олмос углероддан ташкил топган. Углероднинг масса сони 12 ва 13 бўлган атомларидан бир хил иккита бриллиант кристали ишланса, иккаласи ҳам кимёвий жиҳатдан ядро заряди +6, факат массалари ҳар хил углерод атомлари бўлар эди. Изотопларнинг физик ва кимёвий хоссалари жуда ўхшаш бўлганлиги учун уларни бўлиш ўта қийин. Шунинг учун улардан тайёрланган бриллиант ҳам жуда қимматбаҳо.



**Элементнинг атом массаси** – шу элементнинг табиий изотопларнинг атом масса бирлиги билан берилган ўртacha массаси (далтон билан ҳисобланган).

Элементнинг атом массаси ҳам нуклиднинг атом массаси каби  $A_r$  белгиланади, аммо қавсни ичида нуклиднинг эмас, тегишли элементнинг белгиси кўрсатилади. Масалан:

$A_r(O)$  — кислороднинг атом массаси;

$A_r(Cl)$  — хлорнинг атом массаси;

$A_r(Al)$  — алюминийнинг атом массаси.

Элементнинг атом массаси билан элемент атомининг ўртacha массаси, ҳар хил ўлчов бирлиги билан берилган бир физик катталик бўлганлигидан, элементнинг атом массасини ҳам шу элемент атомининг ўртacha массасини ҳисоблаган формулага ўхшаш формула билан ҳисоблашга бўлади:

$$A_r(\mathcal{E}) = \sum_{i=1}^n D_i \cdot A_r(i) = D_1 \cdot A_r(1) + D_2 \cdot A_r(2) + \dots + D_n \cdot A_r(n),$$

бундаги  $D_1, D_2, \dots, D_i$  — 1-, 2-, ...,  $i$ - изотоплар улуши;  $A_r(1), A_r(2), \dots, A_r(i)$  — 1-, 2-, ...,  $i$ - изотоплар нулидларининг массаси,  $n$  — берилган элементнинг изотопларининг йиғиндиси.



Атом массасини абсолют масса каби (кг, г) ёки нисбий масса каби (м.а.б./Дн) белгилаш мумкин. Даврий жадвалдаги ҳар қандай элементнинг атом массаси унинг изотопли нуклидлари массасининг ўртacha қийматига teng.

### Ўртacha нисбий атом массасини ҳисоблаш

**1-масала.** Хлорнинг иккита изотопининг намуналари берилган:  $^{35}\text{Cl}$  (75,5%) ва  $^{37}\text{Cl}$  (24,5%). Унинг нисбий атом массаси нечага teng? Хлорнинг абсолют атом массасичи?

**Ечими.** Хлорнинг нисбий атом массаси:

$$A_r(\text{Cl}) = 0,755 \cdot m(^{35}\text{Cl}) + 0,245 \cdot m(^{37}\text{Cl}) = 35,5.$$



Нисбий атом массасининг қоидасидан абсолют атом масса нисбий атом масса ва масса атом бирлигининг күпайтмасига тенг эканлиги маълум:

$$m(\text{Cl}) = 35,5 \cdot 1,66057 \cdot 10^{-24} = 5,89 \cdot 10^{-23} \text{ г.}$$

**2-масала.** Магний изотопларининг  $^{24}\text{Mg}$ ,  $^{25}\text{Mg}$  ва  $^{26}\text{Mg}$  масса улушларининг нисбати 79,7%; 9,8% ва 10,5%-дан иборат. Магнийнинг ўртача нисбий атом массасини ҳисобланг.

*Ечими.* Магнийнинг ўртача нисбий атом массасини ҳисоблаш учун ҳар бир изотопнинг масса улушкини унинг масса сонига күпайтириб, ҳосил бўлган кўпайтмаларни қўшиш керак:

$$A_r = 0,797 \cdot 24 + 0,098 \cdot 25 + 0,105 \cdot 26 = 19,128 + 2,450 + 2,730 = 24,308.$$

Олинган натижа элементлар даврий жадвалида келтирилган магнийнинг атом массаси миқдорига мос (24,305).

**3-масала.** Миснинг нисбий атом массаси 64,546 Дн. Унинг табиатда  $^{63}\text{Cu}$  ва  $^{65}\text{Cu}$  изотоплари учрайди. Миснинг оғир изотопини унинг енгил изотопидан неча марта оғир эканлигини ҳисобланг.

*Ечими.* масалани ечишдан миснинг иккала изотопининг масса улушкини ҳисоблаймиз: 65 изотопининг масса улуси  $x$  бўлсин, 63 изотопининг масса улуси  $(1 - x)$  бўлсин

$$64,546 = x \cdot 63 + (1 - x) \cdot 65;$$

$$x = 0,227 \text{ (изотоп 63),}$$

унда иккинчи изотоп 0,773. Демак, оғир изотоп енгил изотопдан  $\frac{0,773}{0,227} = 3,4$  марта оғир.



- 1. Сув молекуласидаги водород атомларининг массаси қандай? Шу масала мисолида водород атомларининг улуси сувнинг исталган қисмидаги бир сув молекуласидаги водород атомининг улушкига тенг эканлигини исботланг.
- 2. а) Азот (V) оксидидаги  $\text{N}_2\text{O}_5$  кислород атомларининг масса улуси; б) олтингугурт кислотасидаги олтингугурт атомларининг масса улуси қандай?
- 3. Борнинг табиий изотопларининг таркиби 19%  $^{10}\text{B}$  ва 81%  $^{11}\text{B}$  ташкил қилади. Нуклиднинг массаси масса сонига тенг деб олиб, борнинг атом массасини ҳисобланг.
- 4. Нуклиднинг массаси масса сонига тенг деб олиб, қуйдаги элементлар изотопларининг масса улушлари бўйича атом массаларини ҳисобланг:
  - а)  $^{24}\text{Mg} = 0,796$ ;  $^{25}\text{Mg} = 0,091$ ;  $^{26}\text{Mg} = 0,113$ ;
  - б)  $^{28}\text{Si} = 92,2\%$ ;  $^{29}\text{Si} = 4,7\%$ ;  $^{30}\text{Si} = 3,1\%$ ;
  - в)  $^{63}\text{Cu} = 0,691$ ;  $^{65}\text{Cu} = 0,309$ .
- 5\*. Таллийнинг атом массаси 204,37 Дн. Табиатда таллий 207 ва таллий 203 изотоплари учрайди. Табиий таллийнинг изотоп таркибини аникланг.
- 6\*. Табиий аргон уч изотопдан ташкил топган.  $^{36}\text{Ar}$  нуклидининг улуси 0,34%. Аргоннинг атом массаси 39,948 Дн. Табиатда  $^{38}\text{Ar}$  ва  $^{40}\text{Ar}$  қандай муносабатда учрайди?



- 7\*. Табиий магний уч изотопдан ташкил топган. Магнийнинг атом массаси 24,305 дн.  $^{25}\text{Mg}$  изотопининг масса улуси 9,1%.  $^{24}\text{Mg}$  ва  $^{26}\text{Mg}$  изотопларининг масса улусини ҳисобланг.
- 8\*. Ер қобиғининг литий-7 атомлари литий-6 атомларига қараганда тахминан 12,5 марта күп учрайди. Литийнинг атом массасини ҳисобланг.
- 9\*. Рубидийнинг атом массаси 85,468 дн. Табиатда  $^{85}\text{Rb}$  ва  $^{87}\text{Rb}$  изотоплари учрайди. Рубидийнинг енгил изотопи унинг оғир изотопидан неча марта күп эканини аникланг.
- 10\*. Табиий кумушнинг икки изотопи  $^{107}\text{Ag}$  ва  $^{109}\text{Ag}$  бор. Кумушнинг солиштирма атом массаси 107,8682.  $^{107}\text{Ag}$  ва  $^{109}\text{Ag}$  изотопларининг масса улусларини (%) ҳисобланг.

### 3-§. РАДИОАКТИВЛИК

Француз физиги Анри Беккерель ураннинг табиий бирикмалари күринмас нур чиқарыб, қоронғуда фотоплёнкани очилтириши мүмкінлигини аниклади. Бу ҳодиса **радиоактивлик** деб аталди. Бу терминни М. Склодовская-Кюри кириптган.

**Бир кимёвий элементнинг бекарор изотопининг ўз-ўзидан элементар зарралар чиқарыб иккінчи элементнинг изотопига айланиши радиоактивлик деб аталади.**

Радиоактив нурларнинг асосий уч тури мавжуд (6-расм):

- **α-нурлар** заряди электрон зарядидан икки ҳисса күп, мусбат зарядланган, массаси водород массасидан 4 ҳисса күп α – заррачалардан ташкил топган.
- **β-нурлар** – электронлар оқими;
- **γ-нурлар** – массаси жуда оз, зарядсиз электромагнит түлқинлар.

Нурлар грек алфавитининг бошланғич уч ҳарфи билан белгиланади. Бундан бошқа радиоактив емирилишнинг кам тарқалган икки тури бор:

- позитрон емирилиш;
- электронларни тортиб олиш.

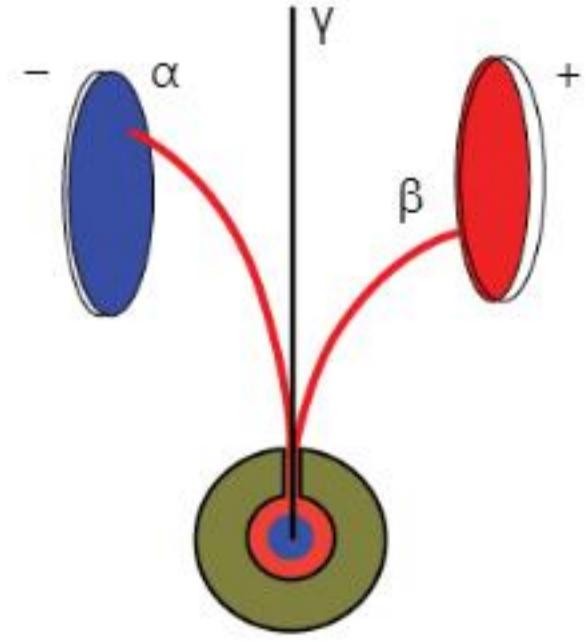
Аввало ядро альфа ёки бета нурлар чиқаради, ядро ностабил шароитда гамма нурларни чиқаради. Альфа зарралар икки протон ва икки нейтрондан таркиб топган. Гелий атоми ядросининг таркиби худди шундай. Олимлар гелийни ер юзидағи табиий радиоактивликнинг маңсулоти деб ҳисоблайди.

#### Бугунги дарсда:

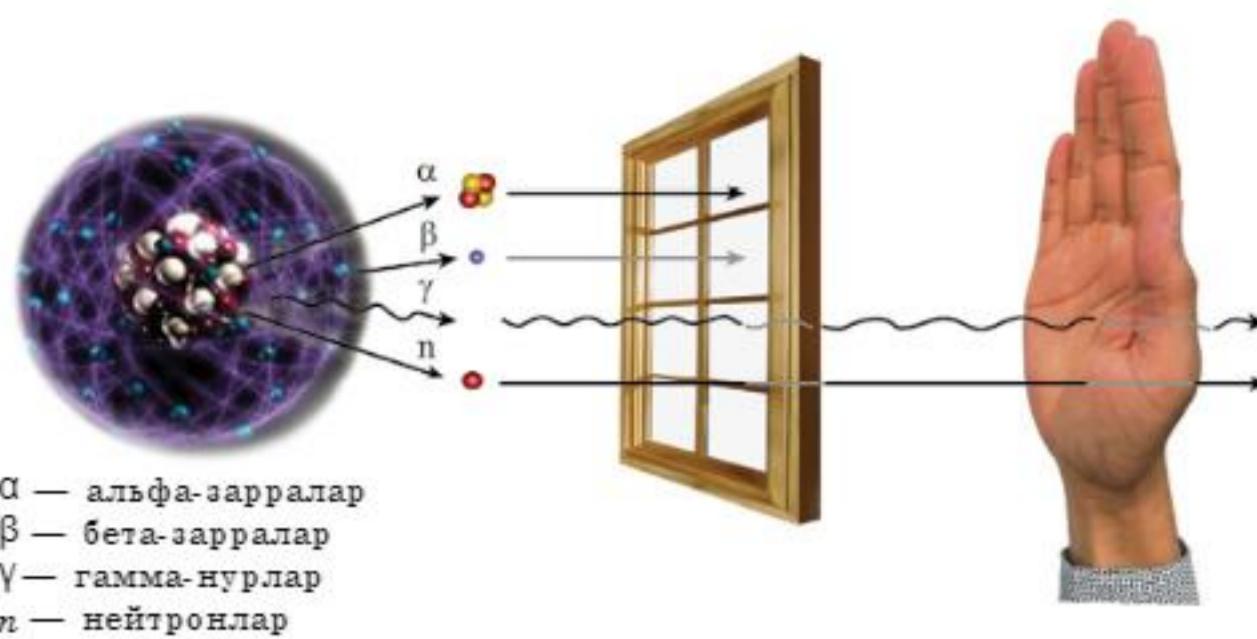
- Радиоактивликнинг табиатини ва радиоактив изотопларининг парчаланиш сабабини тушунамиз;
- Изотопларининг барқарорлығини аниклашни ўрганамиз.

#### Таянч сұздар

- Радиоактивлик
- α, β-, β+, γ-нурланиш
- Позитрон чиқарыб емирилиш
- Электронларни тортиб олиш



6-расм. Электр майдонида радиоактив нурларнинг тарқалиши



7-расм. Түсікларда нурларнинг үтувчанлиғи

Альфа зарралар секин ҳаракатланади, қоғоз варағидай қалинликдаги модда қатлами уларни ушлаб қолади ва улар 10 см-дан кам масофага учади.

Бетта зарралар — юқори энергияси бор электронлар. Улар нейтронлар парчаланганда тузилади. Бета зарралар ҳавода тахминан 1 метрга учади. Уни қалинлиги 1 миллиметр мис қавати тутиб қолади.

Гамма нурлар ёруғлик тезлигидай тезлик билан ҳаракатланадиган юқори энергиялы электромагнит нурлар. Гамма нурларининг частотаси құрғошин қатлами орқали үтганда 13 миллиметр ёки ҳаво қатлами орқали үтганда 120 метргача камаяди (7-расм, 6-жадвал).

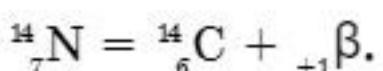
6-жадвал

#### Радиоактив нурларнинг тавсифномаси

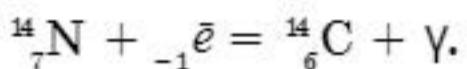
Нурланиш	Белгиланиси	Заряди	массаси (м.а.б.)	тавсифномаси
α-нурлар	${}^4_2\text{He}$	0	4	иккита протон ва иккита нейтрон ажратади Үтиш хусусияти суст, ёруғлик манбаи: 10 м Нурланиш тезлиги 20000 км/с биологик таъсири: юқори радиация
β-нурлар	$e^-$ $e^+$	-1 +1	0 0	электрон ёки позитрон ажратади, ёруғлик манбаи: 20 м гача, нурланиш тезлиги: 300 000 км/с. Биологик таъсири ўртача радиация
γ-нурлар	γ	0	0	энергия фотонлар сифатида ажралади. Үтиш хусусияти: юқори, ёруғлик манбаи: 100 м нурланиш тезлиги: 300 000 км/с. биологик таъсири паст радиация



- Позитрон емирилиши.* Позитроннинг массаси электрон массаси билан бирдей, заряди +1:  ${}_{+1}^{\beta}$ ), натижада бир протон нейтронга айланади, ядро заряди эса бир бирликка камаяди:



- Электроннинг тортиб олиниши* (К-тортиб олиш), ядро электронларни ўз ичига олиши мүмкін, яъни ядрога яқин К сатқдан электрон олинади. Натижада ядро заряди бир бирликка камаяди, масса сони ўзгармайды ва рентген нурлари юзага келади:



Олимларнинг аниклаши бўйича ядросида 84 протондан (полоний Po) кўп протон бўладиган атом ядролари бекарор, улар вақт ўтиши билан радиоактив емирилишига учрайди. Лекин ядроларида протон сони 84-дан кам болган радиоактив изотоплар ҳам учрайди. Изотопнинг барқарорлигини атомнинг протон ва нейтрон сонларининг муносабатидан аниклашга бўлади. Протон ва нейтрон сонларининг фарқи катта бўлса, изотоп бекарор бўлади. Протон ва нейтрон сонлари тахминан тенг бўлса, изотоп барқарор бўлади.

Атом ядросининг барқарорлиги нейтрон сонларининг протон сонига нисбатига, шунингдек уларнинг сони жуфт ёки тоқ бўлишига боғлиқ. Протон ва нейтрон сонлари жуфт бўладиган атом ядролари нуклонларининг сони тоқ бўладиган ядроларга қараганда барқарор бўлади (7-жадвал).

#### 7-жадвал

Нуклон сонлари ҳар хил доимий изотопларнинг сони

Доимий изотопларнинг сони	Протон сони	Нейтрон сони
157	жуфт	жуфт
52	жуфт	тоқ
50	тоқ	жуфт
5	тоқ	тоқ

Радиоактив нуклидларнинг парчаланиш тезлигини ярим емирилиш даври деб аталувчи катталик тавсифлайди. Ярим емирилиш даври деб  $T_{1/2}$  радиоактив изотоп бошланғич атомлари сонининг икки марта камайишига кетадиган вақтни айтади:

$$N = N_0 / 2^n.$$

Ярим емирилиш даврини билиш радиоактив элементнинг хавфсиз даврини аниклаш учун керак. Хавфсиз давр ярим емирилишнинг 10 давридан кейин келади. 8-жадвалда баъзи радиоактив изотопларнинг ярим емирилиш даври берилган.



## Баъзи радиоактив изотопларнинг ярим емирилиш даври

Изотоп	Ярим емирилиш даври	Хавфсиз давр
Криpton — 94	1,4 секунд	14 секунд
Радон — 222	3,8 сутка	38 сутка
Йод — 131	8 сутка	80 сутка
Кобальт — 60	5,2 йил	52 йил
Водород — 3	12,3 йил	123 йил
Углерод — 14	5730 йил	57300 йил
Уран — 235	4,5 млрд йил	45 млрд йил
Рений — 187	70 млрд йил	700 млрд йил

Кўп элементларнинг табиатда учрайдиган изотоплари барқарор эмас. Ҳар турли геологик намуналарда уларнинг микдори ўзгача бўлади. Бундай элементларнинг нисбий атом массаси  $A$ , қийматининг аниқлиги юқори бўлмайди. Элементнинг атом массаси, унинг табиатда тарқалган изотоплари массаларининг ўртacha микдори экани маълум. Бир изотопи бор элементнинг нисбий атом массаси қиймати даврий жадвалда беш ёки олти хонали рақамга қадар аниқлик билан кўrsатилган.

◆ Қозоғистон уран заҳиралари бўйича дунёда учинчи ва уни ишлаб чиқаришда биринчи ўринда. Элимиздаги уран заҳиралари 900 минг тонна деб баҳоланмоқда. Асосий конлари Қозоғистоннинг жанубида (Туркистон ва Қизилўрда вилояти), ғарбида (Манғистоу), Қозоғистоннинг шимолида (Семизбой заҳираси ўрни) жойлашган.

Актауда қуввати 600 МВт ва Балхаш кўлининг атрофида 1900 МВт янги атом электр станциясини қуриш масалалари кўрилмоқда. Мамлакатда 5 га яқин тадқиқот ядро реактори мавжуд.



Бир кимёвий элементнинг барқарор изотопининг ўз-ўзидан элементар заррачалар чиқариб иккинчи элементнинг изотопига айланиши радиоактивлик дейилади. Атом ядросининг барқарорлиги нейтрон сонларининг протон сонига нисбати билан аниқланади. Радиоактив нуклидларнинг емирилиш тезлигини ярим емирилиш даври билан таърифлайди.

### Биласизми?

Водороднинг бир грамми гелийга айланганда ажраладиган энергия 15 тонна бензин ёнганда ҳосил бўладиган иссиқлик билан бир хил.

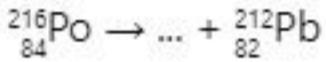


1. Радиоактивлик деганимиз нима?
2. Радиоактив нурларнинг қандай турларини биласиз?
3. Жадвални тўлдиринг:



Нурланиш	Заряд	Үтүвчанлик хоссаси	Үтүвчанлик хоссасында мисоллар	Табиати
α				
β				
γ				

4. Барқарор ва бекәрор изотоплар деганимиз нима?
5. Изотопларнинг барқарорлыгини қандай аниқлади?
6. Ярим емирилиш даври дегани нима? Унинг аҳамияти нимада?
7. Берилган нуклидларнинг барқарорлыгини аниқланг:  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{91}\text{Y}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{103}\text{Ru}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{140}\text{Ba}$ ,  $^{141}\text{Ce}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ .
8. Табиатда учрайдиган бу изотопларнинг барқарорлыгини аниқланг:  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ .
9. Тамаки турунида оз микдорда радиоактив полоний  $^{216}_{84}\text{Po}$  бўлади. Сигаретнинг бир қутисини чеккан одам радиоактив нур микдорини 4-5 марта кўп олади. Энг аввало бу томоқ ва ўпкага таъсир этади, емирилиб жигарда йиғиладиган қўрғошин Pb пайдо бўлади.



10. Радиоактивликнинг ижобий ва салбий аспектларда солишириб, сизлар "Радиоактивлик биз учун фойдалими ёки заарлими?" деган саволларга жавоб беради.

Фойдаси	Зарари

11. Атом электростанциялари ўз ишини бошлагандан бери 14 мамлакатда 150 ортиқ турли даражадаги ҳалокатли ҳодисалар юз берди. Атом электростанцияларидаги ҳалокатлар натижаларини атанг (камидаги 4 та), мисол келтиринг.
12. 2013 йили Қозоғистон уран радиоактив элементини ишлаб чиқариш бўйича дунёда биринчи ўринга чиқди. Бошқа ёқилғи турларига қараганда унинг ютуқлари ва камчиликларига иккитадан мисол келтиринг.
13. Интернет материаларини фойдаланиб, Қозоғистон Республикасида атом энергетикасининг асослари ва ривожланишини шакллантирадиган дастлабки шартлари (камидаги учта) қандай эканлигини муҳокама қилинг.
  - 1. Йод изотопининг  $^{131}_{53}\text{I}$  — ярим емирилиш даври 8 сутка. Радиоактив ядроларнинг дастлабки сони  $^{10^9}$  бўлса 80 суткадан кейин бу изотопнинг қанча радиоактив ядрои қолади?
  - 2. Кумушнинг радиоактив изотопининг массаси 810 суткадан кейин 8 ҳисса камайди. Радиоактив кумушнинг ярим емирилиш даврини аниқланг.
  - 3. Радиоактив элементнинг фаоллиги 8 кунда 4 ҳисса камайди. Элементнинг ярим емирилиш даврини аниқланг.

## 4-§. ЯДРО РЕАКЦИЯЛАРИ

Кимёвий реакциялар натижасида бошланғич моддалар янги моддаларга айланади, бироқ атомлари ўзгармайди. Ядро реакциялари натижасида эса бир кимёвий элементнинг атомлари бошқа кимёвий элемент атомларига айланади. Ўтган асрнинг 30-йиллари олимлар ядро реак-

### Бугунги дарсда:

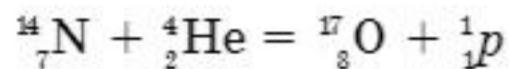
- ядро реакцияларининг мазмунини тушунамиз ва уларнинг тенгламаларини тузишни ўрганамиз.



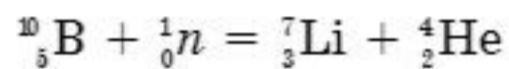
## Таянч сұзлар

- Ядро реакциялари
- Ядро реакцияларининг тенгламалари

Шундай ядро үзгаришларининг ёрдами билан олимлар табиатда учрамайдыган сунъий изотопларни олди. Биринчи ядро реакциясини 1919 йили Резерфорд амалга оширеди. У азот атомини α-зарралар билан бомбардимон қилди:



Хозирги вактда сунъий үзгаришларни амалга ошириш учун протонлар ёки нейтронлар фойдаланилади:

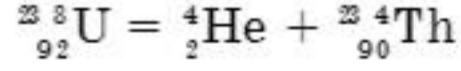


*Ядро реакцияси дегани міз – атом ядросининг элементар зарралар билан таъсирлашиши натижасида атом ядросининг таркиби билан түзилиши үзгәриб, иккіламчи элементар зарралар түзилиши билан борадиган реакция.*

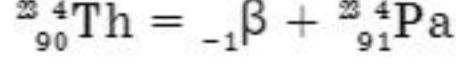
Ядро реакцияларининг чизмасини мана бундай күрсатиш мүмкін:



Емирилиш маҳсулотлари ва уларнинг даврий жадвалдаги ўрнини таҳмин қилиш учун Ф. Соди билан К. Фаянснинг силжиш қоидалари фойдаланилади. *Агар элемент изотопининг ядроси α-заррача тузиб парчаланса* ( ${}^4_2\text{He}$ ), бунда унинг масса сони 4 бирликка, ядро заряди эса 2 бирликка камайиб, даврий системада икки ракам олдин жойлашган янги элемент изотопининг ядроси тузилади:

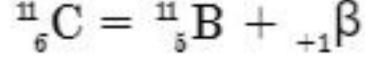


• *Агар элемент изотопининг ядроси β-заррача тузиб парчаланса*, бунда масса раками үзгармай, ядро заряди бир бирликка ортиб, яъни даврий системада бир ракам орқада жойлашган янги элемент изотопининг ядроси ҳосил бўлади:



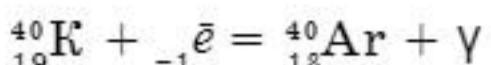
• *Гамма Үнурланиш вақтида изотопнинг массаси билан заряди үзгармайды, күпинча Ү-нурлар энергиянинг ортиқ миқдорини олиб кетади, шунинг учун ҳам энергия камаяди. Ү-нурлар чиқарадиган фаол изотопларга  ${}^{60}\text{Co}$ ,  ${}^{137}\text{Cs}$ , ва  ${}^{224}\text{Ra}$  киради.*

• *Позитрон ярим емирилиши натижасида бир протон нейтронга айланади, ядро заряди эса бир бирликка камаяди:*





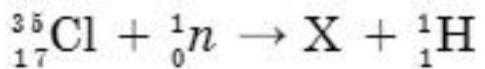
- **Электроннинг тортиб олиниши** (К-тортиб олиш), ядронинг ўз электрони, яъни ядрога яқин К сатхдан электрон қўшиб олинади. Натижада ядро заряди бир бирликка камаяди, масса сони эса ўзгармайди ва рентген нурлари ҳосил бўлади:



Формуланинг чап томонидаги элементларнинг атом номерларининг йиғиндиси реакция натижасида ҳосил бўлган элементларнинг атом номерларининг йиғиндисига тенг бўлса, ядро реакция тенглашган бўлиб ҳисобланади. Бу шарт масса сонларининг йиғиндиси учун ҳам бажарилиши керак.

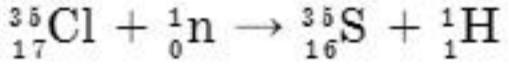
Ядро реакцияларида реагентлар билан маҳсулотнинг масса сони ва ядро зарядларининг йиғиндиси ҳамма вакт барқарор. Ядро реакциялари тенгламалари модда массаси билан заряднинг сақланиш қонунига асосланган.

Масалан, хлор изотопи (хлор 35) нейтрон билан отиш ядро реакцияси натижасида водород изотопи ҳосил бўлади (водород-1):



Реакциянинг ўнг томонидаги X элементни аниқлаш керак.

Ядро реакция тенгламаларидағи номаълум элементнинг атом сони 16. Даврий жадвалда бу рақам олтингугуртга (S) тегишли. Демак, берилган ядро реакцияси натижасида, яъни хлор изотопини (хлор 35) нейтрон билан бомбардимон қилганда водород изотопи (водород 1) ва олтингугурт (олтингугурт 35) изотопи ҳосил бўлади:



Ядро реакциялари ёрдами билан *радиоактив изотоплар* олинди. Барча кимёвий элементларнинг таҳминан 1500 яқин изотопи маълум. Фақат радиоактив изотоплардан ташкил топган элементлар *радиоактив* элементлар деп аталади. Бу – атом номерлари 43, 61 ва 84–118 бўлган элементлар.

### Биласизми?

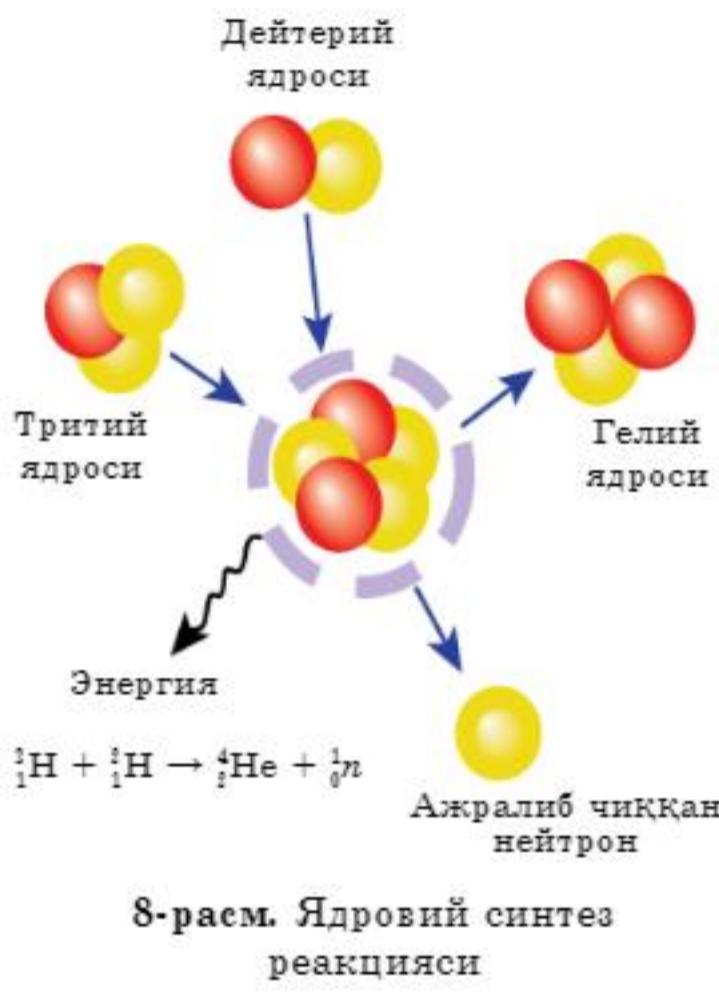
Соғлом ҳужайраларга қараганда, ҳавфли шишга учраган ҳужайраларнинг нурланишга таъсирчанлиги юқори. Бу радиоактив кобальт-60 изотопидан тарқаладиган  $\gamma$ -нурларининг ёрдами билан ҳавфли шиш касалликларини (радио терапия) даволашга имконият берди.

**Табиатдаги ядро реакциялари.** Ядро реакциялар юлдузлар марказида ёки юлдузлар атмосферасида жуда юқори ҳароратда амалга ошади. Икки ядро бир-бири билан бирикиши учун улар жуда яқин келиши керак. Ердаги нормал ҳароратларда мусбат зарядланган икки ядро бир-биридан кучли итариғганидан, синтез амалга ошмайди. Жуда юқори ҳароратда кинетик энергиялари юқори ядролар жуда катта тез-



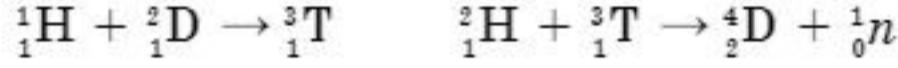
**Мария Склодовская-Кюри  
(1867—1934)**

Француз физиги ва кимёгари, радиоактивлик ҳақидаги илмга ассо солғанларнинг бири, Петербург ФА мухбир аъзоси (1907 й.) СССР ФА (1926й) фахрий аъзоси. Торийнинг (1898 й.) радиоактивлигини аниклади. Умр йўлдоши Пьер Кюри билан бирга полоний ва радийни аниклади, «радиоактивлик» терминини киритди. Радиоактивликни ўргангани учун (1903й. Пьер Кюри ва Антуан Анри Беккерель билан бирга) физикадан Нобель мукофотини олган. 1910 й. А. Дебъерн билан бирга металл радийни олиб, хоссаларини ўрганди. 1911 й. кимёдан Нобель мукофотини олган. Радиоактив ўлчов усусларини таклиф қилди, радиоактив нурларни биринчи марта медицинада фойдаланди.



лик билан ҳаракатланганда, итарилиш энергетик тўсиқни енгиш мумкин. Ядролар бир-бирига якинлашганда, ядродаги протонлар билан нейтронларни бириктириб ушлаб турадиган ядро кучларининг таъсиридан бирикиб, анча оғир ядролар ҳосил бўлади. Табиатда, шунингдек инсон организмида учрайдиган элементлар юлдузларда борадиган термоядервий реакцияларнинг натижасида ҳосил бўлган. Юлдузларнинг газли булутларида борадиган ядервий синтез реакцияларининг натижасида янги элементлар ҳосил бўлган. Масалан, ядервий синтез реакцияси боришида водороднинг икки ядрои бирикиб, гелийга айланади (8-расм). Ажралиб чиққан энергия газли булутнинг

чақнашини ҳосил қиласди. Синтез — ҳарорати миллионлаган градусга етадиган юлдузларнинг марказида борадиган асосий жараён. Қуёшда борадиган ядро реакцияларининг икки мисоли қуйида келтирилган. Унга водороднинг уч изотопи иштирок этади:



Юлдузларнинг бошқа турларида гелий термоядервий реакцияга учраб, натижада углерод, кислород, неон, магний, олтингугурт, аргон, кальций ва бошқа элементлар ҳосил бўлади.

### Биласизми?

1 г  $^{235}\text{U}$  парчаланганда  $7,5 \cdot 10^7$  кДж иссиқлик ажралади. Бу 2 тонна кўмир ёнгандага ажраладиган иссиқликдан кўп.



## Биласизми?

Ядро реакциялари пайтида ажраладиган энергия мөкдори кимёвий реакцияларда ажраладиган энергиядан таxминан 106 марта күп.



Ядро реакцияси деганимиз- атом ядросининг элементар зарралар билан таъсирлашиши натижасида атом ядросининг таркиби билан тузилиши ўзгариб, иккиласмчи элементар зарралар ҳосил бўладиган реакция. Ядро реакцияларидаги реагентлар билан маҳсулотнинг масса сони ва ядро зарядларининг йиғиндиси ҳамма вақт барқарор. Ядро реакцияларининг тенгламалари модда массаси билан заряднинг сақланиш қонунига асосланган.



Радиоактивликни ичимлик ишлаб чиқаришда, қувурлардаги, нефть қувурларидағи, қурилишда ер ости сув қувурларидағи тирқишиларни аниқлаш учун ишлатилади. Барча ҳолларда қисқа вақт яшайдиган изотоплар қўлланилади.

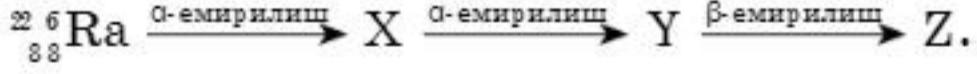
## Ядро реакцияларининг тенгламаларини тузиш

**1-мисол.** Ядро реакциясининг тенгламасини якунланг:



**Ечими:** Тенгламанинг ўнг ва чап томонида барча заррачалар зарядларининг йиғиндиси тенг бўлиши керак. Шунингдек модда массасининг сақланиш қонунига ҳам асосланамиз. Тенгламанинг чап томонидаги пастки индекс 24, ўнг томонида 23. Тенгламанинг чап томонидаги юқори индекс 53, ўнг томонидаги юқори индекс 52, демак, етмай турган 1 сони. Номаълум заррача:  $^1p$ .

**2-мисол.** Радиоактив емирилиш маҳсулотлари X, Y ва Z-ни аниқланг:

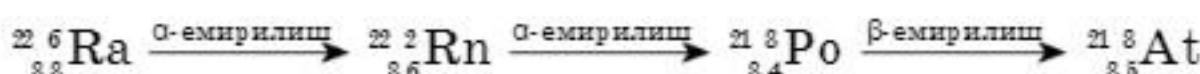


**Ечими.**  $\alpha$ -емирилиш вақтида  $^{226}_{88}\text{Ra}$  масса сони A тўрт бирликка камайиб,  $A_x = 226 - 4 = 222$  бўлди. Ядро заряди икки бирликка камаяди.  $Z_x = 88 - 2 = 86$ . Биринчи емирилиш натижасида радон изотопи  $^{222}_{86}\text{Rn}$  ҳосил бўлади. Радоннинг  $\alpha$ -емирилишини ҳам қўйида-гича ифодалаймиз:

$A_y = 222 - 4 = 218$ ,  $Z_y = 86 - 2 = 84$ . Иккинчи емирилиш натижасида полоний изотопи  $^{218}_{84}\text{Po}$  олинади;  $\beta$ -емирилишдан полонийнинг масса сони ўзгармайди, ядросининг заряди бир бирликка кўпаяди:



$Z_z = 84 + 1 = 85$ . Емирилиш тизими нинг сүнгги моддаси атом номе-ри 85 элемент, яъни астат ( $^{218}_{85}\text{At}$ ) ҳосил бўлади. Ядро реакцияларининг натижаси:



1. Ядро реакцияси деганимиз нима?
2. Берилган ядро реакцияларининг номаълум  $X$  элементини аниқланг:
 

a) $^9_9\text{F} + ^1_1\text{p} = X + ^0_0\text{Y}$	ә) $^{40}_{19}\text{K} + ^{-1}_0\text{e} = X$
б) $^{53}_{24}\text{Cr} + ^2_1\text{D} = X + ^1_0\text{n}$	в) $X = ^0_{-1}\text{e} + ^{39}_{94}\text{Ru}$
3. Литийнинг изотопи  $^7_3\text{Li}$  дейтерий ядрои билан таъсирлашганда қандай зарра ҳосил бўлади?
 
$$^7_3\text{Li} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^8_4\text{Be} + ?$$
4. Ядро реакциясига қатнашадиган зарра:
 
$$^4_1\text{N} + ? \rightarrow ^8_7\text{N} + ^2_1\text{n}$$
5. Ядро реакциясига қатнашадиган зарра  $X$ :
 
$$X + ^6_5\text{B} \rightarrow ^4_7\text{N} + ^0_1\text{n}$$
6. Ядро реакция натижасида ҳосил бўлган азот атомининг ядро заряди билан масса сонини аниқланг:
 
$$^{10}_5\text{B} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^0_1\text{n} + ^{14}_7\text{N}$$
7. Ядро реакцияси натижасида ҳосил бўлган марганец атомининг ядро заряди билан масса сонини солиши тириңг:
 
$$^{56}_{26}\text{Fe} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^{44}_{26}\text{Mn}$$
8. Ядро реакцияси натижасида ҳосил бўлган кислород атомининг ядро заряди билан масса сонини аниқланг:
 
$$^4_7\text{N} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^1_1\text{H} + ^{16}_8\text{O}$$
9.  $^{235}_{92}\text{U}$   $\alpha$ -заррачаларини ҳосил қилиб емирилганда қандай кимёвий элемент ҳосил бўлади?
10. Уран изотопи  $^{238}_{92}\text{U}$  қандай емирилишнинг натижасида  $^{39}_{94}\text{Ru}$ -га айланади?
11. Радиоактив емирилиш маҳсулотлари  $X$ ,  $Y$  ва  $Z$  аниқланг:
 
$$^{253}_{89}\text{Ac} \xrightarrow{\alpha\text{-емирилиш}} X \xrightarrow{\beta\text{-емирилиш}} Y \xrightarrow{\alpha\text{-емирилиш}} Z.$$
12. Ядро реакциясини тугалланг:
 

$^{27}_{13}\text{Al} + ^0_1\text{n} \rightarrow ? + ^4_2\text{He}$	$^{55}_{25}\text{Mn} + ? \rightarrow ^{55}_{26}\text{Fe} + ^0_1\text{n}$
$? + ^1_1\text{H} \rightarrow ^{22}_{11}\text{Na} + ^4_2\text{He}$	$^{27}_{13}\text{Al} + \gamma \rightarrow ^{26}_{12}\text{Mg} + ?$
- \*13. Бериллийнинг изотопи  $^9\text{Be}$  бир  $\alpha$ -заррача ютиб, нейтрон ажратиб бошқа элемент изотопига айланади. Қандай элемент ҳосил бўлади? Ядро реакцияси тенгламасини ёзинг.
- \*14. Энг оғир галоген астат At 1940 йили  $^{209}_{83}\text{Bi}$  изотопидан  $\alpha$ -заррачалар билан нурлатиш натижасида олинган. Реакция натижасида висмут атомининг ядрои икки нейтрон ажратган бўлса, астатнинг қандай изотопи ҳосил бўлади? Ядро реакцияси тенгламасини ёзинг.
- \*15. Табиатда учрамайдиган резерфордий  $^{260}_{104}\text{Rf}$  элементи  $^{229}_{94}\text{Ru}$  изотопидан неон  $^{20}_{10}\text{Ne}$  ядролари билан нурланиш натижасида олинган. Реакция натижасида резерфордий атомидан бошқа қандай заррачалар ҳосил бўлади? Ушбу реакциянинг тенгламасини ёзинг.



## 5-§. ЭНЕРГЕТИК ПОГОНАЛАР. КВАНТ СОНИ ВА ОРБИТАЛЛАР

**Микроолам ва макроолам.** Олимлар аввалдаёқ бизнинг оламни *микроолам* ва *макроолам* деб иккига бўлишган. Макроолам инсон ҳёт кечираётган ва фаолият юритаётган (планеталар, ердаги жисмлар, кристаллар, макромолекулалар ва ш.к.) элементар бизнинг олам. Бунда ҳаммаси тушунарли ва бизга маълум физика қонунлари бажарилади. Микроолам бошқа оламни (атомлар, ядро, оддий зарралар ва бошқалар) тасаввур қиласи, ундаги объектларнинг ўлчами сантиметрнинг миллиардлик улусидан ҳам кичик, вақт оралиқлари эса секунднинг миллиардлик улусидай, яъни тўғридан тўғри назорат қилиш мумкин эмас. Микроскоплик объектларининг хусусиятларини бизга маълум макрооламнинг физик қонунлари билан тушунтириш мумкин эмас. Микрозарралар атомнинг ҳозирги моделини ясашга асос бўлган *квант механика* қонунларига итоат қиласи. Микроолам зарраларининг ичидагизни ҳаммасидан кўпроқ электрон қизиқтиради. Шунинг учун биз атомдаги электроннинг ҳолати билан танишамиз.

**Атомдаги электроннинг ҳолати** — деб маълум бир электроннинг энергияси билан унинг фазодаги ўрни ҳақида ахборотларнинг йиғиндисига айтилади.

Электрон ядро атрофида ҳаракатланишда бўлган зарра ва аниқ ташқи чегараси бўлмаган тўлқинли булат сифатида бизга маълум. Электрон булат ҳақида тўликроқ маълумотни қўйидаги фаразий тажриба асосида олиш мумкин. Биз турли вақт орасида водород атомининг электронини жуда кўп суратга тушира оламиз деб ҳисоблайлик. Бу суратларнинг бирини устига бирини қўйиб, электрон булатининг уч ўлчовли кўринишини оламиз (9-расм).



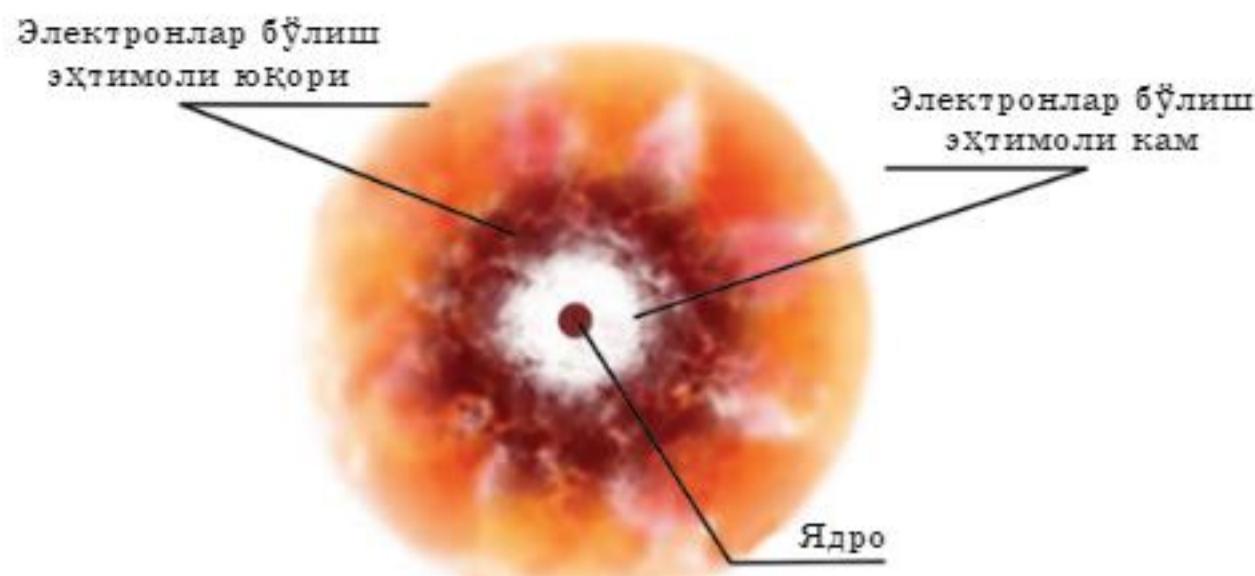
9-расм. Электрон булат — электроннинг бир сониялик “суратларининг” йиғиндиси:  
а — ташқи кўриниши; б — кўндаланг кесимининг кўриниши

### Бугунги дарсда:

- квант сонлари тавсифининг мазмунини кўриб чиқамиз.

### Таянч сўзлар

- Бош квант сони
- Орбитал квант сони
- Магнит квант сони
- Спин квант сони



10-расм. Электронлар бўлиш эҳтимоли

Бу расм электроннинг  $x$ ,  $y$ ,  $z$  уч ўлчовли ядро атрофида бўлиши эҳтимолини тасвирлайди.

Электронни бўлиш эҳтимоли энг юқори ( $\approx 90\%$ ) атом фазосининг маълум бир соҳаси атом орбитали деб аталади (10-расм). Атомдаги ҳар қандай электроннинг ҳолати тўрт квант сони билан ифодаланади: (бош) асосий ( $n$ ), орбитал ( $l$ ), магнит ( $m$ ) ва спин ( $s$ ).

Бош квант сони  $n$  электроннинг энергетик сатҳини ва атом орбиталнинг ўлчовини аниқлайди, у бутун қийматларга эга ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ).

Энергетик поғоналарни K, L, M, N, O, P, Q ҳарфлари билан белгиланади.  $n$ -нинг қиймати бирдай бўладиган электронлар йигиндиси энергетик поғона деб аталади. Ядрога энг яқин жойлашган биринчи энергетик поғонанинг ( $n = 1$ ) электронларининг энергияси энг кичик қийматга эга,  $n$ -нинг қиймати ортган сайин, электрон энергияси ортади.

### Биласизми?

Атом бўш. Агар атом ядросини олманинг катталигидай катталашибилса, ядродан электронларгача бўлган масофа 1 км чамаси бўлади. Агар электронлар билан ядро зарядланмаган бўлса, атомлар бир-бирига ҳалақит бермаёқ бемалол ўтиб юрар эди.

Атомдаги энергетик поғоналарнинг қиймати сон қиймати жиҳатидан шу элемент жойлашган давр рақамига teng.

Ундей бўлса, квант сони бирга teng ( $n = 1$ ), 1-давр элементларининг бир энергетик поғонаси бўлади. Квант сони иккига teng ( $n = 2$ ). 2-даврнинг барча элементларининг икки энергетик поғонаси бўлади. Берилган энергетик поғонадаги электронларнинг максимал сони

$$N = 2n^2$$

тенглиги билан аниқланади. Бундаги  $N$  — берилган энергетик поғонадаги электроннинг сони,  $n$  — поғона номери (даврий номери, бош квант сони). Бундай бўлса, биринчи, иккинчи, учинчи ва тўртинчи энергетик поғоналардаги электронлар сони мос равища 2, 8, 18, 32-дан



ортиқ бүлмайды.  $n$ -нинг ҳар бир қийматига  $n^2$ -тeng орбиталлар сони мос келади. 9-жадвалда бош квант сони  $n$  билан поғоначалар, орбиталлар тури, сони ва поғона ва поғоначалардаги электронларнинг максимал сони орасидаги ўзаро боғлиқлик келтирилган.

9-жадвал

### Бош квант сони $n$ , орбиталлар тури ва сони, поғоначалардаги электронларнинг максимал сони

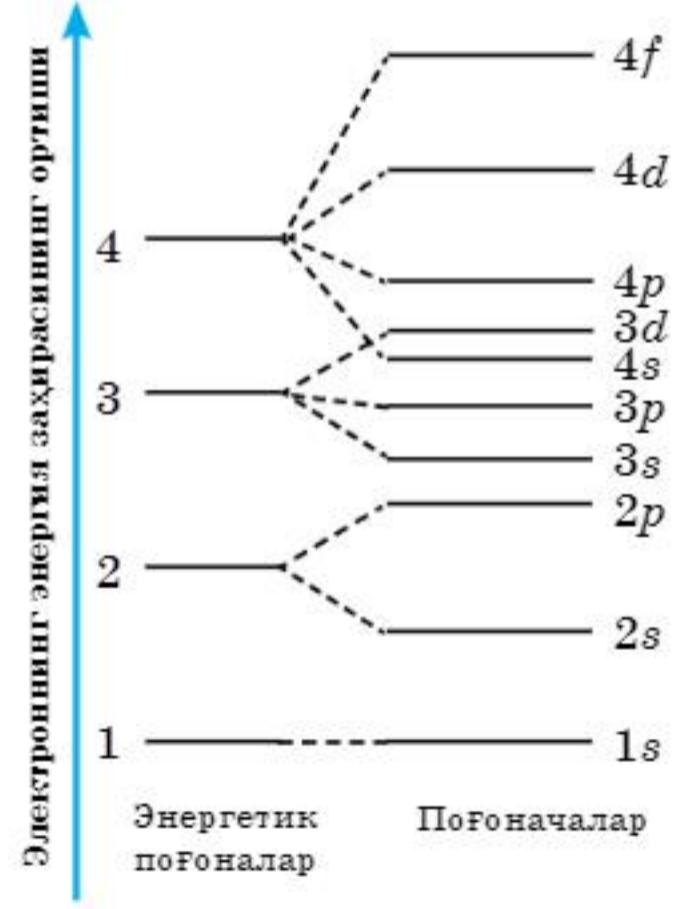
Энергетик поғона ( $n$ )	Поғоначалар сони, $n$ -га тенг	Орбитал тури	Орбитал сони		Электронларнинг максимал сони	
			поғоначада	поғонада	поғоначада	поғонада
$K(n = 1)$	1	$1s$	1	1	2	2
$L(n = 2)$	2	$2s$	1	4	2	8
		$2p$	3		6	
$M(n=3)$	3	$3s$	1	9	2	18
		$3p$	3		6	
		$3d$	5		1	
$N(n=4)$	4	$4s$	1	16	2	32
		$4p$	3		6	
		$4d$	5		10	
		$4f$	7		14	

**Орбитал квант сони ( $l$ ) атом орбиталнинг шаклини ифодалайды.**  $n$  сонига боғлиқ  $l = 0, 1, \dots, (n - 1)$  қийматига эга бўлади. Масалан, агар  $n = 2$ , бунда  $l = 0, 1$ ; агар  $n = 3$ , бунда  $l = 0, 1, 2$ .  $l$  сони поғоначани таърифлайди. Орбитал квант сонининг  $l$  бирдай қиймати билан ифодаланадиган электронларнинг тўплами энергетик поғонача деб аталади.

**Энергетик поғоначасининг белгиланиши:**  $s$ -  $p$ -  $d$ -  $f$ .

Бундай поғоначаларнинг сони поғона тартиб рақами билан ёки  $n$  квант сони билан тўғри келади.

Шундай қилиб,  $l = 0, 1, 2, 3$  бўлганда, электронлар мос равишда,  $s$ - ,  $p$ - ,  $d$ - ,  $f$ -поғоначаларда жойлашади. Бош квант сонининг берилган  $n$  қийматида  $s$ -поғонача электронларнинг энергияси қуий қийматга эга бўлади, аста-секин электронларнинг энергияси  $p$ - ,  $d$ - ,  $f$ -поғоначаларида ортади.



11-расм. Атомдаги энергетик поғоналар ва поғоначаларнинг чизмаси



## Электроннинг энергия ресурсларининг қўпайиши

Поғонада энергетик поғоначаларнинг сони  $n$  бош квант сонидан ортиқ бўлмайди. Яъни биринчи поғонада ( $n = 1$ ) бир поғонача ( $s$ ), иккинчи поғонада ( $n = 2$ ) икки поғонача ( $s$  ва  $p$ ), учинчидаги ( $n = 3$ ) уч ( $s, p, d$ ), тўртинчидаги ( $n = 4$ ) тўрт ( $s, p, d, f$ ) поғонача бўлади (11-расм). Бош ва орбитал квант сонларига мос поғоначаларнинг белгиланиши 10-жадвалда кўрсатилган.

10-жадвал

**Бош ва орбитал квант сонларига мос поғоначалар**

$n$ -нинг қийматлари	$l$ -нинг қийматлари	Поғоначаларнинг белгиланиши
1	0	$1s$
2	0, 1	$2s, 2p$
3	0, 1, 2	$3s, 3p, 3d$
4	0, 1, 2, 3	$4s, 4p, 4d, 4f$



$l = 1$  бўлганда,  $m = -1, 0, 1$ , уч орбитал.

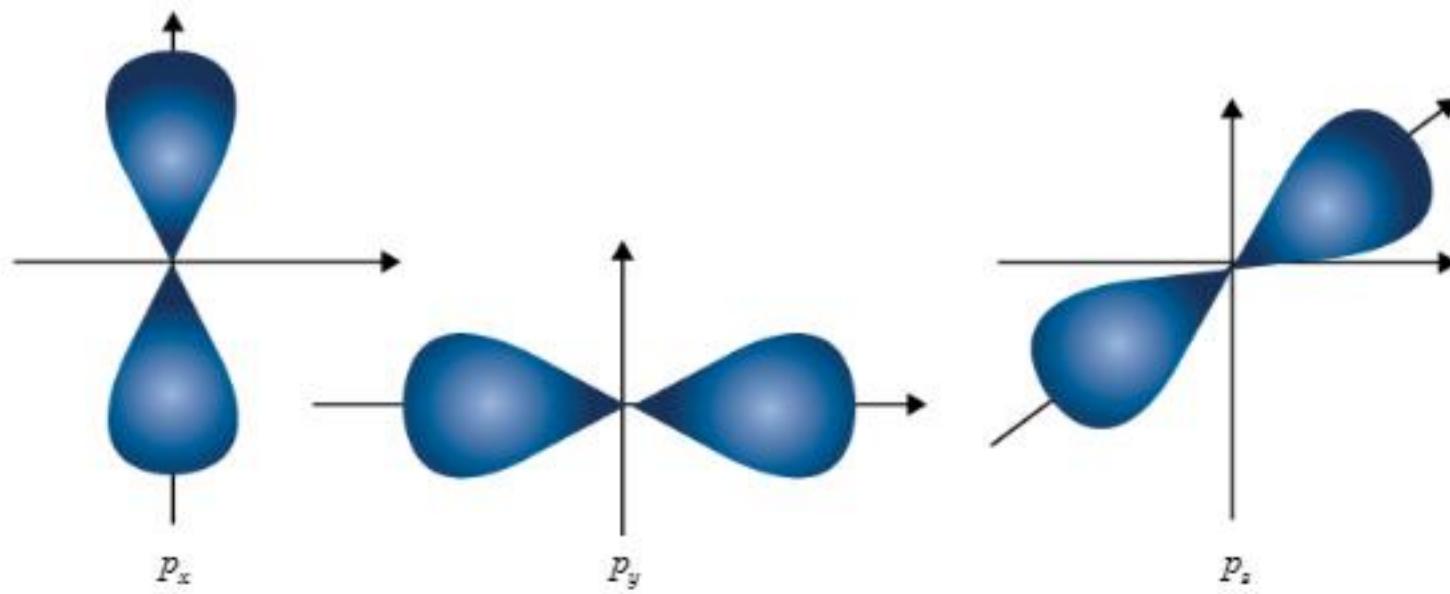
$l = 0$  ( $s$  – поғоначаси) бўлганда, электрон булатининг шакли сфера тарзида бўлади (12-расм).

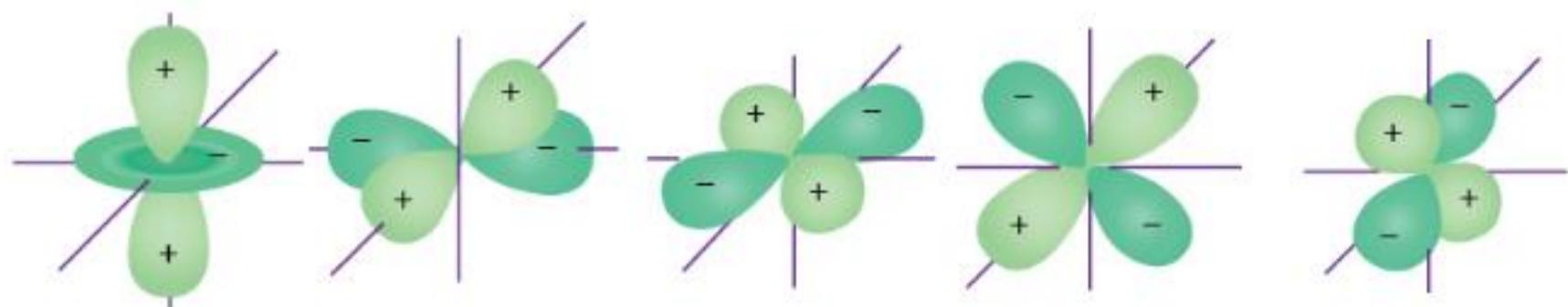
$l = 1$  ( $p$  – поғоначаси) бўлганда, электрон булат ҳажмли саккизлик шаклига эга бўлади (13-расм).

$d$  ва  $f$  орбиталлар мураккаб шаклларга эга. Магнит квант сони ( $m$ ) ядровий магнит майдонидаги орбиталларнинг тарқалишини тасвирлайди, у орбитални квант сонига боғлиқ ва 0-дан  $l - 1$  гача қийматларини қабул қиласди;  $m = 2l + 1$ . Масалан:  $l = 0$  бўлганда,  $m_1 = 0$ , бир орбитал;

$l = 1$  бўлганда,  $m = -1, 0, 1$ , уч орбитал. Барча орбиталлар фазода симметрик тарзда жойлашган.

$l = 2$  бўлганда,  $m = -2, -1, 0, 1, 2$ , беш орбитал. Шунга мос, турли йуналишда йуналган беш  $d$ -орбиталдан туради (14-расм).



14-расм.  $d$ -орбиталларининг мумкин бўладиган шакллари

$l = 3$  бўлганда,  $m = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$ , етти орбитал. Етти  $f$ -орбиталлар мураккаб шаклга эга бўлади (15-расм) ва етти йўналишда жойлашади.

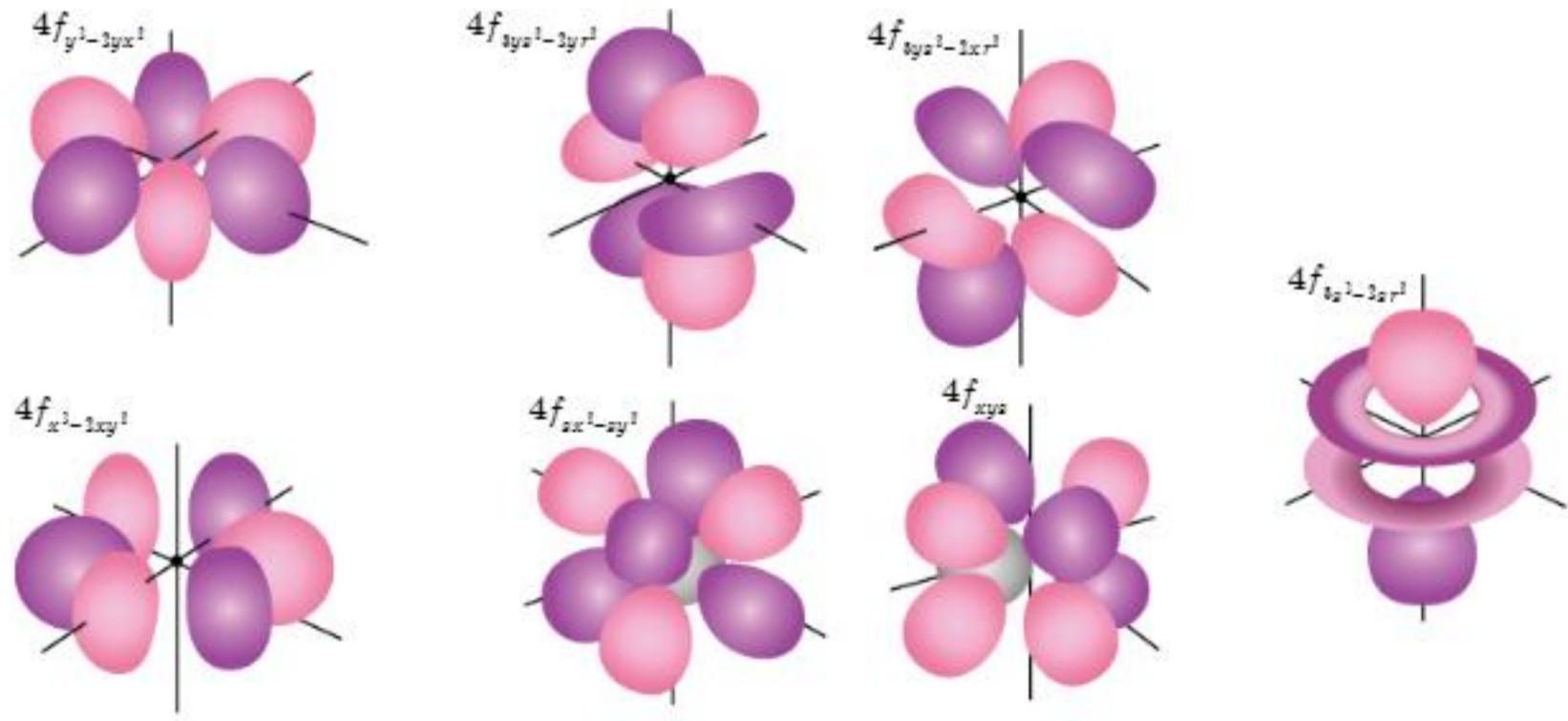
$l$ -нинг берилган қийматларидағи орбитал сонлари 11-жадвалда берилган.

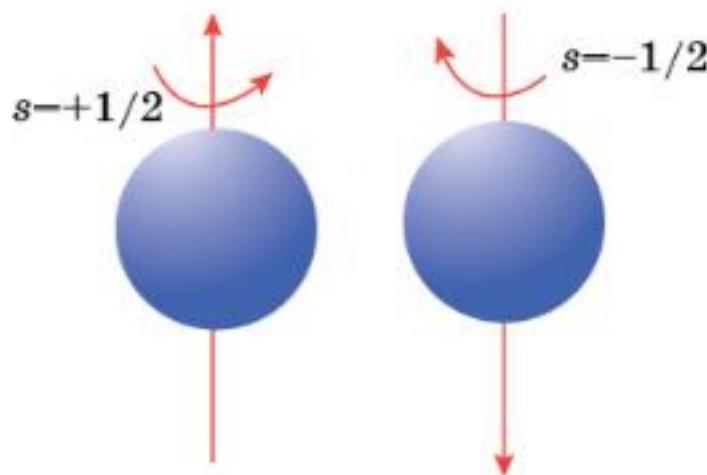
## 11-жадвал

 $l$ -нинг берилган қийматларидағи орбитал сонлари

$l$ -нинг қиймат	$m$ -нинг қиймат	$l$ -нинг берилган қийматларидағи орбитал сонлар	Орбиталларнинг шартли турда белгиланиши
0 ( $s$ )	0	1	<input type="checkbox"/> ( $s$ )
1 ( $p$ )	-1, 0, +1	3	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ( $p$ )
2 ( $d$ )	-2, -1, 0, +1, +2	5	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ( $d$ )
3 ( $f$ )	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7	<input type="checkbox"/> ( $f$ )

Агар электронга зарра сифатида қарасак, у ядрони айланиб ҳаркатланиши билан бирга, ўз ўқи атрофида айланиб ҳаракатланади.

15-расм.  $f$ -орбиталларининг мумкин бўладиган шакллари



16-расм. Электроннинг ўз үки атрофида айланиши

Бу ҳаракат «спин» деб (инглиз тилида «урчук») аталади (16-расм).

Спин квант сони  $s$  ва унинг проекцияси  $m_s$  спин квант сони электроннинг ўз үки атрофида айланиши мумкин бўлган икки йўналишини характерлайди (соат тилининг йўналишида ёки унга қарама-қарши). Айланишнинг қарама-қарши йўналишига факат икки қийматга эга:  $+1/2$  (юқорига йўналган стрелка орқали белгилайди) ва  $-1/2$  (стрелка пастга қарайди). Тўрт квант сони —  $n, l, m_s$  атомдаги электроннинг энергетик ҳолатини тўлик таърифлайди. Атом бир квант ҳолатдан бошқа ҳолатга алмашгандан квант сонларининг қийматлари ўзгаради, электрон булатлар қайтадан тузилади. Бундай ҳолатларда атом квант энергиясини ютади ёки чиқаради. Квант сонлари билан уларнинг қийматларини кўрсатадиган якун 12-жадвалда кўрсатилган.

12-жадвал

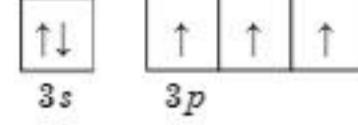
#### Квант сонлари ва уларнинг қийматлари

Ҳолат символи	Квант сонининг қиймати				Ҳолат символи	Квант сонининг қиймати			
	$n$	$l$	$m_l$	$m_s$		$n$	$l$	$m_l$	$m_s$
$1s$	1	0	0	$\pm 1/2$	$3p$	3	1	1	$\pm 1/2$
$2s$	2	0	0	$\pm 1/2$	$3p$	3	1	-1	$\pm 1/2$
$2p$	2	1	0	$\pm 1/2$	$3d$	3	2	0	$\pm 1/2$
$2p$	2	1	1	$\pm 1/2$	$3d$	3	2	1	$\pm 1/2$
$2p$	2	1	-1	$\pm 1/2$	$3d$	3	2	-1	$\pm 1/2$
$3s$	3	0	0	$\pm 1/2$	$3d$	3	2	2	$\pm 1/2$
$3p$	3	1	0	$\pm 1/2$	$3d$	3	2	-2	$\pm 1/2$

Квант сонларини қўлланиш мисолларини кўриб чиқамиз.

**1-мисол.** Фосфор атомининг ташқи электрон тузилишининг электрон-график формуласини тузинг. Фосфор атомининг бу ҳолатига қандай квант сонлари тўғри келади?

**Ечими:** Фосфор Д.И.Менделеевнинг даврий жадвалида учинчи даврда VA (15) грухда жойлашган, демак ташқи З поғонасида 5 электрон бор. Электронларни атом обиталларига жойлаштирамиз:



Фосфор атомининг беш электронига квант сонларининг бундай тўплами тўғри келади (13-жадвал).

## Фосфор атомига мөс квант сонлари

Электрон нөмери	1	2	3	4	5
$n$	3	3	3	3	3
$l$	0	0	1	1	1
$m_l$	0	0	-1	0	+1
$m_s$	+1/2	-1/2	+1/2	+1/2	+1/2

**2-мисол.** Қайси давр элементларининг ташқи қатламидаги электронлар  $n + l = 4$  қиймати билан ифодаланади?

*Ечими:*  $n$  билан  $l$  нинг мумкин бўлган комбинацияларини аниқлаймиз:

*Агар*  $n = 1$  бўлса, уни  $l$  фақат 0, демак,  $n + l = 1$  қиймати тўғри келади.

*Агар*  $n = 2$  бўлса, бунда  $l$  фақат 0 ва 1, демак,  $n + l = 2 + 0 = 2$  ёки  $n + l = 2 + 1 = 3$ . Мос келмайди.

*Агар*  $n=3$  бўлса, бунда  $l = 0, 1$  ва 2 бўлиши мумкин, демак:  $n + l = 3 + 0 = 3$ . Мос келмайди ёки  $n + l = 3 + 1 = 4$ . Мос келади ёки  $n + l = 3 + 2 = 5$ . Тўғри келади. Бу 3-даврнинг  $p$ -элементлари, масалан олтингугурт ва хлор.

*Агар*  $n = 4$  бўлса, бунда  $l$  фақат 0, 1, 2 ва 3 бўлиши мумкин, демак,  $n + l = 4 + 0 = 4$ . Мос келади. Ёки  $n + l = 4 + 1 = 5; n + l = 4 + 2 = 6; n + l = 4 + 3 = 7$ . Мос келмайди. Булар тўртинчи даврнинг  $s$ -элементлари бўлиши мумкин, масалан калий ва кальций.



Атомдаги электроннинг энергетик ҳолатини тўрт квант сони —  $n, l, m, s$  тўлиқ тасвиirlайди. Атом бир квант ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтганда квант сонларининг қийматлари ўзгаради, электрон булатлар қайтадан тузилди. Бундай ҳолатда атом квант энергиясини ютади ёки чиқаради.

- 1. Атом ядросининг атрофида электроннинг ҳаракатланишининг ўзига хослиги нимада?
- 2. “Электрон булатнинг зичлиги”, “электроннинг бўлиш эқтимоли”, “электрон булат”, “орбитал” тушунчаларининг мазмуни қандай? “Орбита” ва “орбитал” тушунчаларининг маъноси бир хилми (электронга нисбатан)?
- 3. Атомдаги электроннинг ҳолати қандай квант сонлари билан тавсифланади?
- 4. Бош квант сони нимани билдиради, у қандай маънога эга?
- 5. Энергетик поғона дегани нима? Бу тушунчанинг қандай синонимлари мавжуд?
- 6. Орбитал (қўшимча) квант сони нимани билдиради? Орбитал квант сони қандай қийматларни қабуллайди?
- 7. Бир энергетик поғонадан бошқа поғонага ўтганда электроннинг энергияси қандай ўзгаради?
- 8.  $l = 0; l = 1$  бўлганда орбиталлар қандай аталади ва қандай кўринишда бўлади?
- 9. Магнит квант сони нимани билдиради ва қандай қийматларни қабуллайди?
- 10.  $s$ -,  $p$ -,  $d$ - ва  $f$ - поғоначалардаги орбиталлар сони қанча?



11. Спин квант сони нимани билдиради ва қандай қийматларни қабуллайды?
12. Қайси давр элементларининг ташқи қаватидаги электронлари: а)  $n + l = 2$ ; б)  $n + l = 5$ ; в)  $n + l = 6$  қийматларни қабуллайды?
- \*13. Берилган жадвални дафтарингизга чизинг. Электрон конфигурацияси  $1s^2 2s^2 2p^4$  бўлган элемент атомининг ҳар бир электронининг нормал ҳолатини тавсифлайдиган тўрт квант сонининг ***n, l, m, s*** қийматларини жадвалга ёзинг:

Электрон номери	1	2	3	4	5	6
<i>n</i>						
<i>l</i>						
<i>m</i>						
<i>s</i>						

14. Квант сонларининг йиғиндиси бўйича атомдаги электроннинг электрон-график формуласини тузинг:

Квант сонлари		электрон тури		электрон тури		электрон тури
<i>n</i>	2		3		5	
<i>l</i>	0		2		3	
<i>m</i>	0		-1		+2	
<i>s</i>	-1/2		+1/2		-1/2	

## 6-§. КВАНТ СОНЛАРИ. АТОМ ОРБИТАЛЛАРИ

### Бугунги дарсда:

- атомдаги электрон қаватининг тўлиш қонунлари билан қоидаларини кўриб чиқамиз.

### Таянч сўзлар

- Паули принципи
- Хунд қоидаси
- Клечковский қоидаси

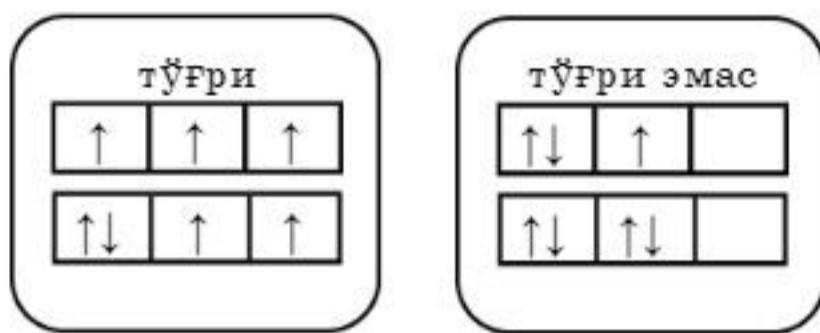
Атомнинг нормал ҳолатида энергетик поғоналар билан поғоначаларнинг электронлар билан тўлишининг ўзига хос қоидалари билан қонунлари бор.

**Паули принципи.** 1925 швейцария олими В. Паули бир атомда барча квант сонлари бирдай икки электроннинг бўла олмаслигини кашф этди. Демак, бир орбиталда уч квант сони (*n, l, m*) бирдай, спин квант сони эса (*m<sub>s</sub>*) фарқ қиласидиган фақат икки электронгина бўлиши мумкин. Паули принципи берилган бош квант сони бор электронларнинг максимал сонини аниқлайди (яъни берилган электрон қаватдаги):  $N = 2n^2$ . Бундай бўлса, биринчи поғонадан тўртинчи поғонагача электронлар сони мос равишда 2, 8, 18 ва 32 сонларидан ошмаслиги керак.

**Хунд (Гунд) қоидаси.** Поғоначаларда электронлар аввал бўш орбиталларни тўлдиради (битта биттадан), шундан кейингина улар электрон жуфтларини ҳосил қиласиди. Бу атомнинг барқарор ҳолатига мос келади. Агар орбиталларнинг энергиялари бир хил бўлса, электронлар



уларнинг ҳар қайсисини аввало бир-бирдан түлдиради. Бундай жойлашиш атомдаги электронларнинг бир-биридан максимал узокликда бўлишига имконият беради. Ҳар орбиталда бир-бирдан электронлар жойлашиб бўлгандан кейингина иккинчи электронлар пайдо бўлиб, жуфт электронлари юзага келади (17-расм).

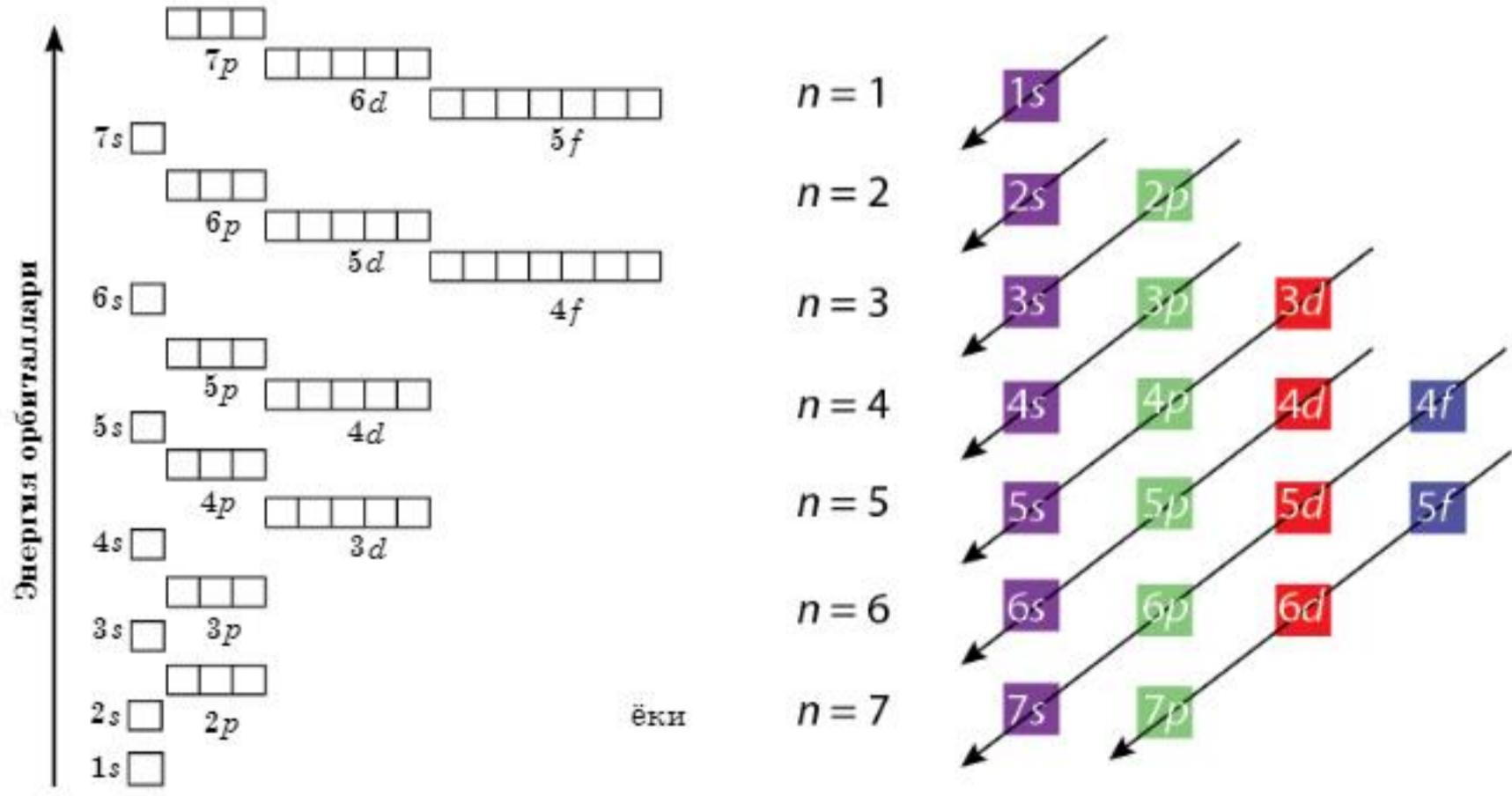


17-расм. Электронларнинг жойлашиши

**Клечовский қоидаси.**  $(n + 1)$  қоидасини биринчи бўлиб 1936 йил немис физиги Э.Маделунг, 1951й эса қайтадан М.Клечовский таърифлаган. Нормал ҳолатдаги атомнинг электронлари орбиталларни энергияларининг ўсиш кетма-кетлиги билан түлдиради. Аввало, энергияси паст орбиталлар тўлади. Орбиталлар энергиясининг ўсиш қатори:

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f \approx 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p$$

Бу қонунийликни энергетик диаграммадан ҳам аниқ кўришга бўлади (18-расм).



18-расм. Электронларнинг орбиталларни тўлдириши

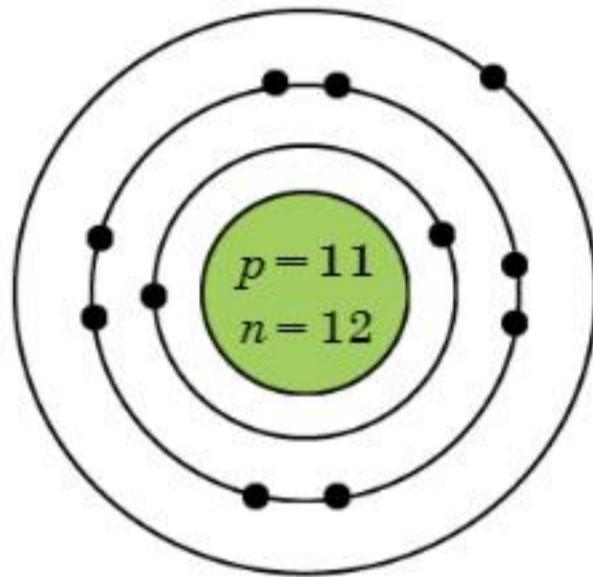


Нима учун 5z-погонача 4d-погоначадан олдин, 4d-погонача эса 5p-погоначадан олдин туради?



**Вольфганг Паули  
(1890—1958)**

Квант механиканинг асосчиси, янги фан соҳасига катта ҳисса күшган. Шунинг ичидә энг қимматлisi унинг кашф қилған принципи. Илмдаги ҳиссаси учун 1945 йили Паули физикадан Нобель мукофотини олди. Кейин нейтрино деб аталған зарранинг бор эканини тахмин қилди ва уни очди.



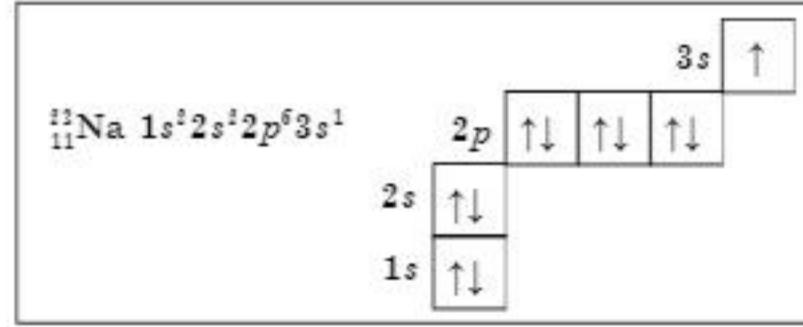
19-расм. Бор  
диаграммаси

### Элемент атомларининг электрон конфигурацияси

Кимёвий реакцияларнинг ўтиш жараёнида таъсирлашувчи атомларнинг ядролари ўзгармайды, шунинг учун атомларнинг кимёвий хоссалари уларнинг электрон тузилишига боғлик. Электронларнинг электрон қавати билан орбиталларга тарқалиб жойлашиши атомнинг электрон конфигурацияси деб аталауди. Атомдаги электронларнинг погоначаларга тарқалишини электрон чизма намунаси билан, масалан:

$_{11}^{23}\text{Na}$   $2\bar{e}, 8\bar{e}, 1\bar{e}$ ; ва Бор диаграммаси орқали тасвирлайди (19-расм):

- электрон конфигурация:  $_{11}^{23}\text{Na} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ ;
- электрон-график чизмаси:



- Хар даврдаги элемент атомларига инерт газларининг электрон конфигурацияси қайталанади, шунинг учун электронларнинг жойлашиши қисқартырган ҳолда күрсатилади:  $[\text{Ne}] 3s^1$ ;

**I—IV давр элемент атомларининг электрон погоналарининг тузилиши (электрон конфигурациялари).**

Турли атомларнинг электрон конфигурацияларини түғри ифодалаш учун:

- атомдаги электронларнинг сонини (элементнинг атом номерига тенг);



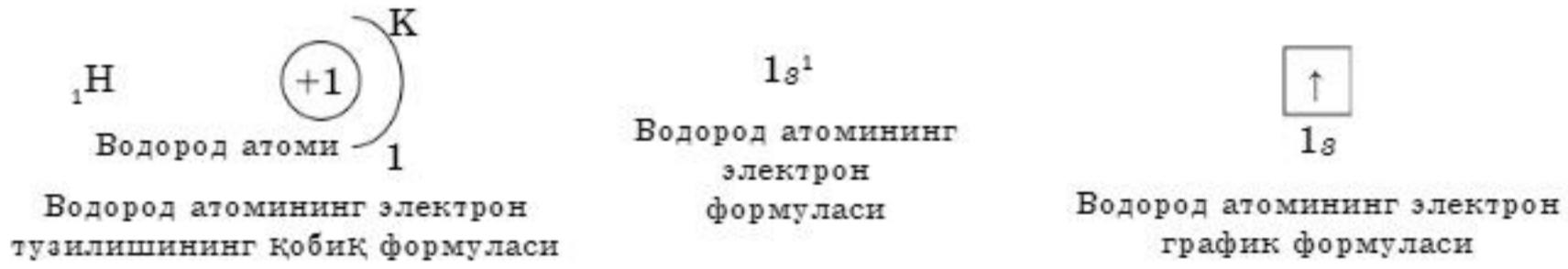
### Фридрих Хунд (Гунд) (1896—1997)



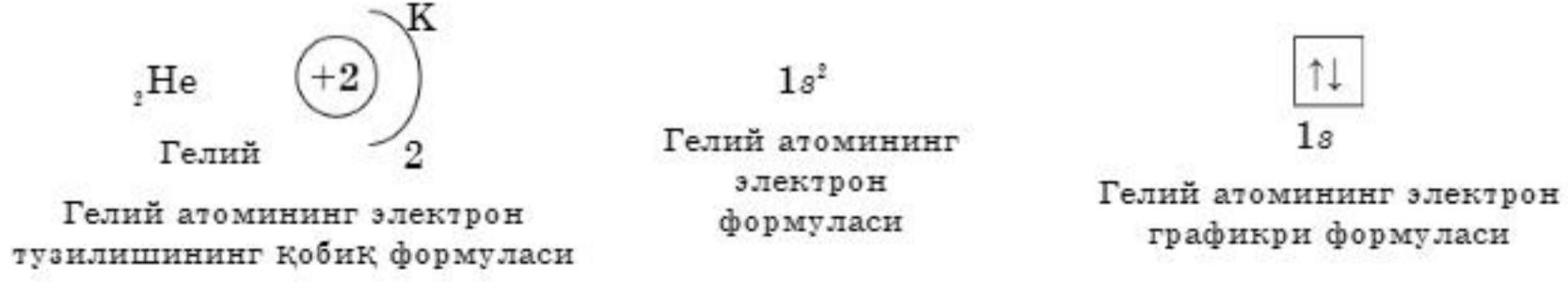
Немис физиги. Квант механика, спектроскопия, магнитизм билан, квант кимё билан шүгүлланган. Молекулалы орбиталлар усулини ўйлаб топған. Атом орбиталларининг электронлар билан түлиш қонунларини очди. Молекулалардаги π- ва σ-алоқалар ҳақида тушунча киритди.

- поғоналар билан погоначалардаги электронларнинг максималь сонини;
- погоначалар билан орбиталларнинг түлиш кетма-кетлигини билиш керак.

**1-давр элементлари.** Атомнинг электрон тузилиши электронларнинг энергетик поғоналар бўйича тарагиб жойлашишини кўрсатади. Атомнинг электрон формуласи электронларнинг погоначаларга жойлашишини кўрсатади. Атомнинг электрон-график формуласи электронларнинг орбиталларга жойлашишини ва уларнинг спинларини тасвирилайди.



Гелий атомининг биринчи электрон қавати тугаган, унда 2 электрон бор. Водород ва гелий- *s*-элементлар, бу элементларнинг *s*-орбиталлари электронлари билан тўлади.



**2-давр элементлари.** Иккинчи давр элементларининг барчасининг биринчи электрон қавати тўлган ва электронлари иккинчи электрон қаватининг *s*- ва *p*-орбиталларини тўлдиради (аввало *s*-, шундан кейин *p*-). Неон атомининг иккинчи электрон қавати 8 электрон билан тўлган. 2-давр элементларининг электрон қаватининг тузилиши, электрон формуласи ва электрон график формуласи 14-жадвалда келтирилган.



**Всеволод Маврикиевич Клечковский  
(1900—1972)**

Даврийлик ҳодисасини физика-математик жиҳатдан асослади. Атом ядроининг ўсиши бўйича атомнинг электрон конфигурациясининг шаклланишининг  $(n+1)$  қоидасини тақлиф қилди, (Клечковский қоидаси).

### 14-жадвал

#### 2-давр элементлари

Элемент белгиси, атом номери, номланиши	Электрон тузилишининг чиzmаси	Электрон формуласи	Электрон график формуласи
1	2	3	4
${}^3_{\text{Li}}$ Литий		$1s^2 2s^1$	
${}^4_{\text{Be}}$ Бериллий		$1s^2 2s^2$	
${}^5_{\text{B}}$ Бор		$1s^2 2s^2 2p^1$	
${}^6_{\text{C}}$ Углерод		$1s^2 2s^2 2p^2$	
${}^7_{\text{N}}$ Азот		$1s^2 2s^2 2p^3$	



## 14-жадвалнинг давоми

1	2	3	4
${}^8_0\text{O}$ Кислород	K L 	$1s^2 2s^2 2p^4$	$1s$ $2s$ $2p$ (3 boxes, each with 2 electrons, one up, one down)
${}^9_9\text{F}$ Фтор	K L 	$1s^2 2s^2 2p^5$	$1s$ $2s$ $2p$ (3 boxes, each with 2 electrons, one up, one down)
${}^{10}_{10}\text{Ne}$ Неон	K L 	$1s^2 2s^2 2p^6$	$1s$ $2s$ $2p$ (3 boxes, each with 2 electrons, one up, one down)

**З-давр элементлари.** Учинчи давр элемент атомларининг биринчи ва иккинчи электрон қаватлари түлгән, шундан кейин учинчи электрон қатлами тұла бошлады, электронлар  $3s$ -, $3p$ -, $3d$ - поғоначаларини түлдіради (15-жадвал).

## 15-жадвал

## 3-давр элементлари

Элемент белгиси, атом номери, номланиши	Электрон тузилишининг чизмаси намунаси	Электрон формуласи	Электрон графики формуласи
1	2	3	4
${}^{11}_{11}\text{Na}$ Натрий	K L M 	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$1s$ $2s$ $2p$ $3s$ (1 box, one up)
${}^{13}_{13}\text{Al}$ Алюминий	K L M 	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	$1s$ $2s$ $2p$ $3s$ $3p$ (3 boxes, each with 2 electrons, one up, one down)



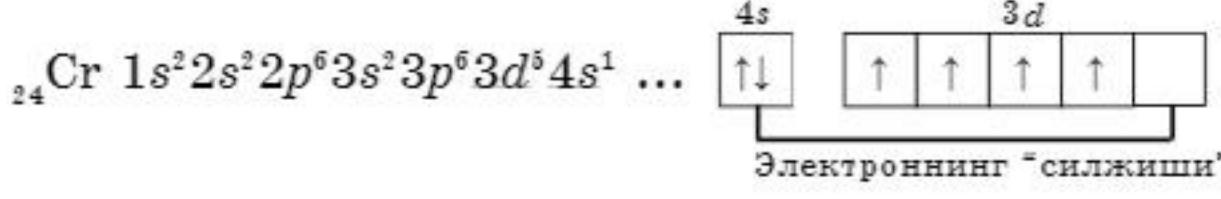
## 15-жадвалнинг давоми

1	2	3	4
${}_{18}^{\text{Ar}}$ Аргон  	${}_{18}^{\text{Ar}}$ Аргон  	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	

Магний атомида  $3s$ -электрон орбита тұлади. Нәзаретті  $Mg - s$ -элементлари. Алюминийда нәзаретті кейинги элементларда  $3p$ -погонача тұлади. Аргон атомининг ташқы қаватида (учинчи электрон қаватда) 8 электрон бўлади. Сиртқи қават сифатида у тўла, лекин учинчи электрон қават 18 электрон билан тугашини биласиз, ундан бўлса, учинчи давр элементларида  $3d$  орбитал ҳали тўлмаган.  $Al$ -дан  $Ar$ -гача элементлар  $-p$ -элементларга киради.  $s$ -ва  $p$ -элементлари даврий жадвалнинг асосий кичик гурухларини ташкил қилади.

**4-давр элементлари.** Калий ва кальций атомларида тўртинчи электрон қавати пайдо бўлади,  $3d$ -погоначаларига қараганда энергияси кам бўлганлигидан, аввал  $4s$ -погоначаси тұлади (16-жадвал). 4-давр элементларининг электрон график формуласини ёзишга қулай бўлиши учун 3 даврнинг сўнги элементи аргоннинг  $Ar$  электрон график формуласини шартли равишда бундай белгилаймиз  $[Ar]$ :  $K$ ,  $Ca$  асосий гурухга кирадиган  $s$ -элементлар.  $S$ -дан  $Zn$ -гача –  $3d$  погоначаси электронлар билан тўладиган  $d$ -элементлар. Булар ёнаки гурух элементлари, уларнинг ташқи қаватининг остидаги электрон қават тұлади ва ўзгарувчан элементларга киради.

Цинк атомида учинчи электрон қавати тугаган, бунда  $3s$ ,  $3p$  ва  $3d$ -погоначалари тўлиқ тўлган, ҳаммаси бўлиб 18 электрон бор. Цинкдан кейинги элементларда тўртинчи электрон қатламишининг (4-погонаси) тўлиши давом этади.  $Ga$ -дан  $Kr$ -гачай элементлар –  $p$ -элементлар (16-жадвал). Криpton атомида ташқи электрон қават 8 электронга тўлиб тугайди. Лекин тўртинчи электрон қават 32 электронга тўлиши маълум; криpton атомида  $4d$  ва  $4f$ -погоначалари ҳозирча тўлмайди. Хром  $Cr$  ва мис  $Cu$  атомларининг электрон тузилишига назар солинг. Уларда  $4s$ -дан  $3d$ -погоначасига бир электрон «алмашади (сакрайди)», бу пайдо бўлган  $3d^5$  ва  $3d^{10}$  электрон конфигурациясининг энергетик барқарорлиги билан тушунтирилади:




 $_{29}^{\text{Cu}} \text{ } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1 \dots$ 


16-жадвал

## 4-давр элементлари

Элемент белгиси, атом номери, номи	Электрон тузилишининг қобиж формуласи	Электрон формуласи	Электрон-график формуласи
1	2	3	4
$_{19}^{\text{K}}$ Калий	K L M N +19 2 8 8 1	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	Ar 4s $\uparrow$
$_{20}^{\text{Ca}}$ Кальций	K L M N +20 2 8 8 2	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	Ar 4s $\uparrow\downarrow$
$_{21}^{\text{Sc}}$ Скандий	K L M N +21 2 8 9 2	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$ немесе $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$	Ar 4s $\uparrow\downarrow$ 3d $\uparrow$ 3d
$_{22}^{\text{Ti}}$ Титан	K L M N +22 2 8 10 2	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$	Ar 4s $\uparrow\downarrow$ 3d $\uparrow\downarrow$ 3d
$_{23}^{\text{V}}$ Ванадий	K L M N +23 2 8 11 2	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$	Ar 4s $\uparrow\downarrow$ 3d $\uparrow\downarrow$ 3d $\uparrow\downarrow$ 3d
$_{24}^{\text{Cr}}$ Хром	K L M N +24 2 8 13 1	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$	Ar 4s $\uparrow$ 3d $\uparrow\downarrow$ 3d $\uparrow\downarrow$ 3d $\uparrow\downarrow$ 3d $\uparrow\downarrow$ 3d
$_{25}^{\text{Mn}}$ Марганец	K L M N +25 2 8 13 2	Электрон ва электрон-график формуласини дафтарингизга ёзинг	

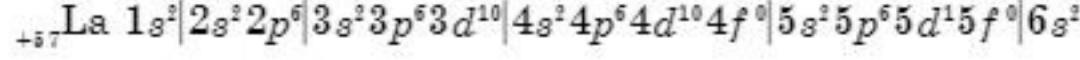


## 16-жадвалнинг давоми

1	2	3	4
$_{26}^{\text{Fe}}$ Темир	K L M N +26 2 8 14 2	Электрон ва электрон-график формуласини дафтариңизга ёзинг	
$_{27}^{\text{Co}}$ Кобальт	K L M N +27 2 8 15 2	Электрон ва электрон-график формуласини дафтариңизга ёзинг	
$_{28}^{\text{Ni}}$ Никель	K L M N +28 2 8 16 2	Электрон ва электрон-график формуласини ўзингиз ёзинг	
$_{29}^{\text{Cu}}$ Мис	K L M N +29 2 8 18 2	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$	<p>Ar <math>4s</math> <math>\begin{array}{ccccc} \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow \\ &amp; 3d \end{array}</math></p>
$_{30}^{\text{Zn}}$ Рүх	K L M N +30 2 8 18 2	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$	<p>Ar <math>4s</math> <math>\begin{array}{ccccc} \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow \\ &amp; 3d \end{array}</math></p>
$_{31}^{\text{Ga}}$ Галий	K L M N +31 2 8 18 3	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10} 4p^1$	<p>Ar <math>4s</math> <math>\begin{array}{ccccc} &amp; &amp; &amp; &amp; \uparrow \\ &amp; &amp; &amp; &amp; 4p \\ \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow \\ &amp; 3d \end{array}</math></p>
$_{32}^{\text{Ge}}, _{33}^{\text{As}}, _{34}^{\text{Se}}, _{35}^{\text{Br}}$ атомларининг электрон конфигурациясини дафтариңизга ёзинг:			
$_{36}^{\text{Kr}}$ Криптон	K L M N +36 2 8 18 8	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$	<p>Ar <math>4s</math> <math>\begin{array}{ccccc} &amp; &amp; &amp; &amp; \uparrow\downarrow \\ &amp; &amp; &amp; &amp; 4p \\ \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow &amp; \uparrow\downarrow \\ &amp; 3d \end{array}</math></p>

◆ Бешинчи давр элементларининг поғоначалари қуйидаги кетма-кетлик билан түлади:  $5s \rightarrow 4d \rightarrow 5p$ .  $_{41}^{\text{Nb}}, _{42}^{\text{Mo}}, _{44}^{\text{Ru}}, _{45}^{\text{Rh}}, _{46}^{\text{Pd}}, _{47}^{\text{Ag}}$  ва бошқа элементларда электронларнинг «сакраши» ҳодисаси сезилади. 6-давр элементлари цезий Cs билан барийда Ва 55 ва 56-электронлар олтинчи энергетик поғонада бз орбиталларда жойлашади.

Лантан  $_{57}^{\text{La}}$  атомида 57-электрон  $5d$ -орбиталда жойлашган:



Церийдан  $_{58}^{\text{Ce}}$  бошлаб  $_{71}^{\text{Lu}}$  лютецийгача бўлган элементларда электронлар тўртинчи энергетик поғонанинг f-поғоначасида жойлашган, ташки электрон поғона ўзгаришсиз



қолади. Бу элементлар лантаноидлар деб аталади ва уларнинг кимёвий хоссалари бир бирига ўхшаш.

Гафнийдан  $_{72}\text{Hf}$  симоб  $_{80}\text{Hg}$  гача бўлган элементларда бешинчи энергетик (5d-погонача) погонанинг тўлиши давом этади, шундан кейин  $_{81}\text{Tl}$  таллийдан  $_{86}\text{Rn}$  радонгача электронлар олтинчи p-погоначани тўлдиради. Радон Rn элементи билан 6-давр тугайди. 7-давр 6-даврга ўхшаш тўлади.



Атомнинг нормаль ҳолатида энергетик погоналар билан погоначаларнинг электронлар билан тўлиши Паули принципи ва Хунд, Клечковский қоидаларига биноан юзага келади. Баъзи элемент атомларида «электрон сакраши» сезилади.



1. Электрон конфигурация деганимиз нима?
2. Элемент атомларининг электрон ва электрон-график формулаларини тузиш учун қандай асосий қоидаларга асосланиши керак?
3. Паули принципининг, Хунд, Клечковский қоидаларининг таърифини айтинг.
4. Берилган электрон қатламдаги электронларнинг максимал сони қандай аниқланади?
5. Дастлабки тўрт энергетик погоналарнинг тўлиш тартиби қандай?
6. Атомнинг қандай орбиталлари: а)  $4s$  ёки  $3d$ ; б)  $5s$  ёки  $4p$  олдин тўлади? Нима сабабдан?
7. Ушбу элементларнинг электрон конфигурацияларини ёзинг: N, Si, Fe, Kr, Te, W.
8. «Электроннинг сакраши» деганимиз нима? Қандай элемент атомларида «электроннинг сакраши» сезилади?
9. Ташқи электрон қатламининг электрон формуласи бўйича қайси элемент эканини аниқланг:
 

а) $3s^23p^4$	ә) $4s^24p^6$	б) $2s^22p^1$	в) $5s^25p^3$
г) $6s^26p^2$	ғ) $5s^25p^2$	д) $3s^23p^3$	
- \*10. Электронларнинг орбиталларга жойлашиш қонуниятлари асосида нима сабабдан лантаноидлар билан актиноидларнинг кимёвий хоссалари ўхшаш эканини тушунтириинг:
11. Қўйида баъзи элементларнинг электрон конфигурациялари берилган:
 

а) $1s^22s^22p^63s^2$	б) $1s^22s^22p^63s^1$
в) $1s^22s^22p^6$	г) $1s^22s^22p^4$
д) $1s^22s^22p^3$	ғ) $1s^22s^22p^1$

 Ўша конфигурациялар билан элементлар хоссаларининг орасидаги мосликни топинг:
  - 1) металларнинг қайсиси кислород билан 1:1 нисбатда таъсирлашади?
  - 2) б) ва г) элементларидан тузилган аралашманинг формуласини аниқланг.
  - 3) а) ва в) элементларидан тузилган аралашманинг формуласини аниқланг.
  - 4) Инерт газларга кирадиган элемент.
  - 5) Металлик хоссаси юқори элемент.
  - 6) Элементларнинг қайси бири ||| гурӯҳнинг асосий гурӯҳасига киради?
  - 7) Элементларни металлик хоссасининг ортиш тартибida жойлаштириинг.
  - 1. Массаси 16 г номаълум элемент 6,4 г молекуляр кислород билан таъсирлашиб, таркиби  $\text{EO}$  оксидини ҳосил қиласди. Шу элементларни аниқланг.
  - 2. Элемент  $\text{EO}_3$  юқори окисидни тузилди. Бу элемент водород билан учувчи бирикма ҳосил қиласди, ундаги водороднинг масса улуши 5,88%. Элементнинг атом массасини ҳисобланг ва уни атанг.



# ЭЛЕМЕНТЛАР ВА УЛАРНИНГ БИРИКМАЛАРИ ХОССАЛАРИ ҮЗГАРИШИННИГ ДАВРИЙЛИГИ

## 7-§. ДАВР ВА ГУРУХ БҮЙИЧА ЭЛЕМЕНТЛАР ХОССАЛАРИНИНГ ҮЗГАРИШ ҚОНУНИЯТЛАРИ

### Бугунги дарсда:

- элементлар хоссаларининг давр ва гурұх бүйиича үзгариш қонуниятларини тушунамиз.

### Таянч сүзлар

- Электротерапия
- Атом радиусы
- Ионланиш энергияси
- Электрон тортувчанлик
- Оксидланиш даражасы

Атом тузилиши назариясининг ривожланиш жараёнида атомнинг асосий тавсифи унинг ядросининг заряды экани аникланды. Шунинг учун Д.И. Менделеевнинг даврий қонунияттың замонавий тәърифи:

**Кимёвий элементлар билан улар тузадиган оддий моддалар ва бирикмаларнинг хоссалари атом ядросининг зарядига даврий равища боғлиқ бўлади.**

**Даврий система** — даврий қонунияттың график тасвири. Жадвалда етти давр бор.

**Давр** — элементларнинг атом ядроси зарядининг ўсиши бүйиича жойлашган горизонтал қатор, элементларнинг электрон конфигурациялари  $ns^1$ -дан  $ns^2pr^6$ -га үзгаради. Биринчи давр учун эса  $1s^1$ -дан  $1s^2$ -га үзгаради.

*Барча даврлар (биринчидан ташқари) шиқорий металлдан бошлиниб, инерт газ билан тугайди.*

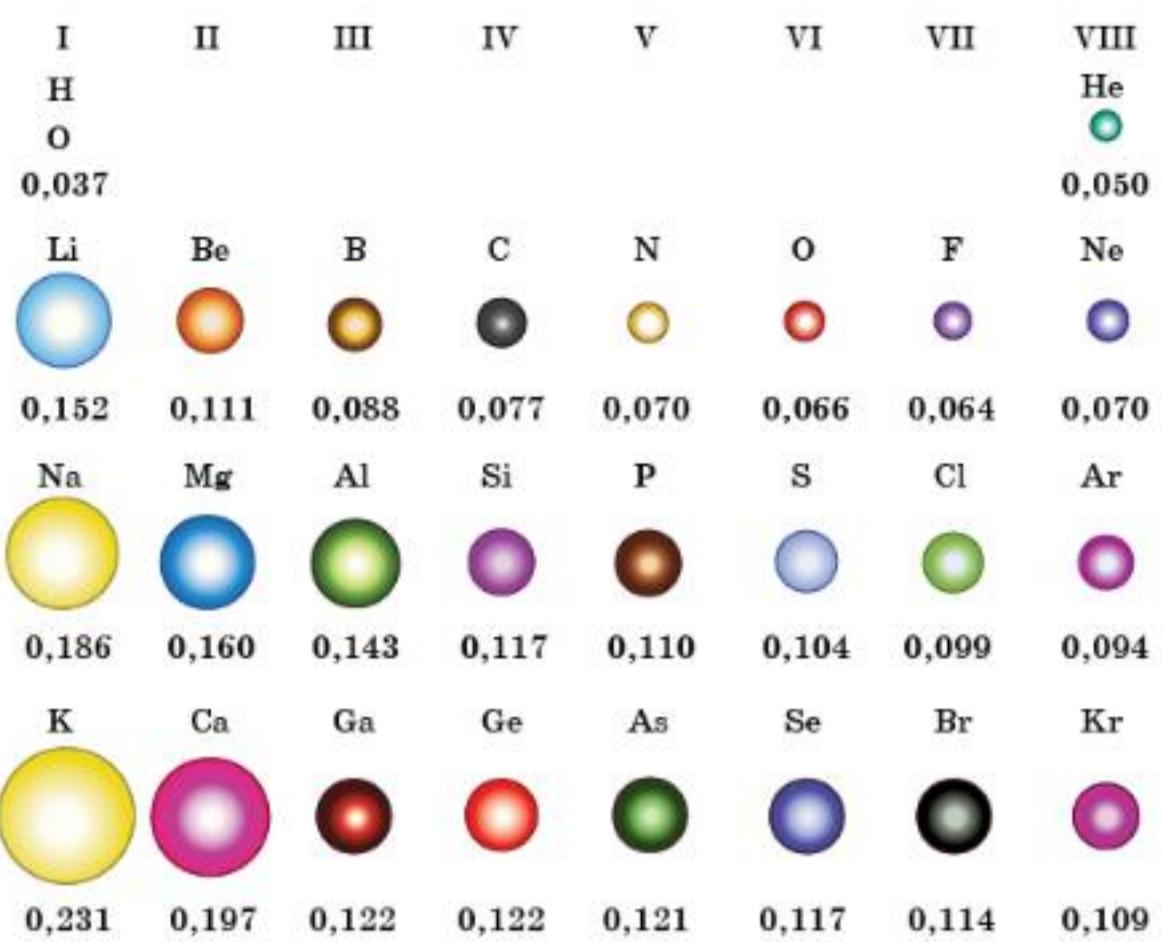
Жадвалда тиккасига (вертикаль) жойлашган саккизта гурұх бор, гурұх асосий (A) ва ёнаки (B) гурұхчалардан иборат. Бир гурұхда ташқи электрон қавати ўхшаш элементлар жойлашган.

Бир даврдаги (чапдан ўнгга қараб) элементларнинг атом ядроларининг заряди ортиб, электронлар ядрога яхши тортиладиганлигидан атомларнинг радиуси катталашади. Бир гурұхда жойлашган элементларнинг ташқи электрон қавати ўхшаш, асосий гурұхларда юқоридан пастга қараб электрон қаватларининг сони ортиши туфайли атом радиуси ортади (20-расм). Натижада элементларнинг ядрога тортилиши камайиб, элементларнинг металл хоссаси кучаяди. Ёнаки гурұх элементлари учун бундай үзгаришлар унча сезилмайды.

**Атомдан электронни ажратиб олишга керакли энергия ионланиш энергияси (J) деб аталади.**

Ионланиш натижасида атом мусбат зарядланган ионга айланади:



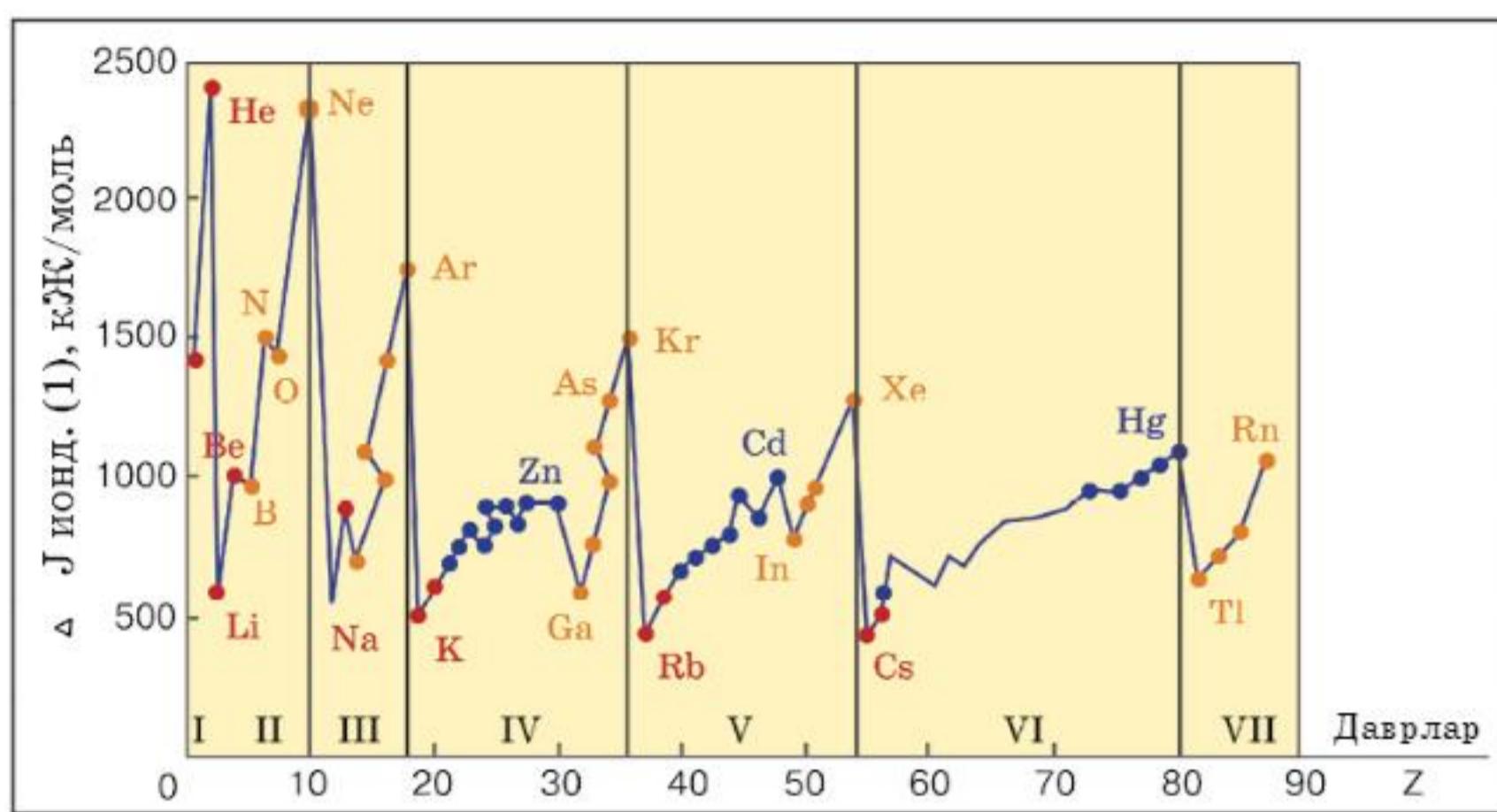


**20-расм.** Даврий жадвалнинг 1-4 давр элементларининг атом радиусларининг ўзгариши. Атом радиуслари ангстрем билан берилган ( $1\text{A} = 10^{-8}$  см)

Ионланиш энергияси ( $J$ ) элементнинг оксидланиш хоссасининг ўлчови бўлиб топилади (металл хоссаларнинг тавсифи). Ионланиш энергияси қанча оз бўлса, элементнинг оксидланиш хоссаси шунча кучли бўлади. Электронларнинг ядрога тортилиши заифлашади. Бу металл хоссаларининг кучайишига олиб келади (21-расм). Гуруҳларда элемент атомларининг радиуслари ортишига боғлик ионланиш энергияси камаяди. Ядро зарядлари ортган сайин атомларнинг радиуслари даврий равища ўзгаради. Ишқорий металлардан инерт газларгача бўлган бир даврда жойлашган элементларда ядро зарядлари билан ташқи электрон қаватдаги электронлар сонининг ортишига боғлик, уларнинг бир-бира га тортишиши кучаяди, ҳамда атомларининг радиуслари камаяди. Шунга биноан, ионланиш энергияси камаяди. Шунинг учун даврнинг охирида элементларнинг металлик хоссалари камаяди, металмаслик хоссалари эса ортади (21-расм).

Электронейтрал атомдан электрон узилганда ҳосил бўладиган катионнинг радиуси мос атомдан кичик бўлади. Электронейтрал атомга электрон бирикканда ҳосил бўлган анионнинг радиуси мос атомдан катта бўлади. Асосий гуруҳчаларда элементнинг атом номери ортган сайин атом радиуси ортади, ионланиш энергияси эса камаяди,  $s$ -ва  $p$ -элементларининг оксидланиш фаоллиги камаяди.

**Оддий моддаларнинг металмаслик хоссалари** (яъни атомнинг ташқи электрон қаватига электрон қўшиб олиш хоссаси) электрон тортувчалик энергияси билан ифодаланади.

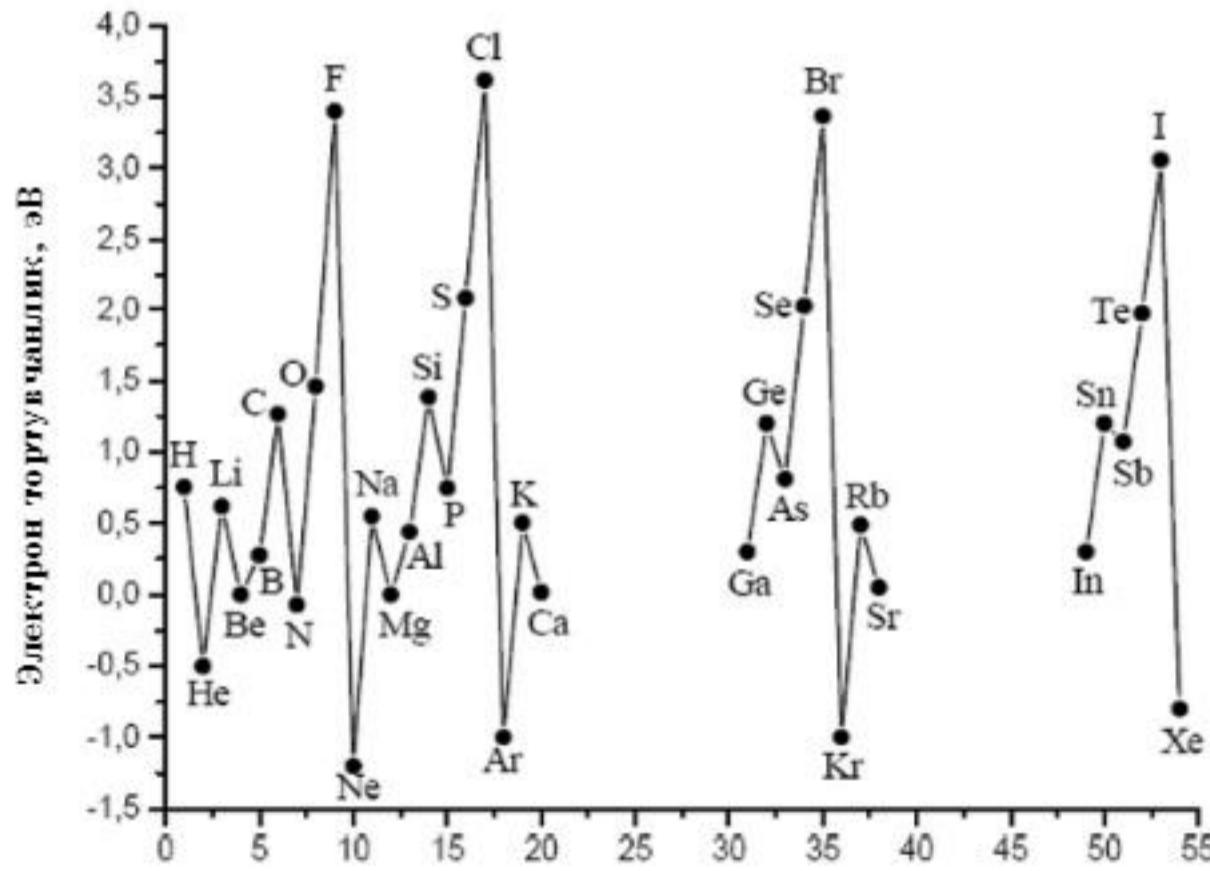


21-расм. Ионланиш энергиясининг ядро зарядига боғлиқ үзгариши

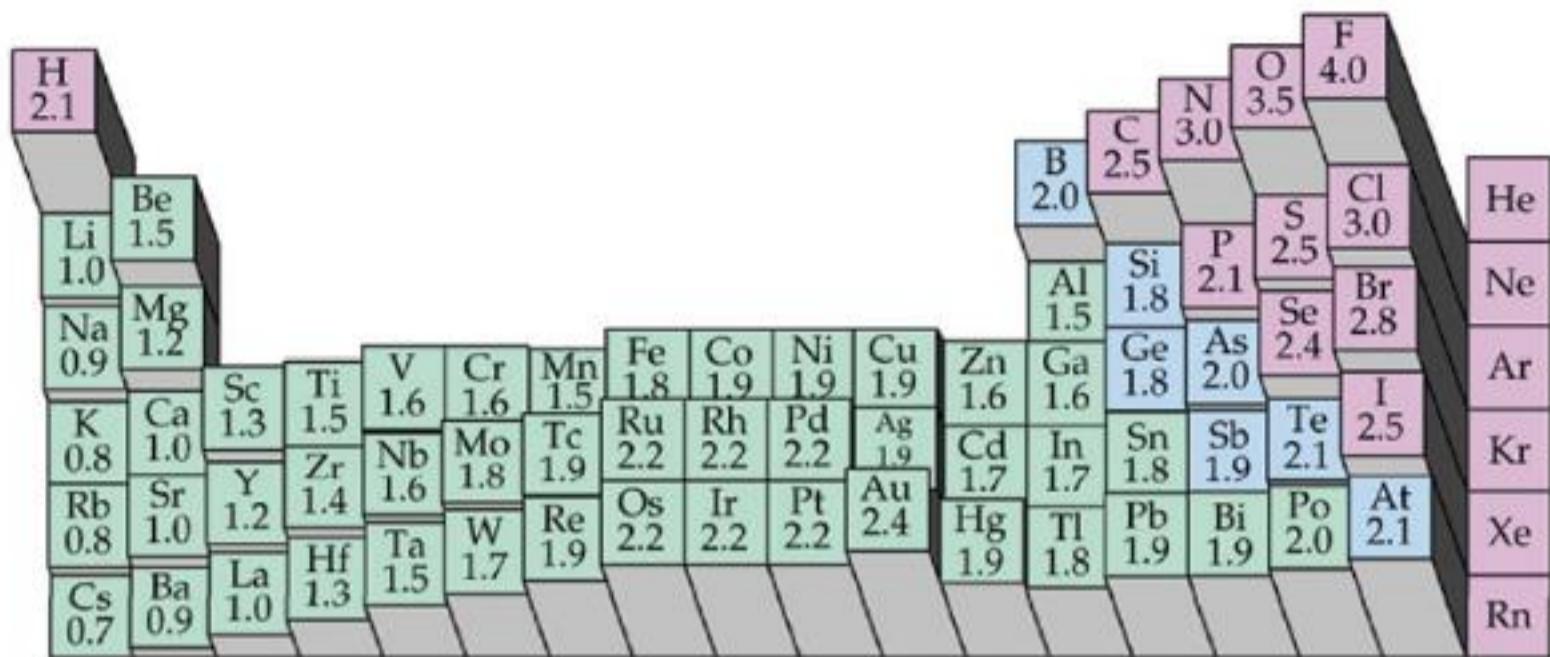
Электрон тортувчанлик энергияси ( $E_e$ ) деб, атомга бир электрон күшилиб, манфий ионга айланганда ажралиб чиқадиган энергияни айтади:

$$\mathcal{E} + \bar{e} \rightarrow \mathcal{E}^{-/+/-} E_e.$$

Электрон тортувчанлик эгергияси элементнинг оксидланиш хоссанынинг ўлчови бўлиб ҳисобланади (металмас хоссаларининг ўлчови).  $E_e$  канча катта бўлса, элементнинг оксидланиш хоссалари (металмаслик) аниқ билинади. Давр бўйича элементнинг атом номери ортган сайин  $E_e$  ортади, гурух бўйича камаяди (22-расм). Д. И. Менделеевнинг даврий

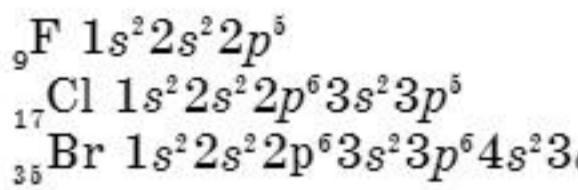


22-расм. Электрон тортувчанлик энергиясининг ядро зарядига боғлиқлиги



23-расм. Элементларнинг нисбий электрманфийлиги

системасида электрон тортувчанлик энергияси асосий гурухчаларда пастдан юқорига қараб ва даврларда чапдан үнгга қараб ортади:



Электрон тортувчанлик  
энергиясининг ортиши

Д.И.Менделеевнинг даврий системасидаги элементларнинг атом номерининг ортишига боғлиқ ҳолда ионланиш энергияси  $J$ , электрон тортувчанлик энергиясининг  $E_e$  үзгариш сифати чизмада ва 23-расмда келтирилган.

1-чизма

Давр бүйича  $J$ ,  $E_e$  мөкдорлари ортади

(Металл хоссалари камаяди, металмас хоссалари ортади)

Гурух бүйича  $J$ ,  $E_e$  мөкдорлари камаяди (металлик хоссалари ортади, металмаслик хоссалари заифлаша бошлайды)

**Электрманфийлик.** Электрманфийлик ( $\chi$ , нисбий электрманфийлик) — бир кимёвий элемент атомининг иккинчи атомнинг электронини үзига тортиш хусусияти. Электрманфийлик атомнинг асосий кимёвий хоссаси, молекуладаги атомнинг электронни үзига тортиш хоссасининг сонли тавсифи. Электрманфийликнинг юқори қиймати галогенлар билан кучли оксидловчиларда ( $p$ -элементлар, F, O, N, Cl), қуи қиймати фаол металларда (1-гурухнинг  $s$ -элементлари) бўлади. Электрманфийлик тушунчасини биринчи бўлиб америка кимёгари Л.Полинг киритган. Литийнинг электрманфийлиги 1, водородники эса 2,1. Кўпчилик үзгарувчан металларнинг электрманфийлигининг қиймати 1,5–2,0 орасида бўлади. Элементларнинг нисбий электрманфийлигининг шкаласи 23-расмда берилган.



Элементларнинг нисбий электрманфийлик қийматини билиб, кимёвий боғланишининг хусусиятини аниклашга бўлади.



Элементларнинг асосий характеристикаларига ионланиш энергияси, электрманфийлик, электрон тортувчанлик киради. Шу катталиклар ёрдамида кимёвий боғланишининг турини, металлар ва металмасларнинг фаоллигини аниклашга бўлади.



- Оддий моддалар билан элемент бирималари хоссаларининг даврийлигини нима орқали аникланади?
- Қандай элементлар металл ҳамда металмаслик хоссаларини намоён эта олади.
- Кўйида келтирилган кимёвий элементларнинг қайси қатори атом радиусларининг ортиши бўйича жойлашган: 1) Se, S, O; 2) Na, Mg, Al; 3) C, B, Be; 4) Ba, Al, Ga?
- \*4. Қайси инерт газ ва қайси элемент ионининг электрон конфигурацияси кальций атомининг барча валент электронларини бўлиб олганда ҳосил бўладиган зарранинг электрон конфигурацияси билан бир хил бўлади?
- Ионланиш энергияси тушунчасига таъриф беринг.
- Электрон тортувчанлик тушунчасига таъриф беринг. Давр ва гуруҳ бўйича атомларнинг электрон тортувчанлиги қандай ўзгаради?
- Кимёвий элементларнинг қайси қатори электрон тортувчанликнинг ортиши бўйича жойлашган: 1) O, N, C, B; 2) Si, P, S, Cl; 3) Sb, As, P, N; 4) O, S, Se, Te?
- Ёнаки группа элементларининг металлик хоссалари юқоридан пастга қараб қандай ўзгаради?
- Агар элементлар бир неча биримга ҳосил қилса, оксидланиш даражасига боғлиқ моддаларнинг асос ва кислота хоссалари қандай ўзгаради?
- Берилган ионларнинг атом радиусларининг ортиши тартиби бўйича жойлаштириңг:  $\text{Ca}^{2+}$ , Ar,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{S}^{2-}$ . Жавобингизни тушунтириңг.
- Жадвалда 4-давр элементларининг биринчи ионланиш энергиясининг қиймати берилган. Селеннинг ионланиш энергиясининг қийматини аникланг.

Элементлар	Атом номерлари	Биринчи ионланиш энергияси кЖ/моль
галлий	31	577
германий	32	762
мишьяк	33	966
селен	34	
бром	35	1140
криpton	36	1350

- Баъзи элементларнинг электрон конфигурацияси берилган:
  - $2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
  - $1s^2 2s^2 2p^4$
  - $1s^2 2s^2 2p^2$
  - $1s^2 2s^2 2p^3$



Ушбу конфигурациялар ва элементлар хоссалари орасидаги мосликни топинг:

- 1) металларнинг қайси бири кислород билан 1,5:1 нисбатда таъсирлашади?
- 2) а) ва г) элементлар формулаларини аниқланг.
- 3) б) ва в) элементлар формулаларини аниқланг.
- 4) Жуфтлашган электрон сонлари күп элементлар.
- 5) Металлик хоссаси юқори элементнинг.
- 6) Металмаслик хоссаси юқори элементнинг.

- 13.** Қуидаги жадвалда учинчи давр элементларининг биринчи ионлариш энергияси  $\Delta H_{1\text{ ион}}$  (кЖ/моль) берилған:

Элемент	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
$\Delta H_{1\text{ ион}}$	494	736	577	786	1060	1000	1260	1520

- А) давр бүйича энергиянинг умумий үзгариш қонунияттун түшунтириңг;  
 Б) алюминийнинг ионланиш энергияси магнийнинг энергиясига қараганда нима учун паст эканлигини түшунтириңг;  
 В) аргоннинг ионланиш энергиясининг нима учун катта ақамиятта эга эканлигини түшунтириңг;  
 Г) калийнинг иогланиш энергиясининг қийматини таҳмин қилинг.

## 8-§. БИРИКМАЛАРНИНГ КИСЛОТА-АСОСЛИ ХОССАЛАРИНИНГ ДАВРЛАРДА ВА ГУРУХЛАРДА ҮЗГАРИШИ ҚОНУНИЯТЛАРИ

Оддий моддаларнинг хоссалари элементларнинг даврий жадвалдаги үрнига боғлиқ қандай үзгаради? Элементлар шартли равища металлар ва металмасларга бўлинади. Металларга юқори иссиқлик ўтказувчанлик билан электр ўтказувчанлик, металлик ялтироқлиги, эгилувчанлиги, яссиланиш каби физик хусусиятлар хос.

Кимёвий хоссаси томонидан металлар оксидловчи ҳисобланади, оксид ва гидроксидларга эса асос хоссалари мос.

Металмаслар мўрт, сочиливчан бўлади, иссиқлик ва электр токини ёмон ўтказади. Металмасларга оксидланиш, оксиди ва гидроксидларига эса кислота хоссаси мос. Давр бўйича чапдан ўнгга қараб атом ядроининг заряди ортиб, электронлар ядрога яхши тортилганлиги сабабли элементларнинг металмаслик хоссаси ортади. Гурух бўйича юқоридан пастга қараб металлик хоссаси ортади, сабаби ташқи электронлар ядрога начор тортилади. Элементлар бирикмаларининг кислота – асосли хоссаларининг гурух ва давр бўйича үзгариш қонуниятларини кўриб чиқамиз.

### Бугунги дарсда:

- кимёвий элементлар оксидларининг, гидроксидларининг ва водородли бирикмаларнинг кислотали-асосли, оксидловчи – қайтарувчилик хоссаларини давр ва гурух бўйича үзгариши қонуниятларини кўриб чиқамиз .

### Таянч сўзлар

- Асосли хоссаси
- Кислотали хоссаси
- Оксидлар ва гидроксидлар



Агар элементнинг оксидланиш даражаси кичик бўлса (+1 ёки +2), масалан натрий гидроксидаги  $\text{Na}-\text{O}-\text{H}$   $\text{Na}-\text{O}$  боғланиши  $\text{O}-\text{H}$  боғланишига қараганда заиф, шунинг учун боғланиш узилади. Шу сабабдан бирикма асос хоссасини кўрсатади.

Агар элементнинг оксидланиш даражаси юқори бўлса (+5-дан +7-гача), унда элемент – кислород боғланиши  $\text{O}-\text{H}$  боғланишидан мустаҳкам бўлади, бирикма эса кислота хоссасини намоён этади (17-жадвал).

17-жадвал

#### Бирикмаларнинг кислота-асосли хоссалари

Элементнинг оксидланиш даражаси	+1 ва +2	+3 ва +4	+5, +6, +7
Кислотали асосли	асослар	амфотер бирикмалари	кислоталар
Булардан ташқари	$\text{La}^{3+}$ , $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Tp}^{3+}$	$\text{Zn}^{+2}$ , $\text{Be}^{+2}$ , $\text{Sn}^{+2}$ , $\text{Pb}^{+2}$ , $\text{Ge}^{+2}$	Металмасларнинг ҳар қайси оксидланиш даражасидаги гидроксидлари факат кислота тузади

Оксидланиш даражалари +3 ва +4 бўлган бирикмалар ҳам кислотали ҳам асосли хоссага эга бўлиб, амфотер бўлади. Кимёвий реакциянинг боришига қараб (харакатланадиган модданинг табиатига боғлиқ) кислотали ёки асосли хоссани намоён этади. Бироқ мана бу элементларнинг оксидланиш даражалари  $\text{Zn}^{+2}$ ,  $\text{Be}^{+2}$ ,  $\text{Sn}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Ge}^{+2}$  (+2) бўлса ҳам бирикмалари амфотер хусусиятга эга.

Давр бўйича чапдан ўнгга қараб элементнинг юқори оксидланиш даражасининг қиймати ортади, шу сабабли уларнинг металмаслик ва кислотали хоссалари кучаяди. Гуруҳ бўйича юқоридан пастга атом радиуси ортиши сабабли металлик ва асос хоссалари кучаяди (24 расм). Металлик хусусияти францийда, ундан сўнг цезийда яққол кўринади, металмаслик хоссаси эса фторда, ундан кейин кислородда сезилади.

Асосий гуруҳ элементлари (инерт газлардан ташқари) 8 хил кислородли бирикмалар, оксидлар ҳосил қиласди. Уларнинг умумий формуласи даврий жадвалда ҳар гуруҳнинг пастки қисмида элементларнинг оксидланиш даражасининг ўсиши бўйича жойлашган:  $\text{Э}_2\text{O}$ ,  $\text{ЭO}$ ,  $\text{Э}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ЭO}_2$ ,  $\text{Э}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ЭO}_3$ ,  $\text{Э}_2\text{O}_7$ ,  $\text{ЭO}_4$  ( $\text{Э}$  – шу гуруҳ элементи).

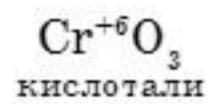
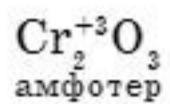
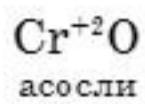
#### Биласизми?

Моддаларнинг молекулалари абадий эмас, шунинг учун моддалар ҳам абадий бўлмайди. Бироқ атомлари абадий. Бизнинг ҳар кайсимииздан динозаврлар эрасида бўлган атомлар топилиши мумкин.

IV гуруҳнинг асосий гуруҳларидан бошлаб элементлар 4 хил газсиз мон водородли бирикмалар ҳосил қиласди. Уларнинг умумий формуласи:  $\text{ЭH}_4$ ,  $\text{ЭH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{Э}$ ,  $\text{НЭ}$ . Водородли бирикмаларнинг формулалари асосий гуруҳ элементларининг паски қисмида жойлашган ва шу элементлар гагина хос.



Ёнаки гурухларнинг *d*-элементлари үзгарувчан оксидланиш даражасини күрсатишга мойил. Улар бирикмаларининг сифати элементнинг оксидланиш даражасига боғлиқ. Агар элементга бир неча оксидланиш даражаси хос бўлса, унинг қуи оксидланиш даражасидаги бирикмалари асос, юқори оксидланиш даражасидаги кислота, оралиқ оксидланиш даражасидаги бирикмалар кўпинча амфотер хоссани кўрсатади. Масалан, хромга +2, +3, +6 оксидланиш даражалари хос, шунга мос равиша унинг оксидларининг тавсифи:



Асосий ва ёнаки гурух элементларининг хоссаларида анча фарқ бўлади. Умумий хоссаси эса уларнинг юқори оксидлари билан гидроксидларининг умумий формуласи.

Демак I—III гурух элементларининг юқори оксидлари (бордан бошқа) билан гидрооксидларига асос, IV—VII гурух элементларининг бирикмаларига кислота хоссаси мос (18-жадвал).

18-жадвал

**Элементларнинг кислородли бирикмаларининг формулалари  
билин ифодаланиши (оксидлари ва гидроксидлари)**

Гурух	I	II	III	IV	V	VI	VII
Юқори оксидининг умумий формуласи	$\text{Э}^{+1}\text{O}^{-2}$	$\text{Э}^{+2}\text{O}$	$\text{Э}^{+3}\text{O}_3$	$\text{Э}^{+4}\text{O}_2$	$\text{Э}^{+5}\text{O}_5$	$\text{Э}^{+6}\text{O}_3$	$\text{Э}^{+7}\text{O}_7$
Гидроксидининг умумий формуласи	$\text{ЭОН}$	$\text{Э(OH)}_2$	$\text{Э(OH)}_3$	$\text{Н}_2\text{ЭO}_3$	$\text{НЭO}_3$	$\text{Н}_2\text{ЭO}_4$	$\text{НЭO}_4$
Гидроксидининг белгилари	Асослар				Кислоталар		

Асосий гурух элементларининг водородли бирикмаларининг формулалари билан агрегат ҳолати 19-жадвалда берилган.

19-жадвал

**Элементларнинг водородли бирикмаларининг формулалари ва агрегат ҳолати**

Гурух	IA	IIA	IIIA	IVA	V A	VIA	VIIA
Гидриднинг формуласи	$\text{ЭН}$	$\text{ЭН}_2$		$\text{ЭН}_4$	$\text{ЭН}_3$	$\text{Н}_2\text{Э}$	$\text{НЭ}$
Агрегат ҳолати	Каттиқ				Газсимон		

Атом тузилиши теорияси элементлар хоссаларининг даврий үзгариши қонуниятини тушунтиради. Атом ядролари зарядининг 1 дан 18 гача ўсиши атомнинг ташқи электрон тузилишининг даврий такрорланишини юзага келтиради.

Элементларнинг хоссаси эса, асосан, ташқи электрон қаватидаги даврий турда такрорланиб турадиган электронлар сони билан аниқланади. Даврий қонуннинг физик моҳияти ҳам шунда.



Элементлар ва улар бирикмаларининг хоссалари атом ядроси зарядининг ўсишига даврий равиша боғлиқ бўлади. Металлар ва металмасларнинг хоссалари уларнинг электрон тузилишига, кимёвий боғланниши турига боғлиқ.

Давр бўйича чапдан ўнгга қараб элементнинг юқори оксидланиш даражасининг киймати ортади, шу сабабли уларнинг металмаслик ва кислотали хоссалари кучаяди ва оксидланиш хоссаси ортади.

Гуруҳларда юқоридан пастга қараб элементларнинг металлик хоссалари кучайиб, асосли хоссалари ортади.

I—III гуруҳ элементларининг юқори оксидлари (бордан бошқа) билан гидроксидларига асос, IV—VII гуруҳ элементларининг бирикмаларига кислота хоссалари хос.



1. Давр ва гуруҳ бўйича элементларнинг металлик хоссалари қандай ўзгаради?
2. Давр ва гуруҳ бўйича металмаслик хоссалари қандай ўзгаради?
3.  $s$ -,  $p$ -,  $d$ -,  $f$ -элементлар деганимиз нима? Иккита мисол келтиринг.
4. Даврий жадвалдаги ўрни бўйича элементни аниқланг:
  - 3-давр, IV асосий гуруҳ;
  - 4-давр, II қўшимча гуруҳ;
  - 5-давр, VII асосий гуруҳ.
5. Атом номерлар: 6, 18, 22, 35, 46, 80 бўлган киёвий элементларни қайси давр, қайси қатор, қайси гуруҳда жойлашганини аниқланг.
6. Металлик хосаси юқори бўлган элементни аниқланг:
 

а) 3-даврда;	б) 5-даврда;	в) I гуруҳда;	г) II гуруҳда.
--------------	--------------	---------------	----------------
7. Металмаслик хоссаси юқори бўлган элементни аниқланг:
 

а) 2-даврда;	б) 4-даврда;	в) V гуруҳда;	г) VII гуруҳда.
--------------	--------------	---------------	-----------------
8. Бирикмаларнинг  $H_2SO_4$  ва  $H_2SeO_3$ ;  $Fe(OH)_2$  ва  $Fe(OH)_3$  кислотали-асосли хоссаларини солиштиринг.
9. I гуруҳ элементи калийнинг, у ҳосил қиласиган оддий модда билан унинг оксидининг физик, кимёвий хоссаларини ифодаланг.
10. IV гуруҳ элементи германий билан унинг оксидининг хоссасини ўйлаб кўринг.

## 9-§. ЭЛЕМЕНТЛАР БИРИКМАЛАРИНИНГ ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ ХОССАЛАРИНИ ДАВР ВА ГУРУҲ БЎЙИЧА ЎЗГАРИШ ҚОНУНИЯТЛАРИ

Д.И.Менделеевнинг даврий жадвалидаги ҳар қандай элементни тавсифлаб, унинг муҳим параметрларини аниқлай оламиз. Уни кальций ва бромнинг мисолида кўриб чиқамиз (20-жадвал).

Моддаларнинг хоссалари уларнинг тузилишига боғлиқ эканлиги маълум. Метал ва металмаслар атомлари ташқи электрон қаватларининг тузилиши билан ва валентлик электронларининг сони билан фарқланади. Металларнинг ташқи энергетик поғонасида 1 дан 3 гача электрон бўлади. Металлардаги кимёвий боғланиш тури – ме-



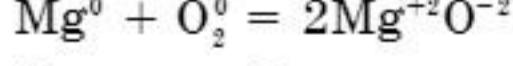
тал боғланиш. Металмас атомларининг ташқи электрон поғонасида уттадан саккизтагача электрон бўлади. Металмаслар – оддий моддаларга қутбсиз ковалент кимёвий боғланиш тааллукли. Атом тузилиши элементлар хоссаларининг ўзгариш қонуниятларини белгилайди: даврда чапдан ўнгга қараб металлик хоссаси заифлашиб, металмаслик хоссаси ортади; асосий гуруҳларда атом номери ортган сайин металлик хоссаси ортади, металмаслар хоссаси камаяди. Металл атомлари валент электронларини осон бериб катионларга, металмас атомлари аксинча электронларни биректириб анионларга айланиши билан ифодаланади.

Атомларининг электронларни бериш ёки қўшиб олиш хоссалари бир неча вазиятларга боғлиқ:

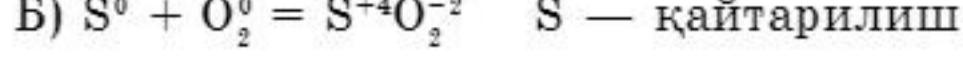
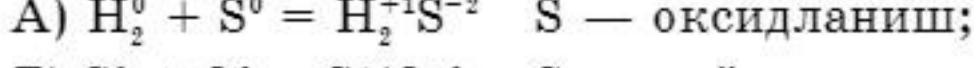
- ядро зарядининг қийматига
- атом радиусига
- атомларининг ионланиш энергияси билан электрон тортувчанлигига.

Металлар ва металмасларнинг бу тавсифларида анча фарқ бор. Металл атомлари билан солиштирганда металмасларнинг атом радиуси кичик бўлади. Металл атомларига караганда металмас атомларининг ионланиш энергияси билан электр ўтказувчанлиги юқори. Металмасларнинг нисбий электрманфийлиги катта, металларнинг электрманфийлиги эса металмаслар билан солиштирганда кичик қиймати билан ифодаланади (электрманфийлик шкаласи). Шу сабабли, саккизта домий  $n s^2 p^{6-n}$  электр конфигурациясини тамомлаш учун металмаслар электронларни қўшиш хоссасига эга. Давларда чапдан ўнгга қараб оддий моддаларнинг қайтарилиш хоссалари камайиб, оксидланиш хоссаси ортади. Асосий гуруҳларда элементнинг атом номери ортган сайин металмасларнинг оксидланиш хоссаси заифлашиб, металларнинг қайтарилиш хоссаси ортади (24-расм).

Кимёвий реакцияларда электронлар, одатда, электрманфийлиги оз атомдан электрманфийлиги катта атомга қараб ҳаракатланишини биламиз. Шу сабабли металлар кимёвий реакцияларда қайтарилиш хоссасини кўрсатади:



Фтордан бошқа металмаслар ҳам оксидланиш, ҳам қайтарилиш хоссани намоён этади:

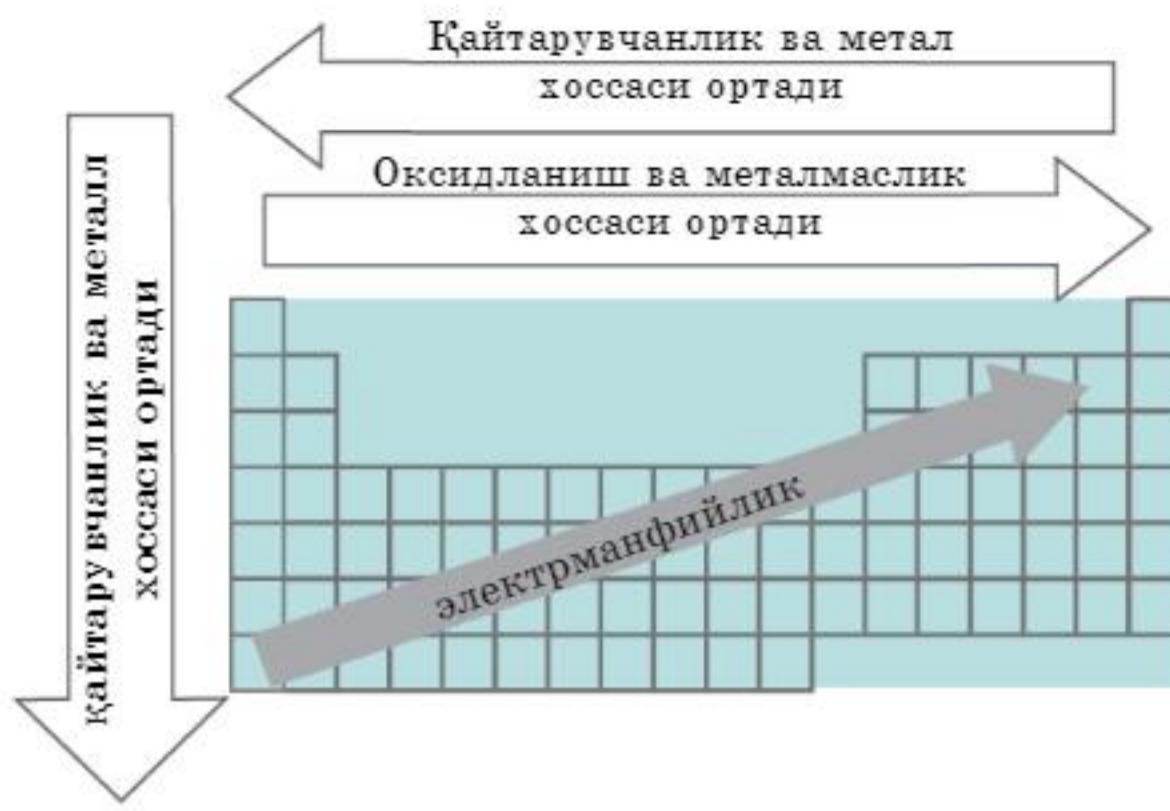


### Бугунги дарсда:

- Элементлар бирекмаларининг оксидланиш -кайтарилиш хоссаларининг давр ва гурух бўйича ўзгариши қонуниятларини тушунамиз;
- Кимёвий жадвалдаги ўрни буйича унинг бирекмаларининг хоссаларини тахминлашни ўрганамиз.

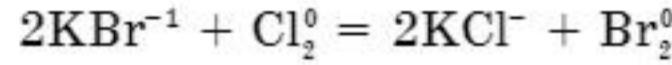
### Таянч сўзлар

- Метал
- Металмас
- Оксидланиш
- Қайтарилиш



**24-расм.** Элементларнинг хоссаларинини үзгариши

Металмасларнинг оксидланиш-қайтарилиш хоссаларининг үзгарышини калий бромиди билан хлор орасидаги реакциядан күришга бўлади (24-расм).



Хлорнинг оксидланиш хоссаси бромдан юқори бўлганлиги туфайли, уни тузининг таркибидан сиқиб чиқаради. Кимёвий элементларнинг даврий жадвалини фойдаланиб, уларга хос оддий моддаларнинг, мураккаб моддаларнинг оксидларини, уларга мос гидроксидларини, шунингдек учувчан водородли бирикмаларининг хоссаларини тахмин қилишга бўлади. Буни кальций билан бромнинг мисолида қараб чиқайлик (20-жадвал).

**20-жадвал**

#### Кальций билан бром элементларининг тавсифи

Хоссалари	Кальций Са	Бром Br
1	2	3
1. Даврий системадаги ўрни	Атомдық номери — 20, $A_r = 40$ , 4-катта давр, II гурӯҳ, асосий гурӯҳча	Атом номери — 35, $A_r = 80$ , 4-катта давр, VII(17) гурӯҳ, асосий гурӯҳча
2. Атом тузилиши: а) атом таркиби	$_{20}^{40}\text{Ca} (20p^+ 20n^0) 20\bar{e}$	$_{35}^{80}\text{Br} (35p^+ 45n^0) 35\bar{e}$
б) Бор диаграмма-си, электронларнинг поғоналарга таралиши	$2\bar{e} 8\bar{e} 8\bar{e} 2\bar{e}$ 	$2\bar{e} 8\bar{e} 18\bar{e} 7\bar{e}$ 

## 20-жадвал давоми

1	2	3
в) Электрон конфигурацияси электрон формуласи	$4s^2$	$4s^2 4p^5$
г) электрон графики формуласи	<p style="text-align: center;">Ca                    <math>1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2</math></p>	<p style="text-align: center;">Br                    <math>1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5</math></p>
3. Элементнинг хусусияти Юқори оксидланиш даражаси Күйи оксидланиш даражаси	Са — ишқорий-ер метали, з-элемент + 2 0	Br — галоген, металмас, р-элемент +7 -1
4. Юқори оксидининг, гидроксидининг. Тузининг формуласи	CaO Ca(OH) <sub>2</sub> CaBr <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub> O <sub>7</sub> HBrO <sub>4</sub> NaBrO <sub>4</sub>
5. Учунчан водородли бирикмалар	Учунчан водородли бирикма ҳосил қылмайды. Гидриди CaH <sub>2</sub> қаттый	HBr кислота
6. Элементнинг давр ва гурӯҳ бўйича қўшни элементлар билан солиши-тирма характеристикаси	Кальцийнинг метал ҳоссаси магний ва галлийга қараганда юқори, калий билан стронцийдан паст	Бромнинг металмаслик ҳоссаси йод, селен, криптонга қараганда юқори, бироқ ҳлордан паст

Кимёвий элементлар даврий жадвалини фойдаланиб, ҳар қандай элемент билан унинг бирикмаларини аниклашга бўлади, масалан:

Номаълум X элементи XH<sub>4</sub> водород биримасини тузади. Унинг юқори оксиддаги кислороднинг масса улуши 53,3%. Бу қандай элемент?

**Ечими:** Элементнинг водородли бирикмасининг формуласидан XH<sub>4</sub>, унинг оксидининг формуласи XO<sub>2</sub>, эканлиги маълум. Оксиддаги кислороднинг масса улуши 53,3%. Пропорция тузамиз.

$$32 = 53,3\%,$$

$$x = 46,7\% x,$$

$$x = \frac{32 \cdot 46,7}{53,3} = 28,$$

x элементининг массаси – 28, бу – кремний элементи.



Д.И.Менделеевнинг элементлари ҳоссалари ҳақидаги таҳминларини солиширинг. Унинг таҳминларининг аниқлиги нима учун юқори бўлди? Сабабини тушунтиринг.





◆ Замонавий илмнинг ютуқлари, Д.И. Менделеев очган янгилик табиатнинг сирларини тушунишга ёрдам беришини юксак даражада тасдиқлайди. Даврий қонун атом тузилишини аниклашга йўл очди. Даврий қонунга асосланиб олимлар хоссалари олдиндан маълум бўлган янги моддаларни олишни, бурун номаълум бўлган элементни очишни, янги элементларни синтезлашни амалга оширишмоқда. Даврий қонун олимларга коинотда, Қўёшнинг ва юлдузларнинг ичидаги кимёвий элементларнинг пайдо бўлиши, уларнинг хоссалари ҳақида тахмин қилишга имкон берди.

Даврий қонун табиатнинг объектив қонунларининг бири. У оламнинг материал эканлигини, унинг бирлигини ва ривожланишини кўрсатди. Барча элементлар ўзаро боғлиқ бўлади. Уларнинг ҳар қайсисининг хоссаси ягона қонуниятга бўйсунади.

Қонуннинг келиб чиқиши табиатнинг сирларини тушунишнинг, оламни таниб билишнинг чегараси йўқ эканини кўрсатади. Замонавий даврий қонун идрокнинг асосий воситаси. У маълум бир даражада кимёвий, биологиянинг, геологиянинг, астрономиянинг, атом ва ядро физикасининг, кимё технологиясининг, металургиянинг, медицинанинг, ва ҳ.к. ривожланишига ўз хиссасини қўшди.

Даврий қонун кўплаган табиатшунослик илмларининг тахминларига йўл кўрсатадиган ёруғ юлдуздай хизмат кўрсатади.

Даврий қонундан фойдаланиб, олимлар атом тузилишини, элементларнинг бирбирига айланишини аниклай олади. 1955 йили америкалик физик Г.Сиборг очган 101 элемент машҳур олимнинг ҳурматига “менделевий” Md деб аталди.

Кимёвий ва физик изланишлар натижасида энергиянинг янги кучли тури атом энергияси юзага келди. Бу энергияни тўғри фойдалана билиш, одамга жуда катта фойда келтиради. Лекин ундан тўғри фойдалана олмаса, катта оғатларга олиб келади. Унга Япониянинг Нагасаки ва Хиросима шаҳарларидаги ядервий портлаш, Чернобиль АЭС идаги содир бўлган фалокат ва Семей ядервий синов майдонининг катастрофик оқибатлари ва “Фукусима1” АЭСидаги фалокатли вазият (2011) мисол бўлади.



Кимёвий элементлар даврий жадвали билан атом тузилишига асосланиб, ҳар қандай элемент ва унинг бирикмаларининг хоссасини тахмин қилишга бўлади.

Даврларда чапдан ўнгга қараб оддий моддаларнинг қайтарувчилик хоссаси камайиб, оксидловчилик хоссаси кучаяди. Асосий гурухларда элементнинг атом номери ортган сайин металмасларнинг оксидловчилик хоссаси камайиб, металларнинг қайтарувчанлик хоссаси ортади.

Кимёвий элементлар даврий жадвалидан фойдаланиб, элемент атомларининг тузилишини тавсифлашга бўлади, уларга хос оддий моддаларнинг, мураккаб модда оксидларининг ва гидроксидларининг, шунингдек учувchan водородли бирикмаларининг хоссаларини тахмин қилишга бўлади.



1. Атом номерлари берилган элементларни тавсифлаш (параграфда келтириган режа бўйича):
  - а) №17 хлор; ә) №26 темир; б) №34 селен; в) №13 алюминий.
2. Номаълум элементнинг ташки электрон конфигурацияси:  $4s^23d^5$ . Қандай элемент эканини, унинг юқори оксидининг, гидроксидининг формууларини, мумкин бўлган оксидланиш даражаларини кўрсатинг.
- \*3. Номаълум X элементининг хлориди,  $20^{\circ}\text{C}$ -да суюқлик, хлорид сув билан таъсирашиб, оқ рангли буғ ҳосил қиласи ва эритма кислота хоссасини кўрсатади. Элементни аникланг.



- а) Номағлум X элементи қандай гурұхда жойлашган: I, II ёки V?  
 б) X билан сув орасида борадиган реакциянинг тури қандай.  
 в) X сув билан таъсирлашганда ҳосил бўлган оқ рангли буғнинг ҳолати қандай?
- \*4. Номағлум У элементи сувда эрийдиган қаттиқ оксид ҳосил қиласи. Эритма pH = 10.  
 а) Номағлум У элементи қайси гурұхда жойлашган: I, V ёки VII?  
 б) У оксиди билан сув орасида борадиган реакциянинг тури қандай? Реакция турини чизма билан умумий тарзда кўрсатинг;  
 в) pH = 10 дегани нимани билдиради? Тушунтириңг. Эритмадаги OH<sup>-</sup> ионларининг сонини ҳисобланг.
- \*5. Ҳозирги вақтда атом номерлари 119 ва 120 элементлар очилиш арафасида. Бу элементларнинг тўрт физик ва кимёвий хоссасини таҳмин қилинг.
- \*1. Элементнинг юқори оксидининг формуласи RO<sub>2</sub>, водородли бирикмасидаги водороднинг масса улуши эса 25%. Элементни аниқланг.

<b>TOP 10</b>	Қуёш таркибидаги элементлар
1.	Водород
2.	Гелий
3.	Кислород
4.	Углерод
5.	Темир
6.	Неон
7.	Азот
8.	Кремний
9.	Магний
10.	Олтингугрт



## КИМЁВИЙ БОҒЛАНИШ

### 10-§. КОВАЛЕНТ БОҒЛАНИШ

#### Бугунги дарсда:

- Ковалент боғланиш ҳосил бўлишини, алмашиниш ва донор – акцептор механизмларини кўриб чиқамиз.

#### Таянч сўзлар

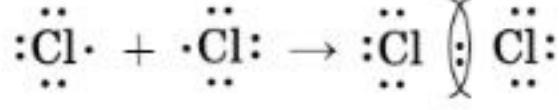
- Алмашиш механизми
- Донор-акцептор механизми
- Қутбли ковалент боғланиш
- Қутбсиз ковалент боғланиш
- Диполь
- Молекула билан бирималарнинг қутбилиги
- Ковалент боғланишнинг гомологик парчаланиши
- Ковалент боғланишнинг гетерологик парчаланиши

Кимёвий боғланиш – алоҳида атомларни мурракаб системаларга (молекулалар, кристаллар ва ҳ.к.) бириктирадиган электростатик таъсиралиши. Кимёвий боғланишнинг тузилиши ўз-ўзидан борадиган жараён ва ҳар доим энергия ажралиб турди, сабаби молекуланинг (ёки бошқа кўп атомли системанинг) тўлиқ энергияси уни ҳосил қилган алоҳида атомлар энергияларининг йиғиндисидан камдир. Кимёвий боғланишнинг ҳосил бўлишининг асосий сабаби шунда. Кимёвий боғланишнинг тўрт тури мавжуд: *ионли, ковалент, металл ва водород*.

**Ковалент боғланиш** атомларининг жуфтлашмаган валентли электронларининг умумий жуфти орқали ҳосил бўладиган боғланиш. Ковалент сўзи “валент электронлар бирга” деган маънени билдиради. Ковалент боғланишнинг назариясини 1916 й америка олими Гилберт Льюис таклиф қилди.

Кўплаган молекулалар, молекулали ионлар, эркин радикаллар ва атом кристалл панжаралар ковалент боғланиш ҳисобига тузилади. Ковалент боғланишнинг: *алмашиш ва донор-акцептор* деб аталган иккита механизми мавжуд (21-жадвал).

Ковалент боғланиш қутбсиз ва қутбли бўлиб иккига бўлинади. Ковалент қутбсиз боғланишнинг тузилишини хлор молекуласининг мисолида кўриб чиқамиз. Хлор молекуласининг тузилишини қўйида-гича ифодалаш мумкин:



## Ковалент боғланиш ҳосил бўлиш механизми



Алмашиниш	Донор- акцептор
1	2
<p>Алмашиш механизми атомлардаги токъ электронларнинг умумий жуфти ҳосил бўлганда юзага келади:</p> $A\uparrow + \downarrow B = A\uparrow\downarrow B$	<p>Бу механизм бўйича боғланиш ҳосил бўлганда, атомларнинг бири электрон донори, иккинчиси эса акцептор ролини бажаради. Акцептор бўш орбиталини боғланиш ҳосил бўлишига беради. Электрон жуфти донор билан акцепторга умумий фойдаланишга берилганда ковалент боғланиш юзага келади:</p> $A + \uparrow\downarrow D = A\uparrow\downarrow D$
<p>1) <math>H_2</math> — водород:</p> $\begin{matrix} {}_1^{\text{H}} \\ 1s \end{matrix} \quad H + \cdot H \longrightarrow \begin{matrix} & \cdot \\ & \backslash \diagup \\ & \diagdown \backslash \\ \cdot & \end{matrix} H$ <p>Below this, two s-AO's are shown combining to form an s-s sigma bond.</p> $\begin{matrix} & \nearrow \\ s & \end{matrix} + \begin{matrix} & \nearrow \\ s & \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} & \nearrow \searrow \\ s-s & \end{matrix}$	<p>Аммиакдаги азот атоми билан водород катионлари таъсиридан аммоний катионнинг тузилиши донор-акцептор механизми бўйича боради. Аммиак молекуласидаги азотнинг бўлинмаган жуфт электронлари донор хизматини бажаради.</p>
<p>2) <math>HCl</math> — хлор водород</p> $\begin{matrix} & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ {}_{17}^{\text{Cl}} & 3s & 3p & 3d & \end{matrix} \quad H + \cdot \ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow \begin{matrix} & \cdot \\ & \backslash \diagup \\ & \diagdown \backslash \\ \cdot & \end{matrix} \ddot{\text{Cl}}: \text{ ёки } H-\text{Cl}$ $\begin{matrix} & \nearrow \\ s & \end{matrix} + \begin{matrix} & \nearrow \swarrow \\ p & \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} & \nearrow \searrow \\ \sigma-\text{MO} & \end{matrix}$	

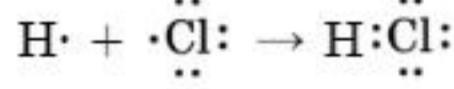


## 21-жадвалнинг давоми

1	2						
<p>3) Хлор молекуласыда <math>\text{Cl}_2</math> боғланиш ток <math>p</math>-электронларнинг мисолидан тузилади (<math>p</math>-<math>p</math>-орбиталларнинг пулакланиши):</p> $\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot + \cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot \rightarrow :\ddot{\text{Cl}}\cdot \text{Cl}:\text{ ёки } \text{Cl}-\text{Cl}$ <p>4) Азот <math>\text{N}_2</math> молекуласыда атомлар орасида уча электрон жуфти пайдо бўлади:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;"><math>{}_7\text{N}</math></td> <td style="text-align: center;"><math>2s</math></td> <td style="text-align: center;"><math>2p</math></td> </tr> <tr> <td><math>\uparrow\downarrow</math></td> <td><math>\uparrow\uparrow</math></td> <td><math>\uparrow\uparrow</math></td> </tr> </table> $\cdot\ddot{\text{N}}\cdot + \cdot\ddot{\text{N}}\cdot \rightarrow :\ddot{\text{N}}\text{N}:\text{ ёки } \text{N}\equiv\text{N}$	${}_7\text{N}$	$2s$	$2p$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\uparrow$	$\uparrow\uparrow$	<p>Водород катионинининг бўш орбиталлари бўлади ва у акцептор ролини бажаради:</p> $\text{H}-\text{N}: + + \text{H}^+ \rightarrow \left[ \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{N}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \right]^+$ <p>Натижасида аммоний ионида тўрт ковалент <math>\text{H}-\text{N}</math> боғланиш, уларнинг учтаси алмашиш механизми билан, биттаси эса донор-акцептор механизми билан ҳосил бўлади. Шунга қарамасдан барча боғланиш бирдай. Метиламмоний ионида <math>[\text{CH}_3\text{NH}_3]^+</math> донор-акцептор боғланиш шунга ўхшаш ҳосил бўлади.</p>
${}_7\text{N}$	$2s$	$2p$					
$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\uparrow$	$\uparrow\uparrow$					

Хлор атомлари орасида тузилган электрон жуфти икки атомга хам тегишли, яъни боғланишнинг электрон зичлиги атомлардан бирдай масофада жойлашган. Сабаби атомларнинг электранфийликлари бир хил.

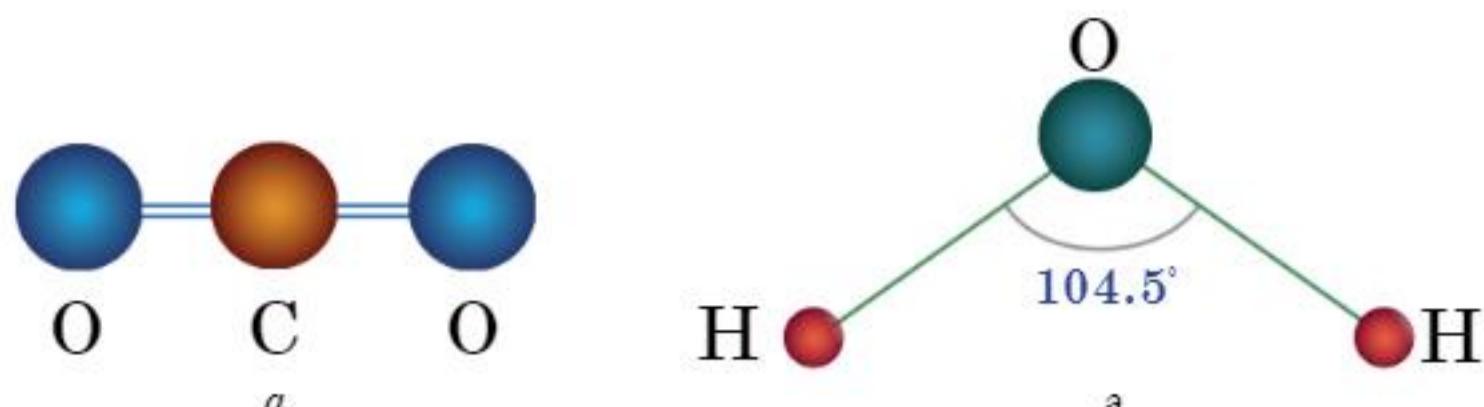
**Электранфийлиги бир хил кимёвий элемент атомларининг таъсири натижасида ҳосил бўлган боғланиш қутбсиз ковалент боғланиш деб аталади.** Қутбсиз ковалент боғланиш  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$  ва ҳ.к. метал-масларда учрайди. Қутбсиз ковалент боғланишнинг тузилишини хлор водородининг  $\text{HCl}$  мисолида кўриб чиқайлик:



Хлор билан водород атомлариниг жуфтлашмаган электронларидан умумий электрон жуфти пайдо бўлиб, натижада хлорводород молекуласи ҳосил бўлади. Умумий электрон жуфти электранфийлиги юқори хлор ( $\text{ЭТ Cl}(3,12) > \text{ЭТ H}(2,1)$ ) атомига қараб силжийди. Натижада атомларда қарама-қарши зарядланган қисман зарядлар пайдо бўлади ( $\text{Cl}^\delta-$ ,  $(\text{H}^\delta+)$ ). Бундай молекулалар қутбли молекулалар деб аталади.

**Электранфийлиги кам фарқ қиласиган атомлар орасидаги кимёвий боғланиш қутбли ковалент боғланиш деб аталади.**

Ҳар иккала ҳода ҳам ковалент боғланиш алмашиш механизми бўйича ҳосил бўлганлиги сезилади. Молекуланинг қутблилиги билан боғланиш қутблилигини ажарата олиш керак.



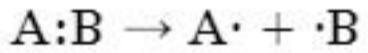
25-расм. а —  $\text{CO}_2$ , чизиқли молекуласи; б —  $\text{H}_2\text{O}$  бурчаклы молекуласи

Боғланишнинг қутблилиги боғланган атомларнинг электрманфийлигига боғлик, молекуланинг қутблилиги эса боғланишнинг қублилигига ва молекуланинг геометриясига боғлик.

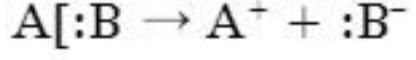
Масалан,  $\text{CO}_2$  молекуласида боғланиш қутбли, молекуласи эса қутбли эмас, сабаби унинг тузилиш чизмаси  $\text{O} = \text{C} = \text{O}$  (25, а-расм).

Сув молекуласи  $\text{H}_2\text{O}$  қутбли, сабаби у ковалент икки  $\text{H} \rightarrow \text{O}$  қутбли боғланиш ёрдами билан ҳосил бўлган ва бурчак шаклида (25, б-расм).  $\text{HOH}$  молекуласидаги валентли бурчак  $104,5^\circ$ -га teng, шунинг учун бўлинмаган икки электрон жуфти бор кислород атоми манфий зарядланган ( $\delta^-$ ), водород атоми эса мусбат зарядланган ( $\delta^+$ ). Сув молекуласи — диполь. Диполь мусбат ва манфий зарядларнинг маркази бир-биридан маълум бир масофада бўладиган электр нейтрал система (26-расм).

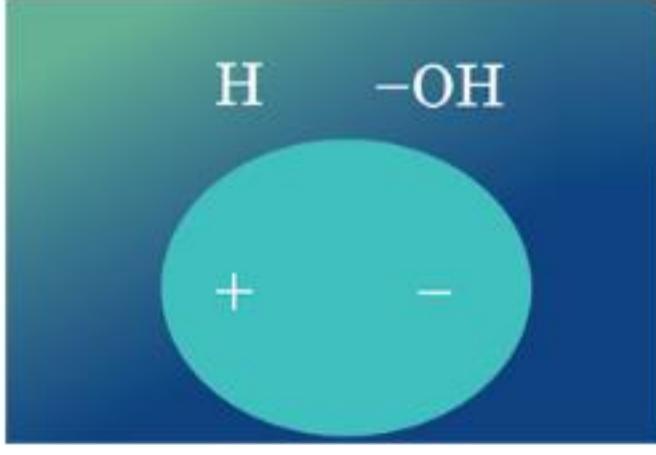
**Ковалент боғланишнинг гамолитик ва гетеролитик узилиши.** Ковалент боғланишнинг узилиши унинг тузилишига қарама-қарши механизм бўйича икки усулда боради. Боғланиш узилганда ҳар атом битта электрондан олса, гамолитик узилиш боради:



Ковалент боғланишнинг гамолитик узилиши натижасида электрон тузилиши ўхшаш заррачалар тузилади, уларнинг ҳар қайсисида алоҳида электрон бўлади. Бундай заррачалар **бўш радикаллар** деб аталади. Агар боғланиш узилганда умумий электрон жуфти бир атомда қолса, бундай узилиш **гетеролитик** деб аталади. Гетеролитик парчаланиш натижасида ҳар хил зарядли ионлар — катион ва анион тузилади:



Қутбсиз ва кучсиз қутланган боғланишларга гомолитик узилиш, қутбли боғланишларга эса гетеролитик узилиш тааллуқли.



26-расм. Сув молекуласи – диполь



Ковалент боғланиш тузилишининг алмашинув ва донор-акцепторли деб аталадиган икки механизми бор. Алмашинув механизми якка электронларнинг бири-киши эвазига атомларнинг умумий электрон жуфти ҳосил бўлиши натижасида юзага келади. Донор-акцепторли механизм бўйича боғланиш тузилганда, атомларнинг бири электрон донори, иккинчиси эса акцептор ролини бажаради. Боғланиш тузишга акцептор бўш орбиталини, донор эса бўлинмаган электрон жуфтини беради. Жуфт электрон донор билан акцептор учун умумий бўлади. Умумий электрон жуфтларининг боғланган атомларнинг бирига силжиши даражасига боғлик ҳолда ковалент боғланиш қутбли ва қутбсиз бўлиб бўлинади. Боғланишнинг қутблилиги боғланган атомларнинг электрманфийлигига боғлик, молекуланинг қутблилиги эса боғланишнинг қутблилигига ва молекуланинг геометриясига боғлик. Ковалент боғланишнинг гомолитик узилиши натижасида бўш радикаллар, гетеролитик парчаланиш натижасида ионлар – катион ва анион ҳосил бўлади.



1. Заррачалар орасида кимёйи боғланиш ҳосил бўлмаса нима бўлар эди?
2. Ковалент боғланиш тузилишининг қандай механизмлари бор?
3. Ковалент боғланиш тузулишининг алмашинув ва донор-акцепторли механизмларини солиширинг.
4. Алмашинув ва донор-акцепторли механизми бўйича ковалент боғланиш ҳосил қиласидаган элементларнинг валентлиги қандай аниқланади?
5. Қутбли ковалент боғланишли бирикмалар билан қутбсиз бирикмаларнинг хоссаларида қандай фарқ бор?
6. З-давр элементларнинг қайси бири хлор билан қутбли ковалент ва қутбсиз ковалент бирикмалар ҳосил қиласиди? Уларнинг тузилиш чизмаларини тузинг.
7. Куйидаги қаторлардаги молекулаларнинг қутблилиги қандай ўзгаради: а) HF, HCl, HBr, HI; б) NH<sub>3</sub>, PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub>? Жавобни тушунтиринг.
8. Берилган бирикмалар жуфтининг ҳар кайсисида қандай бирикманинг эриш температураси паст бўлади: Br<sub>2</sub> ёки I<sub>2</sub>, NaF ёки KF, LiCl ёки CCl<sub>4</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH ёки C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>?
9. Диполь деганимиз нима?
10. Ковалент боғланишнинг гомолитик ва гетеролитик узулиши деганимиз нима?
11. Эркин радикаллар деганимиз нима?
12. Молекуланинг қутблилиги билан боғланиш қутблилигини қандай ажратишга бўлади?

## 11-§. КОВАЛЕНТ БОҒЛАНИШНИНГ ХОССАЛАРИ

### Бугунги дарсда:

- Ковалент боғланишнинг таърифларини қараб чиқамиз;
- Икки (умумий) ва уч босқичли боғланишларнинг тузулиш механизмини тушунамиз.

Ковалент боғланишнинг асосий тавсифлари-га: 1) энергияси; 2) узунлиги; 3) ориентацияси; 4) тўйинганлиги; 5) қутбланиши киради. Ковалент боғланишнинг биринчи навбатда тўрт тавсифини кўриб чиқамиз (қутбланиши қараб чиқилган). **Кимёвий боғланишнинг энергияси деб боғланиш тузилганда ажralадиган**



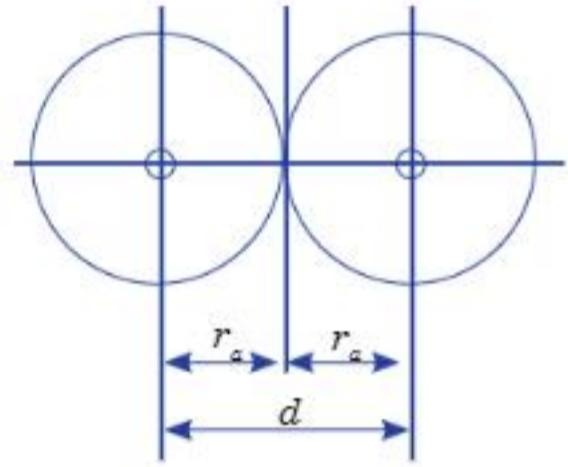
**энергияни айтади.** Бу энергия молекулани алоҳида атомларга парчалашга сарфланадиган энергияга тенг. Боғланиш энергияси кЖ/моль билан ўлчанади ва боғланиш энергияси кўп бўлган сари боғланишнинг мустаҳкамлиги кучли бўлади. Кимёвий боғланишнинг энергияси боғланишнинг босқичига, узунлигига ва орбиталларнинг қопланиш усулларига боғлик.

Боғланишнинг узунлиги ядроларнинг оралиқ масофаси орқали аниқланади (27-расм). Бу масофа қанча қисқа бўлса, кимёвий боғланиш шунча мустаҳкам бўлади. Масалан, бу бирикмалар қаторида  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$  молекуладаги элемент-водород боғланишининг узунлиги ортади, унинг энергияси аста-секин камаяди (масалан, 390,8; 328,9 ва 319,2 кЖ/моль). Боғланишнинг карралилиги берилган атомлар орасидаги умумий электрон жуфтларининг сонига тенг. Умумий электрон жуфтлар сони бўйича (яъни босқичи бўйича) алоҳида, қўшбоғ ва убоб ҳосил бўлади (22-жадвал).

### Таянч сўзлар

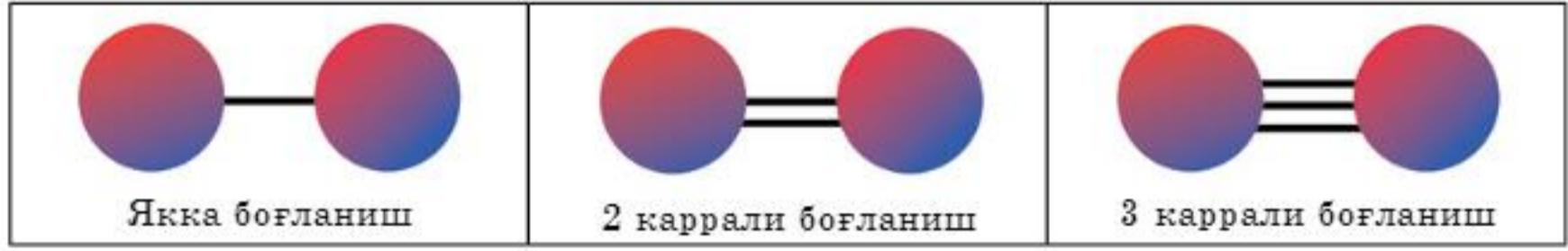
- Ковалент боғланишнинг тавсифлари:

  - 1) энергияси;
  - 2) узунлиги;
  - 3) ориентири;
  - 4) тўйинганлиги;
  - 5) қутблилиги;
  - 6) боғланиш



27-сурет.  $d$ -боғланиш узунлиги

22-жадвал



Бир боғ: $\text{H}_2$ $\text{H}—\text{H}$	Қўш боғ: $\text{CO}_2$ $\text{O} = \text{C} = \text{O}$	Уч боғ: $\text{N}_2$ $\text{N} \equiv \text{N}$
Боғланиш узунлиги 0,145 нм	Боғланиш узунлиги 0,125 нм	Боғланиш узунлиги 0,1098 нм
Боғланиш энергияси 58,5 кЖ/моль	Боғланиш энергияси 456 кЖ/моль	Боғланиш энергияси 945 кЖ/моль
$\text{H}_3\text{C}—\text{CH}_3$	$\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$	$\text{HC} \equiv \text{CH}$
Боғланиш узунлиги 0,154 нм	Боғланиш узунлиги 0,134 нм	Боғланиш узунлиги 0,120 нм
Боғланиш энергияси 360 кЖ/моль	Боғланиш энергияси 712 кЖ/моль	Боғланиш энергияси 962 кЖ/моль

Молекуладаги икки атомнинг орасидаги босқичли боғланишлар (икки ва уч) ҳосил бўлса, уларнинг бири  $\sigma$ -боғ, бошқалари эса  $\pi$ -боғ бўлади.  $\sigma$ -боғ тузилганда электрон булутлари атомларнинг ўртасини туташтирувчи чизик бўйлаб қоплашади,  $\pi$ -боғнинг электрон булут-



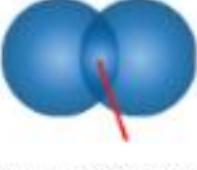
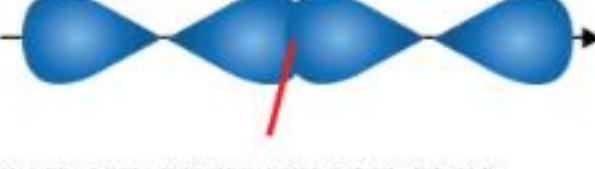
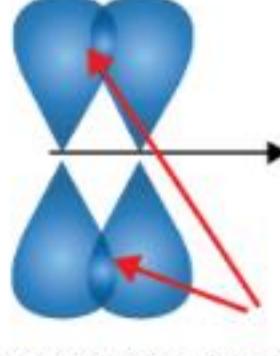
лари атомнинг ўртасини туташтирувчи чизикнинг икки томонида қоплашади. Электрон орбиталларнинг қоплаш усули бўйича боғлар  $\sigma$ - ва  $\pi$ -боғ деб бўлинади (23-жадвал). Одатда,  $\sigma$ -боғнинг энергияси  $\pi$ -боғнинг энергиясидан юқори бўлади, сабаби биринчи ҳолатда атом орбиталларнинг қоплаш даражаси юқори, масалан этен молекуласида  $E_{\sigma} = 347$  кЖ/молъ,  $E_{\pi} = 265$  кЖ/молъ.  $E_{\sigma} < E_{\pi}$  бўлганлигидан, кимёвий реакцияларда аввало  $\pi$  боғланиш узилади. Этилен молекуласида ги  $C_2H_4$  углерод атомларининг орасида қўшбоғ ( $CH_2 = CH_2$ ) тузилади. Уларнинг бири мустамҳкам  $\sigma$ -боғига, иккинчиси мустаҳкамлиги камроқ  $\pi$ -боғига киради. Ацетиленнинг чизикли молекуласида  $H-C\equiv C-H$  ( $H:C\ddot{\cdot}C:H$ ) углерод билан водород атомлари орасида  $\sigma$ -боғланиш бор. Углерод атомлари ўзаро бир 1  $\sigma$ - ва 2  $\pi$ -боғ билан боғланган. Жуфт ва уч боғланишларнинг энергиялари якка боғланиш энергиясидан кўп, узунлиги эса мос равишда қисқа бўлади.

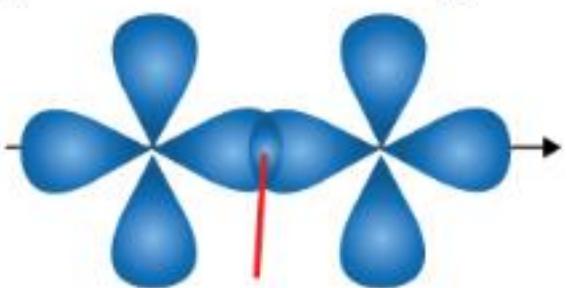
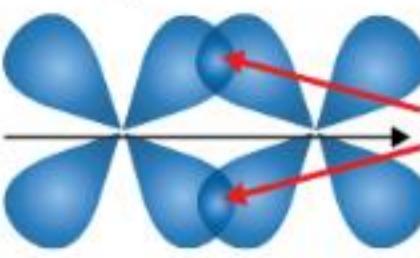
Кузатганимиздек боғланиш энергияси, унинг узунлиги ва карралиги орасида боғланиш бор. Боғнинг карралиги юқори бўлган сайин унинг энергияси кўп, узунлиги қисқа бўлади.

**Ковалент боғланишнинг тўйинганлиги деб атомларнинг ковалент боғланишнинг чекли бир сонини тузиш хоссасини айтади.** Аввал айтиб ўтганимиздай, ковалент боғланишнинг сони атомнинг ташқи электрон қаватидаги алоҳида электронларнинг сонига, бўлинмаган электрон жуфтлари билан бўш электрон орбиталларнинг мавжудлигига боғлик. Молекуляр боғланишнинг стехеометрияси, уларнинг сифат таркиби, молекуладаги атомлар массасининг нисбати ковалент боғланишнинг тўйинганлигига боғлик.

23-жадвал

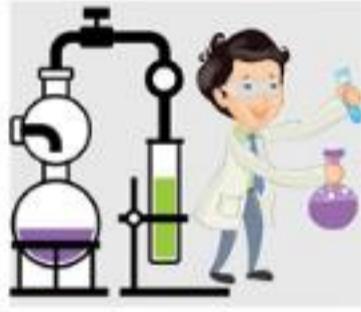
#### Ковалент боғланишнинг тузилиши давомида атом орбиталларнинг қопланиши

Ковалент $\sigma$ -боғланиш	Ковалент $\pi$ -боғланиш
1 Атом ядроларини бирлаштирувчи чизик бўйлаб орбиталларнинг қоплашиши Икки $\sigma$ -орбиталнинг қоплашишидан $\sigma$ -боғланишнинг тузилиши.   Электрон зичлиги юқори соҳа Икки $\sigma$ -атом орбиталларнинг қоплашишидан $\sigma$ -боғланишнинг тузилиши   Электрон зичлиги юқори соҳа	2 Атом ядроларини бирлаштирувчи чизикнинг икки томонида $p$ -орбиталларнинг қўша қоплашиши Икки $p$ -атом орбиталларнинг қоплашишидан $\pi$ -боғланишнинг тузилиши.   Электрон зичлиги юқори соҳа

1	2
Икки $d$ -атом орбиталларининг қоплашиидан $\sigma$ -боғланишнинг тузилиши	Икки $d$ -атом орбиталларининг қоплашиидан $\pi$ -боғланишнинг тузилиши
	
Электрон зичлиги юқори соҳа	Электрон зичлиги юқори соҳа (иккита)
Қоплашиш соҳаси битта	Қоплашиш соҳаси иккита
Кўпроқ қоплашишади	Оз қоплашишади
Мустаҳкам боғланиш	Заиф боғланиш



**Ковалент боғланишнинг йўналиши.** Ҳар қандай молекула маълум бир фазовий тузилиши билан (ёки геометрияси билан) тавсифланади, сабаби  $s$ -дан бошқа орбиталларининг барчасининг маълум бир йўналиши мавжуд.



Кимёвий боғланишнинг энергияси боғланиш каррасига, узунлигига ва орбиталларнинг қопланиш усулига боғлиқ. Боғланишнинг узунлиги ядролараро масофа билан аниқланади. Бу масофа қанчалик қисқа бўлса, кимёвий боғланиш шунча мустаҳкам бўлади.

Боғланиш хусусияти берилган атомлар орасида тузилган умумий электрон жуфтларининг сонига teng. Умумий электрон жуфтларининг сони бўйича (яъни хусусияти бўйича) бир, қўш ва уч босқичли боғлар бўлади. Икки ёки уч босқичли боғларнинг энергиялари бир боғланиш энергиясидан кўп, узунлиги эса мос равишда кам бўлади. Ковалент боғланишнинг тўйинганлиги деб, атомларнинг ковалент боғланишнинг чекли бир сонини тузиш хоссасини айтади. Электрон орбиталларнинг қоплаш усули бўйича ковалент боғланиш  $\sigma$ - ва  $\pi$ -боғ дегани нима? Уларнинг бир-биридан фарқи қандай?

- Кимёвий боғланишнинг хусусияти нима орқали аниқланади?
- Кутбли ковалент ва кутбсиз ковалент боғланишларни солиштиринг.
- Кутбли ковалент ва кутбсиз ковалент боғланишларга мисол келтиринг.
- Кислород, водород, углеводород гази каби моддалар қайнаш ҳароратларининг паст бўлишининг сабабини қандай тушунишга бўлади?
- Ковалент боғланишнинг тўйинганлиги ва йўналиши деганини қандай тушунасиз?



## 12-§. ГИБРИДЛАНИШ ТУРЛАРИ: $sp$ , $sp^2$ , $sp^3$

### Бугунги дарсда:

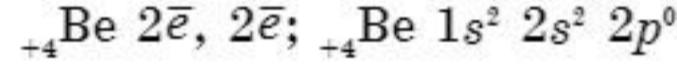
- Гибридланишнинг турларини, унинг физик мазмунини;
- Модда тузилиши билан хоссаси орасидаги үзаро боғлиқликни тушунамиз.

### Таянч сұздар

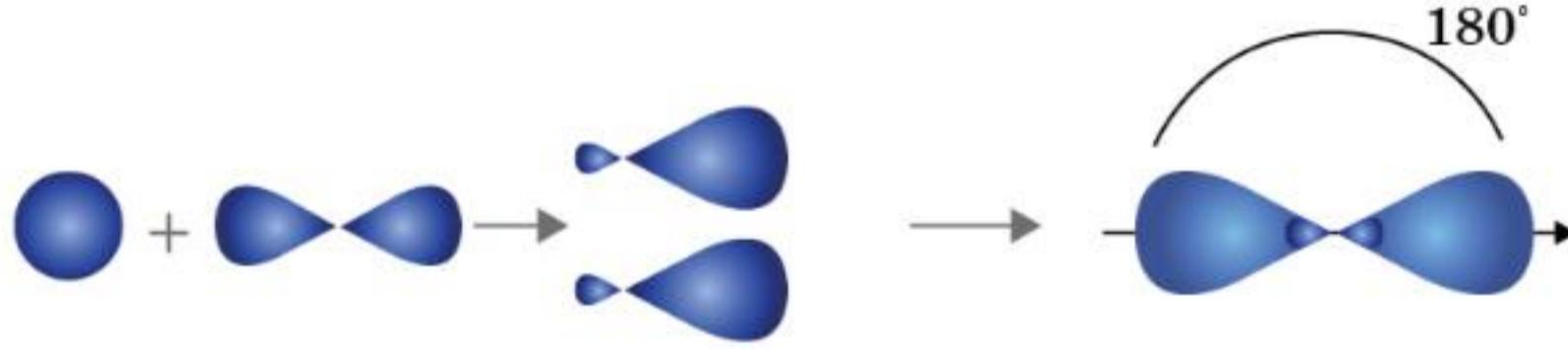
- Гибридланиш  $sp$ ,  $sp^2$  - және  $sp^3$
- Молекулалар геометрияси

Электрон орбиталларнинг шакли ва энергияси бүйича тенглашиш процессини гибридланиш дейди. Гибридланишда атом орбиталлар бир хил бўлади, шу сабабли бошқа атомлар билан тенг боғланишлар ҳосил бўлади ва улар фазода бир-биридан иложи борича узоқ жойлашади. Гибридланишнинг асосий учтури мавжуд:  $sp$ ,  $sp^2$ - ва  $sp^3$ . Уларни аниқроқ ўрганамиз.

**$sp$ -гибридланиш.** Гибридланишнинг бу түрини бериллий хлориди  $BeCl_2$  молекуласиининг мисолида кўриб чиқамиз. Бериллий атомининг нормал ҳолатидаги тузилишини ифодалайлик:

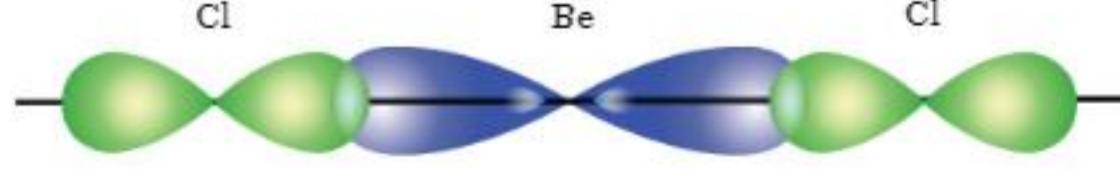


Иккита ковалент боғланиш тузилиши учун бериллий атомининг ташқи энергетик поғонасида иккита алоҳида электрони бўлиши керак. Бу атом уйғонган ҳолатга ўтганда мумкин бўлади:  ${}_{+4}Be^* \dots 2s^1 2p^1$ . Бир  $2s$ - ва бир  $2p$ -орбиталларининг қопланиши натижасида гибридланган иккита орбитал пайдо бўлади (28 расм), улар бир чизмада жойлашган (орбиталлар орасидаги бурчак  $180^\circ$ ).



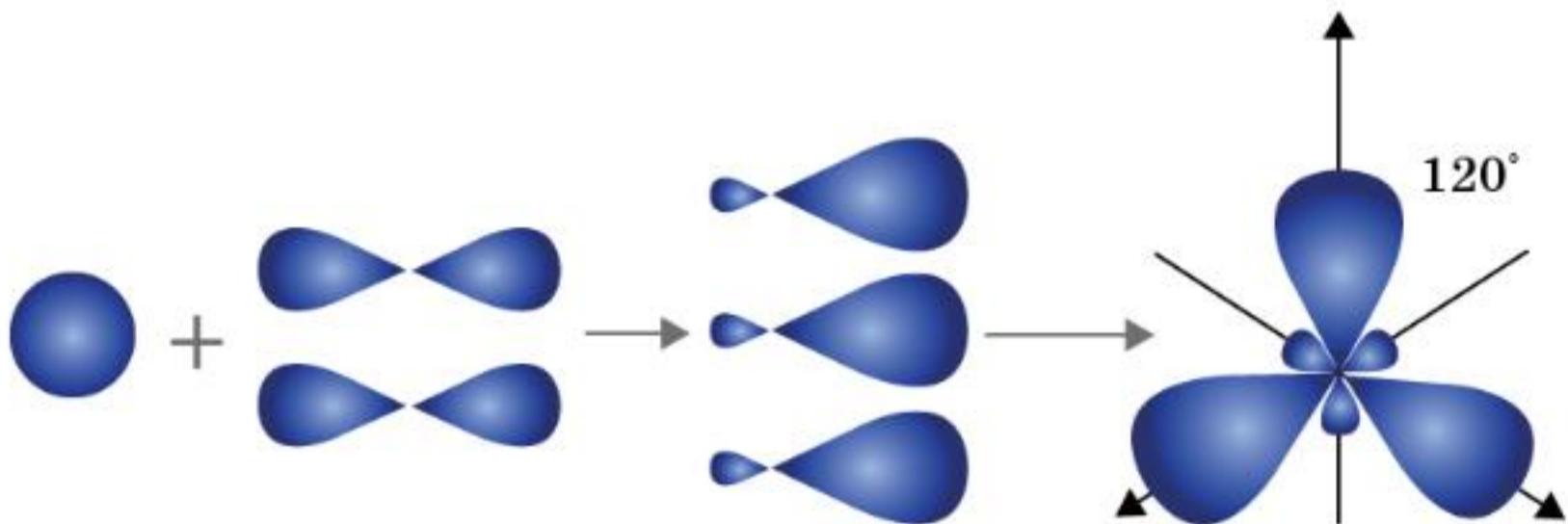
28-расм. Бериллий атомидаги  $sp$ -орбиталларининг тузилиши

Бериллий атомининг  $sp$ -гибридли орбиталлари хлор атомининг  $p$ -орбиталлари билан қопланиб, иккита  $\sigma$ -боғланишини ҳосил қиласади (29-расм).



29-расм.  $BeCl_2$  молекуласидаги электрон булатларнинг қопланиши

$sp$ -гибридли орбиталлар доим  $180^\circ$  бурчак остида жойлашади, шунинг учун  $sp$ -гибридланган атомлардан тузилган молекулалар – чизиқли



30-расм. Бор атомидаги  $sp^2$ -гибридли орбиталларнинг пайдо бўлиши

тузилган бўлади.  $sp$ -гибридланган кимёвий бирикмаларга  $\text{BeH}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCN}$  мисол бўла олади. Шу билан бирга  $sp$  гибридланиш *барча ацетилен углеводородларга* (алканлар), карбин ва баъзи ҳолларда органик бирикмаларга хос.

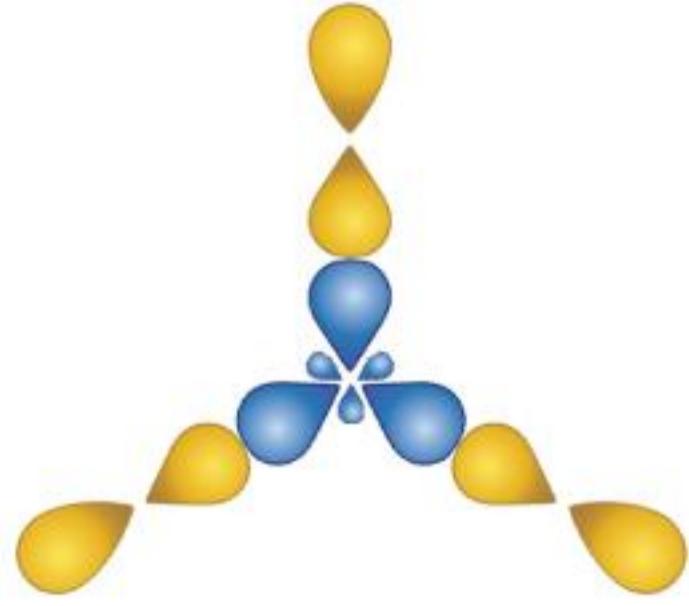
**$sp^2$ -гибридланиш.** Гибридланишнинг бу турини бор хлориди  $\text{BCl}_3$ , молекуласининг мисолида кўриб чиқамиз. Бу бирикмалардаги борнинг валентлиги 3 га teng, у атомнинг уйғонган ҳолатидаги якка электронларининг сонига teng:  $_{+5}\text{B}^* \dots 2s^1 2p^2$  ва 2  $2p$ -орбиталларининг гибридланишидан бир-биридан итарилиб,  $120^\circ$  бурчак ясовчи уч гибридли булутлар тузилади (30-расм).

Ҳар хлор атомида биттадан жуфталашмаган валентли  $p$ -электронлари бўлади, уларнинг орбиталари қопланиб, текислик юзаси бўйича текис учбурчакли молекула тузилади (31-расм).

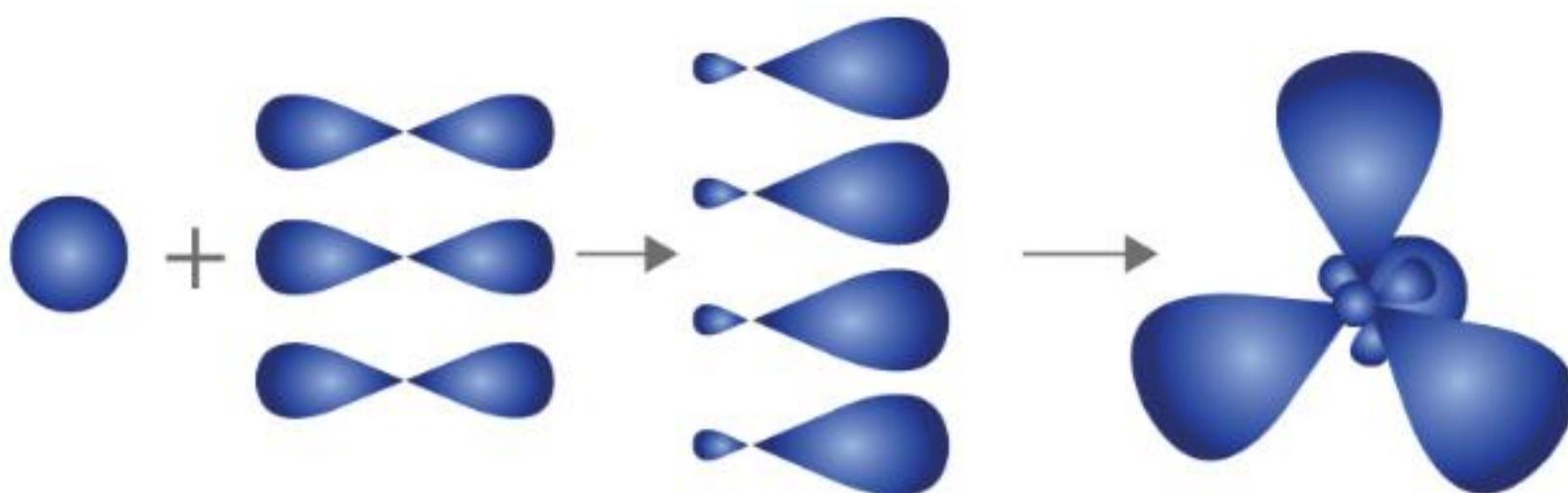
$sp^2$ -гибридланган бирикмаларга:  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{BF}_3$  молекулалари,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  ионлари ва графит мисол бўлади. Шунингдек,  $sp^2$ -гибридланиш *барча этилен углеводородларига* (алканларга), *диен углеводородларига*, *карбон кислоталарига*, *аромат углеводородларига* (аренларга) ва бошқа органик бирикмаларга хосdir.

**$sp^3$ -гибридланиш.**  $sp^3$ -гибридланишга метан  $\text{CH}_4$  молекуласидаги углерод атоми мисол бўла олади. Бу бирикмаларда углерод атоми 4 оддий боғланиш тузади, яъни унинг валентлиги 4 га teng. Бундай валентликда углерод атоми уйғонган ҳолатда эга бўлади  $\text{C}^* \dots 2s^1 2p^3$ .

Гибридланишга бу ҳолда бир  $2s$  ва уч  $2p$ -орбиталлари учрайди. Натижада, тўрт гибридли орбиталлар тузилиб, улар  $109^\circ 28'$  ясад жойлашади (32-расм).



31-расм.  $\text{BCl}_3$  молекуласидаги электрон булутларининг қоплашиши



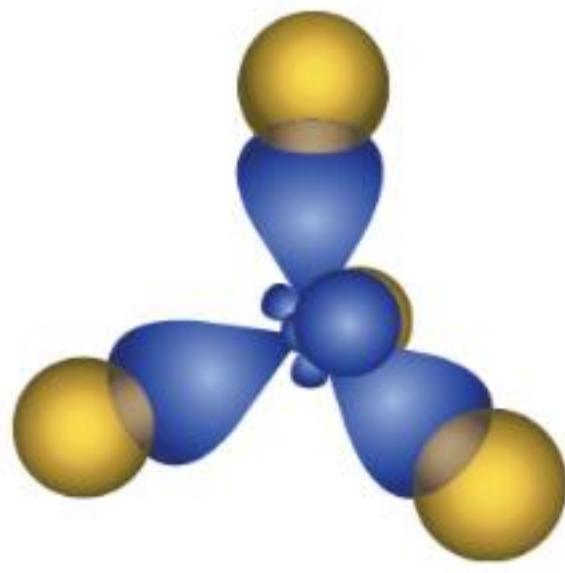
32-расм. Углерод атомидаги  $sp^3$ -гибриланган орбиталларининг тузилиши

Хар водород атомининг сфера шаклли бир-бир валент  $s$ -электронлари мавжуд. Углерод атомининг түрт гибридли орбиталлари водород атомларининг  $s$ -орбиталлари билан қопланиб, түрт  $\sigma$ -боғли тетраэдр тузилиши метан молекуласини тузади (33-расм).

$sp^3$ -гибридланиш қуийдаги бирикмаларга хос:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{POCl}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ , олмос ва сув. Шунингдек  $sp^3$ -гибридланиш барча түйинган углеводородларда (алканларда, циклонларда), бошқа баъзи органик бирикмаларда кузатилади.  $sp^3$  типли гибридланган молекулаларнинг фазовий конфигурацияси ҳар доим тетраэдрга мос келавермайди. Масалан: аммиак ( $\text{NH}_3$ ) молекуласида азот атомининг валентлиги 3 га teng ва унинг ташқи погонасидаги беш электрони түрт орбитални олади (бир  $s$  ва уч  $p$ ).

Уларнинг барчаси гибридланишга қатнашади ( $sp^3$ -гибридланиш тури), лекин, факат уч орбиталь ( $p$ -орбиталлар) кимёвий боғланиш ҳосил қиласи. Бир учи йўқ тетраэдр пирамидага айланади. Шунинг учун аммиак молекуласининг шакли пирамида шаклида, боғланиш бурчаги  $107^\circ 30'$ -гача четлашишади. Сув молекуласида ( $\text{H}_2\text{O}$ ) кислород атоми  $sp^3$ -гибридланган ҳолда, молекула шакли бурчакли, боғланиш бурчаги  $104^\circ 5'$ -га teng. Шунингдек ковалент боғланиш тузилишига оддий  $s$ ,  $p$ ,  $d$ ,  $f$  булутлари ва  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$  ва бошқа гибрид орбиталлар қатнашади.

Бу булутларнинг барчаси фазода маълум бир бурчакка йўналади. Шу сабабдан бу булутлар тузган ковалент боғланишлар ҳам маълум йўналиш билан тавсифланади. Турли типдаги молекулаларнинг кўп учрайдиган геометрик шакллари 24-жадвалда берилган.



33-расм.  $\text{CH}_4$  молекуласидаги электрон булутларнинг қопланиши

## Турли типдаги молекулаларнинг фазовий тузилиши

Молекулалар типи	Фазодаги тузилиши	Мисоллар
$AB_2$	Бурчакли Чизикли	$H_2O$ , $H_2S$ , $OF_2$ , $BeCl_2$ , $MgBr_2$ , $CO_2$
$AB_3$	Пирамида шакли Учбурчакли	$NH_3$ , $PCl_3$ , $AsH_3$ , $BCl_3$ , $AlBr_3$
$AB_4$	Тетраэдр шакли	$CH_4$ , $CCl_4$ , $SiH_4$



Электрон орбиталларнинг шакли ва энергияси бўйича тенглашиш жараёнини гибридланиш дейди. Гибридланишининг, асосий уч тури мавжуд:  $sp$ -,  $sp^2$ - ва  $sp^3$ .  $sp$ -гибридланган атомлардан тузилган молекулаларнинг характеристи чизикли тузилишда бўлади.  $sp^2$ -гибридланиш натижасида текисликда ясси учбурчакли молекула тузилади.  $sp^3$ -гибридланган молекулаларнинг фазовий конфигурацияси баъзан пирамида шаклида бўлади.



- Атом орбиталларининг гибридланиши деганимиз нима?
- $sp$ -,  $sp^2$ - ва  $sp^3$ -гибридланиш натижасида қанча гибридли орбиталлар тузилади?
- $sp$ -гибридланган молекулаларга қандай геометрик тузилиш мос?
- А атоми  $sp^2$ -гибридланган бўлса,  $AB_3$  типли молекуланинг геометрик шакли қандай бўлади?
- А атоми  $sp^3$ -гибридланган бўлса,  $AB_4$  типли молекуланинг геометрик шакли қандай бўлади?
- Нима сабабдан ковалент боғланишнинг маълум бир йўналиши бор?
- Берилган молекулаларнинг фазовий тузилишини тавсифланг:  $AlCl_3$ ,  $PH_3$ ,  $H_2O$ ,  $BeF_2$ .
- Углерод (IV) оксиди  $CO_2$  молекуласининг шакли чизикли. Молекулада қанча  $\sigma$ -ва  $\pi$ -боғланиш бор? Бу боғларнинг тузилиши учун углерод атомининг қандай электрон орбиталлари қатнашади? Молекула кутблими ёки қутбсизми?

### 13-§. ЭЛЕКТРМАНФИЙЛИК ВА БОҒЛАНИШ ҚУТБЛИЛИГИ

Маълум кимёвий элементларнинг барчасини металлар ва металмаслар деб таснифланишга бўлади.

Металл атомлари валентлик электронларини беришга қобилиятли элементлар, металмаслар атомлари эса электронларни қабул қиласидан элементлар.

Металл ва металмас таъсирлашганда биринчисининг атоми электронларидан ажралади, иккинчисининг атоми эса электронларни қўшиб олади. Икки металмас таъсирлашганда қандай бўлади?

#### Бугунги дарсда:

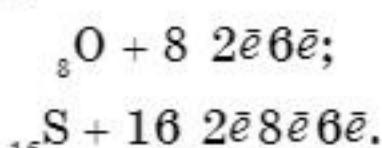
- Электрманфийлик тушунчасининг физик қийматини тушунамиз ва унга асосланиб бирималарининг кимёвий боғланишнинг турини таҳминлай оладиган бўламиз.



## Таянч сұзлар

- Электрманфийлик
- Бөгланиш қутбилиги

Олтингугурт ва кислород атомларини солиширийликті:



Олтингугурт атомининг атом радиуси кислород атомининг радиусидан катта, шунинг учун ортингугуртнинг валент электронлари ядро билан күчсиз боғланған. Атомлар орасыда боғланиш тузилганды электронлар олтингугуртдан кислородга қараб силжиди. Демак, ҳар хил металмас атомларининг электронларини үзиге тортиш хусусияти бир хил эмас.

Кимёвий бирикмадаги элемент атомларининг умумий жуфт электрони үзиге тортиш хусусияти **электрманфийлик** (ЭМ) деб аталади.

Умумий электрон жуфтларини валент электронлари түзгандырып, электрманфийлики-атомнинг иккінчи бир атомнинг валент электронларини үзиге тортиш хусусияти деб айтсак ҳам бўлади. Электрманфийлик ( $X$ ) — атомнинг асосий кимёвий хоссаси, молекуладаги атомнинг умумий электрон жуфтини үзиге тортиш хусусиятининг сонли характеристикаси.

**Нисбий электрманфийлик.** Нисбий электрманфийликнинг бошланғич ва анча маълум бўлган шкаласи Л.Полинг шкаласи бўлиб ҳисобланади. Уни термокимёвий маълумотлар асосида ясад, 1932 йили таклиф қилди. Шкалада литийнинг электрманфийлиги 1 га teng. Элементлар орасыда электрманфийлиги энг юқориси фтор, унинг электрманфийлиги 4. Колган элементларнинг электрманфийлиги 0,7 дан 4 гача қийматаларни қабул қиласи.

Металмасларнинг ЭМ 2-дан катта, металларнинг ЭМ 2-дан кичик. Электрманфийликнинг қиймати 2 га яқин баъзи элементлар (B, Si, Ge, As, Te) оралиқ (үзгарувчан) хоссаларини кўрсатади. Даврий жадвалнинг VIII A групининг элементларининг электрманфийлиги ноль (24-жадвал).

Даврий жадвалда элементларнинг электрманфийлиги ҳар даврда чапдан ўнгга қараб үсади, электрманфийликнинг энг катта қиймати галогенларда. Элементларнинг ЭМ қиймати қанчалик катта бўлса, элементнинг металмас хоссаси шунчалик яққолроқ сезилади. Груп бўйича электранфийлик юқоридан пастга қараб (баъзи ҳоллардан ташқари) камаяди. Электрманфийликнинг энг кичик қийматлари ишқорий металларга хос.

Электрманфийлиги юқори ва паст бўладиган элементлар кимёвий фаол бўлади. Элементларнинг электрманфийлигига асосланиб, кимёвий боғланишнинг турини мўлжаллашга бўлади. Кимёвий боғланиш атомлар валент электронларининг қайта тақсимланиши натижасида пайдо бўлиши сизларга маълум. Натижада ионлар ёки умумий электрон жуфтлари тузилиб, атомлар инерт газларнинг электрон конфигурациясини қабул қиласи ва барқарор ҳолатга ўтади. Электрманфийлиги бир

25-жадвал

## Элементларнинг электрманфийлик жадвали

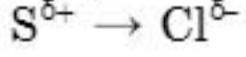
Группа Д.к.р.	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	B	B	B	
1													H 2,1					
2	Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0											
3	Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0											
4	K 0,8	Cu 1,9	Ca 1,0	Zn 1,6	Ga 1,6	Sc 1,3	Ge 1,8	Ti 1,5	As 2,0	V 1,6	Se 2,4	Cr 1,6	Br 2,8	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,9	Ni 1,9	
5	Rb 0,8	Ag 1,9	Sr 1,0	Cd 1,7	In 1,7	Y 1,2	Sn 1,8	Zr 1,4	Sb 1,9	Nb 1,6	Te 2,1	Mo 1,8	I 2,5	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,2	Pd 2,2	
6	Cs 0,7	Au 2,4	Ba 0,9	Hg 1,9	Ti 1,8	La-Lu 1,0-1,2	Pb 1,9	Hf 1,3	Bi 1,9	Ta 1,5	Po 2,0	W 1,7	At 2,2	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,2	
7	Fr 0,7	Ra 0,9																

хил атомлар орасида ковалент қутбсиз боғланиш тузилиши сизларга маълум. Бу вазиятда боғловчи электронлар жуфти атом ядролари га симметрик жойлашади. Натижада қутбсиз молекулалар тузилади.

**Ковалент боғланиш.** Ковалент қутбли боғланиш кўп учрайди. У ЭМ қийматида фарқи кам бўладиган атомлар орасида тузилади. Демак, умумий электрон жуфти атомларнинг бирига силжийди ва боғланиш қутбли бўлади. Кимёвий боғланишнинг қутблилигини атомларнинг заряди турида кўрсатилади, масалан бундай:  $\text{H}^{+\delta} - \text{Cl}^{-\delta}$ ,  $\delta$  — оралиқ заряд.

Икки атомнинг электрманфийлик қийматининг фарқи улкан бўлгани сайин боғланиш қутбли бўлади. Кимёвий боғланишнинг қутблилигининг чегараси электронларнинг бир атомдан иккинчи атомга тўлиқ силжиши. Натижада икки ион тузилиб, ионли боғланиш пайдо бўлади. Ионли боғланиш электрманфийликларида катта фарқ бўладиган элемент атомлари орасида, яъни металл ва металмаслар орасида тузилади.

Хлор билан олтингугурт, олтингугурт билан кислород орасидаги боғланиш тузилганда жуфт электрони қандай силжийди ва қандай атом орасидаги боғланишнинг қутблилиги юқори бўлишини аниқлайлик. Хлор билан олтингугурт учинчи даврда жойлашган. Электрманфийлик давр бўйича чапдан ўнгга қараб ортади. Хлорнинг ЭМ олтингугуртнинг ЭМ катта, бунда электронлар олтингугуртдан хлорга қараб силжийди. Олтингугурт атомининг заряди мусбат, хлорда эса манфий бўлади:



Ўз холосамизни Полинг шкаласи бўйича текширайлик. ЭМ(Cl) = 3, ал ЭТ(S) = 2,5. Атомларнинг электрманфийликларининг фарқи 0,5.



Кислород билан олтингугурт бир VIA гурухда жойлашган. ЭМ гурух бүйича юқоридан пастга қараб камаяди. Кислороднинг ЭМ олтингугуртнинг ЭМ катта, бунда электронлар олтингугуртдан кислородга қараб силжийди. Олтингугурт атомининг заряди мусбат, кислорода эса манфий бўлади:  $S^{6+} \rightarrow O^{5-}$ .

$$\text{ЭМ (O)} = 3,5;$$

$$\text{ЭТ (S)} = 2,5.$$

Атомларнинг электрманфийлигининг фарқи 1,0. Демак, кислород билан олтингугурт орасида тузиладиган кимёвий боғланиш олтингугурт билан хлор орасидаги тузиладиган кимёвий боғланишга нисбатан қутбли бўлади. Боғланишнинг қубилиги модданинг хоссасига таъсир этади. Қутбли молекулалар бир-бирига ҳар хил ионлари билан бурила олади. Натижада уларнинг орасида тортишиш пайдо бўлади. Шунинг учун қутбли молекулалардан ташкил топган моддаларнинг эриш ва қайнаш температуралари қутбиз молкулали моддаларга қараганда юқори бўлади.

Қутбли молекулали моддаларнинг эриувчанлиги ҳам юқори бўлади. Эритувчи молекуласининг қутбилиги юқори бўлган сари, унда эритилган қутбли молекулали модда билан ионли бирикмаларнинг эрувчанлиги ҳам юқори бўлади. Масалан сувда эриган хлороводород молекуласи қутбли, электр токини яхши ўтказади. Хлороводороднинг бензолдаги эритмаси электр токини ўтказмайди. Сабаби бензол молекуласи қутбли эмас. Шунинг учун хлор водород ионларига парчаланмайди.



Электрманфийлик атомнинг асосий кимёвий хоссаси, молекуладаги атомнинг умумий электрон жуфтини ўзига тортиш хусусиятининг сонли ифодаси. Даврий жадвалда элементларнинг электрманфийлиги ҳар даврда чапдан ўнгга қараб ўсади, ЭМ катта қиймати – галогенларга, энг кичик қиймати эса гидроксидли металларга хос. Гурух бүйича электрманфийлик юқоридан пастга қараб (баъзи ҳоллардан бошқа) камаяди, демак элементларнинг металлик хоссаси ортади. Икки атомнинг ЭМ қийматининг фарқи катта бўлган сайин боғланиш қутбли бўлади. Кимёвий боғланишнинг қутбилигининг чегараси электронлар бир атомдан иккинчи атомга тўлиқ силжиб, натижада ионли боғланишин тузилишидир.



1. Электрманфийлик деганимиз нима? Электроманфийлик шкаласи ва даврий системадан фойдаланиб, берилган элементларнинг кимёвий белгиларини ЭМ даражасини ортиши бўйича жойлаштиринг: фосфор, магний, бор, цезий, кислород, кремний, калий, углерод, водород, литий, фтор, олтингугурт, алюминий, кальций.
2. Атомлар орасида тузиладиган кимёвий боғланишни элемент атомларининг ЭМ сон қиймати бўйича аниқланишининг сабаби нимада? Мисоллар билан тушунтиринг.
3. Бирикмалар жуфтидаги қайси бирикманинг мустаҳкамлиги юқори ва нима сабабдан: а) калий йодиди ёки натрий йодиди; б) натрий фтори ёки натрий хлориди; в) кальций йодиди ёки кальций бромиди; г) кальций фториди ёки калий хлори?

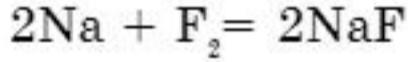


## 14-§. ИОН БОҒЛАНИШ

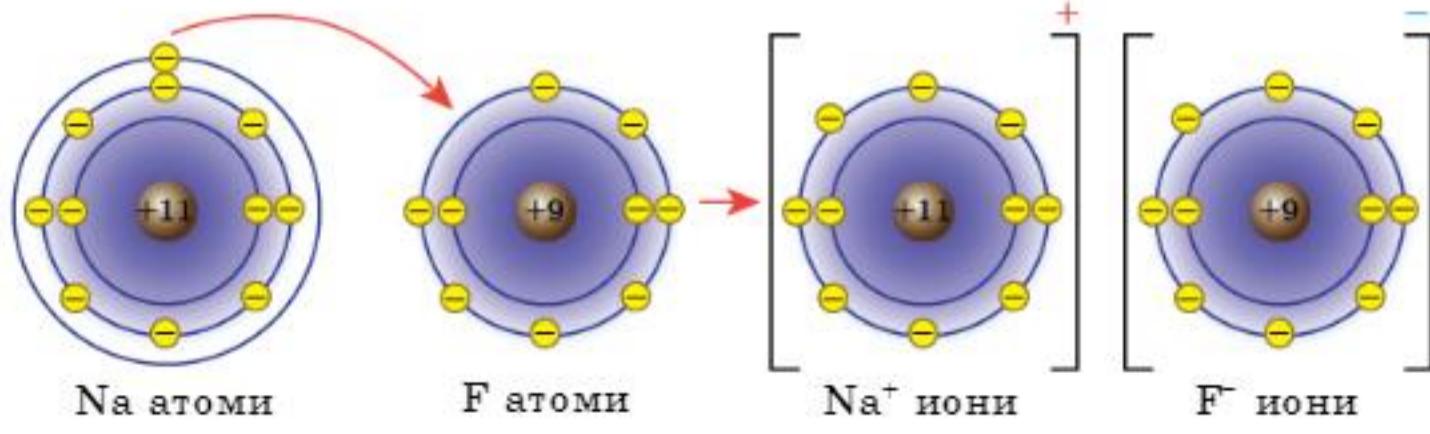
Электрманфийлик қийматида катта фарқ бўлган атомлар орасида кимёвий боғланиш тузилса ( $\Delta\text{ЭМ} > 1,7$ ), унда умумий электрон зичлиги электрманфийлиги катта атомга қараб силжийди. Бунинг натижасида зарядланган заарчалар тузилади. Бу зарралар ионлар деб аталади.



Тузилган ионлар орасида ион боғланиш деб аталадиган электростатик тортишиш пайдо бўлади. Лекин, ион боғланиш тузилгандага электронлар бир элементдан иккинчисига тўлиқ силжимайди. Ион боғланишни ковалент боғланишнинг чегаравий ҳоли сифатида қарашга бўлади. Унинг асосида ионларнинг электростатик ўзаро таъсирлари ётади. Шунга ўхшаш, ташқи қаватидаги электронлар сони саккиздан кам элемент атомлари электронларни қўшиб олиб ёки бериб, ўзига яқин жойлашган инерт газнинг ташқи электрон қатламига ўхшаш қатлам тузади. Масалан, натрий фторидидаги ион боғланишнинг тузилишини кўриб чиқамиз:



Электрон натрий атомидан фтор атомига силжийди. Натижада натрий билан фторнинг иккаласининг ҳам ионлари барқарор электрон конфигурацияга эга бўлади. Хоссалари бўйича ион боғланиш ковалент боғланишдан фарқланади. Электростатик кучларнинг таъсирлари берилган иондан ҳамма томонга йўналган. Шунинг учун берилган ион ҳар қандай йўналишдаги қарама-қарши ишорали ионларни ўзига торта олади (34-расм).



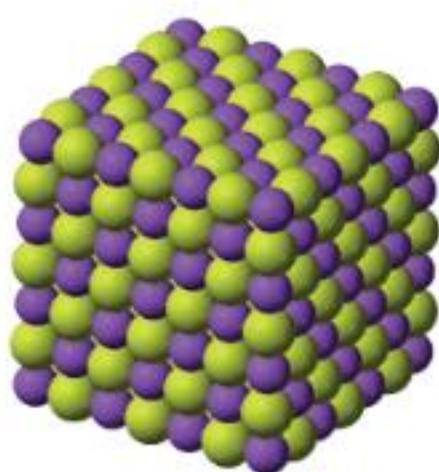
34-расм. Натрий ва фтор атомларининг таъсирлашиши

### Бугунги дарсда:

- Ионли боғланишнинг ҳар хил ишорали ионларнинг электростатик тортилиши натижасида тузилишини тушунадиган бўламиз.

### Таянч сўзлар

- Ионлар
- Ионларнинг электростатик тортилиши
- Ионли кристал панжара



**35-расм.** Натрий фториди  $\text{NaF}$  кристалининг тузилиши

Ион боғланишнинг йўналишсизлиги ва тўйинмаганлиги шунга асосланади. Ион боғланишининг кристалл панжарасида ҳар бир ионнинг атрофида қарама-қарши зарядланган ионларнинг маълум бир сони жойлашган. Масалан, натрий фторидининг  $\text{NaF}$  кристалл панжарасида натрийнинг бир иони  $\text{Na}^+$  6 фторид  $\text{F}^-$  иони билан, ҳар бир фторид иони олти натрий иони билан ўраб олинган (35-расм).

Шундай қилиб, натрий фторидининг бир бўлаги жуда кўп ( $\text{Na}^+ \text{ F}^-$ )<sub>n</sub> ионларидан тузилган бир катта молекулани эслатади. Шунинг учун одатда ион бирикмалар учун содда икки атомли молекула тушунчасининг маъноси йўқ. Ион бирикма фақат буғ ҳолатдагина алоҳида молекулардан ташкил топган. Таркибида ҳам ионли, ҳам ковалент боғланиш бор моддалар ҳам учрайди. Бундай моддаларга гидроксидлар ва кўплаган тузлар киради. Масалан, натрий гидрокисидидаги  $\text{NaOH}$  ва натрий сульфатида  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  натрий билан кислород атомлари орасида ион боғланиш, бошқалари эса ( $\text{NaOH}$  таркибида  $\text{H}-\text{O}$  ва  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  таркибида  $\text{S}-\text{O}$  орасидаги боғланиш) — қутбли ковалент боғланиш. Органик бирикмаларда ион боғланиш кам учрайди, сабаби углерод атоми электронларни йўқотиб ёки бириктириб, ион тузиши мумкин эмас. Шунга қарамасдан, ион боғланиш органик тузларда  $\text{RCOONa}^+$ ,  $\text{ROK}^+$  ва асосларда  $\text{R}_4\text{N}^+\text{OH}^-$  учрайди.



Электрманфийлик қийматида катта фарқ бўладиган атомлар орасида кимёвий боғланиш тузилса ( $\Delta\text{ЭТ} > 1,7$ ), бунда умумий электрон зичлик электрманфийлиги улкан атомга қараб силжийди. Шунинг натижасида зарядланган заррачалар — ионлар ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган ионларнинг электростатик тортилиши натижасида ион боғланиш пайдо бўлади. Ҳоссалари бўйича ион боғланиш ковалент боғланишдан ўзгача бўлади. Электростатик кучларнинг таъсири берилган иондан ҳамма томонга йўналган. Шу сабабли берилган ион ҳар қандай йўналишдаги қарама-қарши ишорали ионларни ўзига торта олади. Ион боғланишнинг йўналмаган ва тўйинмаганлиги шунга асосланган. Ион боғланиши бор бирикманинг кристалл панжарасида ҳар ионнинг атрофида қарама-қарши зарядланган ионларнинг маълум бир сони жойлашади.



1. Кимёвий боғланиш турларининг ўхшашлиги билан фарқи қандай?
2. Формулалари берилган моддалардаги кимёвий боғланишнинг турларини аникланг: а)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{Al}$ ; б)  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_3\text{N}$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{ZnO}$ ; в)  $\text{HCl}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Ca}_3\text{N}_2$ ,  $\text{FeS}$ .
3. Ион боғланиши бор моддаларга мисоллар келтириб, уларнинг формуласини ёзиб, кимёвий боғланишнинг тузилиш чизмасини чизинг.
4. Ион боғланишли бирикмаларнинг нима сабабдан ҳиди бўлмайди?



5. Таркибиди ион ва ковалент боғланиш бўлган иккита бирикманинг формуласини ёзинг.
6.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{S}^{2-}$  ионларининг электрон формулаларини ёзинг. Бу ионларнинг электрон формулалари қандай элемент атомига тўғри келади?
7. З-даврнинг қандай элементи хлор билан ион боғланишили бирикма тузилади? Уларнинг тузилиши схемасини чизинг.
8. Нейтрал атомдан мусбат зарядланган ион тузилганда элементлар заррачаларнинг микдори қандай ўзгаради? Нейтрал атом манфий зарядланган ионга айланганда чи?
9. Заррачалар жуфтидаги қандай зарранинг микдори катта эканини аниқланг:
  - а)  $\text{Cl}^-$  ва  $\text{Cl}^0$
  - ә)  $\text{S}^{2-}$  ва  $\text{S}^0$
  - б)  $\text{Ca}^0$  ва  $\text{K}^0$
  - в)  $\text{Cs}^+$  ва  $\text{I}^-$
10. Дафтарингизга а) ионли; б) кутбли ковалент; в) кутбсиз ковалент боғланиши бор моддаларнинг ҳар бирига уч формуладан.

## 15-§. ВАЛЕНТ ЭЛЕКТРОНЛАРИ ЖУФТИ БУЛУТЛАРИНИНГ ТОРТИЛИШ НАЗАРИЯСИ

Биз бунгача фазодаги молекула шаклининг атом орбиталларининг гибридланиши бўйича аниқлашни кўриб чиқдик. Молекула геометриясини аниқлашнинг яна бир йўлини қараб чиқамиз.

Молекулаларнинг геометрик шаклини аниқлайдиган сода усулини канадалик физик кимёгари Гиллеспи таклиф қилди. Усулнинг асосига марказий атомнинг ташки қатламидаги жуфт электронларнинг тортишиш модели, яъни *валент электрон жуфти булутларининг тортишиш назарияси* киради. Гиллеспи усул молекулаларнинг фазовий шаклини орбиталларининг гибридланиши бўйича эмас, боғловчи электронлар сони ва бўлинмаган жуфт электронлар бўйича аниқлашга бўладиганини кўрсатади. Ҳар молекула сферага ички чизилган геометрик фигура кабидир. Сфера юзасидаги боғловчи жуфт электронлари бир-биридан бир хил масофага узоқлашганда молекуланинг энергияси минимал қийматга эга бўлади. Бўлинмаган электрон жуфти шар юзида катта масофада жойлашади. Молекулада бўлинмаган жуфт электронларининг сони кўп бўлган сайин валентлик бурчак камаяди. Молекуланинг тузилиши боғловчи электрон жуфтларининг фазода жойлашиши билан аниқланади. Электрон жуфтлари фазода ўзаро тортишиш кам бўладиган ҳолатда жойлашади. Икки электрон жуфти чизиқли, утаси тўғри бурчакли учбурчак, тўрт электрон жуфти тетраэдр ҳосил килиб жойлашади.

### Бугунги дарсда:

- молекулаларнинг ва ионларнинг фазовий шаклини тахмин қилиш учун валент жуфт электрон булутларининг тортишиш теориясини фойдаланишини қараб чиқамиз.

### Таянч сўзлар

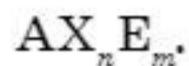
- Назариянинг қоидалари
- Молекула тузилишини аниқлаш алгоритими



Молекуланинг геометриясини Гиллеспи усули бўйича қараб чиқиш учун молекуланинг формуласини  $\text{AX}_n\text{E}_m$  деб ёзади, бундаги А — умумий атом; X — умумий атом билан кимёвий боғланиш тузиб турган элемент атоми-лиганд, яъни боғловчи жуфт электронини беради; E — бўлинмаган электрон жуфти; n, m — мос боғловчи ва бўлинмаган электрон жуфтларининг сони.

### Молекула тузилишини аниқлаш алгоритми

1. Молекуланинг формуласи бўйича марказий атом боғланиш тузиб турган лиганднинг сони  $n$  аниқланиб, унинг қиймати формулага ёзилади:



2. Боғловчи ва бўлинмаган электрон жуфтининг умумий сони ( $n + m$ ) формула бўйича аниқланади:

$$(n + m) = \frac{1}{2} (N_0 + \sum N_x - z) - \Pi.$$

Бундаги  $N_0$  — марказий атомнинг ташки электрон қатламидаги электрон сони,  $N_x$  — марказий атом билан боғланиш тузадиган лиганд электронларининг сони,  $\Pi$  — молекуладаги П-боғланишнинг сони,  $z$  — ионнинг заряди (молекулали анионнинг тузилишини аниқлашга қўлланади).

3. Боғловчи ва бўлинмаган электронлар жуфтининг барчасининг фазодаги жойлашиши аниқланади.

4. Бўлинмаган электронлар жуфтининг сони ( $m$ ) аниқланиб, унинг қиймати молекуланинг формуласида кўрсатилади:  $\text{AX}_n\text{E}_m$ .

5. Молекуланинг геометриясини аниқланади.

### Молекула тузилишини Гиллеспи усули билан аниқлашга мисоллар кўриб чиқамиз

**1-мисол.**  $\text{BF}_3$  молекуласи.

1. Молекуланинг формуласи  $\text{AX}_3\text{E}_m$ .

2. Бор атоми О-боғланиш тузишга уч электрон, фторнинг уч атомининг ҳар қайсиси бир электрон сарфлайди. Молекулада П-боғланиш йўқ. О-боғланиш тузишга қатнашадиган электрон жуфтларининг сони:

$$n + m = \frac{(3 + 3)}{2} = 3.$$

3. Электрон жуфтларининг фазода жойлашиши тўғри учурчак.

4. Бўлинмаган электрон жуфтларининг сони  $m = 3 - 3 = 0$  молекула формуласи  $\text{AX}_3\text{E}_0$ .



5. Молекула тузилиши түгри учурчак. Борнинг барча валентлик электронлари фторнинг уч атоми билан  $\sigma$ -боғланиш тузишга сарфланади. Борда бўлинмаган электрон жуфти йўқ.

**2-мисол.**  $\text{SnCl}_2$  молекуласи.

1. Молекуланинг формуласи  $\text{AX}_2\text{E}_m$ .
2. Қалай атомининг валентлик қатламидаги электрон жуфтларининг умумий сони:

$$n + m = \frac{(4 + 2)}{2} = 3.$$

Қалай атомининг валент электрони 4, хлорнинг икки атоми 2 электрон беради, молекулада  $\pi$ -боғланиш йўқ.

3. Электрон жуфтларининг фазода жойлашиши түгри бурчакли учурчак.

4. Бўлинмаган электрон жуфтларининг сони  $m = 3 - 2 = 1$ . Боғланиш формуласи  $\text{AX}_2\text{E}_1$ .

5. Молекула тузилиши бурчакли.

**3-мисол.**  $\text{SO}_2$  молекуласи.

1. Молекуланинг формуласи  $\text{AX}_2\text{E}_m$ . Молекулада икки  $\pi$ -боғланиш бор.

2. Олтингугурт атомининг валент қатламида электрон жуфтларининг умумий сони:

$$n + m = (6 + 4)/2 - 2 = 3.$$

Олтингугурт атомининг электрон қатламида 6 электрон бор, кислороднинг 2 атоми 4 электрон беради, молекулада икки 2  $\pi$ -боғланиш бор, уларнинг сони жуфт электронларининг умумий сонини ҳисоблаганда ( $n + m$ ) айрилади.

3. Жуфт электронларининг фазодаги шакли түгри учурчак.

4. Бўлинмаган жуфт электронларининг сони  $m = 3 - 2 = 1$  молекуланинг формуласи  $\text{AX}_2\text{E}_1$ .

5. Молекула тузилиши чизиқли эмас, бурчакли.

Олтингугурт атомида олти валентлик атоми бор, унинг тўрттаси кислороднинг икки атоми билан  $\sigma$ - ва  $\pi$ -боғланишлар тузишга сарфланди ( $\text{O} = \text{S} = \text{O}$ ). Шу билан олтингугурт атомида бўлинмаган бир жуфт электрони қолди.

**4-мисол.** Молекулали ион  $\text{CO}_3^{2-}$ .

1. Ионнинг формуласи  $\text{AX}_3\text{E}_m$ . Ионда бир  $\pi$ -боғланиш бор.
2. Углерод атомининг валентлик қаватидаги электрон жуфтларининг умумий сони  $n + m = (4 + 6 - 2)/2 - 1 = 3$ . Углерод атомининг тўрт электронига кислород атомининг олти электронини қўшиб, йиғинидан карбонат ионининг зарядини, қолган сондан  $\pi$ -боғланишнинг сонини олиб ташлаймиз.



3. Электрон жуфтларининг фазодаги жойлашиши текис учурчак.
4. Бўлинмаган электрон жуфтларининг сони  $m = 3 - 3 = 0$ . Карбонат ионининг формуласи  $\text{AX}_3\text{E}_0$ .
5. Карбонат ионининг формаси текис учурчак.

Бир хил анорганик ва органик моддаларнинг геометрияси ҳақида маълумот 26-жадвалда берилган.

### 26-жадвал

#### Анорганик ва органик моддаларнинг геометрияси

№	Молекула типи	Мисоллар	Боғловчи ва бўлинмаган электрон жуфтларининг умумий сони	Электрон жуфтларининг фазода жойлашиши	Боғловчи электрон жуфтларининг сони	Молекула геометрияси
1	$\text{AX}_2\text{E}_0$	$\text{BeCl}_2$ , $\text{CO}_2$	2	Чизикли	2	Чизикли
2	$\text{AX}_3\text{E}_0$	$\text{BF}_3$ , $\text{SO}_3$	3	Тўғри учурчак	3	Тўғри учурчак
3	$\text{AX}_2\text{E}_1$	$\text{SnCl}_2$	3	Тўғри учурчак	2	Бурчакли
4	$\text{AX}_4\text{E}_0$	$\text{CH}_4$ , $\text{CCl}_4$	4	тетраэдр	4	тетраэдр
5	$\text{AX}_3\text{E}_1$	$\text{NH}_3$ , $\text{PH}_3$	4	тетраэдр	3	Учурчакли пирамида
6	$\text{AX}_2\text{E}_2$	$\text{H}_2\text{O}$	4	тетраэдр	2	бурчакли
7	$\text{AX}_5\text{E}_0$	$\text{PCl}_5$	5	Тригонал бипирамида	5	Тригонал бипирамида
8	$\text{AX}_4\text{E}_1$	$\text{SF}_4$	5	Тригонал бипирамида	4	“Тебраниш”



Молекулаларнинг геометрик шаклини аниқлайдиган оддий усулни Гиллеспи таклиф қилди. Усулнинг асосида марказий атомнинг ташқи қатламидаги жуфт электронларининг тортишиш модели, яъни валент электрон жуфтлар булутларининг тортишиш назарияси ётади.



1. Таркиби  $\text{AX}_2\text{E}_m$  бўладиган чизикли ҳар турли зарраларга мисол келтиринг.
2. Тузилиши пирамида, тетраэдр бўлган зарраларга мисол келтиринг.
3. Бу зарачаларнинг  $\text{SiF}_4$  ва  $\text{SF}_4$ ,  $\text{PF}_5$  ва  $\text{ClF}_5$  геометриясини солиштиринг.
4. Гиллеспи усули бўйича молекулаларнинг геометрик шаклини аниқланг:  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{XeF}_2$ ,  $\text{SO}_3$
5. Гиллеспи усули бўйича  $\text{NO}_2^-$  ионининг геометрик шаклини аниқланг.



## 16-§. МЕТАЛЛ БОҒЛАНИШ

Металлар билан уларнинг қотишмалари одамларга жуда эртадан маълум бўлган. Кимёвий элементларнинг кўпчилиги металларга киради.

**Металлар деб, электр токи билан иссиқлик ўтказувчанилиги юқори, ясиланувчан ва металл ялтироқлиги бор моддаларга айтилади.**

Металлар кимёвий элементларнинг даврий жадвалида бордан астатга қараб юргизилган шартли тўғри чизиқнинг чап томонги пастки бурчагида жойлашган. Металл хоссаси аниқ билинадиган металлар даврнинг бошида жойлашган (ІА ва ІІА гуруҳ элементлари).

Металл атомларининг ташқи электрон қаватида бир электрондан уч электронгача бўлади. Масалан, натрийда бир, магнийда икки, алюминийда эса уч электрон бор.

◆ Ташқи электрон қаватида тўрт ва беш электрон бўладиган металлар хам учрайди. Масалан Sn —  $5s^2 5p^2$ , Bi —  $6s^2 6p^3$ .

Кимёвий рнакцияга киришган металл атомлари ўзларининг валент электронларини бериб юборади. Металнинг ташқи электрон қаватидан электрон сони камайган сайин ва атом ядрисидан электрон поғона узоқлашган сайин элемент атомининг электронларни бериш хоссаси ортади.

Элементнинг атом номери ортган сари электронларни бериш хоссаси билан металл хоссаси давр бўйича камайиб, гуруҳ бўйича ортади.

Кимёвий бирикмаларда металларнинг оксидланиш даражасининг қиймати факат мусбат бўлади ва металлар қайтарувчаник хоссасини кўрсатади.

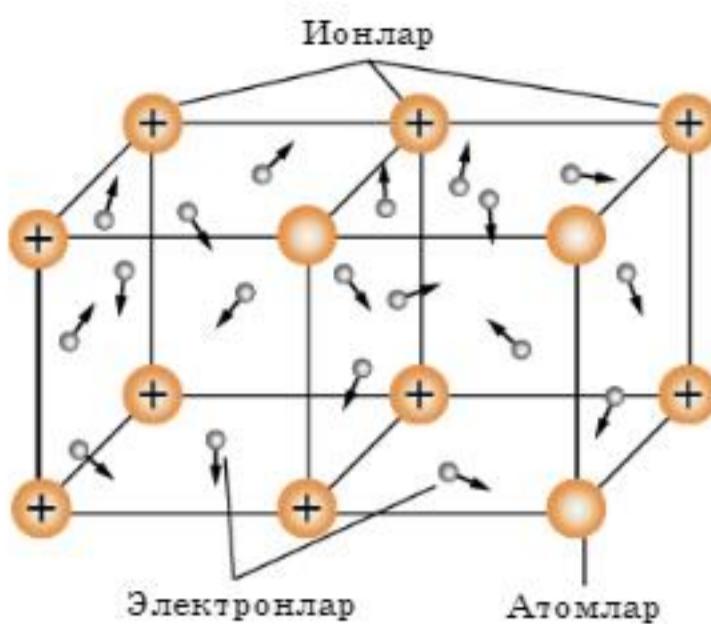
Металмасларнинг атомларига қараганда, металл атомларининг радиуслари катта бўлади, шунинг учун металл атомлари валент электронларини осон беради. Натижада металл атомлари мусбат зарядли ионларга айланади. Атомлардан ажраган электронлар металл ионларининг орасида нисбатан эркин ҳаракатланади. Бу зарядланган заррачаларнинг орасида кимёвий боғланишнинг ўзгача тури – металл боғланиш тузилади. Бу боғланиш оддий модда металларининг кристалл панжарасини тузади. Кристалл панжара тугунларида мусбат зарядланган металл ионлари жойлашиб, уларнинг орасида электронлар эркин ҳаракатланади.(36-расм). Электронлар узлуксиз ҳаракатда бўлганлиги туфайли, улар металл ионлари билан тўқнашганда ионлар нейтрал атомга ва аксинча, қайтадан ионга айланади.

### Бугунги дарсда:

- Металл боғланишнинг табиатини ва унинг металларининг физик хоссасига таъсирини биламиш.

### Таянч сўзлар

- Металл боғланиш
- Металл кристалл панжара



**36-раем.** Металл кристалл панжараларининг тузилиши

Кристалл панжара түгунларидағи мұсбат ионлар билан баъзи нейтраллар атомлар орасыда әркін ҳаракатланадиган электронлари бўлган панжара кристалл панжара деб аталади.

Металл кристалл панжараларининг ўзгачалиги уларнинг умумий физик хоссаларини аниқлайди. Электр токи билан иссиқликни яхши ўтказади. Бу хосса кристалл панжара бўйлаб электронларнинг әркін ҳаракатланиши билан аниқланади. Электронлар тартибли ҳаракатга (электр токининг) қатнашади, иссиқликни ҳам ўтказади.

Металлдаги кимёвий боғланишнинг ўзгачалиги унга ясиланувчанлик ва әгилувчанлик хоссаларини беради. Металларга механик таъсир кўрсатилганда, улар атомининг қатлами силжийди, лекин электронларнинг кристалл бўйлаб ҳаракатланиши натижасида боғланиш узилмайди. Металларнинг әгилувчанлигини олтиндан маълум. 1 грамм олтиндан узунлиги уч километрга етадиган ингичка сим чўзиш мумкин. Темирдан эса жуда юпқа таҳтача чўзилади. Унинг юпқалиги шунчаки, у орқали дарсликдаги матнни ўқишига бўлади. Металл боғланишнинг ўзига хос ўзгачалиги билан бирга унинг кимёвий боғланишнинг ион ва ковалент турлари билан ўхшашлиги ҳам бор.



Металл кристалл панжара түгунларидағи ионлар билан әркін ҳаракатланадиган электронлар орасыда тузилган кимёвий боғланиш **металл боғланиш** деб аталади.

Металларнинг кристалл панжараларининг ўзгачалиги уларнинг умумий физик хоссаларини аниқлайди.

Металл электр токи билан иссиқликни яхши ўтказади. Бу хосса кристалл панжара бўйлаб электронларнинг әркін ҳаракатланиши билан тушунирилади. Электронлар тартибли ҳаракатга (электр токи) қатнашади бундан ташқари иссиқлик ҳам ташийди. Металл боғланишининг ўзига хос ўзгачалиги билан бир вақтда кимёвий боғланишларнинг ионли ва ковалент турлари билан ўхшашлиги бор.



1. Д.И. Менделеевнинг даврий жадвалидаги металлар қандай жойлашган? Металлар билан металмаслар атомлари тузилишининг ўзгачалиги нимада?
2. Металл боғланишнинг тузилиш механизмини тушунириңг.
3. Металл боғланиш тўйинмаган ва йўналмаган деган таҳминлар тўғрими? Тушунириңг.
4. Металл боғланишнинг ионли боғланиш билан ўхшашлиги ва фарқи нимада? Тушунириңг.
5. Металл боғланишнинг ковалент боғланиш билан ўхшашлиши ва фарқи нимада? Тушунириңг.



## 17-§. ВОДОРОД БОҒЛАНИШ

Кимёвий боғланиш факат атомлар орасидагина ҳосил бўлмайди, шунингдек молекулар орасида ҳам ҳосил бўлади. Шундай боғланишларнинг турига водород боғланиш киради. У водород атомлари билан электрманфийлиги юқори (F, O, N) элемент атомлари орасида тузилган қутбли ковалент боғланиши бор молекулалар билан молекула таркибидаги водород атомлари орасида тузилади. Водород боғланишлар сув, аммиак, фтор водород, спиртлар, сирка кислота каби бирикмаларга хос. Шунингдек, водород боғланишлар табиятга ҳам кенг тарқалган. Масалан протеин ва нуклеин кислоталарда учрайди.

**Водород боғланиш** – бир молекуладаги мусбат зарядланган водород атоми билан иккинчи бир молекуладаги манфий зарядланган атом орасида тузиладиган боғланиш.

Водород боғланишни қисман электростатик, қисман донор-акцептор механизми билан тузилган боғланиш деса ҳам бўлади. Масалан, фтор водород HF молекуласида электрманфийлиги юқори фтор атоми электрон булатни ўзига тортиб, қисман манфий зарядланади, водород атомининг ядрои (протон) иш юзасида электронидан айрилиб, қисман мусбат зарядланади. Водород протони билан қўшни молекуланинг манфий зарядли фтор иони орасида пайдо бўлган электростатик тортишиш водород боғланиш тузилишига олиб келади.

Водород билан боғланадиган атомнинг электрманфийлиги қанчалик юқори ва унинг миқдори қанчалик кичик бўлса, водород боғланиш шунчалик мустаҳкам бўлади (37-расм). Водород боғланишнинг энергияси унча юқори эмас (10—40 кЖ/моль), ковалент боғланишдан 10 марта кучсиз, шунингдек у бирикмаларнинг физик ва кимёвий



37-расм. Фтороводород молекуласидаги водород боғланишнинг чизмаси

### Бугунги дарсда:

- Водород боғланишнинг тузилиш механизмини кўриб чиқамиз;
- Кимёвий боғланишнинг табиятининг бирлигини тушунамиз.

### Таянч сўзлар

- Водород боғланиш
- Молекула ичида
- Молекулалараро
- Кимёвий боғланишнинг табиий бирлиги



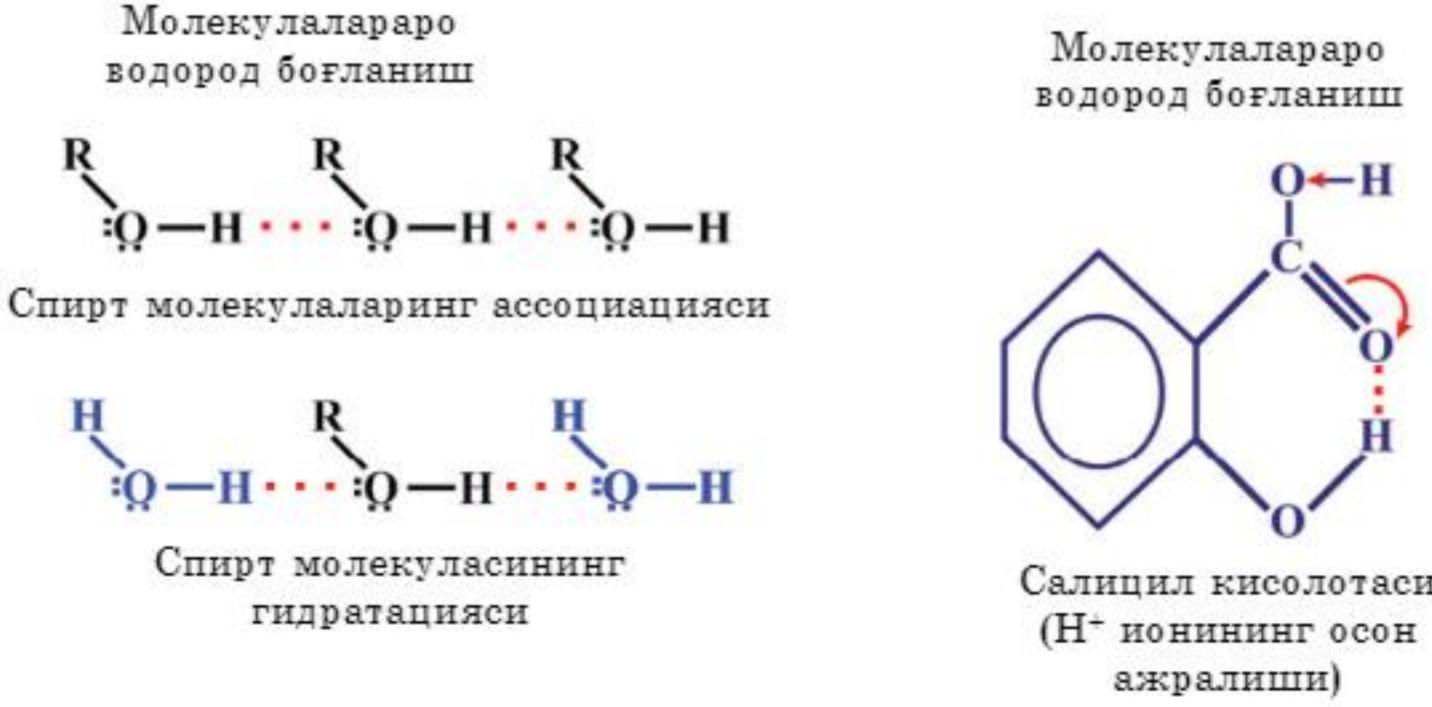
хоссаларига үз таъсирини күрсатади. Эритма молекулалари билан водород боғланиш тузишга қобилиятли моддаларнинг эрувчанлиги яхши бўлади. Сувли эритмаларда  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HF}$  молекулалари бир бири билангина водород боғланиш тузиб қўймай, сув молекулалари билан ҳам водород боғланиш ҳосил қиласди. Бир литр сувда 700 л аммиак эрийди, унинг сувдаги эриувчанлигининг юқори бўлиши водород боғланишнинг бўлиши билан тушунтирилади.

**Молекулалар орасида пайдо бўлган водород боғланиш малекула оралиқ деб аталади.**

Молекула массалари бирдай, бироқ водород боғланишлар ҳисобидан ассоциацияланмаган бирикмалар билан солиширганда молекула оралиқ водород боғланишлари бор бирикмаларнинг қайнаш температуралари бироз юқори бўлади. Масалан, этанолнинг қайнаш температураси ( $78,3^\circ\text{C}$ ), у деметил эфирининг қайнаш температурасидан ( $24^\circ\text{C}$ ) анча юқори. Кутбли эритмаларда кўплаган органик бирикмаларнинг эриши водород боғланишнинг тузилиши билан тушунтирилади. Масалан, сувли эритмада қуи спиртларнинг гидратацияланиши юради.

Водород боғланиш молекулалар орасидагина эмас, бир молекула ичида ҳам пайдо бўлади. Масалан, салицил кислотасининг гидроксил гуруҳидаги  $-\text{OH}$  мусбат зарядланган водород ( $\text{H}^+$ ) билан карбоксил гуруҳидаги  $-\text{COOH}$  бўлинмаган электрон жуфти бор қисман зарядланган кислород орасида молекула ичида водород боғланиш пайдо бўлади.

Молекулалар ичида водород боғланиши бор бирикмалар молекула оралиқ водород боғланиш туза олмайди (38-расм). Шунинг учун бундай боғланиши бор моддалар ассоциат тузмайди, уларнинг учувчанлиги юқори, ёпишқоқлиги, қайнаш ва эриш ҳароратлари молекула оралиқ боғланишлар тузадиган изомерлар билан солиширганда камроқ. Оқсилларнинг, углеродларнинг, нуклеин кислоталарнинг фазовий тар-



**38-расм. Молекулаичра ва молекулалараро водород боғланишнинг тузилиши**



кибининг тузилишида водород боғланиш мұхим ақамияттаға эга. Водород боғланиш бор моддалар молекула кристалл панжараларини ҳосил қиласы, масалан, сув (39-расм).

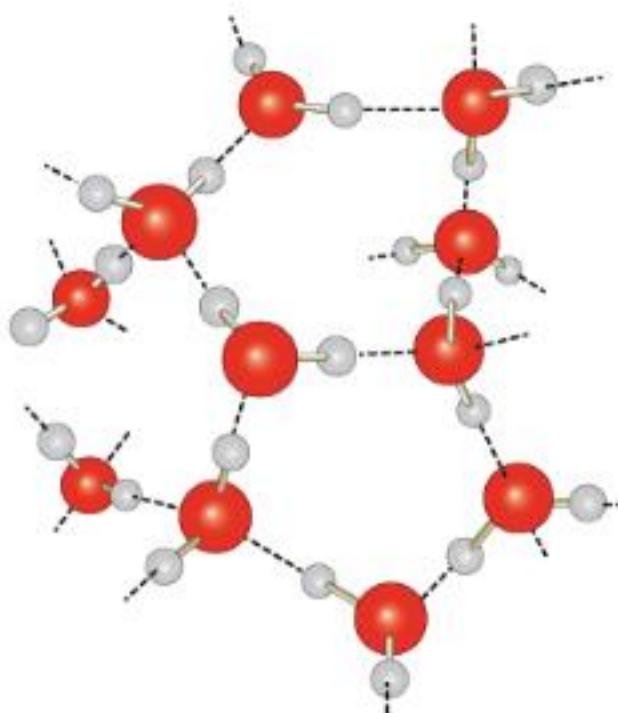
**Кимёвий боғланишларнинг табиии бирлигі.** Кимёвий боғланишларни шартли равища типларга бүлади, сабаби уларнинг орасида бирлик бор. Аввал айтамыздай, ион боғланиш ковалент боғланишнинг чекли ҳолати. Моддаларда тоза кимёвий боғланиш күп учрамайды. Масалан, литий фториди  $\text{LiF}$  ион боғланишга киради, бирок унда 80% ионли ва 20% ковалент боғланиш. Кимёвий боғланишнинг бир тури иккинчи турига алмашиши мүмкін, масалан, ковалент боғланиши бор бирикма сувдаги электролитик диссоциацияның натижасыда ион боғланишга айланади; металлар буғланганда металл боғланиш қутбсиз ковалент боғланишга айланади ва ҳ.к.



*Водород боғланиш — бир молекуладаги мусбат зарядланган водород иони (молекуланинг бир бүлаги) билан иккинчи молекуладаги манфий зарядланган ион (молекуланинг иккинчи бүлаги) орасидағи боғланиш. Молекулалар орасида пайдо бүлган водород боғланиш молекулаларарап деб аталади. Водород боғланиш молекулалар орасидагина әмас, молекула ичида ҳам пайдо бүлади. Молекула ичида водород боғланиши бор бирикмалар молекулаларарап водород боғланишини ҳосил қила олмайды. Водород боғланиши бор моддалар молекулали кристалл панжаралар тузади. Кимёвий боғланишларни шартли равища типларга бүлади, сабаби уларнинг орасида табиии бирлик бор.*



1. Водород боғланишга таъриф беринг. У қандай ҳолаттарда тузилади? Мисоллар келтириңг.
2. Берилған моддаларнинг қайсисининг эриш температурасы әнг юқори: 1) сахароза, 2) муз, 3) калий хлорид, 4) йод, 5) натрий?
3. Молекулалар орасида водород боғланиш тузиладиган моддаларни күрсатинг: метан, аммиак, углерод (4) оксида, фторводород, сув, кислород.
4. Кимёвий боғланишнинг барча турларининг табиии бирлигини исботланг.



39-расм. Сув молекулалари орасидағи водород боғланиш

## 18-§. КРИСТАЛЛ ПАНЖАРАЛАР

Одатда моддаларнинг уч турли агрегат ҳолда бўлиши маълум. Моддаларнинг физик хоссаларига уларни ташкил этган заррачалар орасидағи кимёвий боғланишнинг табиати қандай таъсир этади ёки модданинг



## Бугунги дарсда:

- Кристалл моддаларнинг хоссалари заррачалар орасидаги кимёвий боғланиш билан кристалл панжара турига боғлиқ эканлигини тушунамиз.

### Таянч сўзлар

- Кристал панжара:
  - атомли;
  - молекуляр;
  - ионли;
  - металл

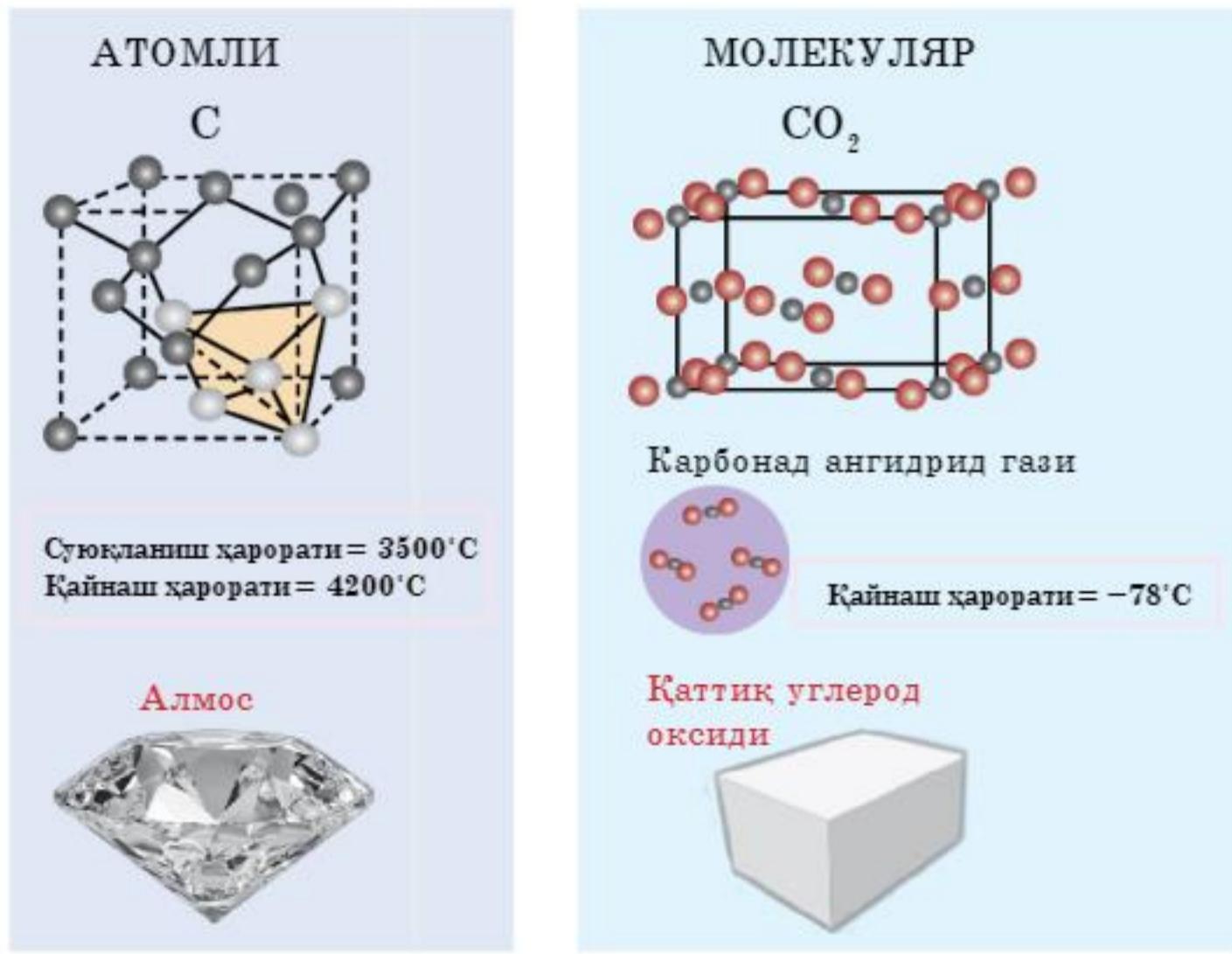
ташқи белгилари бўйича уни ташкил қилган зарралар орасида кимёвий боғланишнинг турини аниқлашга буладими? деган саволларга жавоб излаб кўрайлик. Қаттиқ моддаларни ясовчи зарралар (атомлар, молекулалар, ионлар ва ҳ.к.) фазода маълум бир кетма-кетлик билан *кристалл панжаралар тузуб жойлашади*. Кристалл панжаранинг тугунида жойлашган зарралар билан кимёвий боғланишнинг турига мос кристалл панжаралар:

- атомли;
- молекуляр;
- ионли;
- металл

Кристалл панжара турларини алоҳида қараб чиқамиз.

#### Атомли кристалл панжара.

Атомли кристалл панжара тугунларида қутбсиз ковалент боғланиш билан боғланган атомлар жойлашади. Масалан: олмос, графит, бор, кремний,  $\text{SiC}$  карборунд,  $\text{SiO}_2$ , кварц, баъзи силицитлар, карбитлар, оксидлар:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ; атомли кристал панжарали моддаларнинг физик хоссалари: қаттиқ, қийин эрийдиган, сувда эримайдиган моддалар (40-расм).



40-расм. Атомли ва молекуляр кристалл панжаралар



**Молекуляр кристалл панжара.** Молекуляр кристалл панжара тугунларида қутбсиз ковалент ва қутбли ковалент боғланиш билан боғланган алоҳида молекулалар жойлашади (40-расм).

Молекулалар орасидаги боғланиш кучсиз бўлганилигидан, панжара осон узилади. Бундай панжарали моддаларнинг кўпчилиги газлар:  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $Cl_2$ ; суюқликлар: сув, спирт, кислоталар  $Br_2$ ; қаттиқ моддалар:  $I_2$ , глюкоза, сахароза. Улар учувчан кристал ҳолатида мўрт, синувчан, қайнаш ва эриш температуралари паст моддалар. Молекуляр кристалл панжаранинг тугунларида қутбли молекулалар жойлашса, кристалл панжаранинг сувда эриши, молекулаларнинг диссоциацияланиши, электр токини ўтказиши мумкин.

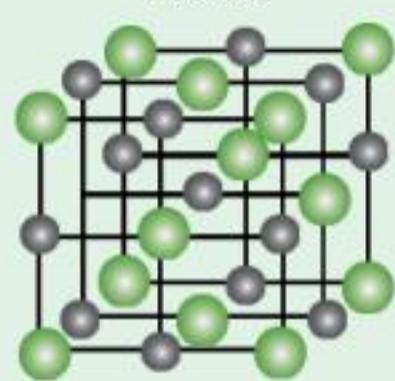
**Ионли кристалл панжара.** Ионли кристалл панжара ионли боғланиши бор бирикмаларга хос. Унга натрий хлоридининг кристалл панжараси мисол бўла олади (41-расм). Натрий ва хлор ионлари тартиб билан (шахмат шаклида) жойлашади. Уларнинг орасидаги электростатик тортиш кучли бўлади.

Мустаҳкамлиги томонидан ионли кристалл панжаралар атомли панжаралардан кучсиз, молекуляр панжаралардан эса мустаҳкам. Уларнинг эриш температураси нисбатан юқори, учувчанилиги паст, қаттиқ, эритмалари билан эритувчилари электр токини ўтказади.

**Металл кристалл панжара.** Кристалл панжара тугунларидаги мусбат ионлар билан баъзи атомлар орасида эркин ҳаракатладиган электронлари бўлган панжара металл кристалл панжара деб аталади (42-расм).

Барча металлардан (симобдан бошқа,  $Na$ ,  $Ca$ ,  $Al$ ,  $Fe$ ,  $Cu$  ва ҳ.к.) билан қотишмаларга металл кристалл панжара хос. Металларнинг кристалл панжараларининг ўзгачалиги уларнинг умумий физик хоссаларини аниқлайди. Металлар электр токи билан иссиқликни яхши ўтказади.

ионли

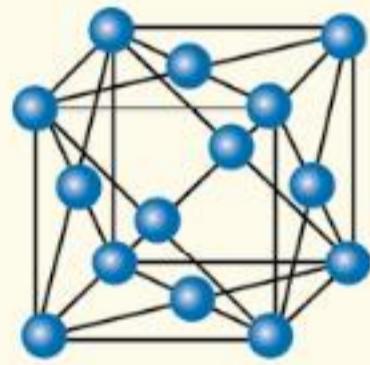
 $NaCl$  $t^*$  суюқланиш = 801°C $t^*$  қайнаш = 1465°C

Галит



41-расм. Ионли кристалл панжара

Металл

 $Cu$  $t^*$  суюқланиш = 1083°C $t^*$  қайнаш = 2567°C

Мис



42-расм. Металл кристалл панжара



Кристалл панжаранинг тугунида жойлашган заррачалар билан кимёвий боғланишнинг турига кўра кристалл панжаралар атомли, молекуляр, ионли ва металл бўлиб бўлинади. Кристалл моддаларнинг хоссалари заррачалар орасида кимёвий боғланиш типигагина эмас, шунингдек кристал панжара турига ҳам боғлик.



1. а) муз; б) спирт; в) сувни қандай белгилари бўйича молекуляр кристалл панжарали моддаларга киритилади?
2. Бу моддалар орасида кристалл панжара турларини аниқланг:  
а) KCl; б) SiO<sub>2</sub>; в) H<sub>2</sub>S; г) Cu.
3. Бу моддаларнинг қайсисининг эриш температуроси юқори бўлади?  
а) AlCl<sub>3</sub>; б) KCl; в) HCl.
4. Жадвалда А дан F гача олти модданинг эриш, қайнаш ҳароратлари ва электр хоссалари кўрсатилган.

Модда	$t_{\text{зр}}^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{қайн.}}^{\circ}\text{C}$	Қаттиқ ҳолатдаги иссиқлик ўтказувчанлиги	Суюқ ҳолатдаги иссиқлик ўтказувчанлиги
A	-210	-196	Ўтказмайди	Ўтказмайди
B	777	1627	Ўтказмайди	Яхши ўтказади
C	962	2212	Яхши ўтказади	Яхши ўтказади
D	-94	63	Ўтказмайди	Ўтказмайди
E	1410	2355	Ўтказмайди	Ўтказмайди
F	1064	2807	Яхши ўтказади	Яхши ўтказади

Кўрсатилган хоссалари бўйича мосликни аниқланг:

1. Металл.
2. Азот.
3. Ион тузилиши мадда.
4. Хона ҳароратида суюқ мадда.
5. Атом ҳолидаги мадда.
6. Молекула тузилишидаги мадда.
5. Жадвални дафтарингизга чизиб, жадвалдаги бўш ўринларни тўлдиринг:

Кристалл панжаранинг тури	Физик хоссалари	Моддаларга мисоллар
Молекуляр		
Ионли	Эриш ва қайнаш температуроси, қаттиклиги юқори, мўрт синувчан, сувда яхши эрийди	
	Эриш температуралари ҳар турли, эгилувчан, чўзилувчан, иссиқликни ва электр токини яхши ўтказади, кўпчилигининг сувда эрувчанлиги ночор	



6. Диаграммада даврий жадвалнинг содда тури берилган:

Қуидаги саволларга жавоб беринг. Ҳар элементни бир неча марта құлашга бўлади.

- 1) Электрманфийлиги энг юқори элемент.
  - 2) Электрманфийлиги энг паст элемент.
  - 3) Қандай элементлар электр токини үтказмайды?
  - 4) Қандай элементлар электр токини үтказады?
  - 5) Қандай элементлар кимёвий боғланиш тузмайды?
  - 6) Кутбلى ковалент боғланиш қандай элементлар орасида тузилади?
  - 7) Кутбсиз ковалент боғланиш қандай элементлар орасида тузилади?
  - 8) Ион боғланиш қандай элементлар орасида тузилади?
  - 9) Металл боғланиш тузадиган элементлар.
  - 10) Қандай элементларнинг орасида суюқланиш ҳарорати юқори, қаттық ҳолатида электр токини үткизмайды, лекин эритмаси билан суюқланмаси электр токини үтказадиган моддалар ҳосил қиласы?
  - 11) Қандай элементлар одатда газсимон моддаларни ҳосил қиласы?

TOP  
50

## Тузилиши бўйича рекордчи бирималар

1. Т<sub>2</sub> — молекуласида энг мустаҳкам бир боғланиш
  2. Хром атомлари ва хлор анионларининг сув билан орасидаги боғланиш — энг мустаҳкам түртинчи боғланиш
  3. Ис гази — ҳар хил атомлар орасидаги энг мустаҳкам боғланиш
  4. Азот (III) оксиди — азот атомлари орасида энг кучсиз боғланиш
  5. Дикубан — энг қисқа С—С боғланиш
  6. Дициан — энг кучли водород боғланиш
  7. Фтор водород — энг кучли водород боғланиш
  8. Майтоксин (табиий бирикма) — углерод атомларининг сони энг кўп бирикма
  9. Тефлон — энг узун синтезли полимер
  10. Полиэтилен — осон ишлаб чиқарилади ва кўп фойдаланилади



## №1-ЛАБОРАТОРИЯ ИШ

### Ковалент боғланишли моддаларнинг: $N_2, O_2$ ва олмоснинг моделларини түзиш

**Азот молекуласининг модели.** Бир рангли пластилиндан ҳажми бирдай иккита шар тайёрланг. Ҳар бир шарнинг юзига тахминан бирдай масофада уч нұқта белгиланг. Белгиланган нұқталарга үзакларни қотириңг.

**Кислород молекуласининг модели.** Бир рангли пластилиндан ҳажми бирдай иккита шар тайёрланг. Ҳар бир шарнинг юзига тахминан бирдай масофада иккита нұқта белгиланг. Белгиланган нұқталарга үзакларни қотириңг.

**Олмоснинг модели.** Бир рангли пластилиндан ҳажми бирдай 20 га яқын шар ясанг. Ҳар бир шарнинг юзига битта нұқта белгиланг. Шарлардан тетраэдр чиқадиган қилиб, нұқтларга үзакларни қотириңг.



## СТЕХИОМЕТРИЯ

### 19-§. КИМЁНИНГ АСОСИЙ СТЕХИОМЕТРИК ҚОНУНЛАРИ

Стехиометрия ўзаро таъсирлашувчи моддалар орасида массали ва ҳажмли муносабатларни қараб чиқадиган кимёниңг бир соҳаси.

Атомлар билан молекулалар кашф қилингандан кейин атом-молекула илмининг муҳим янгиликлардан бири — модда массасининг сақланиш қонунини рус олим М.В.Ломоносов 1748 йили ва ундан бўлак француз кимёгари А.Л.Лавуазье 1789 йили очди.

Қонуннинг замонавий таърифи: реагентларнинг массаси, маҳсулотларнинг массасига тенг бўлади.

Атом-молекуляр таълимот нуқтаи назаридан бу қонун бундай тушунтирилади: *кимёвий реакция пайтида атомларнинг умумий сони ўзгармайди, фақат улар қайта гуруҳланади*. Моддалар массасининг сақланиш қонуни кимёниңг асосий қонуни бўлиб ҳисобланади, кимёвий реакциялар бўйича ҳисоблашларнинг барчаси мана шу қонунга асосланиб юритилади. Замонавий кимёниңг аник фан сифатида шаклланиши мана шу қонуннинг яратилиши билан боғлиқ.

Энергиянинг сақланиш қонуни модда массасининг сақланиш қонуни билан чамбарчас боғлиқ: *энергия йўқдан пайдо бўлмайди ва йўқолиб ҳам кетмайди*. Табиатдаги барча жараёнларда энергия бир турдан иккинчи турга ўтади. Масалан, лампа батареяларнинг кимёвий энергияси электр энергиясига, электр лампадаги электр энергияси иссиқлик ва ёруғликка айланади.

Кўмир — миллионлаб йиллар илгари яшаб ўтган ҳайвонлар ва ўсимликларнинг зичлашган қолдиғидир. Улар шу вақтларда Қуёшдан энергия олишган. Шундай қилиб, кўмирда ҳам кимёвий энергиянинг манбаи сақланган. Кўмир ёнганда унинг кимёвий энергияси иссиқлик энергиясига айналади. Иссиқлик энергияси сувни қиздиради, сув эса буғланади, буғ эса турбинани айлантиради. Шундай қилиб генератор

#### Бугунги дарсда:

- Кимёдаги асосий стехиометрик қонунларни қараб чиқамиз;
- Модда масси билан энергия сақланиш қонунининг табиатини тушунадиган бўламиз.

#### Таянч сўзлар

- Стехиометрия
- Атом-молекуляр таълимот
- Модда массасининг сақланиш қонуни
- Энергиянинг сақланиш қонуни



**Антуан Лоран Лавуазье  
(26.VIII.1743—08.V.1794)**

Лавуазье — француз кимёгари, замонавий кимёга ассо солғанларнинг бири. Ҳаво таркибининг мураккаб эканлигини ва сувнинг таркибини аниқлаган, ёниш ва оксидланишин таърифлади, кимёвий номенклатуранинг принципларини белгилаб берган.

кинетик энергияни ҳаракат энергиясига ва электр энергиясига ўзгариради. Кўпгина қурулмалар — лампалар, телевизорлар, иситгичлар, магнитофонлар — электр энергиясини фойдаланиб, уларни товушга, ёруғликка ва иссиқликка айлантиради. Биз энергияннинг бир турининг бошқасига қандай ўзгаришини кўрсатадиган “энергетик занжирни” мисолга келтирдик.

Альберт Эйнштейн жисмнинг массаси ва унинг энергияси ( $E$ ) орасидаги ўзаро боғланишини қуйидаги тенглик билан ифодалади:

$$E = mc^2,$$

бундаги  $c$  — 300 000 км/с-га тенг вакуумдаги ёруғликнинг тезлиги.

Бу тенглама барча энергетик жараёнларга, шунингдек кимёвий ва ядро реакцияларда қўлланилади. Бундан холоса — агар системанинг массаси ўзгарса, унда унинг энергияси ҳам ўзгаради ва аксинча — системанинг ички энергиясининг ўзгариши ҳар доим массанинг ўзгариши билан чамбарчас боғлиқдир.

Кимёвий реакцияларнинг бориши натижасида энергия доим ажralади ёки ютилади. Шу сабабли реакцияларда иштирок этадиган моддаларнинг массаси иссиқлик ажралганда камайиб, иссиқлик ютилганда ортиши керак.



Бадантарбия қилганимизда бизнинг танамиз энергияни аввал углеводлардан олади, кейин эса ёглардан ола бошлайди. Бизнинг танамиздаги ёғлар ҳазм бўлганда қандай жараёнлар содир бўлади?

“Энергия ажралиши билан борадиган кимёвий реакцияларда нима учун массанинг камайиши кузатилмайди?” деган савол ҳосил бўлади. Унинг сабаби  $c^2$  жуда катта катта катталик бўлганлиги учун кимёвий реакцияларда ажраладиган ёки ютиладиган масса жуда кам миқдорда бўлади? Масалан, водород билан хлор таъсирлашганда бир моль HCl ҳосил бўлса, 92,3 кЖ иссиқлик ажралади. Бу энергияга атиги  $10^{-9}$  г масса тўғри келади.



Эйнштейн тенгламасининг түғрилиги амалда, (яъни масса билан энергиянинг боғлиқлиги) ядро реакцияларининг боришида далилланди. Сабаби кимёвий реакцияларга қараганда ядро реакцияларида энергия миллионлаган марта кўп ажралади.

Модда массасининг сақланиш қонуни асосида, кимёвий реакция тенгламалари тузилади ва ҳар хил ҳисоблар юритилади.

Модда массасининг сақланиш қонуни ва энергиянинг айланиши қонунларига асосланадиган реакциялар пайтида моддаларнинг массасини, ажраладиган ва ютиладиган энергияни ҳисоблашга имкон берадиган термокимёвий реакция тенгламалари тузилади.



Стехиометрик қонунлар асосида кимё фан сифатида шаклланди. М.В. Ломоносов модда массасининг сақланиш қонунини энергиянинг сақланиш қонуни билан боғлаб, табиатнинг бир бутун қонуни сифатида қабул қилди. Модда массасининг сақланиш қонуни асосида реакция тенгламалари тузилиб, ҳар хил ҳисоблар юритилади.



1. Модда массасининг сақланиш қонунини замонавий таърифи қандай?
2. Энергиянинг сақланиш қонунини таърифини айтинг.
3. Энергиянинг сақланиш қонунини қандай мисоллар билан исботлаш мумкин?
4. Модда массасининг сақланиш қонуни билан энергиянинг сақланиш қонуни орасида қандай боғланиш бор?
5. Модда массасининг сақланиш қонунини назарий ва амалий аҳамияти қандай? Мисол келтириңг.
- 1. Массаси 5,6 г калий гидроксиди бор эритмага водородхлорид кўп микдорда юборилди. Ҳосил бўлганн тузнинг массаси қандай?  
Жавои: 3,65 г.
- 2. Массаси 5 г амиак ва 5 г водород хлорид аралаштирилди. Қайси модда кўп микдорда берилган ва қанча микдорга ортиқ?  
Жавои: 2,6 г амиак.
- 3. Эритмада 1,27 г темир (II) хлориди ва 1,33 алюминий хлоридининг аралашмаси берилган. Унга етарли микдорда кумуш нитратининг эритмаси таъсир эттирилди. Ҳосил бўлган чўкманинг массасини топинг.  
Жавои: 7,17 г.
- 4. Массаси 2 г кальций карбонатининг чўкмасини олиш учун кальций гидроксиди эритмасидан углерод (IV) оксидининг қанча микдорини (н.ш.) ўтказиш керак?  
Жавои: 0,448 л.
- 5\*. Массаси 12,4 г мис карбонатини қиздирганда ҳосил бўлган газ оҳакли сув орқали ўтказилди. Ҳосил бўлган чўкманинг модда микдорини ва массасини аниқланг.  
Жавои: 10 г, 0,1 моль.
- 6\*. Инсон организмини рентген орқали текширишда радиоконтраст моддалар қўлланилди. Ошқозонни суратга туширмасдан олдин, bemорга рентген нурларини ўтказмайдиган, эримайдиган барий сульфатининг суспензияси юборилади. 100 г барий сульфатини олиш учун қанча  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{BaCl}_2$  керак?  
Жавоби: 89,3 г  $\text{BaCl}_2$ ; 60,9 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
- 7\*. Массаси 110 кг магнитли темиртошни ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) углерод (II) оксиди билан қайтарилиб 65,3 кг темир олинди. Реакция маҳсулоги ва ҳосил бўлган углерод (IV) оксидининг ҳажмини аниқланг.  
Жавоби: 79,8%.



## 20-§. НИСБИЙ АТОМ ВА МОЛЕКУЛЯР МАССА

### Бугунги дарсда:

- німа учун кимёда нисбий атом масса ва нисбий молекулар масса түшунчаларини фойданишини түшунадиган бўламиз.

### Таянч сўзлар

- Нисбий атом масса
- Нисбий молекулар масса
- Масса атом бирлиги – м.а.б.

Замонавий тадқиқот усуллари атомнинг ва молекуланинг массаларини аниқ ўлчашга имкон беради. Бу массалар ҳозирги замон ўлчов системалари томонидан қабул қилинган энг кичик ўлчов бирлигига эга.

Масалан, водород атомининг массаси —  $1,674 \cdot 10^{-27}$  кг, кислороднинг массаси —  $2,667 \cdot 10^{-26}$  кг бўлса, углероднинг массаси эса  $1,993 \cdot 10^{-26}$  кг-га teng. Бундай жуда кичик ўлчов бирликларий ҳисоб юритишларда (кимёвий формулалар ва тенгламалар бўйича) ноқулай. Шунинг учун кимёда атомнинг абсолют массасининг қиймати эмас, нисбий массалари фойдаланилади.

Халқаро бирликлар системасида (ХБС) 1961 йили масса бирлиги сифатида массанинг атом бирлиги (м.а.б.) қабул қилинган. “Нисбий атом масса” терминининг ўрнига тарихий шаклланган “атом масса” терминини қўлланиш мумкин. У — углерод  $^{12}\text{C}$  атом массасининг  $1/12$  бўлагига teng катталиkdir.

$$1 \text{ м.а.б.} = \frac{m_a(^{12}\text{C})}{12} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Элементнинг нисбий атом массаси  $A_r(\mathcal{E})$  — физик ўлчовсиз катталик, у атомнинг массаси углерод атоми  $^{12}\text{C}$  массасининг  $1/12$  бўлагидан неча марта оғир эканлигини билдиради:

$$A_r(\mathcal{E}) = \frac{m_a(\mathcal{E})}{\text{м.а.б.}} .$$

$A_r$  қийматлари даврий жадвалда кўрсатилганлиги маълумдир.  $A_r$  қиймати бўйича элемент атомининг массасини (ёки ўртача массасини) ҳисоблаш мумкин:

$$m_a(\mathcal{E}) = A_r(\mathcal{E}) \cdot \text{м.а.б.}$$

Аниқроғи атомнинг массаси г, кг билангина эмас м.а.б. да ҳам ўлчанади. Масалан:

$$m_a(\text{F}) = A_r(\text{F}) \cdot \text{м.а.б.} = 19 \text{ м.а.б.}$$

$$m_a(\text{F}) = A_r(\text{F}) \cdot \text{м.а.б.} = 19 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 3,15 \cdot 10^{-23} \text{ г} = 3,15 \cdot 10^{-26} \text{ кг.}$$



Ионларнинг массалари тахминан нейтрал заррачаларнинг массалариға тенг эканлигини айтиб үтайлик, сабаби кимёда электроннинг массаси ҳисобга олинмайды.

Нисбий молекуляр масса — физик ўлчовсиз катталик  $M_r$ (модда), у молекула массасининг углерод  $^{12}\text{C}$  атом массасининг  $1/12$  бўлагининг нисбатига тенг.

$$M_r(\text{модда}) = \frac{m_M(\text{модда})}{\frac{1}{12}m_a(^{12}\text{C})} = \frac{m_M(\text{модда})}{1 \text{ м.а.б.}}$$

Шундан молекула массасини ёки ўртача массасини қуидаги формула орқали аниқлаш мумкин:

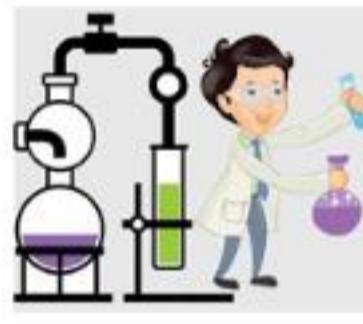
$$\begin{aligned} m_M(\text{модда}) &= M_r(\text{модда}) \cdot \text{м.а.б.} = M_r(\text{модда}) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} = \\ &= M_r(\text{модда}) \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг.} \end{aligned}$$

Молекула массаси м.а.б., г, кг ва ш.к. ўлчанади. Масалан:

$$m_M(\text{F}_2) = M_r(\text{F}_2) \cdot \text{м.а.б.} = 38 \text{ м.а.б.} = 38 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} (\text{г}) = 6,308 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Амалда  $M_r$  молекуляр массани ҳисоблаш учун атом сонларини ҳисобга олиб, элементларнинг атом массаларининг  $A_r$  йифиндиси олинади. Масалан:

$$\begin{aligned} M_r(\text{H}_3\text{PO}_4) &= 3A_r(\text{H}) + A_r(\text{P}) + 4A_r(\text{O}) \\ M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) &= 2A_r(\text{Al}) + 3A_r(\text{S}) + 12A_r(\text{O}) \end{aligned}$$



Ҳар қандай атомнинг маълум бир массаси бўлади, у жудаям кичик катталик. Бундай жуда ҳам кичик катталиктан фойдаланиш жуда ноқулай, шунинг учун амалда атомларнинг абсолют массалари эмас нисбий атом массаларидан фойдаланилади. Бу сонлар берилган элементнинг бир атомининг массаси углерод атомининг  $^{12}\text{C}$  массасининг  $1/12$  бўлагидан неча баробар оғир эканлигини билдиради.

Нисбий молекуляр масса модданинг бир молекуласининг массаси углерод  $^{12}\text{C}$  атоми массасининг  $1/12$  бўлагидан қанча марта оғир эканни билдиради. Амалда  $M_r$  ни ҳисоблаш учун атомларнинг сонларини назарда тутиб, элементларнинг  $A_r$  ни йифиндиси олинади.

-  1. Абсолют атом ва молекуляр масса деганини қандай тушунасиз?  
2. Атом массасининг бирлиги сифатида нима қабул қилинган?  
3. Кимёвий элементнинг нисбий атом массаси деганимиз нима?  
4. Нисбий атом масса ва масса атом бирлиги тушунчасининг фарқи нимада?



## 21-§. МОДДА МИҚДОРИ. МОЛЯР МАССА

### Бугунги дарсда:

- кимё фанига модда миқдори түшүнчеси нима учун киритилганини түшүнәмиз.
- масса, моляр масса ва модда миқдори орасидаги боғлиқликни биламиз

### Таянч сұздар

- Моль
- Моляр масса
- Авогадро доимийси

Моддалар бир-бири билан маълум бир мұносабатда таъсирлашиши маълум. Масалан, аммиак синтезининг реакциясини күриб чиқайлик:



Бу тенгламадаги коэффициентлар азотнинг бир молекуласини аммиакга айлантириш учун водороднинг уч молекуласи керак эканлигини билдиради. Агар 2 г азот ва 10 г водород реакцияга киришадиган бўлса аммиакнинг қанча молекуласи ҳосил бўлади?

Бу саволга жавоб бериш учун олинган ушбу массаларда азот  $\text{N}_2$  ва водороднинг  $\text{H}_2$  қанча молекулалари бор эканлигини билиш керак. Лекин бу молекулаларнинг (янада бошқа таркибий заррачаларнинг) миқдори ва массалари жуда ҳам кичик бўлганлиги туфайли сонлари жуда кўп. Таркибий заррачаларнинг сонларини ҳисоблаш учун СИ системасида модда миқдори деб атала-диган физик катталик киритилган.

*Модда миқдори — модда таркибидаги бир турдаги таркибий заррачаларнинг (атомлар, молекулалар, ионлар, электронлар ва бошқа ҳар қандай заррачалар) сонини тавсифлайдиган физик катталик.*

Модда миқдори — модданинг массаси билан ҳажмининг г, кг,  $\text{dm}^3$ - билан ҳисоблайдиган макроолам ва атом-молекуляр даражада борадиган микроолам жараёнлари орасини боғлаб туради.

Модда миқдорининг ўлчов бирлиги — моль.

Моль — углероднинг  $^{12}\text{C}$  12 г (0,012 кг) массасида қанча таркибий заррача бўлса, шунча таркибий заррачаси бор модданинг миқдори.

12 г углероднинг атомлар сони  $6,02 \cdot 10^{23}$  (Авогадро сони).  $6,02 \cdot 10^{23}$  моль $^{-1}$  — Авогадро доимийси  $N_A$  деб атала-диган катталик, у:

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Шунинг учун моль деб — таркибий заррача сони  $6,02 \cdot 10^{23}$ -га тенг модда миқдорига айтиши мумкин.

Модданинг таркибий қисмидаги зарралар сони бўйича  $N$  (модда кимёвий миқдори мана бу формула орқали аниқланади:

$$n(\text{модда}) = \frac{N(\text{модда})}{N_A}.$$



43-расм. Модда миқдори 1 моль моддаларнинг массаси

**Моляр масса.** Модданинг бир молининг массасини моляр масса ( $M$ ) деб атайды. Ҳар бир кимёвий элемент учун шу элемент атомларининг бир молининг массаси шу элементнинг моляр массаси ҳисобланади.

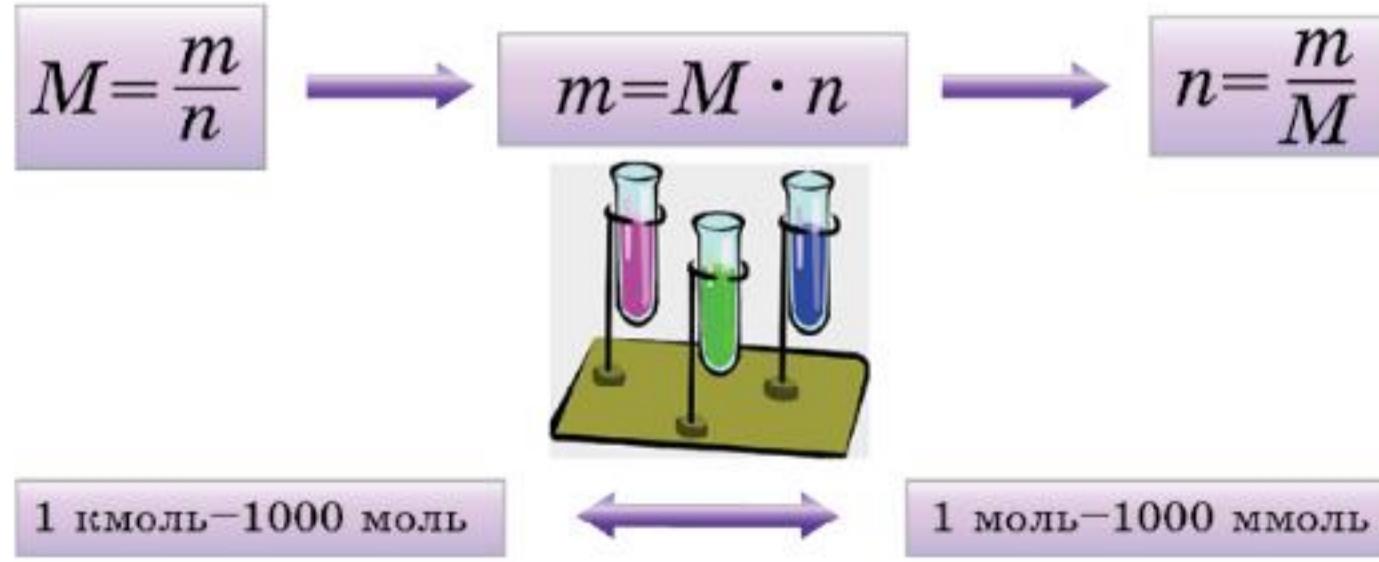
Моляр масса ( $M$ , г/моль) ёки модданинг 1 молининг массаси сон жиҳатдан м.а.б. га тенг бўлган нисбий атом массасига ёки нисбий молекуляр массасига мувофиқ келади. Демак, моляр масса ва нисбий молекуляр массанинг фарқини аниқ ажратা билиш керак, улар сон жиҳатидан тенг бўлгани билан ўлчов бирликлари томонидан фарқ қилади (43-расм).

Агар массаси  $m$  ва модда миқдори  $n$  маълум бўлса, модданинг моляр массасини қўйидаги формула орқали топиш мумкин:

$$M = \frac{m}{n},$$

бундаги  $m$  — модда массаси,  $M$  — модданинг моляр массаси,  $n$  — модда миқдори.

Модданинг массаси ( $m$ , г), модда миқдори ( $n$ , моль) ва моляр масса ( $M$ , г/моль) орасида содда боғланиш мавжуд (44-расм).



44-расм. Модда массаси, модда миқдори, моляр масса орасидаги боғлиқлик



## Масалалар ечиш

**1-масала.** Массаси 8,8 г карбонат ангидрид газининг миқдорини аниқланг.

*Берилган:*

$$m(\text{CO}_2) = 8,8 \text{ г}$$

$$n = ?$$

*Ечими:*

1. Берилган формуладан фойдалана-  
миз:  $n = \frac{m}{M}$ .

2.  $\text{CO}_2$  моляр массасини ҳисоблаймиз:

$$M_r(\text{CO}_2) = A_r(\text{C}) + 2A_r(\text{O}) = 12 + 2 \cdot 16 = 44;$$

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль.}$$

3.  $\text{CO}_2$  миқдорини ҳисоблаймиз:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{8,8 \text{ г}}{44 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль.}$$

*Жавоби:*  $n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль.}$

**2-масала.** Массаси 8 г кислороддаги молекулалар сонини ҳисобланг:

*Ечими:*

$$M_r(\text{O}_2) = 32,$$

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль},$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{8 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,25 \text{ моль},$$

$$N(\text{O}_2) = N_A \cdot n(\text{O}_2) = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 0,25 \text{ моль} = 1,505 \cdot 10^{23}.$$

*Жавоби:*  $N(\text{O}_2) = 1,505 \cdot 10^{23}$  молекула.



*Модда миқдори* — системадаги таркибий заррачаларнинг (атомлар, молекулалар, ионлар, электронлар ва бошқа ҳар қандай заррачаллар) сонини тавсифлайдиган физик катталиқ. Модда миқдорининг ўлчов бирлиги — моль. Моль деб — таркибий заррача сони  $6,02 \cdot 10^{23}$  тенг модданинг миқдорига айтилади. Модданинг бир молининг массасини моляр масса ( $M$ ) деб атайди.



- Олимлар фанга нима учун модда миқдори тушунчасини киритишган?
- Модда миқдорини ўлчов бирлиги қандай?
- Моль дегани нима?
- Ҳар қандай модданинг 1 моль миқдорида қанча молекула бўлади?
- 1 моль модданинг массаси қандай аталади ва унинг ўлчов бирлиги нимага тенг?
- Нисбий молекуляр массанинг атом массадан қандай фарқи бор?



7. а) молекулалардан; б) атомлардан ҳосил бўлган моддаларнинг моляр массалари-  
нинг сон қиймати нимага тенг?

- 1. Кальцийнинг бир атомининг массасини аниқланг.

Жавоби:  $6,64 \cdot 10^{-23}$  г.

- 2. Сульфат кислотанинг бир молекуласининг массасини аниқланг.

Жавоби:  $16,28 \cdot 10^{-23}$  г.

- 3. Массаси 1 кг сувдаги молекулалар сонини аниқланг.

Жавоби:  $3,34 \cdot 10^{24}$ .

- 4. Агар темир (III) оксидининг бир молекуласининг массаси  $2,6 \cdot 10^{-22}$  г бўлса, унинг нисбий молекуляр массаси нимага тенг?

Жавоби: 160 г.

- 5. Атом сони  $18 \cdot 10^{23}$  -га тенг  $\text{H}_2\text{S}$ -нинг миқдорини аниқланг.

Жавоби: 1 моль.

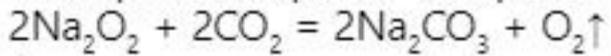
- 6. Миқдори 0,25 моль темир (III) оксидидаги атомлар сонини аниқланг.

Жавоби:  $7,52 \cdot 10^{23}$ .

- 7. Инсон организмида йод 25 мг га яқин (турли бирикмалар таркибида), йоднинг умумий массасининг ярими эса қалқонсимон безда жойлашган. а) Қалқонсимон безда; б) инсон организмида умуман қанча йод атомлари бўлишини ҳисобланг.

Жавоби:  $5,92 \cdot 10^{18}$ ;  $1,18 \cdot 10^{19}$ .

- 8\*. Натрий пероксидаи  $\text{Na}_2\text{O}_2$  ҳаводаги карбонат ангидрид газини ютиб, унинг ўрнига кислородни ажратиб чиқаради:



Космик кемаларда, сувости қайиқларида ва ёпиқ хоналарда ҳаво алмашинуви шундай амалга оширилади: а) 312 г натрий пероксид билан таъсирлашадиган углерод (IV) оксидининг массасини ҳисобланг; б) карбонат ангидрид газинининг ана шунча миқдори ҳавонинг қандай ҳажмида бўлади? в) Ҳавонинг мана шунча ҳажмининг массасини ҳисобланг. Ҳавонинг зичлиги  $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$ . (Ҳаводаги  $\text{CO}_2$  зичлиги  $0,5 \text{ г}/\text{м}^3$ ). Агар ҳавонинг зичлиги  $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$  бўлса, бу сизларнинг синф хонангиздаги ҳаво ҳажмидан қанча марта кўп?

Жавоби:  $m(\text{CO}_2) = 176 \text{ г}$ ;  $V(\text{ҳаво}) = 352 \text{ м}^3$ ;  
 $m(\text{ҳаво}) = 422,4 \text{ кг}$ .

## 22-§. АВОГАДРО ҚОНУНИ. ҲАЖМИЙ МУНОСАБАТЛАР ҚОНУНИ

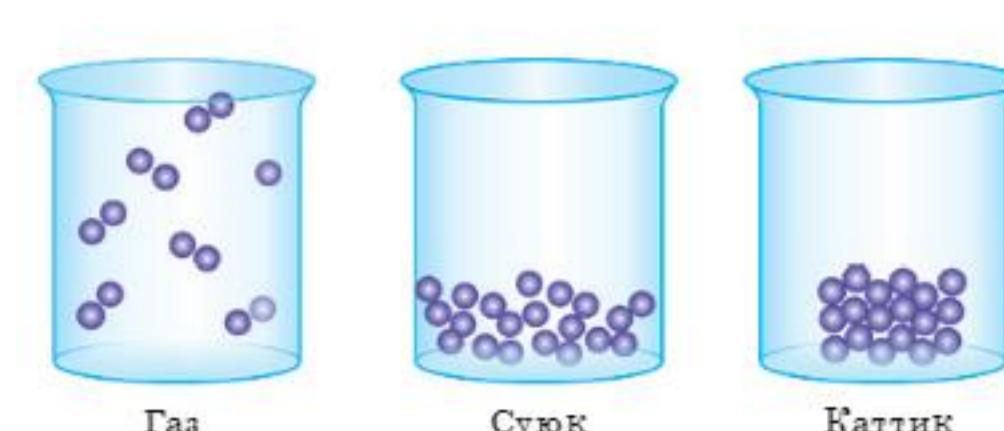
Газлар орасидаги реакцияларнинг дастлабки сонли муносабатларини француз олими Гей-Люссак аниқлади. У — газларнинг иссиқликдан кенгайиши ҳақидаги машҳур қонуннинг автори. Гей-Люссак реакция натижасида ҳосил бўлган ва реакцияга киришадиган газларнинг ҳажмини ўлчаб, таъсирлашувчи газларнинг ҳажмларининг бир-бирига ва уларнинг ҳар бирининг реакция натижасида ҳосил бўлган газсимон маҳсулларнинг ҳажмларига нисбати кичик бутун сонларнинг нисбати каби бўлишини аниқлади.

### Бугунги дарсда:

- Авогадро қонуни;
- ҳажмий нисбатлар қонуни ҳақидаги билимларимизни оширамиз

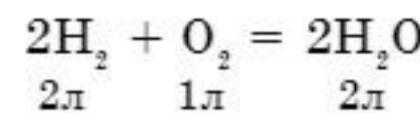
### Таянч сўзлар

- Авогадро қонунининг натижалари
- Моляр ҳажм



45-расм. Хар хил агрегат ҳолатдаги моддаларниң тузилиш моделлари

Масалан 2 ҳажм водород ва 1 ҳажм кислород ўзаро таъсири натижасида сув буғининг 2 ҳажми ҳосил бўлди:



Албатта, ҳажмий ўлчовлар қандай ҳолатда бир хил босим ва бир хил ҳароратда амалга ошади.

Суюқ ва қаттиқ ҳолатдаги заррачаларнинг масофаси билан тақ-қослаганда газсимон модданинг заррачалари орасидаги масофа катта бўлади. Бу масофа газ молекулаларининг ўлчамидан анча катта (45-расм).

Шунинг учун газнинг ҳажми газларнинг молекулаларининг микдори билан эмас, уларнинг орасидаги масофа билан аниқланади. Бу масофа ташқи шароитларга – ҳарорат ва босимга боғлиқ. Ташқи шароит бир хил бўлганда, ҳар хил газлар молекулаларининг орасидаги масофа бир хил бўлади, шунинг учун:

бир хил шароитда ( $T$  ва  $p$  бир хил бўлганда) ҳар хил газларнинг бир хил ( $V$ ) ҳажмида молекулалар сони ( $N$ ) бир хил бўлади (Авогадро қонуни, 1811 й.).

Агар  $\left. \begin{array}{l} V_1 = V_2 \\ T_1 = T_2 \\ p_1 = p_2 \end{array} \right\}$ , ундай бўлса  $N_1 = N_2$ ,

бунда  $V_1$ ,  $T_1$ ,  $p_1$ ,  $N_1$  — биринчи газнинг ҳажми, ҳарорати, босими ва молекула сони;

$V_2, T_2, p_2, N_2$  — иккинчи газнинг ҳажми, ҳарорати, босими ва молекула сони.

Масалан, кислород молекулаларининг катталиги водород молекулаларидан анча катта бўлса ҳам, температура ва босим бир хил бўлганда 1 л водород ва 1 л кислороднинг молекула сонлари бир хил бўлади.

Авогадро қонуининг биринчи натижалари

Бир хил шароитдаги ҳар хил газларнинг бирдай молекулалари бирдай ҳажмни эгаллайди:



Агар  $\left. \begin{array}{l} N_1 = N_2 \\ T_1 = T_2 \\ p_1 = p_2 \end{array} \right\}$ , ундай бўлса  $V_1 = V_2$ .

Ташқи шароит бир хил бўлганда газларнинг бир молининг ҳажми (яъни,  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекула) доимий бўлиб қолади.

Газларнинг бир молининг ҳажми моляр ҳажм деб аталади ва  $V_m$  билан белгиланади.

Газларнинг моляр ҳажми ҳарорат ва босимга боғлиқ (46-расм).

Кимёда нормал шароитдаги моляр ҳажм фойдаланилади (27-жадвал).

#### 27-жадвал

Нормал шароит (н.ш.)	
0°C ҳарорат, ёки 273 K	Босим 1 атм. (атмосфера), ёки 760 мм сим. уст. (миллиметр симоб устуни), ёки 101325 Па (паскаль) $\approx 101,3$ кПа (килоПаскаль)

Ҳар қандай газнинг бир моли нормал шароитда 22,4 л ҳажмни эгаллайди.

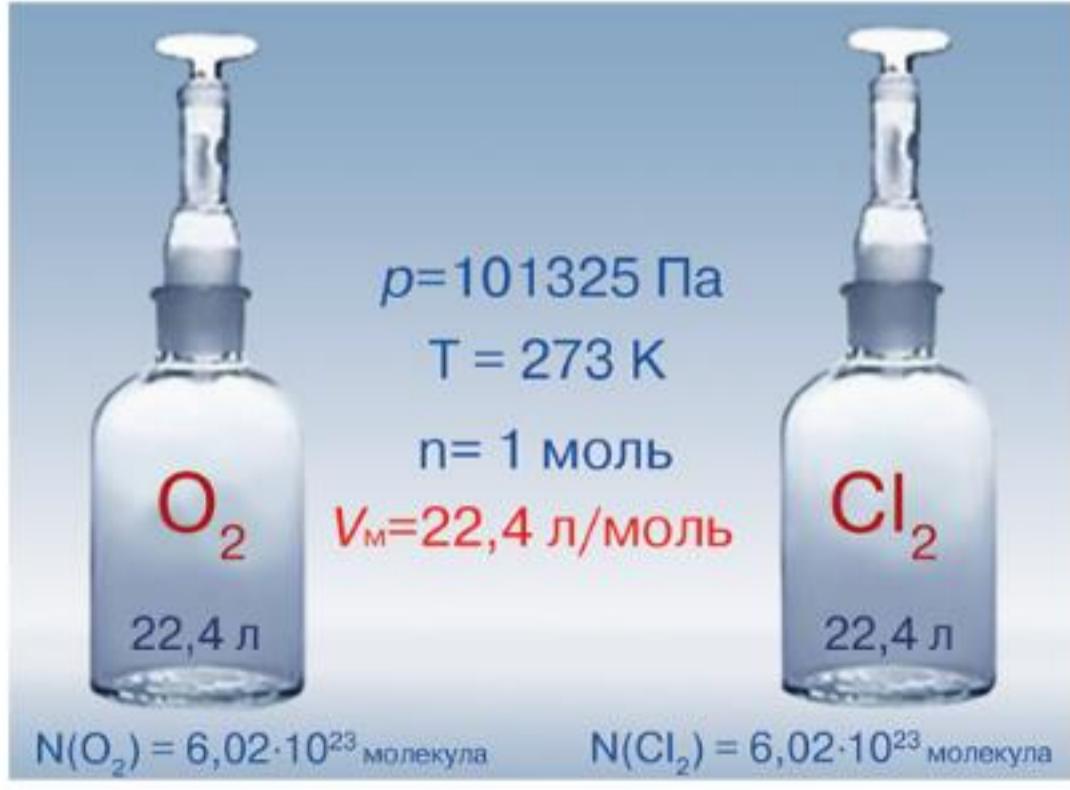
$$V_m(\text{газ}) = 22,4 \text{ л/моль.}$$

Масалан, 2 г водород  $H_2$  (1 моль) ва 32 г кислород  $O_2$  (1 моль) ҳажмлари бир хил, 22,4 л-га тенг.

Газларнинг моляр ҳажми  $V_m$  ни билган ҳолда, ҳар қандай газнинг ҳажми  $V$ , модда миқдори ва массасини ҳисоблаш мумкин:

$$V = V_m \cdot n;$$

$$V = V_m \cdot \frac{m}{M}.$$



46-расм. Газларнинг моляр ҳажми



**Газларнинг нисбий зичлигини ҳисоблаш үчүн Авогадро қонуниининг иккинчи натижаси фойдаланилади.**

Хар қандай модданинг зичлиги  $\rho$  — модда массасининг  $m$  унинг ҳажмiga  $V$  нисбатига тенг:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Хар қандай газнинг 1 молининг массаси моляр массага тенг бўлади, ҳажми моляр ҳажмга тенг  $V_m$ . Шунинг учун газларнинг зичлиги:

$$\rho_{(газ)} = \frac{M_{(газ)}}{V_m}.$$

$X$  ва  $Y$  иккита газни олиб, уларнинг зичликларини, моляр массаларини  $\rho(X)$ ,  $M(X)$  ва  $\rho(Y)$ ,  $M(Y)$  деб белгиланади. Газларнинг зичликлари бунга тенг:

$$\rho(X) = \frac{M(X)}{V_m}; \quad \rho(Y) = \frac{M(Y)}{V_m}.$$

Бу газларнинг зичликларининг нисбати  $\rho(X)/\rho(Y)$ ,  $X$  газининг  $Y$  гази билан солиштиргандаги зичлиги деб аталади ва  $D_Y(X)$ :

$$D_Y(X) = \frac{\rho(X)}{\rho(Y)} = \frac{M(X) \cdot V_m}{V_m \cdot M(Y)} = \frac{M(X)}{M(Y)}.$$

Шу билан

**Бир газнинг иккинчи газ билан солиштиргандаги зичлиги ( $M$  ва  $M_r$ , сон жиҳатидан тенг бўлганлиги учун) уларнинг моляр ёки нисбий молекуляр массаларининг нисбатига тенг:**

$$D_Y(X) = \frac{M(X)}{M(Y)} = \frac{M_r(X)}{M_r(Y)}.$$

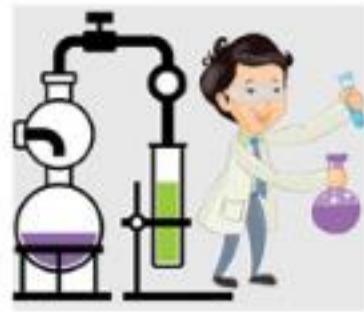
Газларнинг нисбий зичлиги – ўлчовсиз катталик.

Масалан, карбонат ангидрид газининг: а) сув ва б) ҳавога нисбатан нисбий зичлиги нимага тенг?

*Ечими:*

а)  $D_{H_2}(CO_2) = \frac{M_r(CO_2)}{M_r(H_2)} = \frac{44}{2} = 22;$

б)  $D_{aya}(CO_2) = \frac{M_r(CO_2)}{M_r(aya)} = \frac{44}{29} = 1,5.$



Таъсиrlашувчи газлар ҳажмларининг бир-бирига ва уларнинг ҳар бирининг реакция натижасида ҳосил бўлган газсимон маҳсулларнинг ҳажмларига нисбати кичик бутун сонлар нисбати кабидир.

Бир хил шароитда ( $T$  ва  $P$  бир хил бўлганда) ҳар хил газларнинг бир хил ҳажмида ( $V$ ) молекулалар сони ( $N$ ) бир хил бўлади. Бир хил молекулалари бир хил



ұажмни әгаллайди. Ташқи шароит бир хил бўлганда газларнинг бир молининг ұажми (яъни,  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекула) доимий бўлиб қолади.

Газларнинг бир молининг ұажми моляр ұажм деб аталади,  $V_m$  билан белгиланади. Ҳар қандай газнинг бир моли нормал шароитда 22,4 л ұажмни әгаллайди. Бир газни иккинчи газ билан солиширгандаги зичлиги уларнинг моляр ёки нисбий молекуляр массаларининг нисбатларига тенг.



1. Ұажмий нисбатлар қонунини таърифланг.
  2. Авогадро қонунини таърифланг
  3. Қандай ҳолатларда газлар Авогадро қонунига бўйсинганди? Нима учун?
  4. Авогадро қонунининг биринчи натижасини таърифланг.
  5. Газларнинг моляр ұажми дегани нима?
  6. Газларнинг моляр ұажми қандай бирлик билан ўлчанади?
  7. Авогадро қонунининг иккинчи натижасини таърифланг.
  8. Моддаларнинг зичлигини; бир газнинг бошқа газ билан нисбий зичлиги дегани нима? Бу катталикларнинг ўлчов бирлиги қандай?
  9. Газларнинг нисбий зичлиги нечага тенг?
- 1. Ұажми 2 л пропенни  $C_3H_6$  ёкиш учун керак бўлган кислороднинг ұажмини топинг.  
Жавоби: 9 л.
  - 2. а)  $12,04 \cdot 10^{23}$  молекула хлор  $Cl_2$ ; б) 2 моль  $Cl_2$ ; в) 14,2 г  $Cl_2$ ; г)  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекула  $O_2$  қандай ұажмни әгаллайди?
  - 3.  $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$ ,  $C_2H_6$  газларнинг ҳаво нисбатан нисбий зичликларини ҳисабланг.
  - 4. Номаълум газнинг (н.ш.) зичлиги 1,34 г/л. а) 11,2 л газнинг массасини ҳисоланг; б) ушбу ұажмдаги молекулалар сонини; в) 11,2 л газнинг миқдорини; г) водородга нисбатан зичлигини аниқланг.

## 23-§. МОЛЯР КОНЦЕНТРАЦИЯ

**Моляр концентрация 1 л эритмада эриган модданинг миқдори билан аниқланади:**

$$c = \frac{n}{V},$$

бундаги  $c$  — X модданинг моляр концентрацияси (моль/л),  $n$  — эриган модданинг миқдори (моль);  $V$  — эритма ұажми (л).

Моляр концентрация сон билан ва  $M$  ҳарфи билан белгиланади, масалан, 3M КОН.

**1-масала.** Ұажми 200 мл эритмада 2,69 г эриган мис (II) хлориди бор. Эритманинг моляр концентрациясини аниқланг.

*Ечими:*

### Бугунги дарсда:

- моляр концентрацияни фойдаланиб масалалар ечамиз.

### Таянч сўзлар

- Эритмалар
- Моляр концентрация



**Берилган:**

$$V_{\text{эритма}} = 0,2 \text{ л}$$

$$m(\text{CuCl}_2) = 2,69 \text{ г}$$

$$M(\text{CuCl}_2) = 134,45 \text{ г/моль}$$

$$\frac{c(\text{CuCl}_2)}{} - ?$$

Моляр концентрацияни анылаш формуласи:

$$c(\text{CuCl}_2) = \frac{n(\text{CuCl}_2)}{V_{\text{эритма}}}.$$

Модда миқдорини (моль) ҳисобга олиб мана буни чиқарамиз:

$$n(\text{CuCl}_2) = \frac{m(\text{CuCl}_2)}{M(\text{CuCl}_2)};$$

бундан

$$c(\text{CuCl}_2) = \frac{n(\text{CuCl}_2)}{M(\text{CuCl}_2) \cdot V_{\text{эритма}}}$$

сонларни ўрнига қўямиз:

$$c(\text{CuCl}_2) = \frac{2,69}{135 \cdot 0,2} = 0,1 \text{ моль/л.}$$

**Жавоби:**  $c(\text{CuCl}_2) = 0,1 \text{ моль/л}$  ёки  $0,1 M$  эритма.

**2-масала.** Зичлиги 1030 г/л натрий бромидининг  $\text{NaBr}$  4%-ли эритмасининг моляр концентрациясини ҳисобланг.

**Берилган:**

$$\omega(\text{NaBr}) = 0,04$$

$$\rho_{\text{эритма}} = 1030 \text{ г/л}$$

$$M(\text{NaBr}) = 103 \text{ г/моль}$$

$$\frac{c(\text{NaBr})}{?}$$

**Ечими:**

$$c(\text{NaBr}) = \frac{n(\text{NaBr})}{V_{\text{эритма}}} = \frac{m(\text{NaBr}) \cdot \rho_{\text{эритма}}}{M(\text{NaBr}) \cdot m_{\text{эритма}}};$$

$$c(\text{NaBr}) = \frac{\omega(\text{NaBr}) \cdot \rho_{\text{эритма}}}{M(\text{NaBr})} = \frac{0,04 \cdot 1030}{103};$$

$$c(\text{NaBr}) = 0,4 \text{ моль/л.}$$

**Жавоби:**  $c(\text{NaBr}) = 0,4 \text{ моль/л}$  ёки  $0,4 M$ .



Моляр концентрация — 1 л эритмада эриган модданинг миқдори билан аниқланади. Агар 1 л эритмада 1 моль модда эриган бўлса, у эритма бир моляр эритма деб аталади.



1. Моляр концентрация дегани нима?
  2. Моляр концентрациянинг ўлчов бирлиги қандай?
  3. Моляр концентрацияни қандай формула билан аниқлайди?
- 1. Ҳажми 1,2 л 0,1 M калий хромат  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  эритмасини тайёрлаш учун тузнинг қанча массаси керак?
  - 2. Зичлиги 1,615 г/мл-га teng сульфат кислотанинг 70%-ли эритмасининг моляр концентрациясини ҳисобланг.
  - 3. Массаси 21,3 г натрий сульфатни 150 г сувда эритганда зичлиги 1,12 г/мл эритма олинди. Эритманинг моляр концентрациясини ҳисобланг.

**Жавоби:** 23,3 г  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ .

**Жавоби:** 11,53 моль/л.



Жавоби: 0,98 М.

- 4. Калий гидроксиди KOH әритмасининг концентрацияси 3,8 моль/л, унинг зичлиги 1,17 г / мл. Мана шу әритмадаги KOH ни масса улушини (%) ҳисобланг.

Жавоби:  $\omega(\text{KOH}) = 18\%$ .

- 5. Зақарланганда ошқозонни ювиш учун антиот сифатида концентрацияси 0,33 моль/л натрий тиосульфатининг ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) әритмасидан фойдаланади. Натрий тиосульфатининг 2 л әритмасини тайёрлаш учун неча грамм натрий тиосульфат ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) керак?

Жавоби: 104,28 г.

## 24-§. ТАРКИБИДАГИ ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ МАССА УЛУШИ БҮЙИЧА МОДДАНИНГ ЭМПИРИК ВА МОЛЕКУЛЯР ФОРМУЛАСИНІ ТУЗИШ

Молекуляр (аниқ) формула — модда молекуласининг таркибидаги элемент атомларининг сонини күрсатадиган аник формула.

Масалан,  $\text{C}_6\text{H}_6$  — бензолнинг аник формуласи.

Оддий (эмпирик) формула — моддадаги атомлар сонларининг нисбатини күрсатади.

Масалан: бензол учун  $\text{C} : \text{H} = 1 : 1$ , яғни унинг оддий формуласи —  $\text{CH}$ .

Молекуляр формула оддий формула билан тенг ёки унинг ҳиссаланганига тенг бўлиши мумкин.

Агар масалада элементларнинг масса улуси берилган бўлса, масалани ечиш вақтида модданинг фақат оддий формуласини топиш мумкин.

Модданинг аник формуласини күрсатиш учун, масала шартида масса, нисбий ёки абсолют зичлиги каби маълумотлар берилади. Уларнинг ёрдами билан модданинг молекула массасини аниклаш мумкин.

**Масалан.** Таркиби 84,21% углерод ва 15,79% водороддан ташкил топган, ҳаво бўйича нисбий зичлиги 3,93-га тенг модданинг формуласини аникланг.

*Ечими:*

1. Модданинг массасини 100 грамм деб оламиз. Шунда углероднинг С массаси — 84,21, водороднинг H массаси — 15,79 г-га тенг бўлади.

2. Ҳар бир элементнинг миқдорини топамиз:

$$n(\text{C}) = \frac{m}{M} = \frac{84,21}{12} = 7,0175 \text{ моль};$$

$$n(\text{H}) = \frac{15,79}{1} = 15,79 \text{ моль}.$$

3. С ва H атомларининг моляр нисбатларини аниклаймиз:

### Бугунги дарсда:

- моддаларнинг таркибидаги элементларнинг масса улуси бўйича моддаларнинг молекуляр (эмпирик) формулаларини тузишни ўрганамиз.

### Таянч сўзлар

- Эмпирик формула
- Молекуляр формула
- Нисбий зичлик



$C : H = 7,0175 : 15,79$  (энг кичик сонга бўламиз) = 1 : 2,25. (бутун сон олиш учун 4-га кўпайтирамиз) = 4 : 9.

4. Нисбий зичлик бўйича моляр массани ҳисоблаймиз:

$$M = D_{(жаво)} \cdot 29 = 114 \text{ г/моль.}$$

Оддий формулага  $C_4H_9$  мос, унинг моляр массаси — 57 г/ моль-га тенг, бу аниқ моляр массадан 2 марта кам. Ундай бўлса, аниқ формуласи  $C_8H_{18}$ .



- 1. Таркибида 14,29% водород бор бўлган углероднинг азот бўйича нисбий зичлиги 2га тенг. Углероднинг формуласини аниқланг.  
Жавоби:  $C_4H_8$ .
- 2. Углерводород таркибидаги углероднинг масса улуши — 87,5 %, модданинг ҳавога нисбатан зичлиги 3,31га тенг. Модданинг формуласини аниқланг.  
Жавоби:  $C_7H_{12}$ .
- 3. Углероднинг масса улуши 26,67 %, водород 2,22 %, кислород 71,11 %га тенг. Нормал шароитда зичлиги 4,02 га тенг модданинг формуласини топинг.  
Жавоби:  $C_2H_2O_4$ .
- 4. Одатда ўзига ҳос ҳидли суюқлик — ацетон эритувчи сифатида кўп қўлланилади. Ацетонда 9 г углеродга 1,5 г водород ва 4 г кислород тўғри келади. Ацетоннинг кимёвий формуласини аниқланг.  
Жавоби:  $C_3H_6O$ .
- 5. Унли таомлари шишиб пишиши учун фойдаланадиган модданинг таркиби натрий 27,38%, кислород 57,14%, углерод 14,29% дан иборат. Қолган қисми водороддан иборат. Модданинг кимёвий формуласини аниқланг.  
Жавоби:  $NaHCO_3$ .
- 6. Дефолиантлар — баргларни сунъий турда тушириш учун фойланадиган моддалар. Улардан фойдаланиш машина билан йиғишни осонлаштиради. Дефолиантларнинг таркибида натрий 21,6%, хлор 33,3% ва кислород 45,1%. Ушбу модданинг кимёвий формуласини аниқланг.  
Жавоби:  $NaClO_3$ .
- 7. Медицинада баъзи асаб системаси bemорларини даволашда ва юқори қон босмини туширишда фойдаладиган инглиз тузининг таркиби:  $\omega(Mg) = 9,86\%$ ;  $\omega(S) = 13,01\%$ ;  $\omega(O) = 71,4\%$ ;  $\omega(H) = 5,73\%$ . Унинг формуласини топинг.  
Жавоби:  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ .

## 25-§. НАЗАРИЙ ИМКОНИЯТГА НИСБАТАН МАҲСУЛОТ ЧИҚИШИНИ ҲИСОБЛАШ

### Бугунги дарсда:

- Назарий ҳисоб бўйича маҳсулотнинг нисбий сарфини ҳисоблашни ўрганамиз.

Кимёвий жараёнларда реагентларнинг чиқитга чиқиши ёки реакцияни охиригача бормаслиги ва яна бошқа сабаблар туфайли маҳсулот тўлиқ миқдорда олинмайди. Шунинг учун реакция унуми назарий миқдоридан кам бўлади.

Реакциянинг чиқиши ( $\eta$ ) деб, маҳсулотнинг амалдаги массасининг ( $m_{амалда}$ ) назарий массага ( $m_{назарий}$ ) нисбатига айтилади. Реакция чиқиши улуш билан ёки фоиз билан ўлчанади.



$$\eta = \frac{m_{\text{амал.}}}{m_{\text{наз.}}} \cdot 100\%,$$

амалда  $\eta$ , одатда, 1-дан ёки 100%-дан кичик бўлади.

### Таянч сўзлар

- Амалдаги унум
- Назарий чиқиш



Масала ечишда биринчи — реакция тенгламаси бўйича маҳсулотнинг массасини (ҳажми, миқдорини) ҳисоблаш керак (28-жадвал).

28-жадвал

#### Маҳсулотнинг чиқишини назарий имкониятини ҳисоблаш

Масалани ечиш кетма-кетлиги:	Масала: Ҳажми 6,72 л (н. ш.) азот водороднинг мўл миқдори билан таъсирилашганда 6,72 л (н. ш.) аммиак ҳосил бўлди. Маҳсулотнинг чиқиши нечага тенг?	
I. Масалани шартини қисқача ёзиб, реакция тенгламасини тузинг. Масалада маълум моддаларнинг тагига чизинг. Дастребки модданинг массаси (ҳажми) бўйича миқдорини (моль) ҳисобланг:	$n = \frac{m}{M}$ $n = \frac{V}{V_m}$	<p><i>Берилган:</i>  <math>V(N_2) = 6,72 \text{ л}</math>  <math>V_{\text{амал.}}(NH_3) = 6,72 \text{ л}</math>  <math>\eta(NH_3) = ?</math></p> <p><i>Ечими:</i>  <math>N_2 + 3H_2 = 2NH_3</math>  1 моль                  2 моль</p> $n(N_2) = 6,72 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,3 \text{ моль}$
II. Реакция тенгламаси бўйича маҳсулотнинг мииқдорини аниқланг. Яъни назарий чиқишини (агар реакция чиқиши 100%-ни ташкил этса) ҳисобланг	<p>Тенглама бўйича:  1 моль (<math>N_2</math>) <math>\rightarrow</math> 2 моль (<math>NH_3</math>)</p> <p>Ундей бўлса:  0,3 моль (<math>N_2</math>) <math>\rightarrow</math> 0,6 моль (<math>NH_3</math>)</p> $n_{\text{наз.}}(NH_3) = 0,6 \text{ моль (ёки } 13,44 \text{ л)}$	
III. Масаланинг шарти бўйича олинган маҳсулотнинг амалдаги массаси (ҳажми, миқдори) назарий имкониятнинг қанча қисмини ташкил этишини аниқланг. Мана бу формуладан фойдаланинг:	<p>Эътибор беринг:</p> $\frac{V_{\text{амал.}}}{V_{\text{наз.}}} = \frac{n_{\text{амал.}}}{n_{\text{наз.}}} = \eta$ $n_{\text{амал.}}(NH_3) = 6,72 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,3 \text{ моль}$ $\eta(NH_3) = \frac{0,3}{0,6} = \frac{6,72}{13,44} = 0,5 = 50\%$ <p><i>Жавоби:</i> <math>\eta(NH_3) = 50\%</math></p>	



Кимёвий жараёнларда реагентларнинг чиқитга чиқиши, реакциянинг охиригача бормаслиги ва бошқа сабабларнинг натижасида маҳсулот тўлиқ миқдорда олинмайди. Шунинг учун аниқ чиқиш тўлиқ олинадиган маҳсулот (назарий) даражасидан кам бўлади. Реакциянинг чиқиши деб, маҳсулотнинг амалдаги



массасининг назарий массага нисбатига айтилади. Чиқиши улуш билан ёки фоиз билан үлчанади. Амалда чиқиши ҳар доим 1-дан (ёки 100%-дан) кам бўлади.

- 1. Массаси 134,4 г натрий гидрокарбонат олиш учун қанча ҳажмда карбрнат ангидрид гази керак? Маҳсулотнинг чиқиши 80% га тенг.  
Жавоби: 44,8 л.
- 2. Магний карбонати ва туз кислотаси таъсирашганда 8,96 л карбонат ангидрид гази қосил бўлди. Маҳсулот чиқиши 80% бўлса, реакцияга неча грамм магний карбонати қатнашган?  
Жавоби: 42 г.
- 3. Азот ва водород таъсирашганда 8,5 г маҳсулот олинди. Маҳсулотнинг чиқиши 20% бўлса, реакцияга қанча ҳажм азот киришган?  
Жавоби: 28 л.
- 4. Металл кислотадан 16,8 мл (н.ш.) водородни сиқиб чиқарди. Ажралган водородни бириктириш учун азотнинг қандай ҳажми керак? Маҳсулотнинг амалдаги чиқиши 15%.  
Жавоби: 10,1 г.
- 5. Ёш химик тўғарак дарсида калий нитрат ва концентранган сульфат кислотани таъсираштириб нитрат кислотасини олди. Массаси 20,2 г калий нитратидан олинган нитрат кислотанинг массасини ҳисобланг. Кислотанинг чиқиши 0,80 га тенг.  
Жавоби: 10,1 г.
- 6. Барий олиш учун барий оксидининг алюминий билан қайтарилиди. Массаси 4,59 кг барий оксидидан 3,8 кг барий олинди. Барийнинг чиқишини ҳисобланг.  
Жавоби: 92,5%.
- 7\*. Ер юзидаи ва ер остидаги оҳактошнинг қалин қатлами карбонат ангидрид гази эриган тупроқ сувларининг таъсиридан бузилади. 10 моль  $\text{CO}_2$  эриган сув кальций карбонатининг  $\text{CaCO}_3$  қандай массасини эрувчан туз кальций гидрокарбонатига  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  айлантириши мумкин? Кимёвий эриш реакцияси учун амалдаги чиқиши 90%га тенг деб ҳисобланг.

## 26-§. РЕАКЦИЯ МАҲСУЛОТИ МАССАСИНИ АРАЛАШМА ТАРКИБИГА КИРАДИГАН БИРЛАМЧИ МОДДАНИНГ МАЪЛУМ МАССАСИ (ҲАЖМИ) БЎЙИЧА ҲИСОБЛАШ

### Бугунги дарсда:

- Аралашмадаги қўшимчаларнинг масса ёки ҳажмий улушлари ҳақидаги тушунчалар билан танишамиз ва улардан фойдаланиб масалалар ечишни ўрганамиз.

### Таянч сўзлар

- Масса
- Модданинг масса улуси
- Аралашма

Кундалик ҳаётимизда тоза моддалар кам учрайди, масалан дистилланган сув. Кўпинча биз моддаларнинг аралашмаларини учратамиз. Масалан, оҳактош кальций карбонат ва ҳар хил аралашмалардан иборат. Шунинг учун масала ечганда *аралашма* ва *тоза модда* тушунчаларини ишлатишга тўғри келади. Аралашманинг массасини ёки ҳажмини 100% деб олиб, аралашманинг масса улушкини  $\omega$ , ҳажмий улушкини  $\Phi$  деб белгиланади. Ҳисоблаш пайтида мана бу формуналар фойдаланади:

$$\omega(\text{аралашма}) = \frac{m(\text{аралашма})}{m(\text{тоза модда} + \text{аралашма})} \cdot 100\%;$$

$$\omega(\text{аралашма}) = \frac{V(\text{аралашма})}{V(\text{тоза модда} + \text{аралашма})} \cdot 100\%.$$



Бундай ҳисобни чиқариш учун аралашмасиз тоза модданинг массасини ёки ҳажмини аниклаб, шу бүйича маңсулотнинг ёки дастлабки модданинг миқдори ҳисобланади.

**1-масала.** Таркибида 3,85% қўшимчаси бор 52 г кальций карбонатни хлорид кислотада эритганда, қанча кальций хлориди ҳосил бўлади?

*Ечиш:*

**1-усул:** Пропорция орқали ечиш.

1. Кальций карбонатидаги  $\text{CaCO}_3$  аралашманинг массасини топамиш:

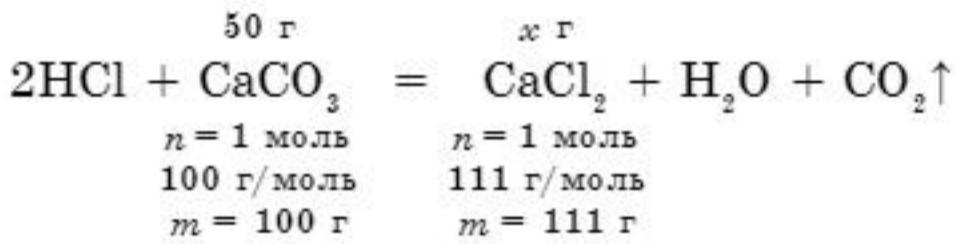
$$m(\text{аралашма}) = \frac{\omega(\text{аралашма}) \cdot m(\text{CaCO}_3 + \text{аралашма})}{100\%};$$

$$m(\text{аралашма}) = \frac{3,85\% \cdot 52 \text{ г}}{100\%} = 2 \text{ г.}$$

2. Тоза кальций карбонатининг массасини топамиш:

$$m(\text{CaCO}_3) = 52 - 2 = 50 \text{ г.}$$

3. Реакция тенгламасини ёзиб, кальций карбонати формуласининг устига унинг массасини 50 г деб ёзамиш, сабаби реакцияга тоза модда киришади. Модда формулаларининг устига керак катталикларни ёзиб қўямиз.



4. Пропорция тузиб, уни ечамиш:

$$\frac{50 \text{ г}}{100 \text{ г}} = \frac{x \text{ г}}{111 \text{ г}},$$

$$\text{бундан } x = 55,5 \text{ г.}$$

*Жавоби:* 55,5 г.

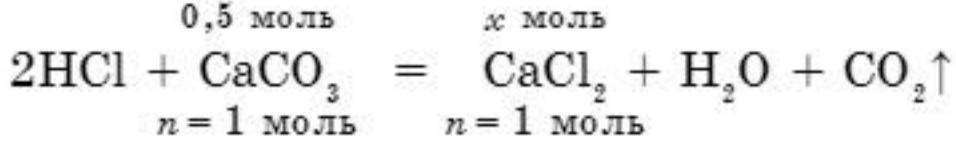
**2-усул.** Модда миқдори орқали ечиш.

1. Биринчи усулдагидай аралашма ва тоза модда массасини 1- ва 2-усул бўйича топамиш.

2. Кальций карбонатининг миқдорини ҳисоблаймиз:

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{50 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль.}$$

3. Кимёвий реакция тенгламасини ёзиб, моддаларининг устига миқдорини қўямиз:



Кальций хлоридининг миқдорини ҳисоблаймиз.

$$n(\text{CaCl}_2) = 0,5 \text{ моль.}$$



Энди кальций хлоридининг массасини ҳисоблаймиз:

$$m(\text{CaCO}_3) = M \cdot n = 111 \text{ г/моль} \cdot 0,5 \text{ моль} = 55,5 \text{ г.}$$

*Жавоби:* 55,5 г.

**2-масала.** Массаси 18 г  $\text{AlCl}_3$ , ва 2 г құшимчадан ташкил топған техник алюминий хлориди намунасидаги аралашманинг масса улшини (%) аниқланг.

*Ечими:* намунанинг массаси алюминий хлоридининг массаси билан аралашманинг массасининг йиғиндисига тенг:

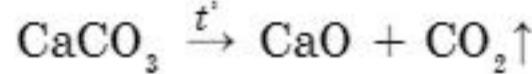
$$m(\text{намуна}) = m(\text{AlCl}_3) + m(\text{аралашма}) = 18 + 2 = 20 \text{ г.}$$

2-тengлама бүйича аралашманинг масса улшини ҳисоблаймиз:

$$\omega(\text{аралашма}) = \frac{m(\text{аралашма})}{m(\text{намуна})} \cdot 100\% = \frac{2}{20} \cdot 100\% = 10\%.$$

**3-масала.** Кальций карбонати ва кальций оксидидан ташкил топған 15,6 г намуна қиздирилди. Натижада 2,24 л (н.ш.) ажралди. Намунадаги кальций оксидининг масса улшини (%) аниқланг.

*Ечими:* Қиздириш пайтида кальций карбонати (кальций оксида қиздиришга яроқли) парчаланади:



Хосил бўлган углерод (IV) оксидининг миқдорини ҳисоблаймиз:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ моль.}$$

Реакция тенгламасига кўра:

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2); n(\text{CaCO}_3) = 0,1 \text{ моль.}$$

$\text{CaCO}_3$  массасини ҳисобланг:

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ г.}$$

$$m(\text{CaO}) = 15,6 - 10 = 5,6 \text{ г.}$$

Намунадаги  $\text{CaO}$  масса улшини аниқлаймиз:

$$\omega(\text{CaO}) = \frac{m(\text{аралашма})}{m(\text{улgi})} \cdot 100\% = \frac{5,6}{15,6} \cdot 100\% = 35,9\%.$$

*Жавоби:*  $\omega(\text{CaO}) = 35,9\%$ .

**4-масала.** Массаси 0,3 г углеродни тўлик ёндирилганда олинган углерод (IV) оксидининг массаси 200 г, масса улши 3,42% барий гидроксида эритмаси  $\text{Ba(OH)}_2$ , орқали ўтказилди. Чўкманинг массасини аниқланг.

*Ечими:* углероднинг ёниш реакцияси тенгламасини ёзамиш:





Углероднинг микдорини ҳисоблаймиз:

$$n(C) = \frac{m}{M} = \frac{0,3}{12} = 0,025 \text{ моль.}$$

Реакция тенгламасига кўра:

$$n(CO_2) = n(C); n(CO_2) = 0,025 \text{ моль.}$$

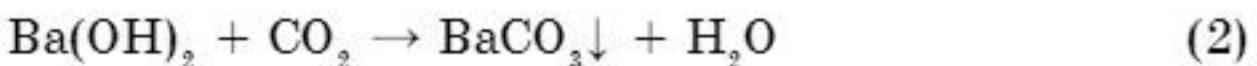
Ba(OH)<sub>2</sub>-нинг эритмадаги массасини ҳисоблаймиз:

$$m(Ba(OH)_2) = \frac{\omega \cdot m(\text{эритма})}{100\%} = \frac{3,42 \cdot 200}{100\%} = 6,84 \text{ г.}$$

Ba(OH)<sub>2</sub>-нинг микдорини ҳисоблаймиз:

$$m(Ba(OH)_2) = \frac{m(Ba(OH)_2)}{M(Ba(OH)_2)} = \frac{6,84}{171} = 0,04 \text{ моль.}$$

Ba(OH)<sub>2</sub> барий гидроксида углерод (IV) оксиди билан CO<sub>2</sub> қўйидаги тенглама бўйича реакцияга киришади:



Кимёвий реакция тенгламасига мувофиқ 0,025 моль углерод оксиди CO<sub>2</sub>, 0,04 моль барий гидроксида билан Ba(OH)<sub>2</sub> реакцияга киришади. Демак, барий гидроксида ортиқ микдорда олинган, шунинг учун чўкманинг BaCO<sub>3</sub> массасини CO<sub>2</sub> бўйича ҳисоблаймиз.

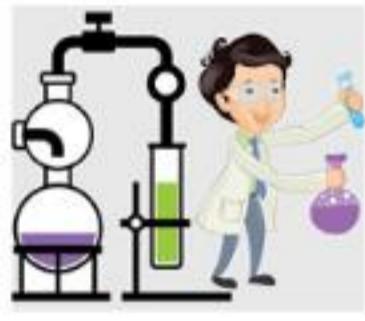
Демак,

$$n(BaCO_3) = n(CO_2); n(BaCO_3) = 0,025 \text{ моль.}$$

Чўкманинг массаси:

$$m(BaCO_3) = n(BaCO_3) \cdot M(BaCO_3) = 0,025 \cdot 197 = 4,93 \text{ г.}$$

Жавоби:  $m(BaCO_3) = 4,93 \text{ г.}$



Баъзан масала ечишда аралашма ва тоза модда тушунчаларидан фойдаланишга тўғри келади. Бундай масалаларни ечиш учун аралашмасиз тоза модданинг массасини ёки ҳажмини аниқлаб, шу бўйича маҳсулотнинг ёки дастлабки модданинг микдори ҳисобланади.



- 1. Кўмирдаги углероднинг масса улуши 95%. 54 г кўрғошин (II) оксидини қайтариш учун шу кўмирнинг қандай массаси керак бўлади? Углерод углерод (II) оксидигача оксидланади.  
Жавоби: 5,05 г.
- 2. Массаси 187,5 г кўмир ёнганда ҳажми 336 л (н.ш.) углерод (IV) оксиди ҳосил бўлади. Кўмирдаги углероднинг масса улушини ҳисобланг.  
Жавоби: 96%.
- 3. Таркибида кальций карбонати бор 100 г рудани ёндирилганда 19,6 л (н.ш.) газ ҳосил бўлади. Рудадаги кальций карбонатининг масса улушини ҳисобланг.  
Жавоби: 87,5%.
- 4. Мис билан темирнинг 20 г аралашмаси хлорид кислотанинг кўп микдори билан таъсираштирганда 5,6 л (н.ш.) газ ажралди. Металларнинг аралашмадаги масса улушини аниқланг.  
Жавоби: 70% темир, 30% мис.



- 5. Калий перманганати билан калий хлоратидан иборат массаси 8,06 г аралашмани ажратганды 1,568 л (н.ш.) кислород ҳосил бўлди. Аралашманинг таркибидаги моддаларнинг массасини ҳисобланг.  
Жавоби: 3,16 г  $\text{KMnO}_4$ ; 4,9 г  $\text{KClO}_3$ .
- 6. Алюминий билан руҳдан иборат 2 г қотишмани ишқор эритмаси билан ишланди. Натижада 1,904 л (н.ш.) водород ажралди. Аралашмадаги металларнинг масса улушларини ҳисобланг.  
Жавоби: 32,5% Zn, 67,5% Al.
- 7. Ҳажмлари  $67,2 \text{ m}^3$  водород билан  $44,8 \text{ m}^3$  азот орасида (н.ш.) реакция борди. Олинган аммиакнинг ҳажми қандай газ билан ифлосланган?  
Жавоби:  $V: 44,8 \text{ m}^3; V(\text{N}_2) = 22,4 \text{ m}^3$ .
- 8. Ҳажми 1,6 л (н.ш.) углерод (IV) оксида билан азотнинг аралашмаси оҳакли сув орқали ўтказилганды 2 г чўкма ҳосил бўлди. Аралашмадаги газларнинг ҳажмий улушкини аниқланг.
- 9. Таркибида 0,1% аралашмаси бор массаси 2 г ичимлик содасини сирка кислотаси билан ишланганды ҳосил бўлган углерод (IV) оксида гази бисквитли тортнинг қанча ҳажм (н.ш.) ғовакларини тўлдиради? Реакция тенгламаси:  
$$\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
  
Жавоби:  $V(\text{CO}_2) = 0,53 \text{ л}$ .
- 10\*. Омборда таркибида 4% аралашмаси бор 10 кг аммоний сульфати билан 2% кўшимчаси бор 2 кг сўндирилган оҳак яхши сақланмаган. Агар баҳорда 200 г оҳак қолса, неча литр аммиак омборнинг туйнугидан учуб кетган? Қанча килограмм аммоний сульфати боғчага сепилмай қолган?  
Жавоби:  $V(\text{NH}_3) = 1,065 \text{ л учуб кетган}$ ;  
 $m_2(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 3,14 \text{ кг аммоний сульфати сепилмай қолган}$ .

## 27-§. ДАСТЛАБКИ МОДДАЛАРДАН БИРИ ОРТИҚ МИҚДОРДА ОЛИНГАНДА РЕАКЦИЯ МАҲСУЛОТИНИНГ МАССАСИНИ (ҲАЖМИНИ) ҲИСОБЛАШ

### Буғунги дарсда:

- “Ортиқ ва кам” тушунчаларидан фойдаланиб типик масалалар ечишни ўрганамиз.

### Таянч сўзлар

- Моль, моляр масса
- Масса
- Модданиортикмикдори
- Модданинг кам миқдори

Бундай типик масалаларнинг шартида таъсирлашувчи икки модданинг массаси ёки ҳажми кўрсатилади, унинг бири ортиқ миқдорда бўлади. Шунинг учун масалаларни ечиш пайтида мўл миқдорда олинган моддани аниқлаш керак.

Реакция маҳсулотининг массаси ёки ҳажми оз миқдорда олинган модда бўйича ҳисобланади. Сабаби модда кам миқдорда реакцияга тўлиқ киришади.

### Масала ечиш алгоритми:

1. Масала шартини диққат билан ўқиши.
2. Нима берилганини, нимани топиш кераклигини ёзиш.

3. Масаланинг шарти бўйича кимёвий реакциянинг тенгламасини тузиш.
4. Масалада берилган ва топиш керак бўлган моддаларнинг тагига чизиш.
5. Тагига чизилган моддаларнинг ҳар бирининг миқдорини ёзиш (тенглама бўйича).



6. Формула бўйича дастлабки моддаларнинг ҳар қайсисини миқдорини топиш:

$$n = \frac{m}{M} \text{ ёки } n = \frac{V}{V_m},$$

$M$  — модданинг моляр массаси;  $V_m$  — моляр ҳажм = 22,4 л/моль.

7. Масаланинг шарти бўйича чизилган моддаларнинг устига массасини (ҳажмини) аниқланиши керак бўлган модданинг устига  $x$  белгисини қўйиш.

8. Тенглама ва масаланинг шарти бўйича миқдорларнинг нисбатини аниқлаш, хulosha чиқариш. Ортиқ миқдордаги моддани топамиз, у масала ечиш учун қўлланилмайди.

9. Оз миқдордаги модда бўйича пропорция тушиб, масалани ечиш.

10. Реакция маҳсулотининг миқдорини (моль) аниқлагандан кейин, уни масаланинг шарти бўйича массага (ҳажмга) айлантириш.

**Масала.** Биринчисида 522 г барий нитрати бор, иккинчисида эса 500 г калий сульфати бор эритмаларни аралаштиргандан кейин ҳосил бўлган чўкманинг массасини ҳисобланг.

*Берилган:*

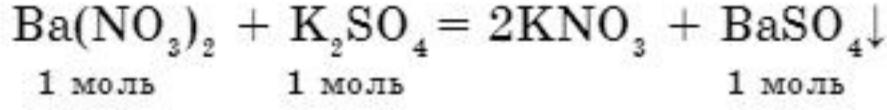
$$m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 522 \text{ г}$$

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 500 \text{ г}$$

$$\underline{m(\text{BaSO}_4) - ?}$$

*Ечими:*

1. Реакция тенгламасини ёзиб, берилган модданинг ва топилиши керак бўлган модданинг тагига чизамиз. Тенгламадаги тагига чизилган моддаларнинг барчасини миқдорини формулаларнинг тагига ёзамиз.



$$M(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 261 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{K}_2\text{SO}_4) = 174 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ г/моль}.$$

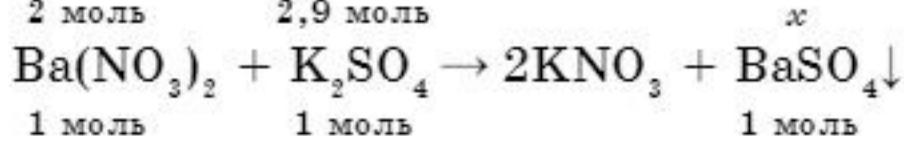
2. Формула бўйича дастлабки моддаларнинг ҳар қайсисининг миқдорини аниқлаймиз:

$$n = \frac{m}{M};$$

$$n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = \frac{522 \text{ г}}{261 \text{ г/моль}} = 2 \text{ моль};$$

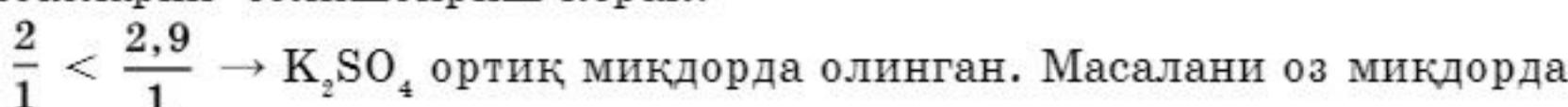
$$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{500 \text{ г}}{174 \text{ г/моль}} = 2,9 \text{ моль}.$$

3. Тенгламанинг устига берилган моддаларнинг миқдорини ёзиб, чўкманинг устига  $x$  белгисини қўямиз.





4. Моддаларнинг қайсиси ортиқ миқдорда эканини топиш учун нисбатларни солишириш керак:



олинган  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  бүйича ҳисоблаймиз.

5. Пропорция тузамиз:  $\frac{2}{1} = \frac{x}{1}$ ,  $x = 2$  моль.

6. Чўкманинг массаси номаълум, шунинг учун модда миқдоридан фойдаланиб формула бўйича массани ҳисоблаймиз:  $m = n \cdot M$ .

$$m(\text{BaSO}_4) = 2 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль} = 466 \text{ г.}$$

Жавоби:  $m(\text{BaSO}_4) = 466 \text{ г.}$



“Ортиқ” ва “кам” миқдордаги масалаларни ечишда қайси модда ортиқ миқдорда берилғанлигини аниклаш керак. Реакция маҳсулотининг массаси ёки ҳажми оз миқдорда олинган модда бўйича ҳисобланади. Сабаби модда оз миқдорда реакцияга тўлиқ киришади.



- 1. Массаси 47 г калий оксиди 40 г нитрат кислота эритмаси билан таъсирлашди. Ҳосил бўлган калий нитратининг массасини ҳисобланг. Жавоби: 60,6 г.
- 2. Миқдори 0,1 моль магний оксиди 15 г нитрат кислота эритмаси билан таъсирлашди. Ҳосил бўлган тузнинг массасини ҳисобланг. Жавоби: 14,8 г.
- 3. Массаси 7,3 г водород хлорид билан 5,6 л (н.ш.) аммиак таъсирлашганда ҳосил бўладиган тузнинг массасини ҳисобланг. Жавоби: 10,7 г.
- 4. Массаси 13 г рух 30 г сульфат кислотаси билан таъсирлашганда ажраладиган водороднинг ҳажмини (н.ш.) ҳисобланг. Жавоби: 4,48 л.
- 5. Массаси 24 г кўумирни ёқиши учун 67,2 л (н.ш.) кислород сарфланди. Ҳосил бўлган карбонат ангидрид газининг ҳажмини ҳисобланг. Жавоби: 44,8 л.
- 6. Массаси 19,6 г мис (II) гидроксидини термик парчалашда ҳосил бўлган мис оксидини қайтариш учун қанча ҳажм (н.ш.) водород керак? Жавоби: 4,48 л.
- 7\*. Массаси 12,8 г металл 60%ли нитрат кислотанинг ортиқ миқдори билан таъсирлашганда 8,96 л (н.ш.) қўнғир рангли газ ва таркибида металли оксидланиш даражаси +2 бўлган туз ҳосил бўлди. Метални аникланг.
- 8. Массаси 3,7 г кальций гидроксидининг сувдаги эритмасига ҳажми 1,68 л (н.ш.) углерод (IV) оксиди сингдирилди. Ҳосил бўлган чўкманинг массасини аникланг. Жавоби:  $m(\text{CaCO}_3) = 2,5 \text{ г.}$
- 9\*. Массаси 8 г олтингурутни 10,5 г темир билан бирга қиздирилди. Олинган маҳсулотни мўл миқдордаги хлорид кислота эритмаси билан таъсир эттирилди. Ҳосил бўлган газнинг ҳажмини (н.ш.) аникланг. Жавоби: 5,6 л.

# ТЕРМОДИНАМИКАГА КИРИШ

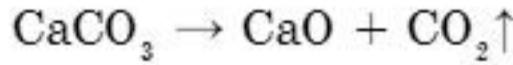


## 28-§. ИЧКИ ЭНЕРГИЯ БИЛАН ЭНТАЛПИЯ

Хар қандай реакциянинг бориши ёки бормаслигини олдиндан билиш – кимёгарларнинг олдида турган асосий вазифаларидан бири. Албатта, ҳар қандай реакциянинг қийматини қоғозга ёзишга бўлади, бироқ бу реакция иш юзасидан борадими ёки бормайдими?

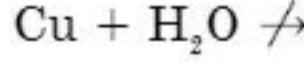
Қуйидаги иккита реакцияни кўриб чиқайлик:

1. Оҳактошни ёндириш:



Бу жараён юзага келиши учун оҳактошни юкори ҳароратда қиздириш керак. Демак реакция юкори ҳароратда боради.

2. Сув таркибидаги водороднинг мис ёрдами билан қайтарилиши:



Бу реакцияни ҳеч қандай ҳолатда амалга ошириш мумкин эмас! Реакциянинг бориши мумкинлигини тажриба орқали текшириш, албатта қийин. Бироқ бу саволга назарий жиҳатдан термодинамиканинг қонунларига асосланиб жавоб бериш мумкин. Табиатнинг асосий қонунларининг бири (термодинамиканинг биринчи қонуни) – энергиянинг сақланиш қонуни; энергия йўқдан пайдо бўлмайди ва йўқолиб ҳам кетмайди, фақат бир турдан иккинчи турга алмашади. Умуман олганда ҳар қандай жисмнинг энергияси; кинетик, потенциал, ички деб бўлинадиган асосий уч турдан иборат. Кимёвий реакция учун мана шу энергияларнинг қайсиси асосийси десак, албатта, бу ички энергия! Унинг баъзи томонларини (аспектларини) кўриб чиқайлик.

**Ички энергия.** Турли моддалар реакцияга киришганда иссиқлик ажралиши (масалан, метаннинг ёниши), шу моддаларнинг (метан ва кислороднинг) ўзининг яширин энергияси мавжудлигини билдиради. Кимёвий реакциялар ва физик ҳодисалар (сув конденсацияси) натижасида ажраладиган моддаларнинг яширин энергияси ички энергия деб аталади, у U ҳарфи билан белгиланади. Кимёвий ўзгаришлар пайтида моддалардаги энергиянинг бир қисми ажралади. Кимёвий реакция пай-

### Бугунги дарсда:

- Ички энергия билан энталпиянинг ўзгариши иссиқлик эффекти эканини тушунамиз.

### Таянч сўзлар

- Ички энергия
- Энталпия
- Иссиқлик эффекти



тида ҳосил бўлган иссиқлик миқдорини, яъни реакциянинг иссиқлик эффектини ўлчаб, энергия заҳирасининг ўзгариши кузатилади.

Ҳар қандай модданинг таркибидаги атомлар ёки молекулалар тартибсиз ҳаракатланади. Шунинг учун заррачанинг **кинетик энергияси**  $E_k$ , бўлади.

Шу билан бирга модда заррачалари бир-бири билан электр тортишиш ва итаришиш кучлари билан, яна ядро кучлари билан таъсирлашади. Шунингдек, модда ҳосил қилувчи барча заррачалар потенциал энергияга  $E_p$  ҳам эга.

Заррачаларнинг иссиқлик ҳаракати билан уларнинг ўзаро таъсирининг потенциал энергияси бирикib энергиянинг янги тури — ички энергияни ҳосил қиласди, албатта, бу жисмнинг механик энергиясидан ташқари. Шу билан бирга модданинг (системанинг) ички энергияси  $U$  — шу моддани ҳосил қилувчи барча заррачаларнинг энергияси, у кинетик ва потенциал энергияларидан ташкил топган:

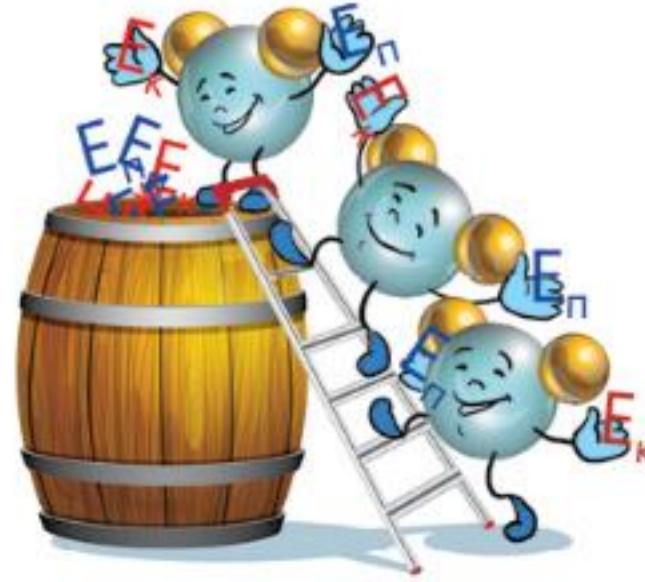
$$U = \sum E_k + \sum E_p.$$

Ички энергия шу билан бирга электронларнинг, протонларнинг, нейтронларнинг ҳаракатланиши билан ўзаро таъсир энергиясидир (47-расм).

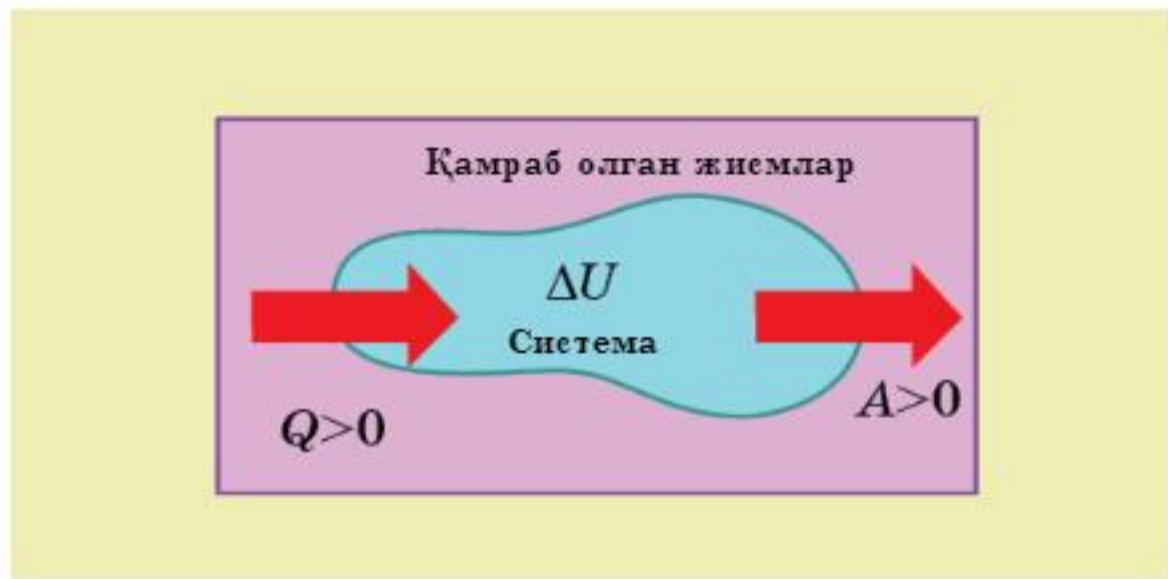
Ички энергия жисмнинг иссиқлик ҳолатининг тавсифи. Ички энергия модда ҳолатига боғлиқ. Системанинг ички энергияси ўзгаришини  $\Delta U$  аниқлаш мумкин. Масалан, қандайдир бир жараён натижасида система А ўз ишини битириб, ташқаридан  $Q$  энергия ютади, шундай қилиб дастлабки ҳолатдан (1) сўнгги (2) ҳолатига алмашади. Термокимёвий тенгламаларда системадан ажralган энергия мусбат ҳисобланса, термодинамика тенгламаларида системанинг ютган иссиқлиги мусбат ҳисобланади. Системанинг ички энергиясининг ўзгаришини қўйидагича ифодалаймиз:

$$U_2 = U_1 + Q - A, \quad (1)$$

бундаги  $U_1$  ва  $U_2$  — системанинг дастлабки (1) ва сўнгги (2) ҳолатидаги ички энергияси. Агар ички энергиялар айирмасини  $U_2 - U_1 \Delta U$  десак, бунда тенглик:



47-расм. Ички энергия



48-расм. Ички энергиянинг ўзгариши

$$\Delta U = Q - A. \quad (2)$$

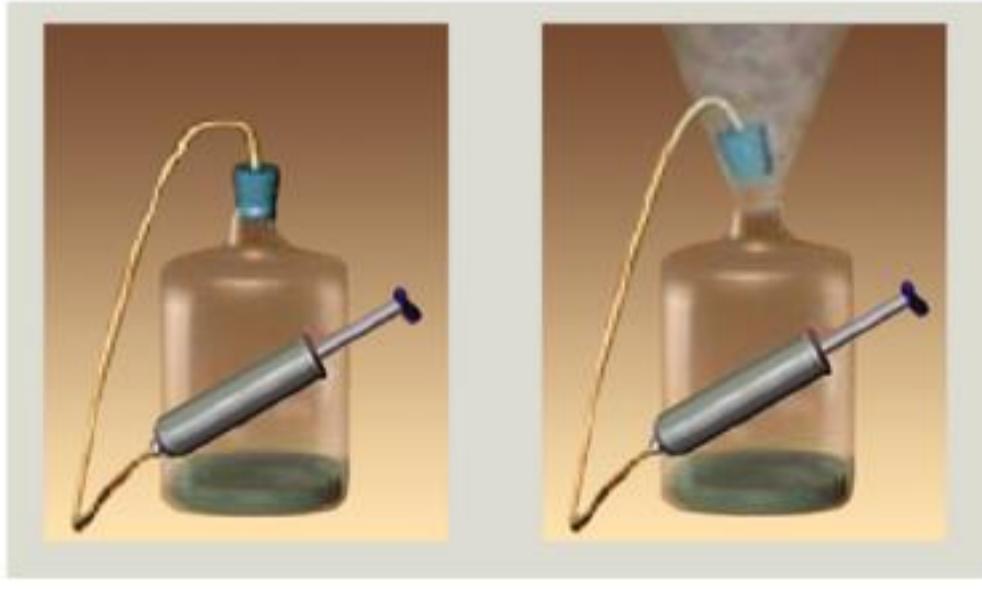
Бұт тенглик энергияни сақланиши қонунига биноан, ички энергиянинг ўзгариши жараённинг бориши йүлидан мустақил, факт системаниң дастлабки ва сүнгги ҳолати билан аниқланади. Лекин энергиянинг қанчаси иш бажарыш учун сарфлангани, қанчаси иссиқликка айланышы жараённинг бориши усулига боғлиқ (48-расм).

Ички энергияни иш бажарыш орқали ўзгартириш мүмкін (49-расм).

**Энтальпия.** Күпгина кимёвий реакцияларни иссиқлик эффектига боғлиқ эндотермик ва экзотермик деб ажратадиганимиз маълум. Моддалар учун иссиқлик ажратадиган ёки иссиқлик ютадиган қобиляктарини тавсифлайдиган миқдорлар керак. Жараённинг бориши ҳолатига боғлиқ икки катталик киритилген. Ўзгармас ҳажмда борадиган реакцияни ички энергия билан, ўзгармас босимда борадиган реакцияни – энтальпия билан ( $H$ ) ифодаланади. Системаниң энтальпияси (грек тилидан enthalpo – қиздирман), термодинамик системаниң ҳолатини тавсифлайдиган энтропия  $S$  (бу миқдорни кейинроқ күриб чиқамиз), босим  $p$  ва ички энергия  $U$  билан боғлиқ:

$$H = U + pV,$$

бундаги  $V$  – системаниң ҳажми.



49-расм. Жисмнинг ички энергиясининг маълум бир иш бажарыш орқали ўзгариши



**Энталпия – үзгармас босимда иссиқликка айлантириши мүмкін бўлган энергия.**

Кимёда кўпинча изобарик жараёнлар ( $p = \text{const}$ ) кўрилади, иссиқлик эффекти системанинг энталпиясининг үзгариши ёки жараённинг энталпияси деб аталади.

$$Q_p = \Delta H,$$

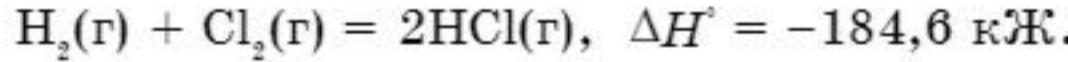
$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V.$$

**Энталпиянинг** ўлчов бирлиги энергия каби кЖ. Унинг миқдори модда миқдорига пропорционал, шунинг учун  $\text{kЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$  билан ўлчанади.

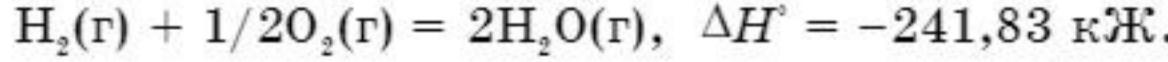
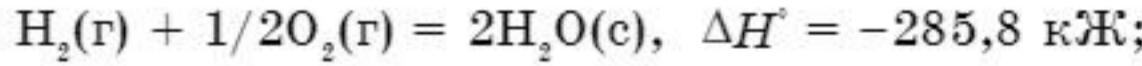
Шу билан, кимёвий реакциялар билан атроф муҳит орасидаги иссиқлик алмашиниши энталпия деб аталади. Энталпияни аниқ ўлчаш мүмкін эмас бўлганлиги учун, атроф муҳити ҳароратининг үзгариши ( $\Delta H$ ) олинади.

Термодинамик системада экзотермик жараён учун  $\Delta H < 0$ , эндотермик жараён учун эса  $\Delta H > 0$ .

Кимёвий реакциянинг энталпияси кўрсатилган тенглама *термокимёвий тенглама* деб аталади. Энталпиянинг  $\Delta H$  сонли қиймати реакция тенгламадан кейин вергулдан кейин кЖ билан кўрсатилади ва тъсирилашадиган моддаларнинг барчасининг стехиометрик коэффициентлари эътиборга олинади. Тъсирилашадиган моддаларнинг агрегат ҳолатлари пастки ўнг томонига қавс ичига ёзилади: (к) – қаттиқ, (к) – кристалли, (с) – суюқ, (г) – газсимон, (э) – эритма. Масалан, газсимон ҳолатда  $\text{H}_2$  билан  $\text{Cl}_2$  тъсирилашганда икки моль газсимон  $\text{HCl}$  ҳосил бўлади. Реакциянинг термокимёвий ёзилиши:



Газсимон  $\text{H}_2$  билан  $\text{O}_2$  тъсирилашганда ҳосил бўладиган  $\text{H}_2\text{O}$  уч турли агрегат ҳолатда бўлиши мүмкін, уни энталпия қийматларининг үзгаришидан кўриш мүмкін:



Реакцияларнинг тегишли энталпиялари ҳарорат билан босимнинг стандарт ҳолатига берилган ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $p = 101,325 \text{ кПа}$ ). Энталпиянинг *стандарт ҳолати*:  $\Delta H_{298}^\circ$  деб белгиланади, кўпинча пастки индекс ёзилмайди:  $\Delta H^\circ$ .

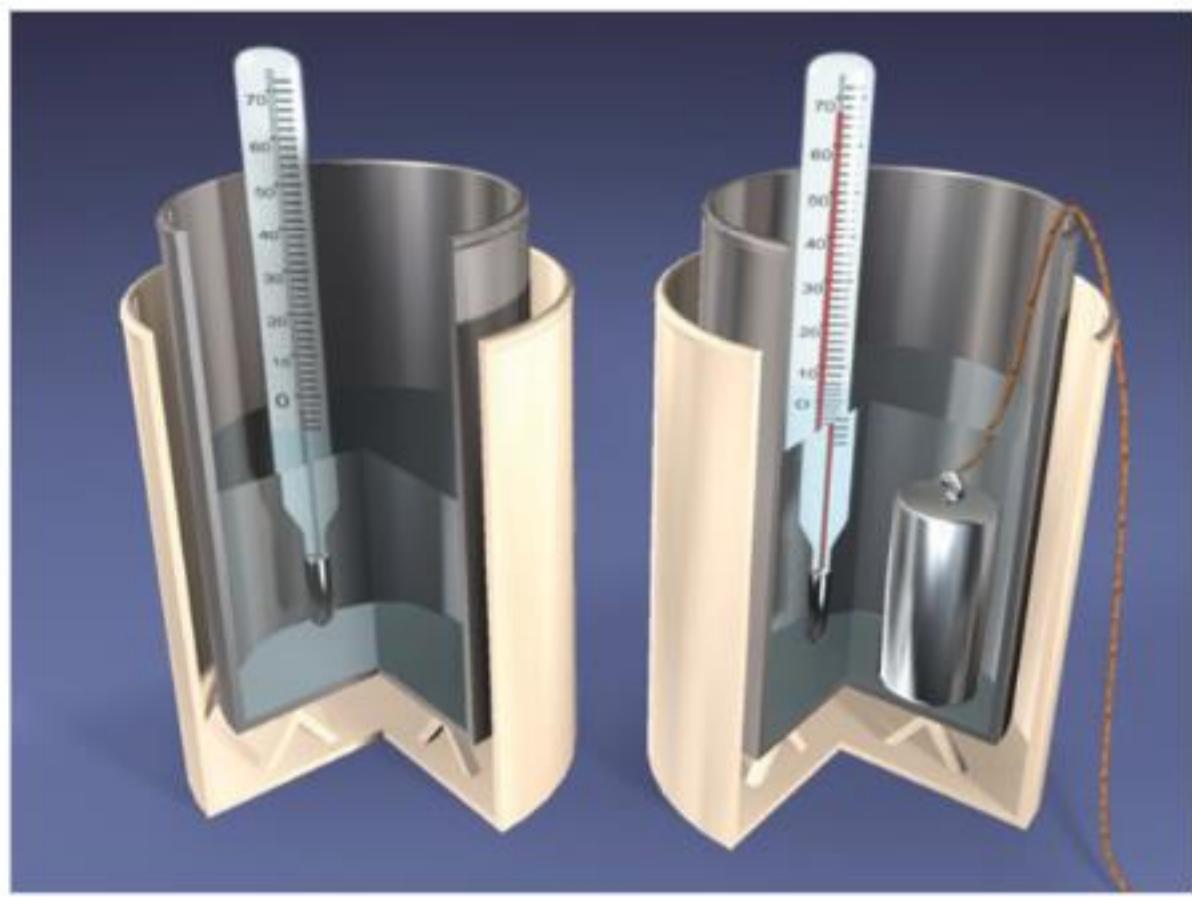
Энталпия мана бундай ҳисобланади:

$$\Delta H^\circ = m \cdot c \cdot \Delta T,$$

бундаги  $m$  — реагентлар массаси,  $c$  — иссиқлик сифими,  $\Delta T$  (К) — ҳароратларнинг айирмаси.

Реакциянинг иссиқлик эффекти билан тузилиш иссиқлиги тегишли энталпия билан боғлиқ:

$$Q = -\Delta H^\circ.$$



50-расм. Калориметр

Реакциянинг иссиқлик эффекти (энталпиялар) тажрибалар асосида аниқланади. Иссиқлик эффектини *калориметр* деб аталадиган маҳсус асбоб билан ўлчанади (50-расм). *Кимёвий реакцияни реагентларнинг маълум массаси билан олиб борилади.* Асбобнинг иссиқлик сифими маълум бўлса, реакция натижасида ҳарорат ўзгариши бўйича иссиқлик эффекти аниқланади.

Барча моддаларнинг тузилиш энталпияси маълум. Тузилиш энталпиясининг нисбий шкаласи аниқланган. Бу шкала бўйича оддий моддаларнинг тузилиш энталпияси нолга teng.

Оддий моддалардан мураккаб моддаллар ҳосил бўлганда энергия сарфланадиган бўлса, у модда энталпияси мусбат, аксинча агар иссиқлик ажralадиган бўлса манфий бўлади. Моддалар тузилишининг абсолют энталпиясини аниқлаш мумкин эмас, шунинг учун уларнинг айрмаси  $\Delta H$  фойдаланилади. Баъзида энталпиянинг ўрнига реакциянинг иссиқлик эффекти, моддаларнинг тузилиш энталпиясининг ўрнига ҳосил бўлиш иссиқлигидан фойдаланилади.

Энталпиялар шкаласига бир моль моддага мувоғик энталпия ( $\text{кЖ}/\text{моль}$ ) киритилади. Масалан, метан  $\text{CH}_4$  учун  $\Delta H = -75 \text{ кЖ}/\text{моль}$ , углерод С билан водороддан  $\text{H}_2$  1 моль метан ҳосил бўлганда 75 кЖ иссиқлик ажralади.

### Биласизми?

“Энталпия” терминини Х. Камерлинг-ОНнес таклиф этган.

Бирикмаларнинг тузилиш энталпиясининг айрмаси жараённи бошқарадиган ҳароратга боғлиқ. Шунинг учун маълумотномаларда



стандарт энталпиянинг қиймати ( $25^{\circ}\text{C}$  ҳароратга биноан) юқори индекси (0) бўлади. Баъзида тузилиш энталпияларининг пастки индексига ( $f$ ) ёзилади (инглизча *formation* — тузилиш). Ундай бўлса, сувнинг стандарт тузилиш энталпияси:

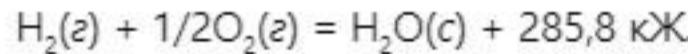
$$\Delta H_f^\circ = -286 \text{ кЖ/моль.}$$

Маълумотномаларда моддаларнинг тузилиш энталпиясидан бошқа ҳам энталпиялар, масалан бир моль модда ёнганда қанча иссиқлик ажралишини кўрсатадиган *стандарт ёниш энталпияси* келтирилган.



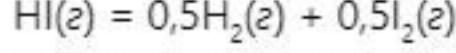
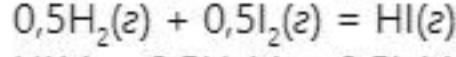
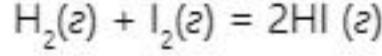
Кимёвий реакциялар билан физик ҳодисалар натижасида ажраладиган моддаларнинг яширин энергияси ички энергия деб аталади,  $U$  ҳарфи билан белгиланади. У кинетик ва потенциал энергияларнинг йиғиндисидан иборат. Энталпия ( $\Delta H$ ) — ўзгармас босимда иссиқликка айлантириш мумкин бўлан энергия. Иссиқлик билан энталпия қийматларнинг ишораси қарама-қарши. Энталпиянинг стандарт ҳолати  $\Delta H^\circ$ , тузилиш энталпияси  $\Delta H_f^\circ$  деб белгиланади, бошқа ҳам энталпия турлари мавжуд, масалан ёниш энталпияси.

- 1. Энергиянинг қандай турларини биласиз? Энергиянинг бошқа турларининг орасида “кимёвий” энергиянинг ўрни қандай?
- 2. Энталпия дегани нима? Унинг ички энергиядан фарқи қандай? Энталпия билан реакциянинг иссиқлик эффекти ўзаро қандай боғлиқ?
- 3. Энталпия, стандарт энталпия, моддаларнинг тузилиш энталпияси, моддаларнинг ёниш энталпияси тушунчаларига таъриф беринг.
- 4. Реакция натижасида иссиқлик ажраладими ёки ютиладими?



Системанинг энталпияси ортадими ёки камаядими? Энталпиянинг ўзгариши нимага teng?

- 5. Ушбу реакциялардаги энталпия ўзгаришининг белгисини аниқланг:
  - а) кўмирнинг ҳавода ёниши;
  - б) организмдаги глюкозанинг оксидланиши;
  - в) оҳактошни ёндириш орқали сўндирилмаган оҳак олиш;
  - г) сульфат кислотанинг сувда эриши;
  - д) музлатгичлардаги совутгичларнинг (фреон, аммиак,  $\text{SO}_2$ ) буғланиши.
- 6. Куйидаги реакцияларнинг қайси бири стандарт энталпияси ( $p, T = \text{const}$ ) газсимон водород йодиднинг тузилиш энталпиясига teng (24 кЖ/моль)?



- 7. Тузилиш энталпиялари ( $\Delta H_f^\circ$ ) нолдан катта, нолдан кичик, нолга teng бирикмалар борми? Мисоллар келтиринг.



## №1-АМАЛИЙ ИШ

### Нейтралланиш реакциясининг иссиқлик эффективини анықлаш

**Реактивлар:** 1M — туз ёки нитрат кислота ва 1M — NaOH ёки KOH эритмалари.

**Асбоб-ускуналар:** оддий калориметр.

Оддий калориметр ҳажми 250—300 мл ташқи ва ҳажми 100 мл ички стакандан иборат. Пўкақдан тайёрланган тиқин, шкаласи 0,1°C-га бўлинган термометр, ички стакан иссиқлик ажралишини камайтириш учун тиқиннинг устига жойлаштирилади.

**Хавфсизлик техникаси.** Иситгич асбоблари, кислоталар ва ишқорлар билан ишлаш қоидаларини саклаш.

#### Ишнинг бориши

- Калориметрнинг ички стаканини 0,1 г-гача аниқлик билан ( $m_1$ ) ўлчаб, унга ўлчагичдан (бюretка) 25 мл кислота эритмасини қўйиб, уни қайтадан калориметрга жойлаштиринг. Бошқа стаканга 25 мл ишқор эритмасини қўйинг.

- Кислота эритмасининг ҳароратини 0,1°C-гача аниқлик билан ўлчанг. Ишқорнинг ҳароратини ўлчамаса ҳам бўлади, сабаби кислота билан ишқор эритмаларининг иккаласи ҳам бир хонада сақланган. Кислота эритмасидан термометрни чиқармай туриб кислотага эҳтиётлик билан ишқор эритмасини қўйинг. Аралашмани яхшилаб термометр билан аралаштиринг. Ҳароратнинг ўзгаришини кузатинг. Ҳароратнинг кўтарилиши тўхтаган пайтда эритманинг юқори ҳароратини белгиланг.

- Эритма хона ҳароратигача совиганда калориметрнинг ички стаканини эритмаси билан бирга 0,1 г-гача аниқликда ўлчанг ( $m_2$ ).

#### Кузатиш ва ҳисоблашни ёзиш намунаси

Ички стаканинг массаси —  $m_1$  г; кислота эритмасининг ҳажми  $V_k$  мл; ишқор эритмасининг ҳажми —  $V_c$  мл; кислотанинг концентрацияси —  $c_k$  моль/л; ишқорнинг концентрацияси —  $c_c$  моль/л ва дастлабки ҳарорат —  $t_1$  °C; сўнгги ҳарорат —  $t_2$  °C; эритмаси бор ички стаканинг массаси —  $m_2$  г.

- Нейтралланиш реакциясининг натижасида ҳосил бўлган иссиқлик эритмани қиздиришга сарфланади:  $q = c \cdot m (t_2 - t_1)$ . Эритманинг иссиқлик сифими ( $c$ ) сувнинг иссиқлик сифимига, яъни бирга teng. Калориметри қиздириш учун кетган иссиқликни ҳисбламаймиз.

- Эритманинг массасини:  $m = m_2 - m_1$  формуласи ёрдамида аниқлаймиз.

- 25 мл 1M эритмадаги модданинг миқдори 0,025 моль. Реакциянинг иссиқлик эффиқти 1 моль моддага ҳисобланилиб, ккал ёки кЖ (1 ккал = 4,184 кЖ) ўлчанади. Демак,  $Q = q/0,025$  (ккал/моль).

- Бир асосли кислотанинг нейтралланиш реакциясининг иссиқлик эффиқтини ҳисобланг.



## Саволлар ва топшириқлар

- Кимёвий реакциянинг энтальпияси түшунчасига таъриф беринг.
- Кимёвий реакциянинг түлиқ ва қисқартирилган ион тенгламасини тузинг. Тажрибада аникланган иссиқлик эффектининг қийматини ёзинг. Реакциянинг энтальпияси билан иссиқлик эффектини қийматлари ишоралари қандай?
- Кимёвий реакциянинг иссиқлик эффектининг ўлчов бирлиги қандай?

## 29-§. ГЕСС ҚОNUНИ ВА УНИNG НАТИЖАЛАРИ

### Бугунги дарсда:

- Гесс қонунининг физик маъносини тушунамиз ва унинг кимёвий реакцияларнинг энтальпиясини ҳисоблашда фойдаланишини ўрганамиз.

### Таянч сўзлар

- Гесс қонуни
- Энталпия
- Иссиқлик эффекти

Барча бирикмаларни оддий моддаларни реакторда аралаштириб олиш мумкин эмас. Масалан, глюкозани  $C_6H_{12}O_6$  тўғридан-тўғри углерод, кислород ва водородни таъсирлаштириб олиш мумкин эмас. У — тирик ҳужайраларда биокимёвий жараёнлар натижасида ҳосил бўладиган модда.

Бундай ҳолатда Гесс қонунининг ёрдамига суюнамиз, кимёвий реакциянинг иссиқлик эффекти унинг боришига боғлиқ эмас, маҳсулот билан реагентларнинг энергетик ҳолатларининг айрмаси билан аникланади. Гесс қонунини мисол ёрдамида тушуниб кўрайлик. Карбонат ангидрид газини углерод билан кислороддан икки усулда олиш мумкин (53-расм):

- углеродни кислороднинг ортиқ микдорида ёндириш орқали бир босқичда олиш;
- олдиндан углерод II оксидини олиб, ундан кейин уни ёндириб, яъни икки босқичда олиш.

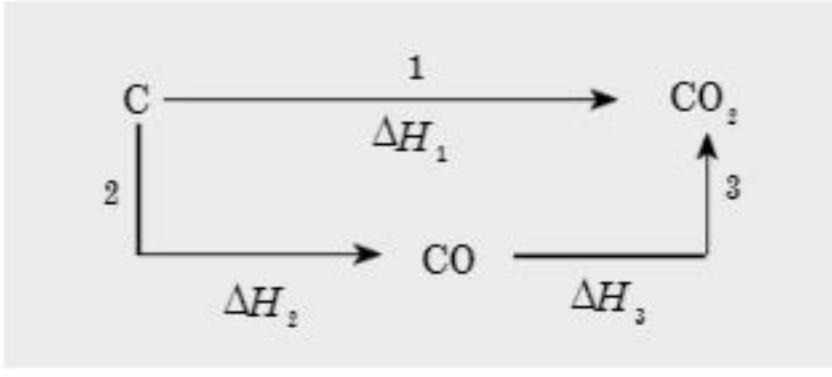
Гесс қонунига мувофиқ:

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3.$$

Гесс қонунидан уч муҳим натижа чиқади.

**1-натижа.** Реакциянинг энталпияси маҳсулот билан реагентларнинг тузилиш энталпияларининг айрмасига teng:

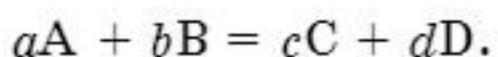
$$\Delta H_p = \sum \Delta H_f(\text{маҳсулот}) - \sum \Delta H_f(\text{реаг.})$$



53-расм. Углероднинг карбонат ангидрид газига айланиш чизмаси



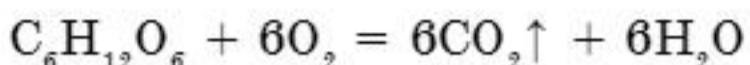
Агар реакция тенгламасини умумий күринишида ёзадиган бўлсак:



Унда

$$\Delta H_p = c\Delta H_f(C) + d\Delta H_f(D) - a\Delta H_f(A) - b\Delta H_f(B).$$

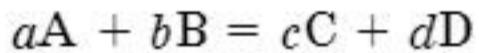
Гесс қонунининг биринчи натижасига асосланиб, глюкозанинг стандарт тузилиш иссиқлигини унинг ёниш энталпияси бўйича ҳисоблаш мумкин:



$$\Delta H_f^0(C_6H_{12}O_6) = 6\Delta H_f^0(CO_2) + 6\Delta H_f^0(H_2O) - \Delta H_p^0; \quad (H_f^0(O_2) = 0.)$$

**2-натижа.** Реакциянинг энталпияси реагентлар билан маҳсулотнинг ёниш энталпияларининг айрмасига тенг:

$$\Delta H_p = \sum \Delta H_f(\text{реаг.}) - \sum \Delta H_f(\text{маҳс}),$$



реакцияси учун  $\Delta H_p = a\Delta H_{\text{реаг.}}(A) + b\Delta H_{\text{реаг.}}(B) - c\Delta H_{\text{маҳс}}(C) - d\Delta H_{\text{маҳс}}(D)$ .

**3-натижа.** Реакциянинг термокимёвий тенгламасини қўшишга, айришга, кўпайтиришга ва бўлишга бўлади, реакция қайтар бўлмаса ҳам тенгламани ўнгдан чапга қараб ёзиш мумкин. Бирикмани тўғридан тўғри оддий моддалардан олиш мумкин бўлмаган ҳолларда ёки улар ёнмайдиган бўлса, у ҳолда Гесс қонунининг ушбу учинчи натижасига асосланиш мумкин. Масалан, кальций сульфатни калориметрда кальцийни, кислородни ва олтингугуртни тўғридан-тўғри аралаштириб олиш мумкин эмас. Бундай ҳолда кетма-кет биридан кейин бири борадиган тўрт реакцияни амалга ошириб, уларнинг иссиқлиқ эффектларини ўлчайди (27-жадвал). Кальций сульфатнинг оддий моддалардан тузилиш энталпияси олиб борилган тўрт реакциянинг энталпияларининг йиғиндисига тенг бўлади.

27-жадвал

#### Гесс қонунинг учинчи натижасига мувофиқ реакция тенгламалари билан энталпияларни қўшиш

№	Реакция тенгламалари	$\Delta H_p$
1	$Ca + 1/2O_2 = CaO$	$\Delta H_1$
2	$S + O_2 = SO_2$	$\Delta H_2$
3	$SO_2 + 1/2O_2 = SO_3$	$\Delta H_3$
4	$CaO + SO_3 = CaSO_4$	$\Delta H_4$
$\Sigma$	$Ca + S + 2O_2 = CaSO_4$	$\Delta H_p = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$



"Абадий двигателни" ясамоқчи бүлган одамларнинг бири ҳинд ихтироочиси II Бхаскара эди. У тинмай югуриб турсам, энергия ҳам узлуксиз пайдо бўлиб туради деб йилади.

Гесс қонунидан фойдаланиб ҳисоблашлар учун 28-жадвалда берилган катталиклардан фойдаланилади:

28-жадвал

### Баъзи бир моддаларнинг термодинамик константалари

Модда	$\Delta H_{f,298}^0$ , кЖ/моль	$S_{298}^0$ , Ж/моль · К	$\Delta G_{f,298}^0$ , кЖ/моль	Модда	$\Delta H_{f,298}^0$ , кЖ/моль	$S_{298}^0$ , Ж/моль · К	$\Delta G_{f,298}^0$ , кЖ/моль
$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{кр})$	-1676,0	50,9	-1582,0	$\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{кр})$	-1140,6	281,0	-1059,0
$\text{BaO}(\text{кр})$	-558,1	70,3	-528,4	$\text{CuO}(\text{кр})$	-162,0	42,6	-129,4
$\text{BeO}(\text{кр})$	-598,0	14,1	-581,6	$\text{CuCl}_2(\text{с})$	-227,6	210,9	-244,6
$\text{BeCO}_3(\text{кр})$	-982,0	67,3	-944,8	$\text{H}_2\text{O}(\text{с})$	-285,8	70,08	-237,3
С(графит)		5,7		$\text{H}_2\text{O}(\text{г})$	-241,8	188,7	-228,6
$\text{Cl}_2(\text{г})$		222,9		$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{с})$	-814,2	156,9	-690,3
$\text{CaO}(\text{кр})$	-635,5	39,7	-604,2	$\text{HCl}(\text{с})$	-166,9	56,5	-131,2
$\text{CaH}_2(\text{кр})$	-188,7	42,0	-149,8	$\text{HCl}(\text{г})$	-91,8	186,7	-94,8
$\text{CaCO}_3(\text{кр})$	-1206,9	92,9	-1128,8	$\text{H}_2\text{S}(\text{г})$	-21,0	205,6	-33,8
$\text{O}_2(\text{г})$		205,0		$\text{H}_2$		130,5	
$\text{Ca(OH)}_2$	-986,6	76,1	-896,8	$\text{NH}_3(\text{г})$	-46,2	192,5	-16,7
$\text{CH}_4$	-74,9	186,2	-50,8	NO	90,3	210,6	86,6
$\text{C}_2\text{H}_4$	52,3	219,4	68,1	$\text{NO}_2$	33,0	240,5	51,5
$\text{C}_2\text{H}_6$	-89,7	229,5	-32,9	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{кр})$	-314,2	94,5	-203,2
$\text{C}_6\text{H}_6(\text{с})$	82,9	269,2	129,7	$\text{P}_2\text{O}_5(\text{кр})$	-1492	114,5	-1348,8
$\text{C}_2\text{H}_2$	226,8	200,8	209,2	$\text{SO}_3(\text{с})$	-439,0	122,1	-368,1
$\text{C}_3\text{H}_8(\text{г})$	-103,85	269,9	-	Fe		27,2	
$\text{CH}_3\text{OH}(\text{с})$	-	126,8	-	$\text{FeO}(\text{кр})$	-264,8	60,7	-244,3
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{г})$	-235,3	-	-	$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{кр})$	-1117,1	146,2	-1014,2
CO	-110,5	197,5	-137,1	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{кр})$	-822,2	89,9	-740,3
$\text{CO}_2$	-393,5	213,6	-394,3	Ti(кр)		30,6	
$\text{CS}_2(\text{г})$	115,3	-	-	$\text{TiO}_2(\text{кр})$	-943,9	50,3	-888,6



Жараённинг энталпиясини түғридан- түғри хисоблай олмаган ҳолда уни Гесс қонунига биноан ёнаки усул билан ҳисобланилади.

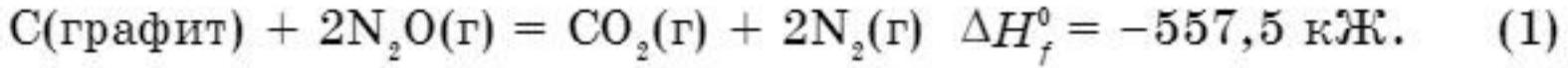


1. Гесс қонуни билан унинг натижаларини таърифланг. Гесс қонуни натижаларининг кимёда амалий аҳамияти қандай?
2. Кимёвий реакциянинг энталпияси қандай аниқланади?
3. Түғри ва ёнаки усул билан амалга ошадиган кимёвий реакцияларнинг энталпиясини ҳисоблашнинг умумий чизмасини күрсатинг.
- Кристалл олтингугуртнинг азот (I) оксиди билан  $N_2O$  ёниш реакциясининг термохимёвий тенгламасини тузинг. 16 г олтингугурт ёнганда 66,9 кДж иссиқлик ажралади. Маҳсулотнинг ҳарорати реагентларнинг ҳароратигача (298 К) пасаяди.

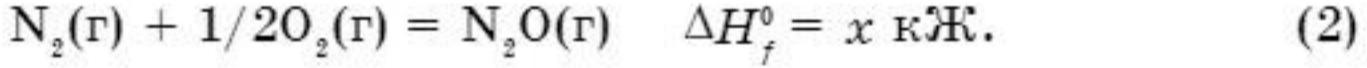
### 30-§. “ГЕСС ҚОНУНИ ВА УНИНГ НАТИЖАЛАРИ” МАВЗУСИДА МАСАЛАЛАР ЕЧИШ

Гесс қонунини фойдаланиб масалалар ечиш намуналарини қараймиз.

**1-масала.** Газсимон углерод (IV) оксидининг тузилиш иссиқлиги  $\Delta H_f^0 = -393,5$  кДж/моль, термохимёвий тенгламаси берилган. Азотнинг  $N_2(g)$  ҳосил бўлиш иссиқлигини ҳисоблаш керак:



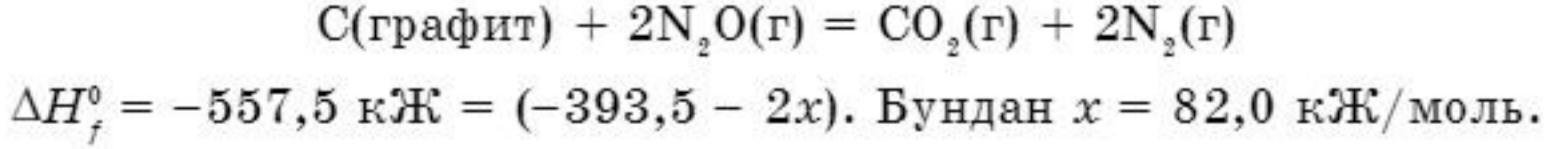
*Ечими:* 1. Номаълум катталикни  $x$  билан белгилаб, оддий моддалардан  $N_2O$  тузилишининг термохимёвий тенгламаси ёзамиш:



Шунингдек, оддий моддаларнинг  $CO_2(g)$  тузилишининг термохимёвий тенгламасини ёзамиш:



(2)- ва (3)-тенгламалардан (1)-тенгламани олиш мумкин. Унинг учун (2)-тенгламани иккига кўпайтириб, кўпайтувчини (3)-тенгламадан айирамиз. Натижада:



*Жавоби:* 82,0 кДж/моль.

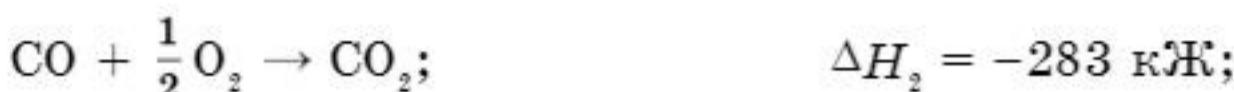
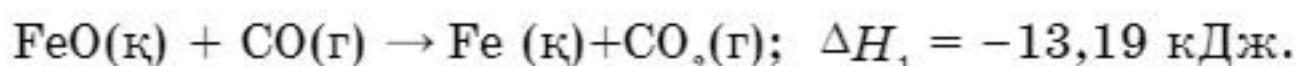
**2-масала.** Берилган реакция тенгламаларини фойдаланиб, темир (II) оксидини водород билан қайтариш реакциясининг иссиқлик эфектини ҳисобланг.

Темир (II) оксидини  $FeO(k)$  водород билан қайтариш реакцияси:

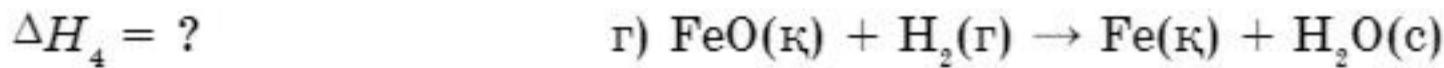
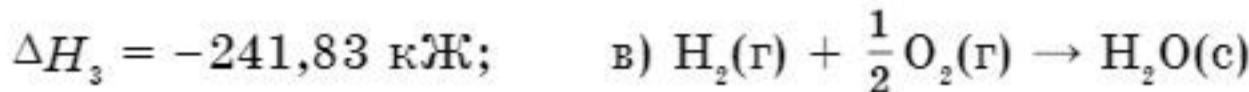
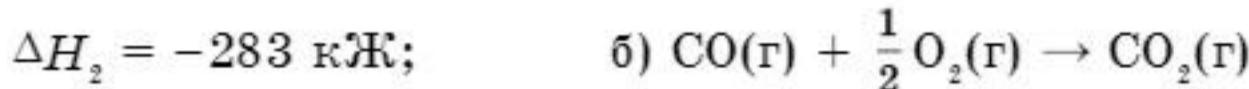
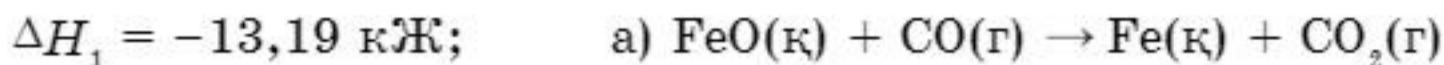




Қуидаги реакциялардан фойдаланамиз:



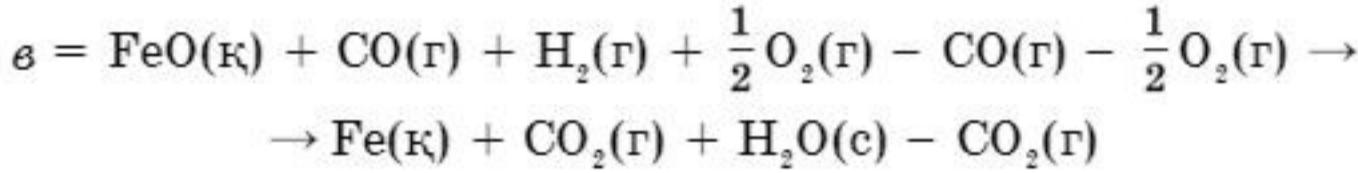
Ечими:



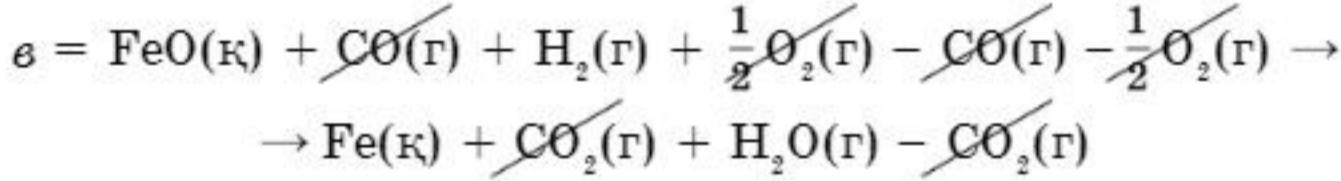
$\omega$ -ни топиш учун ҳисоблаш формуласини тузамиз:

$$\omega = a + b - \vartheta.$$

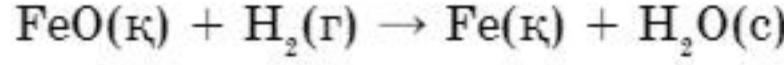
Қуидаги реакция тенгламаларни биректириб, темир (II) оксидининг қайтарилишининг умумий тенгламасини тузамиз:



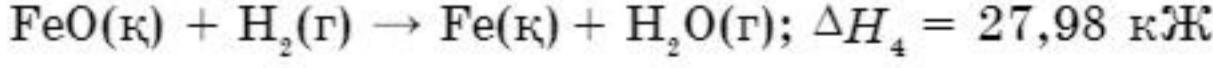
“Үхашаш моддалар” қисқартирамиз:



Кисқартиргандан кейинги тенглама:



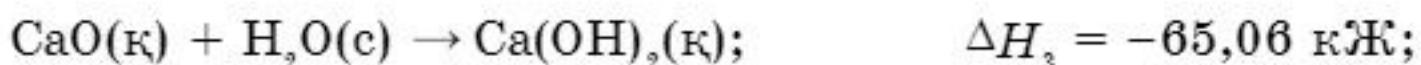
$$\Delta H_4 = -13,19 - 241,84 + 283 = 27,98 \text{ кЖ.}$$



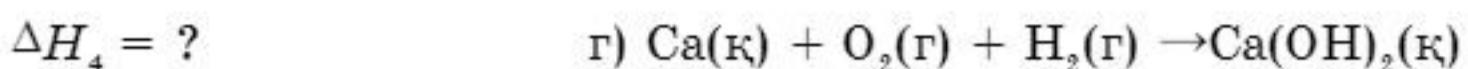
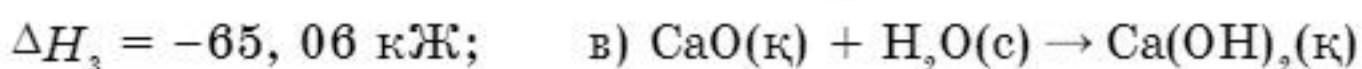
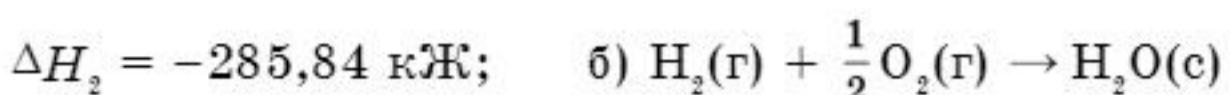
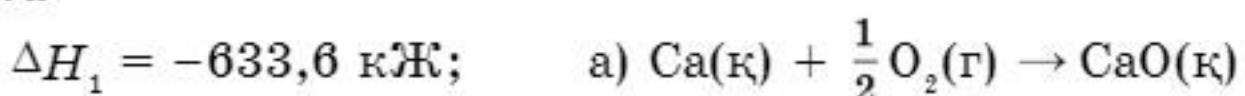
Жаоби:  $\Delta H_4 = 27,98 \text{ кЖ.}$

**З-масала.** Кальций гидроксидининг  $\text{Ca(OH)}_2\text{(к)}$  тузилиш иссиқлигини ҳисобланг:  $\text{Ca(к)} + \text{O}_2\text{(г)} + \text{H}_2\text{(г)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(к)}$ . Унинг учун қуидаги реакция тенгламалардан фойдаланамиз:





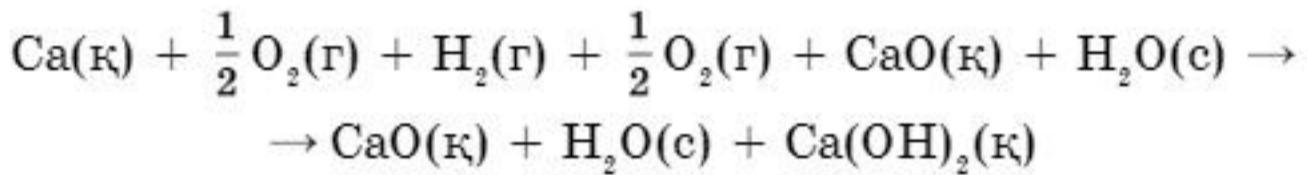
*Ечими:*



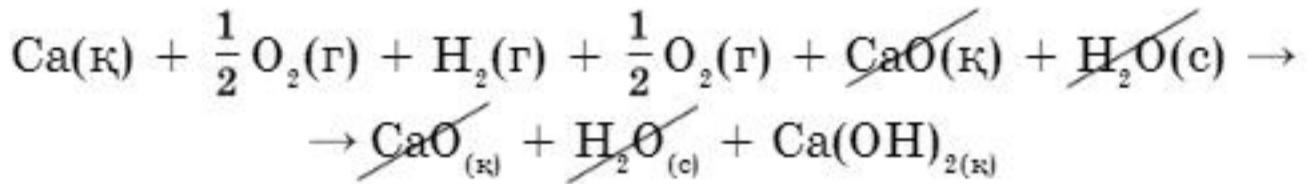
В-ни топиш учун ҳисоблаш формуласини тузамиз:

$$\sigma = a + b - \vartheta$$

Күйдаги реакция тенгламаларни бириктириб, оддий моддалардан кальций гидроксидини олиш учун умумий тенглама тузамиз:



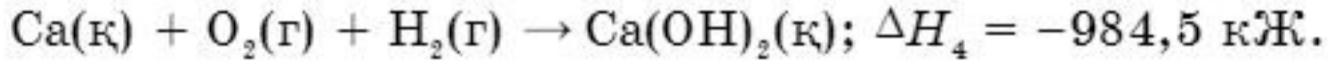
“Үхашш моддалар” қисқартирамиз:



Қисқартиргандан кейинги тенглама:

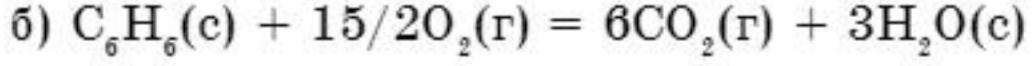
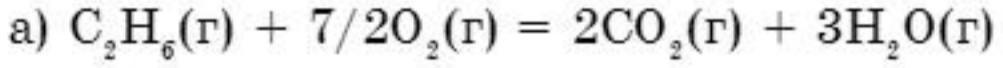


$$\Delta H_4 = -633,6 - 285,84 - 65,06 = -984,5 \text{ кЖ};$$



*Жавоби:*  $\Delta H_4 = -984,5 \text{ кЖ}.$

**4-масала.** Реакцияларнинг стандарт энталпиясини ҳисобланг:



*Ечими:*

Маълумотнома бўйича моддаларнинг:  $\text{C}_2\text{H}_6\text{(г)}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6\text{(с)}$ ,  $\text{H}_2\text{O(г)}$ ,  $\text{H}_2\text{O(с)}$  ва  $\text{CO}_2\text{(г)}$  ҳосил бўлишининг стандарт энталпияларига мувофиқ ҳолда  $-89,7$ ,  $-82,9$ ,  $-241,8$ ,  $-285,8$  ва  $-393,5 \text{ кЖ/моль}$ . Оддий моддаларнинг ҳосил бўлишининг стандарт энталпиялари нолга тенг.  $\Delta H^0$  ҳисоблаш учун Гесс қонунигининг натижаларидан келиб чиқсан тенгламадан фойдаланамиз:

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0_{(\text{макс.})} - \sum \Delta H^0_{(\text{басм.})}$$



а) Реакциянинг стандарт энтальпиясини ҳисоблаймиз:

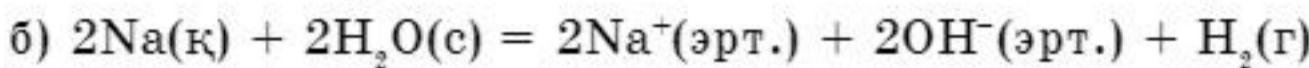
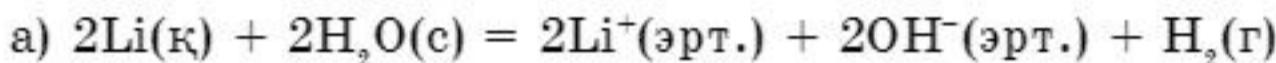
$$\Delta H_{\text{a)} }^{\circ} = 2\Delta H^{\circ}(\text{CO}_2(\text{г})) + 3\Delta H^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{г})) - \Delta H^{\circ}(\text{C}_2\text{H}_6(\text{г})) = \\ = [2 \cdot (-393,5) + 3(-241,8) - (-89,7)] \approx 1423 \text{ кЖ};$$

б) Реакциянинг стандарт энтальпиясини ҳисоблаймиз:

$$\Delta H_{\text{б)} }^{\circ} = 6\Delta H^{\circ}(\text{CO}_2(\text{г})) + 3\Delta H^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{г})) - \Delta H^{\circ}(\text{C}_2\text{H}_6(\text{г})) = \\ = [6 \cdot (-393,5) + 3(-241,8) - 82,9] = 3301,3 \text{ кЖ}.$$

*Жавоби:* а) 1423 кЖ; б) 3301,3 кЖ.

**5-масала.** Реакциянинг стандарт энтальпиясини  $\Delta H_{298}^{\circ}$  ҳисоблаймиз:



$\text{Li}^{+}(\text{эрт.}), \text{Na}^{+}(\text{эрт.})$  ва  $\text{OH}^{-}(\text{эрт.})$  ҳосил бўлишининг стандарт энтальпиялари мос холда:  $-278,5, -239,7$  ва  $-228,9$  кЖ/молъ.

*Ечими:*

Масаланинг шарти ва маълумотлар бўйича моддалар ҳосил бўлишининг стандарт энтальпиялари:

$$\Delta H^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{с})) = -285,8 \text{ кЖ/молъ};$$

$$\Delta H^{\circ}(\text{Li}^{+}\text{эрт.}) = -278,5 \text{ кЖ/молъ};$$

$$\Delta H^{\circ}(\text{Na}^{+}\text{эрт.}) = -239,7 \text{ кЖ/молъ};$$

$$\Delta H^{\circ}(\text{OH}^{-}\text{эрт.}) = -228,9 \text{ кЖ/молъ};$$

$$\Delta H^{\circ}(\text{H}_2(\text{г})) = 0 \text{ кЖ/молъ}.$$

$\Delta H^{\circ}$  ҳисоблаш учун Гесс қонуинининг натижаларидан келиб чиқадиган тенгламани қўллаймиз:

$$\Delta H^{\circ} = \sum \Delta H^{\circ}_{(\text{масал.})} - \sum \Delta H^{\circ}_{(\text{реаг.})}$$

а) Реакциянинг стандарт энтальпиясини ҳисоблаймиз:

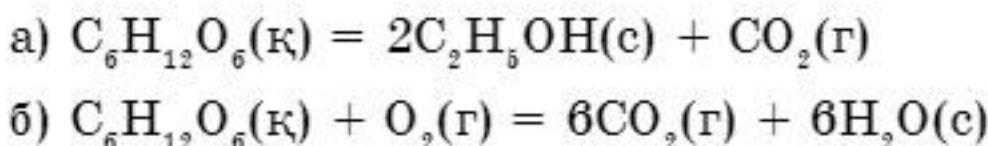
$$\Delta H_{\text{а)} }^{\circ} = [2\Delta H^{\circ}(\text{Li}^{+}\text{эрт.}) + 2\Delta H^{\circ}(\text{OH}^{-}\text{эрт.})] - 2\Delta H^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{с})) = \\ = [2(-278,5) + 2(-228,9) - 2(-285,8)] = -443,2 \text{ кЖ};$$

б) Реакциянинг стандарт энтальпиясини ҳисоблаймиз:

$$\Delta H_{\text{б)} }^{\circ} = [2\Delta H^{\circ}(\text{Na}^{+}\text{эрт.}) + 3\Delta H^{\circ}(\text{OH}^{-}\text{эрт.})] - 2\Delta H^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{с})) = \\ = [2(-239,7) + 2(-228,9) - 2(-285,8)] = -365,6 \text{ кЖ}.$$

*Жавоби:* а)  $-443,2$  кЖ; б)  $-365,6$  кЖ.

**6-масала.** Организмдаги глюкоза айланишининг стандарт энтальпиясини  $\Delta H_{298}^{\circ}$  ҳисоблаймиз:



Реакцияларнинг қайси бири организмни күп миқдордаги энергия билан таъминлайды?

*Ечими:*

Маълумотнома маълумотлари бўйича реакцияга киришадиган моддаларнинг стандарт энталпиялари мувофиқ ҳолда:

$$H^0(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{к})) = -1273,0 \text{ кЖ/моль};$$

$$H^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{с})) = -277,6 \text{ кЖ/моль};$$

$$H^0(\text{H}_2\text{O}(\text{с})) = -285,8 \text{ кЖ/моль};$$

$$H^0(\text{CO}_2(\text{г})) = -393,5 \text{ кЖ/моль}.$$

Оддий моддаларнинг ҳосил бўлишининг стандарт энталпиялари нолга тенг.

$\Delta H^0$  ҳисоблаш учун Гесс қонуининг натижаларидан келиб чиқсан тенгламадан фойдаланамиз:

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0_{(\text{мажс.})} - \sum \Delta H^0_{(\text{реак.})}$$

а) реакциянинг стандарт энталпиясини ҳисоблаймиз:

$$\begin{aligned} \Delta H^0_{(a)} &= 2\Delta H^0(\text{CO}_2) + 2\Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) - \Delta H^0(\text{C}_6\text{H}_{12}) = \\ &= 2(-393,5) + 2(-277,6) - (-1273,0) = -69,2 \text{ кЖ}; \end{aligned}$$

б) реакциянинг стандарт энталпиясини ҳисоблаймиз:

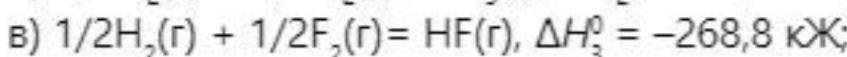
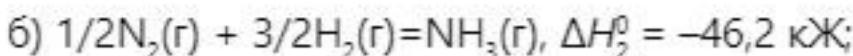
$$\begin{aligned} \Delta H^0_{(b)} &= 6\Delta H^0(\text{CO}_2) + 6\Delta H^0(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^0(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \\ &= 6(-393,5) + 6(-285,8) - (-1273,0) = -2802,8 \text{ кЖ}. \end{aligned}$$

(б) реакцияси (а) реакциясига қараганда организмни кўпроқ миқдордаги энергия билан таъминлайди.

*Жавоби:* а)  $-69,2 \text{ кЖ}$ ; б)  $-2802,8 \text{ кЖ}$ .

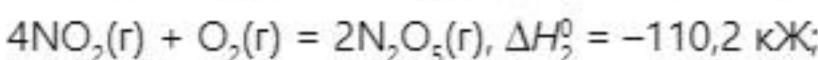
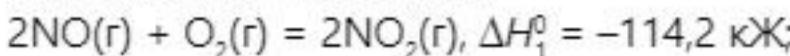


- 1. Маълумотномадаги маълумотлардан фойдаланиб, реакциянинг стандарт ҳолатдаги иссиқлик эффектини ҳисобланг:  
 $\text{CH}_4(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = \text{CH}_3\text{Cl}(\text{г}) + \text{HCl}(\text{г})$
- 2. Олмос билан графитнинг ёниш иссиқлиги мувофиқ ҳолда  $-395,7 \text{ кЖ}$ ;  $-393,77 \text{ кЖ}$ . Графитдан олмоснинг ҳосил бўлиш иссиқлигини ҳисобланг.
- 3. Маълумотномадаги маълумотлардан фойдаланиб, реакциянинг стандарт ҳолатдаги иссиқлик эффектини ҳисобланг:  
 $\text{CaC}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{с}) = \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{к}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{г})$
- 4. Маълумотномадаги маълумотлардан фойдаланиб, реакциянинг стандарт ҳолатдаги иссиқлик эффектини ҳисобланг:  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к}) + 3\text{CO}(\text{г}) = 2\text{Fe}(\text{к}) + 3\text{CO}_2(\text{г})$
- 5. Берилган реакциялар учун ҳажм барқарор, ҳарорат  $25^\circ\text{C}$  бўлган ҳолатдаги тузилиш иссиқлигини ҳисобланг.  
 а)  $\text{H}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2\text{O}(\text{г}), \Delta H_1^0 = -242 \text{ кЖ}$ ;

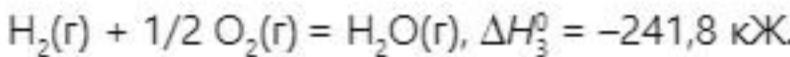
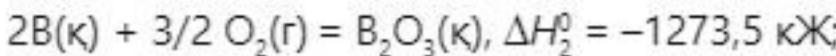
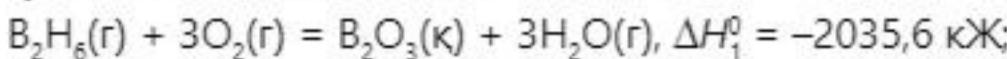


- 6. Очиқ идишда 1000 К борадиган  $\text{CaCO}_3(\text{к}) = \text{CaO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г})$  реакциясининг стандарт энталпияси 169 кЖ. Берилган ҳароратда лекин ёпиқ идишда борадиган ушбу реакциянинг иссиқлиги қанча?

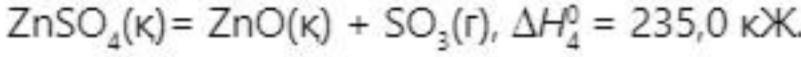
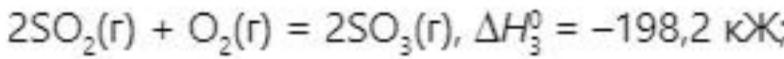
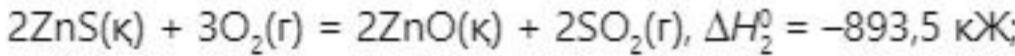
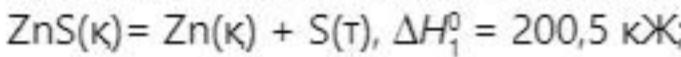
- 7. Берилган маълумотларга асосланиб,  $T = 298 \text{ К}$  бўлгандаги  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{г})$  тузилиш энталпиясини ҳисобланг:



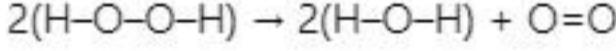
- 8. Берилган маълумотларга асосланиб,  $T = 298 \text{ К}$  бўлгандаги дибораннинг  $\text{B}_2\text{H}_6(\text{г})$  тузилиш энталпиясини ҳисобланг:



- 9. Берилган маълумотларга асосланиб,  $T = 298 \text{ К}$  бўлгандаги оддий моддалардан рух сульфатининг тузилиш иссиқлигини ҳисобланг:



- 10. 1) Водород пероксидининг парчаланиш реакциясининг чизмаси берилган :



Жадвалда боғланишни узишга сарфланган энергия кўрсатилган

Боғланиш	Боғланишни узиш энергияси/кЖ
H-O	464
O-O	146
O=O	498

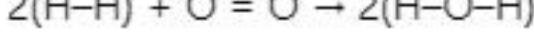
А. Реагентлардаги барча боғланишларни узиш учун керак энергияни ҳисобланг.

Б. Пайдо бўлган янги боғланишлар натижасида маҳсулот ҳосил бўлди. Реакция давомида ажralадиган энергияни ҳисобланг.

В. Реакциянинг иссиқлик эффективини ҳисобланг.

Г. Реакция экзотермикми ёки эндотермикми?

2) куйидаги реакциянинг чизмаси бўйича 1-топшириқнинг а-в пунктлари бўйича ҳисоблар юргизинг:





## 31-§. ЭНТРОПИЯ

Кимёйиң реакцияларнинг бориши мүмкінligини анықлаш учун энтальпия түшунчасидан фойдаланамиз. Аммо система энтальпиясینинг ўзгариши ҳар қандай кимёйиң реакциянинг ўз-ўзидан боришини тавсифлайдиган ягона параметр әмас, сабаби күпгина эндотермик жараёнлар ўз-ўзидан боради. Буни баъзи тузларнинг (масалан,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ёки  $\text{NaHCO}_3$ ) сувда эриб, эритмасининг совиши билан борадиган ҳодиса билан таърифлаш мүмкін. Заррачаларнинг тартибли ҳолатдан тартибсиз ҳолатга ўз-ўзидан ўтиш имкониятини анықлайдиган яна бир фактор ҳисобга олиниши керак. Масалан, 51-расмдаги газ билан түлдирилган идишга эътибор берайлик.

**Энтропия ( $S$ ) — системаң тартибсизлигини тавсифлайдиган термодинамик функция.**

Энтропия ( $S$  ҳарфи билан белгиланади) — (грек. entropia — бурилиш, айланыш) термодинамик системаниң ҳолат функцияси,  $\Delta S$  ўзгариши мувозанат жараёнида системага ютиладиган ёки ажраладиган иссиқлик миқдорининг термодинамик ҳароратга ( $T$ ) нисбатига teng.

Энтропия түшунчаси физика, кимё, биология ва ахборот назариясида кенг фойдаланади.

Энтропия түшунчасини дастлаб 1865 йили немис олим Р.Клазиус киритди. У энтропия ўзгаришини қайтар жараёнлар учун умумий иссиқлик миқдори ўзгаришининг  $\Delta Q$  абсолют температурага нисбати билан ифодалади:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}.$$

Берилған tengлик энтропияни әмас, унинг ўзгаришини күрсатади. У изотермик жараёнларга ( $T = \text{const}$ ) қўлланилади. Масалан, эриш энтропиясининг ўзгариши эриш иссиқлигига (энталпия) teng.

$$\Delta S_{\text{эриш}} = \frac{\Delta H_{\text{эриш}}}{T_{\text{эриш}}}.$$

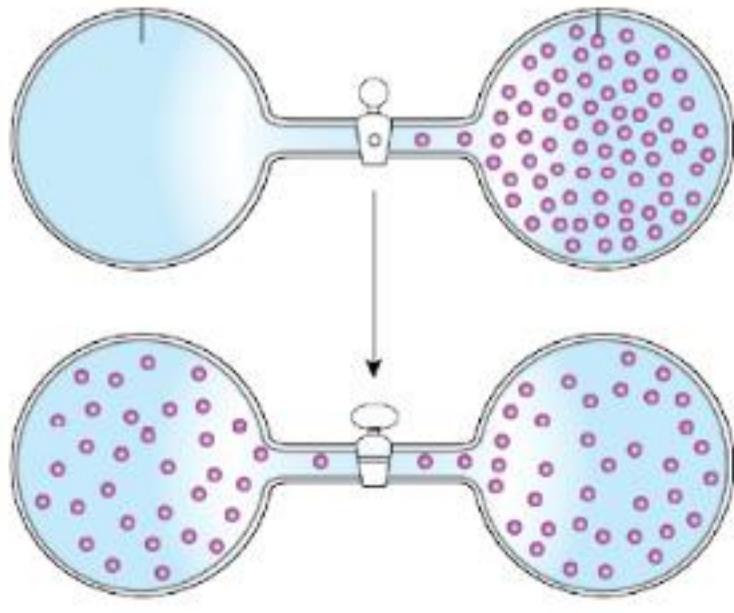
Қайтар жараёнлар учун энтропия ўзгариши  $\Delta S \geq \frac{\Delta Q}{T}$  формуласи билан ифодаланади.

### Бугунги дарсда:

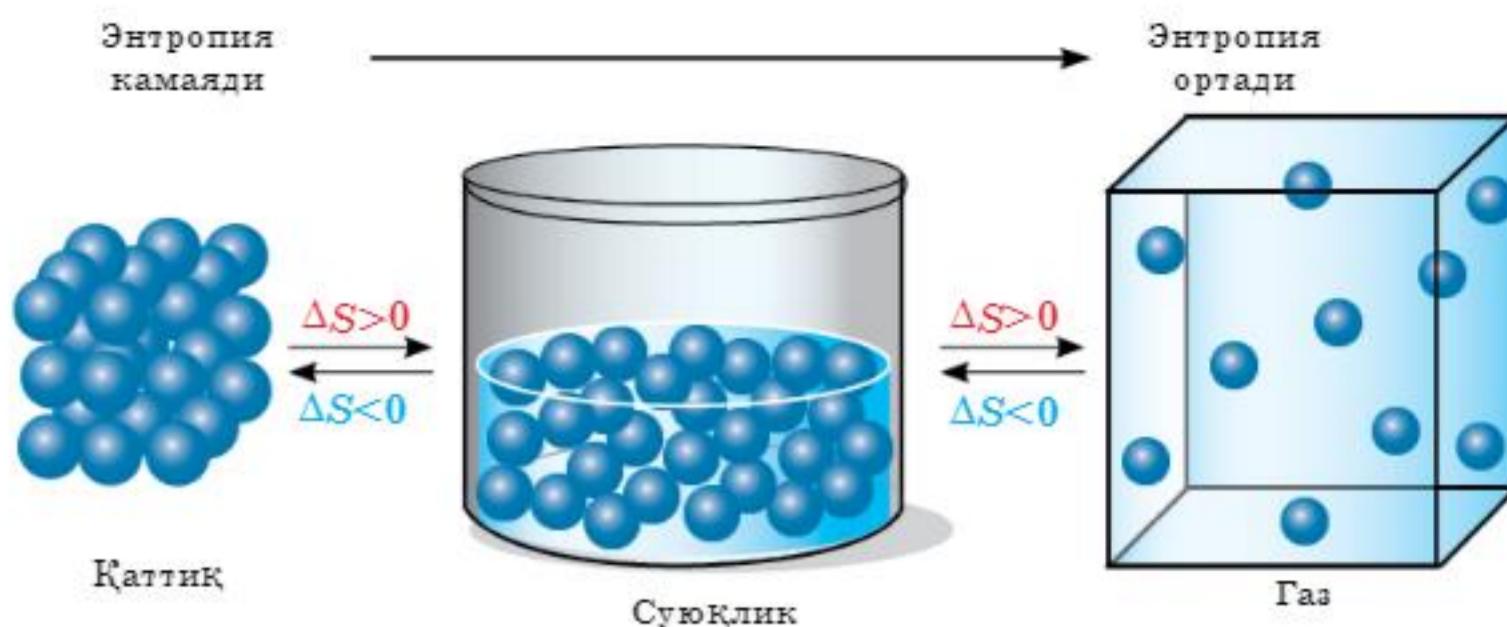
- Энтропия системаниң тартибсислик функцияси эканлигини түшунамиз ва маълумотнома даракларига биноан уни ҳисоблашни ўрганамиз.

### Таянч сўзлар

- Энтропия
- “Тартибсиз ўлчов”



51-расм. Газнинг тартибли ҳолатидан тартибсизроқ ҳолатига ўтиши



52-расм. Энтропияның үзгариши

Энтропияни системанинг мүмкин ҳолатининг әхтимоллиги сифатида қараймиз (Больцман принципи).

*Л. Больцман энтропияни системанинг термодинамик әхтимоллик (тартибсизлик)  $W$  сифатида аниқлади. Системадаги заррачаларнинг сони күп бүлгелеги учун (Авогадро сони  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ ), энтропия системасининг термодинамик әхтимоллик ҳолатининг үнлик логарифмiga пропорционал бўлади ва мана бу формула билан белгиланади:*

$$S = k \lg W,$$

бундагы  $k$  — пропорционал коэффициент.

Энтропияның ўлчови  $\text{Ж}\cdot\text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$  га тенг.

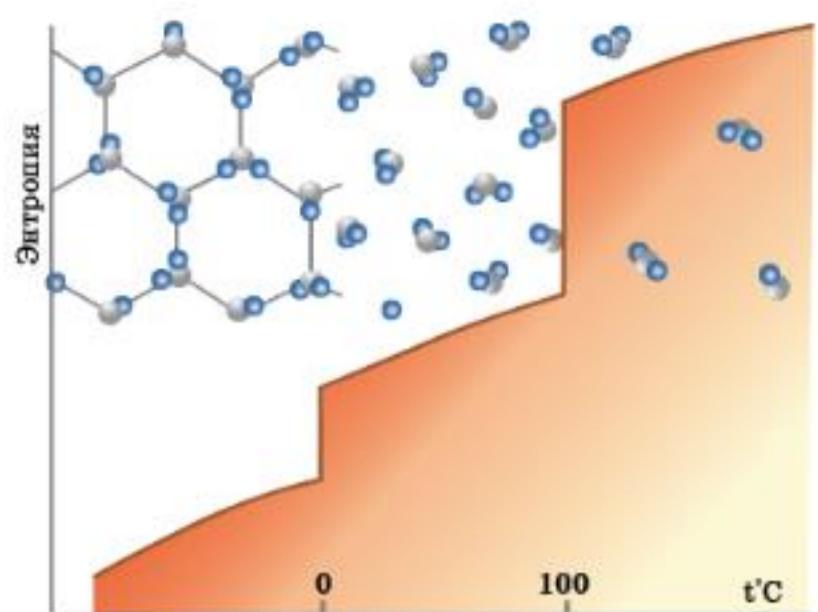
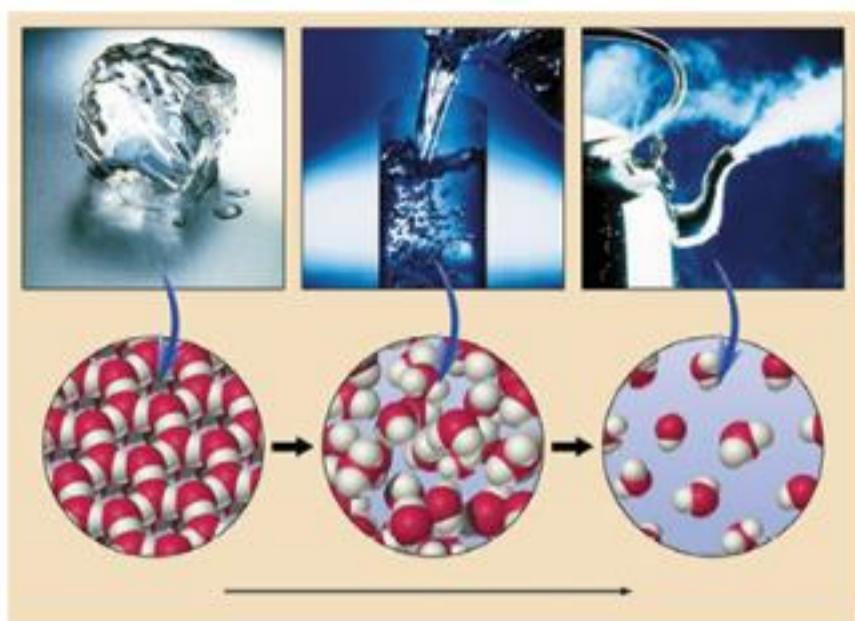
Кимёвий реакция учун энтропияның үзгариши энтальпия үзгаришига ўхшаш:

$$\Delta S_{\text{реакция}}^{\circ} = \Delta S_{\text{махсулот}}^{\circ} - \Delta S_{\text{даслабки модда}}^{\circ}$$

Идеал мунтазам кристалл энтропияси энг қуи қийматга эга, яъни 0-га тенг. Масалан, агар бир чакмоқ қанд стакандаги чойнинг ичида бўлса, унинг энтропия ҳолати кам, агар эриб барча ҳажмга тарқалса, энтропияси юқори бўлади. Шунга ўхшаш мисолни сув билан ҳам келтириш мүмкин (52-расм).

Ҳарорат қанча юқори бўлса, система тартибсизликка учраши шунча кўп бўлади. Система энтропиясининг үзгаришининг ҳароратга кўпайтмаси  $T \cdot \Delta S$  мана шу тенденцияни сонли баҳолашга имконият беради ва энтропия фактори деб аталади.

Термодинамиканинг иккинчи қонуни бўйича ёпиқ системадаги үз-үзидан борадиган жараёнлар ( $\Delta S > 0$ ) мажбурий равишда системадаги барча энтропиянинг ўсиши билан амалга ошади. Энтропия ҳарорат кўтарилиганда, кристалл моддалар суюқликка, айниқса суюқликдан газ ҳолатига ўтганда жуда ортади (52-расм.). Бунга сувнинг уч ҳолатининг үзгаришини мисол қилиш мүмкин (53-расм).



53-раем. Сувнинг ҳар хил агрегат ҳолатидаги энтропия үзгариши

Кимёда стандарт ҳолатининг энтропияси  $\Delta S^\circ$  фойдаланади. Оддий моддаларнинг стандарт энтропияси нолга тенг эмас. Бошқа термодинамик функциялардан кристалл жисмнинг энтропияси абсолют нолда нолга тенг (Планк постулати), сабаби  $W = 1$ .

Моддаларнинг ёки жисмлар системасининг энтропияси маълум ҳароратда абсолют катталикка эга. 29-жадвалда баъзи моддаларнинг стандарт энтропиялари  $S^\circ$  берилган.

29-жадвал

Баъзи моддаларнинг стандарт энтропиялари

Биримма	$\Delta S_{298}^\circ$ , (Ж·моль <sup>-1</sup> · К <sup>-1</sup> )	Биримма	$\Delta S_{298}^\circ$ , (Ж·моль <sup>-1</sup> · К <sup>-1</sup> )
C(к) олмоз	2,37	NO(г)	210
C(к) графит	5,74	NO <sub>2</sub> (г)	240
H <sub>2</sub> (г)	131	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (г)	342
D <sub>2</sub> (г)	145	H <sub>2</sub> O(г)	189
O(г)	161	H <sub>2</sub> O(с)	70
O <sub>2</sub> (г)	205	D <sub>2</sub> O(с)	79
O <sub>2</sub> (с)	84	CH <sub>4</sub> (г)	186
O <sub>2</sub> (к)	42	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г)	229
O <sub>3</sub> (г)	237	н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (г)	310
		изо-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (г)	294

Жадвалдан энтропиянинг:

- модданинг агрегат ҳолатига;
- изотопнинг таркибига (H<sub>2</sub>O ва D<sub>2</sub>O);
- бир турдаги бирикмаларнинг молекуляр массасига (CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, н-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>);



- молекуланинг тузилишига ( $\text{n-C}_4\text{H}_{10}$ , изо- $\text{C}_4\text{H}_{10}$ );
- кристалл тузилишига (олмос, графит аллотропиялари) — боғлиқлигини қўриш мумкин.



Энтропия система ҳолатининг тартибсизлик функцияси. Ёпик системаларда энтропияси ортадиган жараёнларгина ўз-ўзидан амалга ошади.



Больцман ҳайкалида атомлар билан молекулаларнинг ҳаракати билан термодинамика концепцияларини боғловчи умумий тенглама ёзилган. Тенглама мана бундай кўринишда берилган:

*Энтропия = константа x атомларнинг жойлашиш сонининг логарифми.*

Шунинг учун атомларнинг жойлашиш сони ортса (қаттиқ ҳолатдан суюқликка, ундан кейин газ ҳолатига ўтса), энтропия ҳам ортади.



1. Энтропия дегани нима? Нима учун бу катталикни "тартибсизлик катталиги" деб атайди?
2. Энтропиянинг ҳароратга ва модда ҳолатига боғлиқлигини таърифланг.
3. Ҳисоблар юргизмасдан ушбу реакцияларнинг энтропияси ўзгаришининг белгисини аниқланг:
  - $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$
  - $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г})$
  - $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{к}) = \text{N}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$
4. Реакциянинг энтропиясини ҳисобланг:  $\text{CH}_4(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) = \text{CO}(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г})$ . Реагентларнинг ва маҳсулотларнинг стандарт ҳолатларини.
5. Ҳисоблар юргизмасдан,  $\Delta H$  ва  $\Delta S$  қийматларига мана бу белгиларнинг ( $>0$ ,  $<0$ ,  $\approx 0$ ) қайси бири мувофиқ эканлигини аниқланг:  
 $4\text{HBr}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{Br}_2(\text{г})$
6. Қайтар ва қайтмас термодинамик жараёнларга мисол келтириңг. Иккита реакция учун система билан атроф мұхитнинг энтропия ўзгаришини ҳисобланг.
7. Агар 298 K ҳарорат ва ўзгармас ҳажмда неоннинг энтропияси 146,2 Дж/(моль. K) тенг бўлса, неоннинг 500 K пайтида моляр энтропиясини ҳисобланг.
8. 11,2 л азотни 0°C-дан 50°C-гача қиздирилганда ва босимни 1 атмдан 0,01 атмга камайтиргандаги энтропиянинг ўзгаришини ҳисобланг.
9. Маълумотнома маълумотларидан фойдаланиб, энтропиянинг стандарт ўзгариши барқарор 0 дан кичик бўлган ҳолатда ўз-ўзидан борадиган кимёвий реакцияларга мисол келтириңг.
10. 100°C ва 1 атм-да бир моль гелийни 0°C ва 1 атм-да 0,5 моль неон билан аралаштиради. Босим 1 атмга тенг бўлган ҳолатдаги энтропиянинг ўзгаришини аниқланг.
11. Маълумотнома маълумотларидан фойдаланиб, а) 25°C-да; б) 300°C-да реакциядаги энтропиянинг стандарт ўзгаришларини ҳисобланг:  $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$ .



## 32-§. ГИББСНИНГ ЭРКИН ЭНЕРГИЯСИ

Барча кимёвий реакциялар, одатда, энтропия билан энтальпиянинг мажбурий равища үзгариши билан боради. Системанинг энтальпияси билан энтропияси орасидаги боғлиқликни Гиббснинг эркин энергияси ёки изобар – изотермик потенциал ( $G$  белгиланади) деб аталадиган термодинамик ҳолат функцияси үрнатади.

Гиббснинг эркин энергияси ( $G$ ) — бу максимал ишни бажариш учун фойдаланадиган системанинг умумий энергиясининг бир бўлғи. У изобар-изотермик ҳолатларда, яъни  $p = \text{const}$  ва  $T = \text{const}$  шартларидағи үз-ўзидан борадиган жараёнларнинг йўналиши ва чегарасини таърифлайди. Гиббснинг эркин энергиясининг системанинг энтальпияси ва энтропияси билан боғлиқ мана бу тенглама билан ифодаланади:

$$G = H - TS.$$

Бу катталикнинг абсолют қийматини үлчаш мумкин эмас, шунинг учун маълум бир жараённи ўтишининг функциявий үзгариши фойдаланилади:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S.$$

Гиббснинг эркин энергияси  $\text{kJ}/\text{моль}$  ва  $\text{kJ}$ - билан үлчанади. Оддий моддалар учун Гиббс энергияси нолга teng деб ҳисобланади. Гиббс энергиясининг үзгаришини  $\Delta G$  билан белгиланади ва унинг  $p = \text{const}$  бўлгандағи катталиги билан ишораси жиҳатдан системанинг термодинамик доимийлиги аниқланади:

- агар кимёвий реакцияда Гиббс энергияси камайса, яъни  $\Delta G < 0$  бўлса, жараён үз-ўзидан боради ёки жараён термодинамик жиҳатдан мумкин деб ҳисобланади;
- агар реакция маҳсулотларининг термодинамик потенциали дастлабки моддаларнидан катта, яъни  $\Delta G > 0$  бўлса, реакция үз-ўзидан бормайди ёки жараён термодинамик жиҳатдан мумкин эмас деб ҳисобланади;
- агар  $\Delta G = 0$  бўлса, унда реакция тўғри ва тескари йўналишда бориши мумкин, яъни реакция қайтар.

Демак,  $p = \text{const}$  бўлганда үз-ўзидан амалга ошадиган реакцияларда Гиббстнинг эркин энергияси камаяди.

Бу қоида берк ва очиқ системалар учун фойдаланилади.

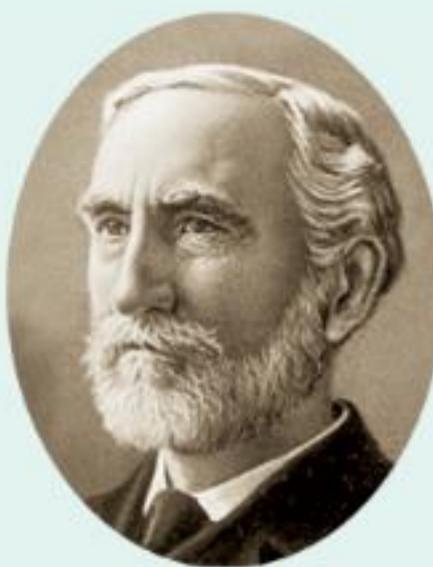
Маълум бир ҳолатларда оддий моддалардан 1 моль модданинг ҳосил бўлиши Гиббс энергиясининг үзгариши  $\Delta G_{\text{тт}}$  деб аталади ва  $\text{kJ}/\text{моль}$ - билан үлчанади.

### Бугунги дарсда:

- Гиббс энергиясининг маъносини тушунамиз;
- Термодинамик маълумотлар бўйича үз-ўзидан борадиган реакцияларни тахминлашни ўрганамиз.

### Таянч сўзлар

- Гиббс энергияси;
- “реакцияларнинг үз-ўзидан бориши”.



**Гибbs Джозайя Уиллард  
(1839—1903)**

Америкалик физик теоретик, термодинамика ва статистик механиканинг асос солғанларнинг бири.

У термодинамик потенциаллар теориясими тайёрлади, гетероген системаларнинг умумий мувозанат ҳолатини — фазалар қоидасини аниклади, Гибbs-Гельмгольц, Гибbs-Дюхем, Гибbsнинг адсорбцияланиш тенгламаларини чиқарди.

У юза ҳодисалар мен электрокимёвий жараёнлар термодинамикасига асос солди. Фанга адсорбция түшунчасини киритди.

Агар модда стандарт ҳолатда бўлса (яъни 298 К), унда модданинг ҳосил бўлишининг Гибbs энергияси — модда ҳосил бўлиш стандарт Гибbs энергияси ( $\Delta G_{\text{түз.} 298}^0$ ) деб аталади. Стандарт ҳолатларда барқарор моддалар тузилишининг стандарт Гибbs энергияси нолга тенг.  $\Delta G_{\text{түз.} 298}^0$  қийматлари маълумотнамаларда берилади.

Гибbs энергиясининг ўзгариши энтальпия биланн энтропиянинг ўзгариши каби жараённинг йўналишига боғлиқ эмас, шунинг учун кимёвий реакциянинг Гибbs энергиясининг ўзгариши  $\Delta G$ , яъни кимёвий реакция натижасида ҳосил бўлган моддаларнинг Гибbs энергияларининг йиғиндисидан реакцияга киришган дастлабки моддаларнинг Гибbs энергияларининг йиғиндисини айрмасига тенг ва шу моддалар формулалари олдидағи коэффициентлар ҳисобга олиниши керак:

$$\Delta G_{298}^0 = \sum (n_i \Delta G_{i, 298}^0)_{\text{макс}} - \sum (n_i \Delta G_{i, 298}^0)_{\text{мин}}.$$

Ҳар қандай реакциянинг бориш бормаслиги, йўналиши термодинамиканинг иккинчи қонуни билан аникланади.

**Ҳар қандай ўз-ўзидан борадиган жараён, шунингдек кимёвий реакция системада эркин энергиянинг (ҳарорат ва босим барқарор) ёки Гельмгольц энергиясининг (ҳарорат ва ҳажм барқарор) камайиши билан бир йўналишда боради.**

Кимёвий реакциялар пайтида иккита жараён: оддий моддаларнинг мураккаб моддаларга бирикиши, шунингдек мураккаб моддаларнинг оддий моддаларга парчаланиши бир вақтда амалга ошади. Улар бир-бирига боғлиқ эмас ва уларнинг тузилиши иссиқликларининг катталиклари бир-бирига қарама-қарши, жараён энергияси катта реакция йўналиши томон боради.

Бу катталикларнинг орасидаги фарқ реакциянинг эркин энергиясини аниклади (ҳарорат ва босим барқарор). Реакциядаги унинг ўзгариши маҳсулотларнинг Гибbs энергиясининг йиғиндисидан дастлабки моддаларнинг Гибbs энергиясининг йиғиндисини фарқига тенг:



$$\Delta G = G_{\text{енім}} - G_{\text{баст.}}$$

Жараённинг бориши мобайнида моддаларнинг ҳосил бўлиши энтальпияси билан энтропияси йиғиндилари ўзгаришининг бир неча эҳтимол нусҳаси бўлиши мумкин.

1.  $\Delta H < 0, \Delta S > 0$ . Реакция энергетик жиҳатидан самарали ва ўз-ўзидан амалга ошади.

2.  $\Delta H > 0, \Delta S < 0$ . Реакция энергетик жиҳатидан самарасиз ва ўз-ўзидан амалга ошмайди.

3.  $\Delta H < 0, \Delta S < 0$ .  $\Delta H$  қийматнинг пасайиши ўз-ўзидан борадиган реакция учун қулай,  $\Delta S$ -нинг пасайиши бунга халал беради (бундай реакциянинг ўз-ўзидан бориш-бормаслиги номаълум).

4.  $\Delta H > 0, \Delta S > 0$ .  $\Delta H$  ортиши реакциянинг ўз-ўзидан боришига таъсир этмайди,  $\Delta S$  ортиши унинг эҳтимоллигини орттиради (бундай реакциянинг ўз-ўзидан бориш-бормаслиги номаълум).

Босим барқарор бўлган ҳолатда реакциянинг ўз-ўзидан бориши имконияти Гиббс энтропияси орқали аниқланади.

Эндотермик реакциянинг ўз-ўзидан бориши энтропиянинг катталиги ортгандагина мумкин бўлади.

Кобальт дихлоридининг гексагидрати билан хлорли тионилнинг таъсирлашуви мана шундай эндотермик реакцияга мисол бўла олади, реакциянинг эндотермик таъсири яққол билинади ( $\Delta H = +400$  кЖ/моль, яъни қаттиқ совитиш натижасида музнинг ҳосил бўлиши сезилади). Реакция тенгламаси:



Бундай эндотермик жараённинг сабаби: таъсирлашган 1 моль кристаллогидратдан 18 моль газсимон модда ҳосил бўлади.

Реакциянинг бориши ёки бормаслиги имкониятларини Гиббс тенгламасининг ёрдами билан қўйидаги усуллар бўйича аниқланади.

1. Маълумотларга суюниб,  $25^\circ\text{C}$  ҳарорат учун жадвал  $\Delta G^0$  қиймати ушбу формула билан ҳиобланади:

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - \Delta S^0_{298}.$$

2.  $25^\circ\text{C}$ -дан бошқа ҳарорат учун ҳисоблашни мана бу тенглама билан юргизилади:

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln K_{\text{т.}}$$

*Берилган ҳароратда*  $K_{\text{т.}}$  (мувозанат константаси) ҳисоблаш учун ифода мана бу тенгламага айлантириллади:

$$\Delta G = 0 \rightarrow \Delta G^0 + RT \ln K_{\text{т.}} = 0.$$

$K_{\text{т.}}$  ушбу формула бўйича ҳисобланади:

$$K_{\text{т.}} = e^{-\frac{\Delta G^0}{RT}}.$$



Бу муносабат ҳар қандай ҳароратда мувозанат константасининг қийматни хисоблашга имкон беради.

3. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялар учун Гиббс энергияси стандарт ҳолатларда ушбу формула билан ифодаланади:

$$\Delta G^{\circ} = -nF\Delta\phi^{\circ},$$

бундаги  $n$  — берган электрон сони,  $F$  — Фарадей доимийси ( $\approx 96\,500$  Кл/моль),  $\Delta\phi^{\circ}$  — реакциянинг электр юритувчи кучи (ЭЮК). Бу ифодадан келиб чиқкан холоса — реакциянинг ЭЮК мусбат қийматта эга.

4. Реакциянинг мувозанат ҳолатидан ( $\Delta G = 0$ ) оладиганимиз:

$$0 = \Delta H - T\Delta S,$$

бундан  $T = \Delta H/\Delta S$  — мувозанат ҳолатидаги реакциянинг ҳарорати.

Термодинамик хисоблашлар, баъзи элементларни уларнинг оксидларидан водород билан қайтариш имкониятини баҳолашга ёрдам беради (30-жадвал).

30-жадвал

#### Элементларни уларнинг оксидларидан водород билан қайтаришнинг термодинамик баҳолаш имкониятлари

Реакция тенгламалари	$\Delta H$ , кЖ/ моль	$\Delta G = 0$ бўлгандаги ҳарорат, °C,	Жараённинг амалда юзага ошиши
$MnO_2 + 2H_2 = Mn + 2H_2O$	36	106	Мумкин
$1/2Fe_2O_3 + 3/2H_2 = Fe + 3/2H_2O$	48	423	Мумкин
$1/2Cr_2O_3 + 3/2H_2 = Cr + 3/2H_2O$	207	2680	Мумкин эмас
$SiO_2 + 2H_2 = Si + 2H_2O$	375	2760	Мумкин эмас
$CaO + H_2 = Ca + H_2O$	393	6280	Мумкин эмас



Термодинамика, асосан, кимёвий реакцияларнинг бориши имкониятини баҳолашга ёрдам беради.

Лекин реакцияларнинг бориши тезлиги ҳақида аник маълумот беролмайди.

Агар  $\Delta H < 0, \Delta S > 0$  бўлса, реакция ўз-ўзидан боради,  $\Delta H > 0, \Delta S < 0$  бўлса, реакция ўз-ўзидан бормайди;  $\Delta H < 0, \Delta S < 0$  ёки  $\Delta H > 0, \Delta S > 0$  бўлса, реакциянинг бориши-бормаслиги номаълум.

- 1. Термодинамикада Гиббс энергияси қандай аҳамиятга эга?
- 2. Реакциянинг энталпияси билан энтропиясининг қандай қийматларида реакция:  
а) ўз-ўзидан боради; б) бормайди; в) паст ҳароратда боради; г) факат юқори ҳароратда боради?
- 3. Кимёвий реакцияларнинг термодинамик имкониятини қандай усулда аниқлайди?  
Бу усуллар қандай математик тенгламаларга асосланган?
- 4. Қуйида кимёвий тенгламалар берилган (барча реагенттер билан маҳсулотлар газсимон ҳолда бўлади):



- a)  $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 б)  $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 в)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$   
 г)  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O} = \text{CuO} + \text{H}_2$

34-жадвалдаги маълумотлардан фойдаланиб, ўз-ўзидан борадиган реакцияларни аникланг.

5. 34-жадвалдан термодинамик маълумотлардан фойдаланиб,  $25^\circ\text{C}$  ҳароратда стандарт ҳолатда реакциянинг ўз-ўзидан бориши имкониятини аникланг:  
 $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2$
6. Ҳисоблар юритмасдан мана бу белгилар билан ( $>0$ ,  $<0$ ,  $\approx 0$ ) түғри йўналишда борадиган реакциянинг  $\Delta G$ ,  $\Delta H$  ва  $\Delta S$  қийматлари ишорасини аникланг:  
 $4\text{HBr}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{Br}_2(\text{г})$   
 Ҳароратнинг кўтарилиши кимёвий реакциянинг йўналишига қандай таъсир этади?
- 1. Стандарт ҳолатларда экзотермик реакциянинг нима учун бормайдиганлигини тушуниришинг:  
 $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) = \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{с})$   
 Реакциянинг  $\Delta G$  ҳисобланг. Бу реакция қандай ҳароратда ўз-ўзидан бора оладиганлигини аникланг.
  - 2. Реакциянинг  $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{с})$  Гиббс энергиясининг ўзгариши.  
 $\Delta G_{298}^0 = -474,46 \text{ кДж-га тенг}$ . Термодинамик ҳисоблашлар юргизмасдан, бу реакция  $298 \text{ K}$  ҳароратда қандай факторнинг таъсиридан (энталпия ёки энтропия) борадиганлигини ва реакциянинг боришига ҳароратнинг кўтарилиши қандай таъсир этишини аникланг.

### 33-§. ГИББС ЭНЕРГИЯСИ БЎЙИЧА МАСАЛАЛАР ЕЧИШ

**1-масала.** Ҳисоблашлар юргизмасдан, жараёнларнинг энтропиясининг ўзгаришини тахмин қилинг:

- 1)  $\text{Zn}(\text{к}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = \text{ZnCl}_2(\text{к})$
- 2)  $\text{Fe}(\text{к}) = \text{Fe}(\text{с})$
- 3)  $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г})$
- 4)  $\text{H}_2\text{O}(\text{г}) = \text{H}_2\text{O}(\text{с})$

*Ечими:* Бу масаланинг ечимини жадвал кўринишида кўрсатайлик (31-жадвал).

31-жадвал

№ п/п	Жараёнларнинг реакция тенгламаси	$S_{\text{реак.}}$ белгиси	Асос
1	$\text{Zn}(\text{к}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = \text{ZnCl}_2(\text{к})$	$< 0$	Газсимон моддаларнинг энтропияси қаттиқ мооддаларга қараганда юқори. Реакция натижасидае газсимон модданинг микдори камаяди
2	$\text{Fe}(\text{к}) = \text{Fe}(\text{с})$	$> 0$	Суюқ ҳолда тартибсизлик қаттиқ ҳолга қараганда юқори
3	$\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г})$	$< 0$	Барча реагентлар газлар ва уларнинг микдори реакция давомида камаяди
4	$\text{H}_2\text{O}(\text{г}) = \text{H}_2\text{O}(\text{с})$	$< 0$	Суюқ ҳолда тартибсизлик газсимон ҳолга қараганда паст



**2 масала.** Кимёвий жараён  $H_{\text{peak}}^0$  ва  $S_{\text{peak}}^0$  ишоралари билан тавсифланади, улар 32-жадвалда күрсатилан:

32-жадвал

Жараён	$H_{\text{peak}}^0$	$S_{\text{peak}}^0$
а	—	+
б	+	—
в	—	—
г	+	+

Мана бу түрт жараённинг қайси бири (а, б, в, г) ўз-ўзидан боради:

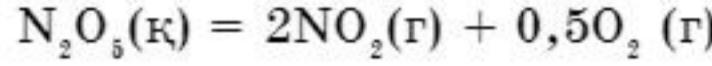
- ҳар қандай ҳароратда;
- ҳароратнинг маълум бир оралиғида;
- ҳар қандай ҳароратда ўз-ўзидан бориши мумкин эмас?

**Ечими.** Реакциянинг ўз-ўзидан боришига энтальпия ўзгаришининг манфий қиймати ва реакциянинг энтропиясининг мусбат ўзгариши таъсир этади.

Демак, мана бу жараёнлар ўз-ўзидан боради:

- а ҳолатида ҳар қандай ҳароратда;
- б ва в ҳолатларида чекланган ҳарорат оралиғида;
- в ҳолатида ҳар қандай ҳароратда ўз-ўзидан бориши мумкин эмас.

**3-масала.** Ажралиш реакцияси эркин энергиясининг ўзгаришини стандарт ҳолатларда ҳисобланг:



Реакция қандай ҳароратда ўз-ўзидан боради?  $H_{\text{peak}}^0$  ва  $S_{\text{peak}}^0$  ўзгаришининг ҳароратга боғлиқлигини ҳисобга олманг.

Маълумотлар 33-жадвалда берилган.

33-жадвал

Модданинг формуласи	$H_{\text{хисоб бўлиши}}^0$ , кЖ/моль	$S$ , Ж/(моль · К)
$\text{NO}_2(\text{г})$	33,8	240,2
$\text{N}_2\text{O}_5(\text{к})$	-42,68	178,24
$\text{O}_2(\text{г})$	0	205

**Ечими:**

$$H_{\text{peak}}^0 = 2 \cdot 33,8 - (-42,68) = 110,28 \text{ кЖ/моль};$$

$$S_{\text{peak}}^0 = 2 \cdot 240,2 + 0,5 \cdot 205 - 178,24 = 404,66 \text{ Ж/(моль · К)};$$

$$G_{\text{peak}}^0 = 110,28 \text{ (кЖ/моль)} - 298(\text{К}) \cdot 0,40466 \text{ (кЖ/(моль · К))} = \\ = -10,309 \text{ кЖ/моль.}$$



Реакциянинг  $G^\circ < 0$  бўлганлигидан, реакция стандарт ҳолатларда ўз-ўзидан бормайди.

Реакция ўз-ўзидан борадиган ҳарорат оралиғини баҳолаш учун тенгсизликни ечиш керак:

$$G_{\text{peak.}} = H_{\text{peak.}} - TS_{\text{peak.}} < 0.$$

Мана шундан

$$H_{\text{peak.}} < TS_{\text{peak.}} \text{ ва } \frac{\Delta H_{\text{peak.}}}{\Delta S_{\text{peak.}}} < T.$$

$$T > (110,28 \text{ (кЖ/моль)}/0,40466 \text{ (кЖ/(моль} \cdot \text{К})) = 272 \text{ К}. T > 272 \text{ К.}$$

*Жавоби:* реакция 272 К ёки  $-1^{\circ}\text{C}$ -тан юқори ҳароратда ўз-ўзидан боради.

• 1. Қуидида келтирилган маълумотларга асосланиб, Гиббс энергияси-ни ҳисоблаб, реакциянинг 1000 ва 3000 К ҳароратда ўз-ўзидан бориш имкониятларини ҳисобланг.

$\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) = 2\text{Cr}(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g})$				
$\Delta H_{298}$ , кЖ/моль	-1141	0	0	-110,6
$\Delta S_{298}$ , Ж/(моль·К)	81,2	5,7	23,6	197,7

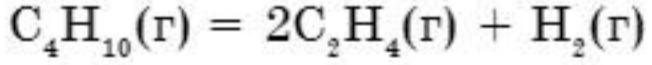
*Жавоби:* реакция 3000 К ўз-ўзидан боради, 1000 К эса бормайди.

• 2. Маълумотларга асосланиб, берилган экзотермик реакциянинг қандай ҳароратда ўз-ўзидан амалга ошишини аниқланг.



*Жавоби:* реакция 36,6 К ўз-ўзидан боради, стандарт ҳолатда бормайди.

• 3. Қуидида келтирилган маълумотларга асосланиб 298,15 К ҳароратда



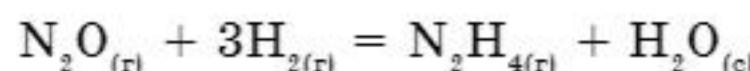
реакциянинг ўз-ўзидан бориш имкониятларини ҳисобланг. Унинг бундан ҳам юқори ҳароратда бориши мумкинми?

Модда	$\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})$	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$
$\Delta G_{f,298}^\circ$ , кЖ/моль	-17,19	68,14	0
$S_{298}^\circ$ , Ж/(моль·К)	310,12	219,45	130,52

*Жавоби:* реакция 298,15 К ҳароратда ўз-ўзидан бормайди



•4. Маълумотларга асосланиб, реакциянинг энтальпия ўзгаришини  $\Delta H_{298}^0$  аниқланг.



Модда	$N_2O(r)$	$H_2(r)$	$N_2H_4(r)$	$H_2O(c)$
$\Delta G_{f,298}^0$ , кЖ/моль	104,12	0	159,10	-237,23
$S_{298}^0$ , Ж/(моль·К)	219,83	130,52	238,50	69,95

Жавоби:  $\Delta H_{298}^0 = - 272,53$  кЖ.

(Масала ечганда 138-139 бетлардаги маълумотлардан фойдаланинг.)

### ЭЛЕМЕНТЛАР БИЛАН УЛАРНИНГ БИРИКМАЛАРИ ҲАҚИДА МАСАЛА ЕЧИШ УЧУН КЕРАКЛИ МАЪЛУМОТЛАР

Баъзи моддаларнинг стандарт термодинамик характеристикалари

Модда	$\Delta H_{f,298}^0$ , кЖ/моль	$\Delta G_{f,298}^0$ , кЖ/моль	$S_{298}^0$ , Ж/(моль · К)
1	2	3	4
$Al_2(SO_4)_3(s)$	-3444	-3103	239
$Al_2O_3(s)$	-1676	-1580	50,9
$BaCO_3(s)$	-1235	-1134	103
$BaO(s)$	-548	-518	70,4
$C(s)$	0	0	5,74
$C_2H_4(g)$	52	68	219,4
$C_2H_5OH(l)$	-277	-175	160,7
$CaCO_3(s)$	-1207	-1128	89
$CaO(s)$	-636	-603	40
$CaSiO_3(s)$	-1562	-1550	82
$CH_3OH(l)$	-239	-166,2	126,8
$CH_4(g)$	-74,85	-50,79	186,19
$Cl_2(g)$	0	0	222,96
$CO(g)$	-110,5	-137,14	197,54
$CO_2(g)$	-394	-394,4	214
$Fe(s)$	0	0	27,3
$Fe_2O_3(s)$	-823	-740	87,9



1	2	3	4
$\text{H}_2$ (г)	0	0	130
$\text{H}_2\text{O}$ (г)	-242	-229	189
$\text{H}_2\text{O}$ (с)	-286	-237	70
$\text{H}_2\text{S}$ (г)	-21	-33,8	206
$\text{HCl}$ (г)	-93	-95,3	187
$\text{N}_2\text{O}$ (г)	82	104	220
$\text{Na}_2\text{CO}_3$ (к)	-1138	-1048	136
$\text{Na}_2\text{O}$ (к)	-416	-378	75,5
$\text{NaOH}$ (к)	-427,8	-381,1	64,16
$\text{NH}_3$ (г)	-46	-16,7	193
$\text{NH}_4\text{Cl}$ (к)	-314	-203	96
$\text{NH}_4\text{NO}_3$ (к)	-365	-184	151
$\text{NO}$ (г)	90,37	86,71	210,62
$\text{NO}_2$ (г)	33	51,5	240,2
$\text{O}_2$ (г)	0	0	205
$\text{P}_2\text{O}_5$ (к)	-1492	-1348,8	114,5
$\text{SiO}_2$ (к)	-908,3	-854,2	42,7
$\text{SO}_2$ (г)	-297	-300	248
$\text{SO}_3$ (г)	-395,2	-370,4	256,23
$\text{Zn}$ (к)	0	0	41,59
$\text{ZnO}$ (к)	-349	-318,2	43,5



## КИНЕТИКА

### 34-§. КИМЁВИЙ РЕАКЦИЯ ТЕЗЛИГИ

#### Бугунги дарсда:

- кимёвий реакция тезлигини қараб чиқамиз.

#### Таянч сүзлар

- Кимёвий реакция тезлиги
- Кимёвий кинетика
- Гомоген реакция
- Гетероген реакция

Кимёвий реакцияларнинг үзгачалигининг яна бир мисоли – улар маълум вақтда амалга ошади.

Кимёвий реакцияларнинг бориш вақти ҳар хил. Масалан, кислоталарнинг ишқорлар билан нейтралланиш реакцияси хона ҳароратида бирлаҳзадаёқ боради. Тоғ жинсларининг шамол таъсиридан кимёвий үзгаришга учраши (масалан гарнитнинг тупроққа айланиши) минглаб йиллар давомида боради.

Кимёвий реакция тезлигини миқдорий тавсифлаш учун бошланғич моддалар ёки маҳсулотдан бирининг модда миқдорини ёки концентрациясини үзгариши олинади.

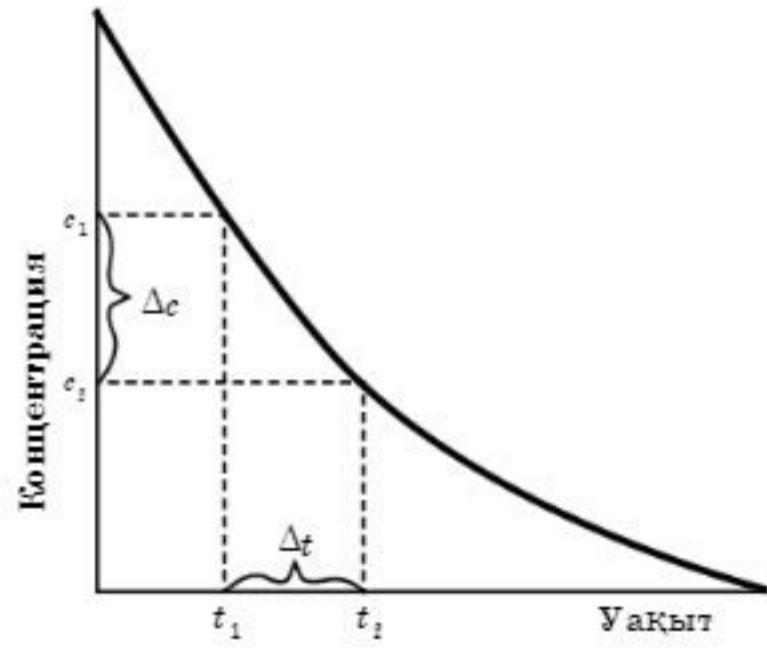
Кимёвий реакциянинг тезлиги деб, дастлабки моддаларнинг ёки маҳсулотнинг бирининг концентрациясининг вақт бирлигидаги үзгаришига айтилади.

$A + B = D + F$  реакцияси учун  $A$  модданинг  $t_1$  вақтдаги концентрацияси  $c_1$ , ал  $t_2$  вақтдаги концентрацияси  $c_2$  бўлсин. Унда ўртача тезликни  $v$  математик жиҳатдан мана бундай кўрсатиш мумкин:

$$v = \frac{c_2 - c_1}{t_2 - t_1} = -\frac{\Delta c}{\Delta t}.$$

Вақт ўтган сайин  $A$  модданинг концентрацияси камайиб, концентрация үзгариши  $\Delta c$  манфий қийматга эга бўлади, шунинг учун ифодада минус (-) белгиси қўйилади. Кимёвий реакциянинг тезлиги факат мусбат катталик бўлади ва у моль/л · с, моль/л · мин ўлчанади (54-расм).

Кимёвий реакцияларнинг тезлиги ва унинг ҳар хил факторларга боғлиқлигини ўрганадиган кимёнинг соҳаси — кимёвий кинетика деб аталади.



54-расм. Таъсирилашадиган моддаларнинг концентрацияларининг вақтга биноан үзгариши



Кимёвий кинетика гомоген реакциянинг ҳам, гетероген реакциянинг ҳам тезлигини ўрганади.

Бир жинсли мұхитда ўтадиган реакциялар гомоген кимёвий реакциялар деб аталади (масалан әритмалар ёки газлар орасидаги).

**Хар хил фазадаги моддаларнинг таъсирлашуви натижасыда борадиган реакциялар гетероген реакциялар деб аталади (масалан, газлар билан суюқликлар, қаттық моддалар билан суюқликлар ва б.).**

Гомоген реакциянинг тезлиги таъсирлашувчи моддаларнинг ёки маҳсулотнинг бирининг концентрациясининг вакт бирлигидаги ўзгариши билан аниқланади:

$$v(\text{гом.}) = \pm \frac{\alpha}{\alpha}.$$

Гетероген реакциянинг тезлиги фаза юзасининг майдон бирлигіда маълум вакт ичіда таъсирлашувчи моддаларнинг ёки маҳсулотнинг модда микдорининг ўзгариши билан аниқланади. Демек:

$$v(\text{гет.}) = \pm \frac{\Delta n}{S\alpha},$$

бундаги  $\Delta n$  — модда микдорининг ўзгариши,  $S$  — қаттық модда юзининг майдони.

Гомоген реакциялар бутун ҳажмда, гетерогенреакциялар эса фазаларнинг бўлиниш юзасыда боради. Шунинг учун унинг тезлиги концентрация билан ифодаланмайди.

### Биласизми?

Фтор ва водород газлари бир-бири билан таъсирлашганда, реакция портлаб боради. Хона ҳароратида водород билан кислороднинг таъсирлашуви эса жуда секин боради, олимларнинг ҳисоблашича, реакция маҳсулоти — сувнинг бир томчиси, реакция идишда бир неча миллион йилдан кейин пайдо бўлар экан.

Гетероген реакциянинг тезлиги, масалан газ билан қаттық модда орасидаги реакциянинг тезлиги газ молекулаларининг қаттық модда юзасининг майдон бирлигидаги тўқнашувининг частотаси билан аниқланади. Кимёвий реакция — таъсирлашувчі моддалар заррачаларининг тўқтнашуви натижаси. Заррачаларнинг тўқтнашуви атомларнинг янгидан группаланишига ва янги маҳсулот ҳосил бўлишига олиб келадиган даражада самарали бўлиши керак.



Кимёвий реакциянинг тезлигини сон билан ифодалаш учун дастлабки моддаларнинг ёки маҳсулотнинг бирининг модда микдорининг, бўлмаса концентрациясининг ўзгариши фойдаланилади.

Кимёвий реакциянинг тезлигини деб дастлабки моддаларнинг ёки маҳсулотнинг бирининг концентрациясининг вакт бирлигидага ўзгаришига айтилади. Бир жинсли мұхитда борадиган реакциялар гомоген



кимёвий реакциялар деб аталади. Гомоген реакциялар буткул ҳажмда боради. Ҳар хил фазадаги моддаларнинг таъсирлашуви натижасида борадиган реакциялар гетероген реакциялар деб аталади. Гетероген реакциялар таъсирлашувчи моддалар юзасида боради. Кимёвий реакцияларнинг тезлигини ва унинг ҳар хил факторларга боғлиқлигини ўрганадиган кимёниң соҳаси — кимёвий кинетика деб аталади. Кимёвий реакциянинг тезлигини сон билан ифодалаш учун дастлабки моддаларнинг ёки маҳсулотнинг бирининг модда миқдорининг ёки концентрациясининг ўзгариши олинади.



1. Кимёвий реакциянинг тезлигини дегани нима, уни қандай аниқлади?
2. Кимёвий реакцияларнинг тезлиги билан механизмларини ўрганадиган кимёниң соҳаси қандай аталади?
3. Қандай реакциялар: а) гомоген; б) гетероген деб аталади?
4. Гомоген реакциянинг тезлиги қандай аниқланади?
5. Гетероген реакциянинг тезлиги қандай аниқланади?
6. Кимёвий реакцияларнинг тезлиги ортириш ёки камайтиришнинг саноат билан турмушда қандай самаради ва самарасиз томонларини бор? Мисоллар билан тушунириинг.
  
- 1. А модданинг ажралиши натижасида унинг концентрацияси 0,8 моль/л-дан 0,6 моль/л-гача камайди. Реакция тезлигини ҳисобланг.  
Жавоби: 0,02 моль/л·мин.
- 2. Реакция бошлангандан кейин 80 секунд ўтканда сувнинг моляр концентрацияси 0,24 моль/л, 2 мин 07 секунд ўтканда 0,28 моль/л бўлса,  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$  реакцияси тезлигини ҳисобланг.  
Жавоби:  $8,5 \cdot 10^{-4}$  моль/л·с.
- 3. Ичиди хлорид кислотанинг эритмаси бор колбага магний доначалари солинди, натижада водород ажралди. Тажрибанинг натижаси жадвалда берилган:

Вақт/мин	0	1	2	3	4	5	6	7
водороднинг ҳажми/мл	0	14	23	31	38	40	40	40

- a) реакция тенгламасини ёзинг;
- b) берилган маълумотлар бўйича график чизинг;
- c) реакциянинг ;
  - биринчи минутдаги;
  - иккинчи минутдаги;
  - учинчи минутдаги тезлигини аниқланг;
- g) Реакция давомида унинг тезлиги нима учун ўзгаришини тушунириинг;
- d) Реакция натижасида водород қанча ҳажмни эгаллади?
- e) Реакциянинг боришига қанча вақт кетди?

Реакция:

- Тез;
- Секин бориши учун нима қилиш керак?

Тажрибанинг бориш ҳолатлари ўзгаради. Тажрибанинг натижаси жадвалда берилган:

Вақт/мин	0	1	2	3	4	5	6	7
Водороднинг ҳажми/мл	0	22	34	39	40	40	40	40

Берилган маълумотларни б – графикка жойлаштиринг:

- a) реакцияларнинг қайси бири тезроқ боришини аниқланг;
- b) бундай бўлишининг сабаби нимада? Тахминингизни айтинг;
- c) икки тажрибада ажралган водороднинг ҳажми бир хил. Олинган магнийнинг массаси қанча?

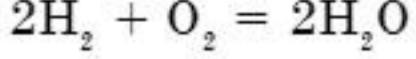


### 35-§. КОНЦЕНТРАЦИЯНИНГ РЕАКЦИЯ ТЕЗЛИГИГА ТАЪСИРИ

Кимёвий реакцияларнинг тезлигига реагентлар концентрациясининг таъсирини күриб чиқайлик.

Кимёвий реакциянинг тезлиги таъсирлашувчи моддаларнинг концентрациясига боғлиқ. Кимёвий таъсирлашув заррачаларнинг түқнашуви натижасида амалга ошади. Заррача сони күп бўлган сайин түқнашув ҳам күп бўлади, түқнашув кўп бўлган сайин тезлик ҳам катта бўлади. Модда концентрацияси унинг кимёвий миқдорига, демак заррача сонига пропорционал, шунинг учун концентрация юқори бўлса, системадаги заррача сони ҳам кўп бўлади. Кимёвий реакция тезлигига реагентлар концентрациясининг таъсири — кимёвий кинетиканинг асосий қонуни — таъсирлашувчи массалар қонуни билан ифодаланади (“таъсирлашувчи массалар” — ҳозирги “концентрация” тушунчасининг синоними). Уни амалий маълумотлар асосида Норвегия олимлари К.Гульдберг ва П.Вааге 1867 йили таърифлашди. Таъсирлашувчи массалар қонунининг қоидаси. **Ҳарорат ўзгармас бўлганда реакциянинг тезлиги таъсирлашувчи моддалар концентрациясининг кўпайтмасига тўғри пропорционал.**

$aA + bB = cC + dD$  реакцияси учун тезликнинг концентрацияга боғлиқлиги қуидагида ифодаланади:  $v = k \cdot c^a(A) \cdot c^b(B)$ . Бундаги  $k$  — тезлик константаси деб аталадиган пропорционал коэффициенти;  $c(A)$  ва  $c(B)$  —  $A$ ,  $B$  моддаларнинг моляр концентрацияси (моль/л). Тезлик константасининг физик маъноси таъсирлашувчи моддалар концентрацияси 1 моль/л бўлганда унинг сон қиймати реакция тезлигига тенг бўлишини кўрсатади. Юқорида кўрсатилган реакция тезлигининг ифодаси реакциянинг кинетик тенгламаси деб аталади. Масалан:



реакциянинг кинетик тенгламасини мана бундай ёзиш мумкин:

$$v = k c^2(\text{H}_2) \cdot c(\text{O}_2)$$

Оддий реакциялар (биргина босқичда амалга ошади) учун ҳар бир модданинг концентрациясининг даражаси кўпинча унинг стехиометрик коэффициентига тенг бўлади, мураккаб реакциялар учун бу қоида бажарилмайди. Таъсирлашувчи массалар қонуни факатгина оддий кимёвий реакциялар учун бажарилади. Агар реакция бир неча босқичда борса,

#### Бугунги дарсда:

- кимёвий реакция тезлигига концентрациянинг таъсири таъсирлашувчи массалар қонунига биноан амалга ошадиганлигини тушунамиз .

#### Таянч сўзлар

- Реагентлар концентрацияси
- Таъсирлашувчи массалар қонуни
- Босимнинг таъсири
- Таъсирлашувчи моддаларнинг табиати



унда барча жараённинг тезликларининг йиғиндиси унинг энг секин борадиган бир босқичининг тезлиги билан аниқланади ва у лимитловчи босқич деб аталади.

Гомоген реакцияларга газсimon моддалар қатнашганда реакция тезлигига босим таъсир этади.

Сабаби босим концентрация билан чамбарчас боғлиқ. Менделеев – Клапейрон тенгламасида:  $pV = nRT$ , агар  $V$  ҳажмни тенгламанинг ўнг томонига,  $RT$ -чап томонига ўтказиб,

$$n/V = c$$

эканлигини ҳисобга олсак, унда

$$p/RT = c.$$

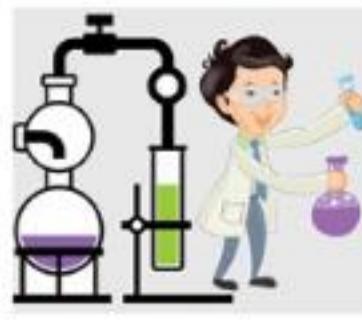
Босим билан моляр концентрация бир-бирига тўғри пропорционал. Шунинг учун босим ортганда кимёвий реакциянинг тезлиги ортади, босим камайганда эса тезлик камаяди.

Таъсирашувчи массалар қонуни газлар аралашмаси билан эритмалар учун тааллуқли, қаттиқ моддар иштирок этадиган реакциялар учун фойдаланилмайди. Гетероген реакциялар учун таъсирашувчи массалар қонунининг тенгламасига фақатгина суюқ ёки газсimon моддаларнинг концентрациялари киради, қаттиқ моддалар кирмайди. Гетероген реакциялар тезлиги реагентларнинг таъсирашув юзасига, уларнинг араласиши даражасига боғлиқ. Қаттиқ моддаларнинг юзасини уларни майдалаш, сувда эритиш туфайли катталаштириш мумкин. Масалан, кўмир ёнганда кислород молекулалари юзадаги углерод атомлари билангина таъсирашади. Кўмирни майдалайдиган бўлса, таъсирашиш майдони, ёниш тезлиги ортади, сабаби газ молекулаларнинг қаттиқ модда юзасининг майдон бирлигидаги тўқнашув частотаси ортади. Шу билан гетероген реакциялар фазаларнинг бўлиниш юзасида боради.

Гомоген реакциялар буткул ҳажмда боради ва уларнинг тезлиги реагентларнинг концентрациясига боғлиқ бўлади.

Кимёвий реакция тезлигига таъсир этувчи муҳим факторларнинг бири — таъсирашувчи моддалар табиати.

Сизларга маълум бўлганидек, металларнинг кислоталар билан таъсирашиш реакциясининг тезлиги уларнинг табиатига боғлиқ. Масалан, магнийнинг хлорид кислота билан таъсирашув тезлиги (водороднинг ажралиш тезлиги) рухга қараганда юқори, темир эса рухга қараганда хлорид кислота билан секин таъсирашади.



Кимёвий реакция тезлигига реагентлар концентрациясининг таъсири — кимёвий кинетиканинг асосий қонуни — таъсирашувчи массалар қонуни билан ифодаланади. Таъсирашувчи массалар қонуни газлар аралашмаси билан эритмалар учун тааллуқли. Гомоген реакцияларга газсimon моддалар иштирок этганда



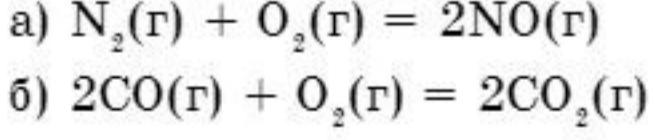
реакция тезлигига босим таъсир этади. Гетероген реакциялар учун таъсирашувчи массалар қонуининг тенгламасига фақат суюқ ёки газсимон моддаларнинг концентрациялари киради. Кимёвий реакция тезлигига таъсирашувчи моддалар табиати ҳам таъсир этади.



1. Ҳар қандай кимёвий реакцияннинг тезлиги қандай факторларга боғлиқ? Гетероген реакцияннинг тезлигига қандай құшимча факторлар таъсир этади?
2. Берилган кимёвий реакцияларнинг қайси бири тезроқ боради:
  - а) фосфорнинг ҳавода ва кислородда ёниши;
  - б) рухнинг концентранган ва суюлтирилган хлорид кислота билан таъсирашуви;
  - в) натрий билан темирнинг сув билан таъсирашуви? Тушунтириңг. Тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.
3. Таъсирашувчи массалар қонуни қандай таърифланади?
4. «Лимитловчи» босқыч дегани нима?
5. Берилган реакция чизмаларини реакция тенгламаларига айлантириб, уларга кинетик тенгламалар тузинг:
  - а)  $H_2(g) + Cl_2(g) = HCl(g)$
  - б)  $NO(g) + O_2(g) = NO_2(g)$
  - в)  $P(K) + O_2(g) = P_2O_5(K)$
  - г)  $Mg(K) + HCl(c) = MgCl_2(c) + H_2(g)$
  - д)  $N_2(g) + H_2(g) = NH_3(g)$
6. Босимни орттирганда берилган реакцияннинг тезлиги ортадими, ёки бүлмаса камаядими  $CO_2(g) + C(K) = 2CO(g)$ ? Тушунтириңг.
  - 1. Водороднинг бром буғи билан реакциясида дастлабки моддаларнинг концентрацияларини икки баробар орттираса, реакцияннинг тезлиги қанча марта ортади?  
Жавоби: 4 марта.
  - 2. Дастлабки моддаларнинг концентрациясини 4 марта камайтираса, берилган реакция тезлиги неча марта камаяди:  $CO(g) + 2H_2(g) = CH_3OH(c)$ ?  
Жавоби: 64 марта камаяди.
  - 3. Системадаги босимни икки марта орттираса, түғри реакцияннинг тезлиги қанча марта ортади:  $NO_2(g) + CO(g) = NO(g) + CO_2(g)$ ?  
Жавоби: 4 есе.

### Харакатланувчи массалар қонунига оид масала ечиш

**1-масала.** Берилган а) ва б) реакцияларига кинетик тенглама ёзинг:



**Ечими.** Кимёвий реакцияннинг кинетик тенгламаси реакция тезлигининг реагентларнинг концентрациясига боғлиқлигини күрсатади.

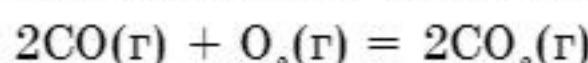
а) реакциясинаң кинетик тенгламасини мана бундай ёзиш мүмкін:

$$v = k \cdot c(N_2) \cdot c(O_2);$$

б) реакцияси учун:  $v = k \cdot c^2(CO) \cdot c(O_2)$ .



**2-масала.** Углерод (II) оксидининг ёниш реакцияси берилган:



Углерод (II) оксидининг концентрациясини 3 марта орттирганда реакция тезлиги қандай ўзгаради?

Ечими. 1. Реакциянинг кинетик тенгламасини ёзамиз:

$$v_1 = k \cdot c^2(\text{CO}) \cdot c(\text{O}_2)$$

2. CO концентрациясини 3 марта орттирган пайтдаги реакция тезлигини ифодалаймиз:

$$v_2 = k \cdot (3c)^2(\text{CO}) \cdot c(\text{O}_2)$$

3. Реакция тезлигининг нисбатларини ёзамиз:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k \cdot (3c)^2(\text{CO}) \cdot c(\text{O}_2)}{k \cdot c^2(\text{CO}) \cdot c(\text{O}_2)} = 9.$$

*Жавоби:* реакция тезлиги 9 марта ортади.

• 1. Ҳажми 600 мл бўлган ёпиқ идишда мана бу реакция боради:  $\text{H}_2(\text{г}) + \text{Br}_2(\text{г}) = 2\text{HBr}(\text{г})$ . Маълум вақтдан кейин водород билан бромнинг микдори 0,02 моль ва 0,03 моль болы. Агар пробиркага водород ва бромнинг ҳар биридан 0,01 мольдан қўшимча қўшса, реакциянинг тезлиги қандай ўзгаради?

*Жауабы:* 2 марта ортади.

• 2. Эритмада борадиган  $\text{FeCl}_3 + 3\text{KCNS} = \text{Fe}(\text{CNS})_3 + 3\text{KCl}$  реакциясидаги реагентларнинг концентрацияси сув билан 2 марта суюлтирилди. Реакция тезлиги қандай ўзгаради?

*Жавоби:* 16 марта камаяди.

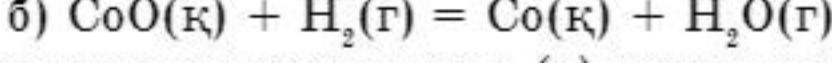
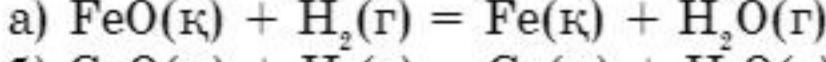
• 3. Оддий моддаларнинг иштирокида иккита реакция борди. Бир минутдан кейин биринчи реакция натижасида 6 г  $\text{H}_2\text{S}$ , иккинчи реакцияда — 20 г  $\text{HI}$  ҳосил бўлди. Берилган реакцияларнинг қайси бирининг тезлиги юқори?

*Жавоби:* биринчи реакция.

• 4. Мана бундай реакция берилган:  $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}_2(\text{г})$ . Реагентларнинг дастлабки концентрациялари:  $c(\text{NO}) = 0,8$  моль/л,  $c(\text{O}_2) = 0,6$  моль/л. Кислороднинг концентрациясини 0,9 моль/л-га, азот (II) оксидининг концентрацияси 1,2 моль/л-га орттирса, реакциянинг дастлабки тезлиги қанча марта ортади?

*Жавоби:* 3,4 марта ортади.

• 5. Сифими бир хил иккита пробиркада қуйидаги иккита реакция боради:



Бир хил вақт оралиғида (а) реакциясига 2,24 л (н.ш.), (б) реакциясига 2 г водород сарфланган бўлса, (а) реакциянинг тезлиги (б) реакциянинг тезлиги билан солиштирганда қандай ўзгаради?

*Жавоби:*  $v_a = 10$  марта кам.



- 6. А ва В моддалар орасидаги реакция мана бу тенглама бўйича боради:  $2A + B = 2C$ .

Дастлаб моддаларнинг концентрациялари  $c(A) = 0,3$  моль/л,  $c(B) = 0,5$  моль/л; тезлик константаси  $0,8 \text{ л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{мин})$  бўлди. Маълум вактдан кейин А модданинг концентрацияси 0,1 моль/л-га камайди. Реакциянинг дастлабки тезлигини ва сўнгги тезлигини топинг.

Жавоби: 0,036 моль/(л · мин); 0,0144 моль/(л · мин).

### 36-§. ҲАРОРАТНИНГ РЕАКЦИЯ ТЕЗЛИГИГА ТАЪСИРИ

Кўпгина реакциялар тезлиги ҳарорат кўтарилигандан ортади. Реакция тезлигининг ҳароратга боғлиқлиги Вант-Гофф қоидаси билан аниқланади. Қоидага мувофиқ ҳарорат ҳар  $10^\circ\text{C}$ -га кўтарилигандан реакция тезлиги 2–4 марта ортади. Бу боғлиқлик математик жиҳатда бундай ифодаланади:

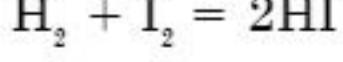
$$v_{T_2} = v_{T_1} \cdot \gamma^{(T_2 - T_1)/10},$$

бундаги  $v_{T_1}$  – ва  $v_{T_2}$  – мос ҳолда  $T_1$  ва  $T_2$  ҳароратларидаги тезлик,  $\gamma$  – кимёвий реакция тезлигининг ҳарорат коэффициенти, у таъсирлашувчи моддалар ҳарорати  $10^\circ\text{C}$ -га кўтарилигандан тезликнинг неча марта ортишини кўрсатади.

Ҳар бир реакция учун ҳарорат коэффициенти тажрибада аниқланади. Кейинги изланишлар Вант-Гофф қоидасининг ҳароратларнинг қисқа оралиғида бажарилишини кўрсатади. Жуда ҳам юқори ҳарорат ҳудудида реакция тезлигининг ҳароратга боғлиқлиги бу қоидага мувофиқ келмайди. Тезлик константасининг ҳароратга боғлиқлиги тушунчасини дастлаб швед олим Сванте Аррениус ўзининг фаол тўқнашувлар назариясида кўрсатган.

Олимнинг фикрича кимёвий реакцияга таъсирлашувчи моддаларнинг етарли энергияси бор фаол молекулаларигина қатнашади. Заррачаларнинг самарали тўқнашуви натижасида атомларнинг оралиқ гурӯҳи – фаол мажмуа ҳосил бўлади (55-расм).

Бу гурӯҳ жуда фаол ва жуда қисқа вакт мавжуддир ( $10^{-13}$  с), уни алоҳида ажратиб олиш мумкин эмас. Водород йодид синтезини мисол тариқасида кўриб чиқайлик:

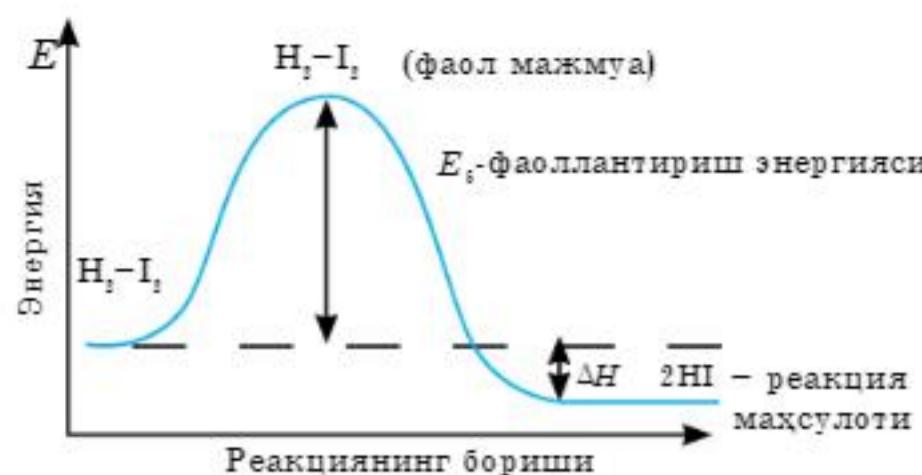


#### Бугунги дарсда:

- Кимёвий реакция тезлигига ҳароратнинг таъсирини кўриб чиқамиш;
- "Фаолланиш энергияси" тушунчасининг физик маъносини тушунамиз.

#### Таянч сўзлар

- Ҳароратнинг таъсири
- Вант-Гофф қоидаси
- Фаолланиш энергияси



**55-расем.** Водород билан йоднинг таъсиrlашуви давомида система энергиясининг ўзгариши

Агар водород билан йод молекулаларининг энергиялари етарли бўлса, актив мажмua  $H_2$  —  $I_2$  ҳосил бўлади. Ундан кейин бу заррача дастлабки ҳолатига келиши ёки водород йодиднинг икки молекуласига айланиши мумкин. Янги молекуланинг тузилиши энергия ( $\Delta H$ ) ажралиши билан бир вақтда содир бўлиши 55-расмда кўриниб турибди. Натижада экзотермик реакция амалга ошади. Ундей бўлса, фаоллаштириш энергияси — фаоллаштириш мажмуасининг ўртача энергияси билан дастлабки молекулаларнинг ўртача энергияларининг фарқига teng. Фаол эмас молекулаларни қўшимча энергия сарфлаш билан фаоллаштириш мумкин. Реакциянинг бориши учун керакли дастлабки моддаларнинг заррачаларини фаоллаштириш учун сарфланадиган энг оз миқдордаги энергия фаоллаштириш энергияси  $E_a$  (кЖ/моль) деб аталади. Фаоллаштириш энергиясининг катталиги таъсиrlашувчи моддаларнинг табиатига боғлиқ, у реакциянинг тезлигини аниқлайдиган асосий факторларнинг бири бўлиб ҳисобланади. Фаоллаштириш энергияси дастлабки моддалардаги кимёвий боғланишни кучсизлаштиришга ёки узишга сарфланади. Сабаби ҳар хил моддалардаги кимёвий боғланишнинг мустаҳкамлиги ҳар хил. Фаоллаштириш энергияси қанча кўп бўлса, реакция шунча секин боради ва аксинча, фаоллаштириш энергияси қанча кам бўлса, берилган ҳароратда жараён шунча тез боради. Реакция тезлигининг ҳароратга боғлиқлигини ўрганаётib, фаоллаштириш энергияси тажрибада аниқланади. Реакция тезлигининг ҳароратга боғлиқлигини аниқлайдиган Аррениус тенгламаси:

$$k = Ae^{-E_a/RT},$$

мундаги  $k$  — реакциянинг тезлик константаси;  $A$  — таъсиrlашадиган моддаларнинг табиатига боғлиқ пропорционаллик коэффициент (фаол заррачаларнинг тўқнашуви сони);  $e$  — натурал логарифмнинг асоси;  $R$  — универсал газ доимийси;  $T$  — абсолют ҳарорат. Фаол молекулалар сони Максвелл-Больцманнның тақсимот қонуни асосида мана бундай аниқланади:

$$N_E = N_0 \cdot \exp[-E/(RT)],$$

бундаги  $N_E$  — энергияси  $E$  бўлган молекула сони;  $N_0$  — ўрганилаётган системадаги барча молекула сони;  $T$  — ҳарорат;  $R$  — универсал газ



доимиійси. Шу билан тезликнинг ҳароратга тажрибада аникланган боғлиқлиги молекулаларнинг энергияси бүйіча ажралиш қонуни билан далилланган. Юқорида айтилғанлардан чиқарған холосамиз, кимёвий реакциянинг бориши учун: 1) таъсирлашувчи модда молекулалари түкнашуви; 2) молекулаларнинг етарлы фаоллаштириш энергиясининг бўлиши; 3) молекулалар бир-бири билан тезда таъсирлашиши учун улар самарали йўналишда бўлиши керак.

### Биласизми?

Кўпгина реакциялар амалда бормайди, улар юқори фаоллаштириш энергияси ни талаб этади. Агар барча реакциялар энергетик тўсқинликсиз борадиган бўлса, унда ҳаводаги кислород ёнишга ёки оксидланишга мойил барча моддалар билан таъсирлашган бўлар эди. Бунинг натижасидан барча органик моддалар  $\text{CO}_2$  ва  $\text{H}_2\text{O}$  сўнгги маҳсулотларигача оксидланган бўлар эди. Шунинг учун биз реакцияларнинг юқори тезлик билан боришига ҳалал берадиган фаоллаштириш энергияси туфайли ҳаёт кечирамиз.



Кимёвий реакциянинг тезлигининг ҳароратга боғлиқлиги Вант-Гофф қоидаси билан аникланади. Қоидага биноан ҳароратни ҳар  $10^\circ\text{C}$ -га кўтартганда реакция тезлиги 2—4 марта ортади. Кимёвий реакцияга таъсирлашадиган моддаларнинг етарли энергияси бор фаол молекулаларигина иштирок этади. Фаол эмас молекулаларни қўшимча энергия сарфлаш туфайли фаоллаштириш мумкин. Реакциянинг боришига керакли дастлабки моддаларнинг молекулаларини фаоллантириш учун сарфланадиган энгоз микдордаги энергия фаоллантириш энергияси  $E_b$  (кЖ/моль) деб аталади. У реакциянинг тезлигини аниқлайдиган асосий фактор ҳисобланади: фаоллаштириш энергияси юқори бўлса, реакция секин боради, фаоллаштириш энергияси кам бўлса, берилган ҳароратда жараён тез боради.



1. Ҳароратнинг ортиши реакция тезлигига қандай таъсир этади? Тушунтириңг.
2. Вант-Гофф қоидасини таърифланг.
3. Фаоллаштириш энергияси дегани нима ва у кимёвий реакциянинг тезлигига қандай таъсир этади?
4. Экзотермик реакция билан эндотермик реакциянинг қайси бирининг фаоллаштириш энергияси юқори?
5. Водород пероксидини қаерда саклаган маъқул:
  - а)  $25^\circ\text{C}$  хонада ёки музлатгичда ( $5^\circ\text{C}$ ); б) ёруғ ёки қоронғу жойда? Ўз фикрингизни тегишли реакциянинг тезлиги билан боғланг.
6. Озиқ-овкат маҳсулотлари билан дориларни сақлаш учун музлатгичларнинг фойдаланишини кимёвий жиҳатдан тушунтириңг.
7. Ўқувчи темир доначалари билан сульфат кислота орасидаги реакцияни берилган асбода ўрганди.  
Реакция тезлигини ўрганишга мослашган бу асбоб қандай ишлшини тушунтириңг:
  - 1) агар темирнинг кукунидан фойдаланилса, реакция тезлиги қандай ўзгаришини тушунтириңг;



2) реакция тезлигига ҳароратнинг таъсири қандай? Ҳар бир тажрибада ўкувчи риоя қилиши керак бўлган учта қоидани айтинг.

- 1. Реакциянинг ҳароратини  $30^{\circ}\text{C}$ -га кўттарганда унинг тезлиги 64 марта ортади. Реакциянинг ҳарорат коэффициентини ҳисобланг.

Жавоби:  $\gamma = 4$ .

- 2. Реакциянинг ҳароратини  $50^{\circ}\text{C}$ -га кўттарганда унинг тезлиги 1024 марта ортади. Реакциянинг ҳарорат коэффициентини ҳисобланг.

Жавоби:  $\gamma = 4$ .

- 3. Реакция  $80^{\circ}\text{C}$  ҳароратда 18 минутда тугайди. Ушбу реакцияни а)  $110^{\circ}\text{C}$ ; б)  $60^{\circ}\text{C}$  ҳароратда олиб борилса, у қанча вақтда тугайди? Реакциянинг ҳарорат коэффициенти  $\gamma = 3$ .

Жавоби: а) 40 с; б) 162 мин.

## 37-§. КАТАЛИЗ

### Бугунги дарсда:

- Катализаторларнинг реакция тезлигига таъсирини кўриб чиқамиз.

### Таянч сўзлар

- Катализаторлар
- Катализ
- Гомоген катализ
- Гетероген катализ
- Ингибиторлар
- Каталитик заҳарлар

Кимёвий реакция тезлигига таъсир этувчи муҳим фактор — катализатор.

**Кимёвий реакцияни тезлаштирадиган, бироқ реакция натижасида сарфланмай қоладиган моддалар катализаторлар деб аталади.**

**Катализатор иштирокида борадиган реакциялар катализитик реакциялар деб аталади.**

Саноатда амалга ошадиган кимёвий реакцияларнинг таҳминан 90% -га яқини катализитик реакцияларга киради.

Катализаторлар *гомоген*, *гетероген* бўлиб иккига бўлинади.

Кимёвий реакциянинг тезлигига катализаторнинг таъсири катализ деб аталади.

Катализ гомоген ва гетероген бўлади. **Таъсирлашувчи моддалар билан катализатор бир хил агрегат ҳолатда бўладиган катализ гомоген катализ деб аталади.** Типик гомоген катализаторларга кислоталар билан асослар киради.

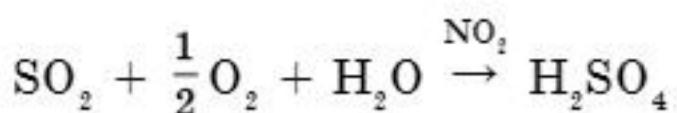
**Таъсирлашувчи моддалар билан катализатор ҳар хил агрегат ҳолатда бўладиган катализ гетероген катализ деб аталадб.** Гетероген катализаторларга металлар, уларнинг оксидлари ва б. киради.

### Биласизми?

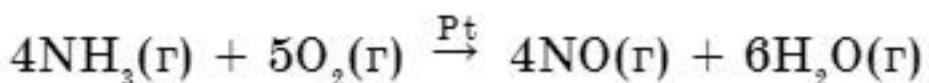
Кўпгина биокимёвий реакциялар учун ҳарорат коэффициенти 1,5—3,0 оралигида бўлади. Агар инсон бетоблашиб қолганда танасининг ҳарорати  $36,5^{\circ}\text{C}$ -тан  $39,5^{\circ}\text{C}$ -гача кўтарилилса, организмдаги биокимёвий жараёнларнинг тезлиги 1,13—1,39 марта, яъни 13—39% -га ортади.



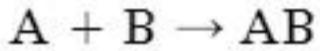
Гомоген катализга мисол сифатида олtingугурт (IV) оксидининг  $\text{SO}_2$ , олtingугурт (VI) оксидига  $\text{SO}_3$ , азот  $\text{NO}_2$  иштирокида оксидланишини күриб чиқишимиз мумкин. Реакция натижасида олtingугурт (VI) оксидидан сульфат кислота олинади (сульфат кислота олишнинг нитроз усули):



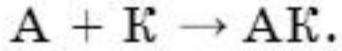
Гетероген катализга мисол сифатида аммиакнинг Pt катализатори иштирокида оксидланишини келтириш мумкин:



Катализаторларнинг таъсир этиш механизми жуда мураккаб. Гомоген катализнинг механизмини тушуниш учун оралиқ бирикма назарияси таклиф этилган. Бу назариянинг маъноси мана бундай, агар секин борадиган:



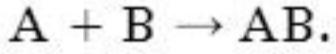
реакцияси K катализаторининг иштирокида борса, унда катализатор дастлабки моддаларнинг бири билан реакцияга киришиб, бекарор оралиқ бирикма ҳосил бўлади:



Бундан кейин, AK оралиқ бирикмаси реагентларнинг бошқаси билан таъсирлашади, бу вактда катализатор бўшаб чиқади:



Икки жараённи бириктириб, дастлабки тенгламани келтириб чиқарамиз:



Шундай қилиб, катализатор таъсирлашувчи заррачаларни бир-бири билан самарали тўқнашуви учун муҳим бўлган энергия билан таъминлайди, яъни катализатор реакциянинг фаоллаштириш энергиясини пасайтиради, дастлабки моддаларнинг заррачалари орасидаги кимёвий боғланишнинг узилишига ва янги боғланишларнинг ҳосил бўлишига муҳим бўлган “йўлни кўрсатиб” беради. Катализ табиатда кенг тарқалган, у тирик организмларнинг ҳаётида муҳим аҳамиятга эга. Айтиб ўтсак, бизнинг организмимиздаги углевородли бирикмалар ҳаво таркибидаги кислороднинг таъсиридан узлуксиз оксидланиб, сув билан карбонат ангидрид газига айланиб туради. Биокимёвий процесларнинг деярли барчаси биологик оқсилли катализаторларнинг иштирокида боради. Биокатализаторлар — таркиби оқсиллардан ташкил топган ферментлардир. Ферментларнинг таъсиридан қуи ҳароратда тирик организмларда кўпчилик мураккаб кимёвий реакциялар юкори



тезлик билан боради. Ферментларнинг ўзгача хоссалари мавжуд, уларнинг ҳар бири керак вақтда, керак жойда чиқиши 100%-га яқин “ўз” реакциясини тезлатади. Ферментларга ўхшаган сунъий катализатор ихтиро қилиш — кимёгарларнинг энг катта армонидир. Кимёвий саноатда меңнат унумдорлигини орттириб, маҳсулот баҳосини туширишда катализаторлар муҳим аҳамиятга эга. Катализатор системанинг дастлабки ҳолатдан сўнгги ҳолатга ўтишини таъминлайди. Катализатор билан бирга кимёвий реакцияни секинлаштирадиган моддалар бўлади. **Кимёвий реакциянинг тезлигини секинлаштирадиган моддалар ингибиторлар** (ингибиторлар, лат. *inhibere* — кечиктирувчи, секинлаштириш) деб аталади. Металларнинг емирилишини олдини олишда ингибиторлар ўзгача аҳамиятга эга.

### Биласизми?

Ферментлар реакцияни ўнлаб, юзлаб ҳатто миллион марта тезлаштиради! Ферментнинг бир молекуласи бир минутда дастлабки модданинг 36 000 000 молекуласи билан таъсирилашиши мумкин. Ферментларнинг камчилиги — факт ҳужайра ичидан ҳаёт кечиради, унинг сиртида бир неча минутдан кейин бузилишни бошлайди; юқори ҳароратда денатурацияланади, ҳар бир ферментнинг ўзининг мослашган ҳаёт кечириш муҳити бўлади.

Улар фаол заррачалар билан жуда юқори тезликда таъсирилашиб, фаоллиги кам бўлган бирикмалар ҳосил қиласди. Натижада реакция тезлиги дарҳол пасаяди ва у тўхтаб қолади. Кераксиз жараёнларни тўхтатиш учун моддаларга ингибиторлар тез-тез қўшилади. Ингибиторлар тирик организмларда учрайди, улар ҳужайра ядроларидаги радиоактив нурланишдан фаоллашган ҳар хил заарли оксидланиш реакцияларини тўхтатади.

**Катализтик заҳарлар** — катализаторни “заҳарловчи”, яъни унинг фаоллигини пасайтирадиган ёки катализтик таъсирини умуман тўхтатиб қўядиган моддалар. Заҳарланишнинг асосий сабабини катализтик заҳарнинг катализатор устида адсорбцияланиши билан тушунириш мумкин. Кенг тарқалган катализтик заҳарларга  $H_2O$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $N$ ,  $P$ ,  $As$ ,  $Sb$  ва б. киради.



Кимёвий реакциянинг тезлиги катализаторнинг иштирокига боғлиқ. Кимёвий реакцияни тезлаштирадиган, бироқ реакция натижасида сарфланмай қоладиган моддалар катализаторлар деб аталади. Катализатор иштирокида борадиган реакциялар катализтик реакциялар деб аталади. Таъсирилашувчи моддалар билан катализатор бир хил агрегат ҳолатда бўладиган катализ гомоген катализ деб аталади. Таъсирилашувчи моддалар билан катализатор ҳар хил агрегат ҳолатда бўладиган катализ гетероген катализ деб аталади.



## Дмитрий Владимирович Сокольский (1910—1987)



Қозғистонлик химик, академик, Социалистик Мәжнен қаҳрамони. Илмий ишлари органик тирикмаларнинг катализли гидролизи ва дегидролизи жараёнларини ўрганиш ва уларнинг назариясига бағишиланган. Мойлар, углеводлар, алкинлар, азот бирикмаларини гидрогенлаш реакцияларининг ва ички ёнув двигателларидаги газларнинг түлиқ ёндириш жараёнларининг катализаторларини топган.

Кимёвий реакциянинг тезлигини секинлаштирадиган моддалар ингибиторлар деб аталади.

### ◆ Катализ билан нефть кимёсининг Қозғистондаги ривожланиш Ҳолати

Академик Д.В. Сокольский шакллантирган катализнинг Қозғистонлик мактаби бугунги кунда Д.В. Сокольский номидаги Органик катализ ва электрокимё институти асосида (ОКЭИ) ва Ал-Фараби номидаги Қазоқ миллий университетининг кимё факультетида муваффакиятли меңнат қылмоқда. Катализ ва нефть кимёси муаммоси билан бу институтлардан бошқа А.Б. Бектуров номидаги кимё фанлари институти, Қ.И. Сатбаев номидаги миллий техника университетининг нефть ва газ институти, ҚР миллий мұхандислик академияси, ҚР Органик синтез ва күмир кимёси институти, Қазоқ “КазМунайГаз” МК Нефть ва газ институти, Атирау МК Нефть ва газ институти, Минерал ҳом-ашёни комплекс қайта ишлаш миллий маркази шуғулланади.

Д.В. Сокольский номидаги ОКЭИ асосий йұналиши нефтни қайта ишлаш жараёнлары учун мұхым юқори самарали катализаторлар тайёрлаш. Ал-Форобий номидаги Қазоқ миллий университети катализ ва нефть кимёси муаммолари билан, Қозғистоннинг минерал ҳом ашёси асосида нефтнинг оғир фракцияларини крекинглаш учун катализатор тайёрлаш ва уни саонтга киритиш билан шуғулланади.

А.Б. Бектуров номидаги Кимё фанлари институтида нефтнинг оғир қолдиклари, нефтнинг йўлдош газлари билан ажralадиган газларни қайта ишлаш жараёнларига мұхим бўлган катализаторлар олиш муаммолари ўрганилади.

ҚР Органик синтез ва күмир кимёси институти күмирни гидрогенлаш катализаторлари билан технологияларини яратади, ҳар хил функционал гурухлари бор углеводородларнинг электрокаталитик қайтарилишини амалга ошириш билан машғул. Қозғистонда катализ билан нефть кимёсининг яқын кунларда ривожланиш келажаги “Кимётехнологик фан соҳасидаги фаннинг ривожланишининг салмоқли йұналиши билан” аниқланади.



1. Катализатор дегани нима? Нима учун катализаторлар реакция тезлигини оширади? Каталитик реакцияларга мисол келтиринг.
2. Гомоген катализ, гетероген катализ дегани нима? Мисоллар келтиринг.
3. Лабораторияда кислородни: а) бертолле тузидан; б) водород пероксидидан  $MnO_2$  катализатор иштироқида олинади. Айтиб ўтилган реакциялар катализнинг қайси турига киради? Тушунтириинг.
4. Куруқ хлор темирга таъсир этмайди, шунинг учун у темир баллонда сақталади. Намланган хлор темирни емиради. Бундаги сувнинг таъсири қандай? Тушунтириинг.
5. Ингибиторлар дегани нима? Улар нима учун керак?
6. Биокатализаторлар дегани нима? Уларнинг ақамиятини тушунтириинг.
7. Каталитик заҳар дегани нима?



- 1. Дарслар бошланишига бир ой қолғанда лаборант концентрацияси 0,3 моль/л водород пероксидининг эритмасини тайёрлади. 1 сентябрда тажрибага тайёрланган үкитувчи водород пероксидининг концентрацияси икки марта камайғанлигини сезди. Водород пероксидининг ажралыш реакциясининг тезлигини ҳисобланг.  
Жавоби:  $5 \cdot 10^{-3}$  моль/сутка.
- 2. Қиздирилганды водород пероксида кислород ҳосил қилип парчаланади:  

$$2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$$
 водород пероксидининг дастлабки концентрацияси  $C(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,156$  моль/л, 2,5 соатда унинг ярми парчаланади. Реакция тезлигини ҳисобланг. Водород пероксидининг 1 л эритмаси парчаланганда қанча литр (н.ш.) кислород ҳосил бўлади?  
Жавоби:  $5,2 \cdot 10^{-4}$  моль/л·мин; 0,82 л  $\text{O}_2$ .



### Реакция тезлигини ўрганиш

Стаканларга хом картошка билан пишган картошканинг бўлакларини солиб, устига водород пероксидини қўшинг. Пишган картошкага қараганда, хом картошка билан реакция тезроқ боради. Сабаби хом картошкада фермент ўзгармаган. Бу реакцияни хом ва пишган гўшт билан ҳам олиб бориши мумкин.



#### Кўп фойдаланиладиган катализаторлар

1. Платина
2. Никель
3. Палладий
4. Темир
5. Ванадий (V) оксида
6. Вольфрам (VI) оксида
7. Молибден (VI) оксида
8. Хром (III) оксида
9. Рух оксида
10. Кобальт

## 38-§. ВАНТ-ГОФФ ҚОИДАСИ БЎЙИЧА МАСАЛАЛАР

**1-масала.** Берилган реакция  $50^\circ\text{C}$ -да 18 мин-да,  $30^\circ\text{C}$  ҳароратда 2 мин-да тугайди. Шу реакциянинг Вант-Гоффи коэффициентини (ҳарорат) аниқланг ва  $80^\circ\text{C}$  ҳароратда реакциянинг боришига қанча вақт керак бўлади?

*Ечими:*

Аввал ҳароратни  $30^\circ\text{C}$ -дан  $50^\circ\text{C}$ -га кўтарилилганда реакция неча марта тезроқ боришини аниқлаймиз:

$$\frac{18 \text{ мин}}{2 \text{ мин}} = 9.$$



Шундай қилиб система ҳароратини  $20^{\circ}\text{C}$ -га орттирганда реакция тезлиги 9 марта ортади.

Вант-Гофф тенгламасига күра тезликлар нисбати:  $\frac{v}{v_0} = \gamma^{\frac{\Delta t}{10}}$ ; тегишли катталикларни тенгламадаги үрнига қўйиб ҳисоблаймиз:

$$\gamma^{\frac{50-30}{10}} = 9;$$

$$\gamma^2 = 9; \quad \gamma = \pm 3.$$

Физик мазмуни бўлмаганлиги учун  $\gamma = -3$  катталигини ҳисобга олмаймиз. Унда ҳарорат коэффициенти 3-га тенг бўлади.

Системанинг  $20^{\circ}\text{C}$ -даги ҳолатини назарда тутиб,  $80^{\circ}\text{C}$  ҳароратда реакция тезлигининг неча марта ортишини ҳисоблаймиз:

$$\frac{v}{v_0} = 3^{\frac{80-20}{10}} = 3^6 = 729.$$

Яъни берилган реакция ҳароратни  $20^{\circ}\text{C}$ -дан  $80^{\circ}\text{C}$ -гача кўтарганда 729 марта тез боради. Агар реакция  $20^{\circ}\text{C}$ -да 18 мин борса, демак  $80^{\circ}\text{C}$ -да унинг боришига 729 марта кам вақт керак бўлади. 18 мин секундга ўтказиб (1080 с), реакциянинг  $80^{\circ}\text{C}$ -да қанча вақт боришини ҳисоблаймиз:

$$\frac{1080}{729} \approx 1,5 \text{ с.}$$

*Жавоби:*  $\gamma = 3$ ; реакция  $80^{\circ}\text{C}$ -да 1,5 секундда тугайди.

**2-масала.**  $36^{\circ}\text{C}$ -да пенициллиннинг парчаланишини тезлик константаси  $6 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ ,  $41^{\circ}\text{C}$ -да эса  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$  тенг. Реакция тезлигининг ҳарорат коэффициентини аниқланг.

*Ечими:* Тезликнинг ҳарорат коэффициентини Вант-Гофф қоидаси бўйича ҳисоблаймиз:

$$k_2 = k_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}.$$

Катталикларни үрнига қўямиз:

$$\gamma^{\frac{41-36}{10}} = \frac{k_2}{k_1}; \quad \gamma^{0,5} = \frac{1,2 \cdot 10^{-5}}{0,6 \cdot 10^{-6}} = 2.$$

Демак,  $\gamma = 4$ .

*Жавоби:*  $\gamma = 4$ .



- 1. Ҳарорат  $10^{\circ}\text{C}$ га кўтарилиганда реакция тезлиги икки марта ортади.  $20^{\circ}\text{C}$ да бу реакциянинг тезлиги 0,04 моль/л·мин.  $50^{\circ}\text{C}$ -та және  $0^{\circ}\text{C}$ -да реакциянинг тезлиги қандай бўлади?

*Жавоби:*  $V_{50} = 0,32$  моль/л·мин,  $V_0 = 0,01$  моль/л·мин.

- 2. Реакциянинг ҳарорат коэффициенти  $\gamma = 3$ . Реакциянинг тезлиги 81 марта ортиши учун ҳароратни неча градусга кўтариш керак?

*Жавоби:*  $40^{\circ}\text{C}$ .



- 3. 60°C-да реакция 270 с-да тугайди. Агар реакция тезлигининг ҳарорат коэффициенти  $\gamma = 3$  бўлса, 80°C-да бу реакциянинг боришига қанча вақт керак?  
Жавоби: 30 с.
- 4.  $2N_2O + O_2 = 4NO$  реакция борадиган системада азот (I) оксидининг концентрацияси 0,25 моль/л дан 0,45 моль/л га, кислороднинг концентрацияси эса 0,6 моль/л дан 0,2 моль/л гача ўзгаради. Реакция тезлиги ортадими ёки камаядими?  
Жавоби: 1,08 марта ортади.
- 5. Бир хил ҳажмда, бир хил вақтда реакция натижасида 12,15 г водород бромид, худди шундай ҳолатда иккинчи реакция натижасида 12,8 г водород йодид ҳосил бўлди. Қайси реакциянинг тезлиги юқори?
- 6. Автомобилларнинг резинаси 20°C ҳароратда 5 йил сақланади. 10°Cда эса у қанча йил сақланади?  
Жавоби: 40 ж.
- 7. Ҳароратни ҳар 10°C га кўтарганда реакция тезлиги икки марта ортади. Реакциянинг ҳароратини 100°C дан 200°C га кўтарганда реакциянинг тезлиги неча марта ортади?



## №2-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### Кимёвий реакция тезлигига ҳар хил катализаторлар таъсириининг самаралилигини ўрганиш

**Реактивлар:** мис (II) сульфатининг, аммоний гидроксидининг, водород пероксидининг 10%-ли эритмалари.

**Кимёвий идишлар ва асбоб-ускуналар:** 250 мл-ли ва 100 мл-ли, 25 мл-ли ўлчов цилиндрлари.

#### Ишнинг бориши

**Тажриба.** Ҳажми 250 мл уч цилиндр олиб, уларнинг биринчисига мис (II) сульфатининг 50 мл эритмасини, иккинчисига аммоний гидроксидининг 50 мл эритмасини, учинчисига мис (II) сульфати билан аммоний гидроксидининг эритмаларининг ҳар биридан 25 мл-дан қуинг. Уч цилиндрдага ҳам водород пероксидининг 10 мл-ини қўшинг. Уч цилиндрдаги кислороднинг ажралиш тезлигига эътибор бериб, тегишли хулоса чиқаринг. Реакция тенгламаларини ёзинг.

## №2-АМАЛИЙ ИШ

### Кимёвий реакция тезлигига ҳар хил факторларнинг таъсириини ўрганиш

**Реактивлар:** магний, темир, рух металларининг тугунчалари; темир кукуни; хлорид кислотанинг 5%, 10%-ли эритмалари; сульфат кислотасининг эритмаси; водород пероксида; марганец (IV) оксида.

**Кимёвий идишлар ва асбоб-ускуналар:** пробиркалар, томизгич (пипетка), спирт лампаси, пробиркалар учун штатив.

**Хавфсизлик техникаси.** Қиздирувчи асбоблар билан, кислоталар билан ишлаш қоидаларига риоя қилиш.

#### 1-тажриба. Таъсирлашувчи моддалар табиатининг таъсири

Иккита пробиркага 2 мл-дан хлорид кислотанинг эритмасини қуйиб, бирига хлорид кислота эритмасини қуйиб, бирига магний, иккинчисига темир доначаларини солинг. Қайси реакция тезроқ боради? Хулоса чиқаринг.

#### 2-тажриба. Таъсирлашувчи моддалар табиатининг таъсири.

Иккита пробиркага бир хил микдорда рух тугунчаларини солиб, биринчи пробиркага 1 мл 5%-ли, иккинчи пробиркага 1 мл 10%-ли хлорид кислотанинг эритмаларини қуинг. Қайси пробиркада водороднинг ажралиши шиддатли боради? Нима учун? Хулоса чиқаринг.

#### 3-тажриба. Реагентлар юзасининг таъсири

Бир пробиркага темир доначалари, иккинчи пробиркага эса темир кукунини солиб, иккаласига ҳам концентрацияси бир хил хлорид кислота эритмасидан 2 мл қўшинг. Қайси пробиркада реакция тезроқ боришига эътибор бериб кузатинг. Нима учун? Хулоса чиқаринг.



#### 4-тажриба. Ҳароратнинг таъсири

Иккита пробиркага 2 мл-дан сульфат кислотанинг эритмасини қўйинг. Уларнинг ҳар бирига алюминий ёки рухнинг бир доначасини солинг. Пробиркаларнинг бирини қиздиринг. Водород кўпикчаларининг ажралиш тезлигига қараб, хулоса чиқаринг.

#### 5-тажриба. Катализаторнинг таъсири

Пробиркага 1 мл водород пероксидини қўйиб, унга чала ёнган шамни яқинлаштиринг. Нимани сездингиз? Водород пероксидига марганец (IV) оксидининг бир неча кристалини қўшиб, чала ёнган шамни қайта яқинлаштиринг. Нимани сездингиз? Марганец (IV) оксидининг аҳамияти қандай?

Кимёвий реакция тезлигига ҳар хил факторларнинг таъсири ҳақида хулоса чиқариб, тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.

## КИМЁВИЙ МУВОЗАНАТ

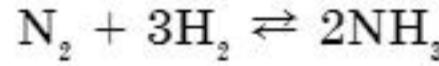


### 39-§. КИМЁВИЙ МУВОЗАНАТ. МУВОЗАНАТ КОНСТАНТАСИ

Кимёвий реакциялар йұналишига қараб қайтар-қайтмас реакциялар бўлиб бўлинади. Кўпгина кимёвий реакциялар қайтар, яъни бир пайтда тўғри ва тескари йўналишда боради.

Берилган ҳароратда бир пайтда маҳсулот ҳосил бўлиши томонига ҳам, дастлабки модда ҳосил бўлиш томонига ҳам, яъни қарама-қарши йўналишда борадиган **кимёвий реакция қайтар** реакция деб аталади. Бундай реакцияларнинг тенгламасини ёзган вақтда тенглик белгиси қарама-қарши стрелка билан ( $\rightleftharpoons$ ) алмаштирилади.

Қайтар реакцияга мисол тариқасида аммиак синтезини кўрсак бўлади:



Чапдан ўнгга қараб борадиган реакция тўғри деб, ўнгдан чапга қараб борадиган реакция тескари **реакция** деб аталади.

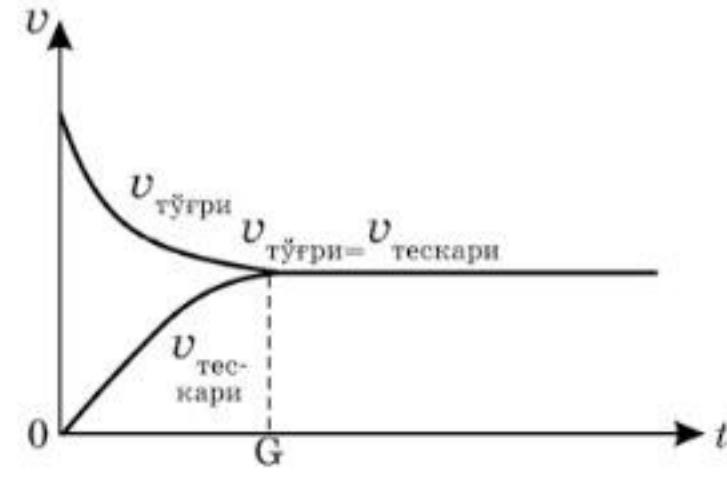
Агар қайтар реакцияни ёпиқ системада борадиган бўлса, бироз вақтдан кейин системада кимёвий мувозанат ҳолатига келади, яъни барча таъсирлашувчи моддаларнинг концентрациялари вақт ичидаги ўзгармай қолади. 56-расмда вақт ўтиши билан тўғри ва тескари йўналишда борадиган реакцияларнинг тезлигининг ўзгариши кўрсатилган. Аввал, дастлабки моддаларнинг аралаштирганда, тўғри йўналишдаги реакциянинг тезлиги юқори бўлади, тескари реакция тезлиги нолга teng бўлади. Реакциянинг боришида дастлабки моддалар сарфланади ва уларнинг концентрациялари камаяди. Мана шунинг натижасида, тўғри йўналишдаги реакция тезлиги камаяди. Реакция маҳсулотлари пайдо бўла бошлайди ва уларнинг концентрациялари ортади. Бунинг натижасида, тескари реакция

#### Бугунги дарсда:

- кимёвий мувозанат тушунчаси билан танишамиз.

#### Таянч сўзлар

- Қайтар реакциялар
- Кимёвий мувозанат
- Мувозанат константаси



56-расм.  $t$  вақт ичидаги тўғри ва тескари реакция тезликларининг ўзгариши



бошланади ва унинг тезлиги аста-секин орта бошлайди. Түғри ва тескари йұналишдаги реакцияларнинг тезликлари бир хил бўлганда кимёвий мувозанат ўрин олади. Кимёвий мувозанат пайтида вакт бирлигига реакция маҳсулотининг қанча молекуласи ҳосил бўлса, шунча молекуласи дастлабки моддага парчаланади. Түғри ва тескари йұналишдаги реакциялар тўхтаб қолмай боришда давом этади, шунинг учун мувозанат динамик деб аталади

**Түғри ва тескари йұналишдаги реакциялар тезликлари тенглашган система ҳолати кимёвий мувозанат деб аталади.**

Ҳарорат ва босим ўзгармас бўлганда системанинг мувозанат ҳолати узок вакт сақланади. Қайтар реакциянинг мувозанат ҳолати мувозанат константаси билан тавсифланади. Масалан, умумий ҳолатда ёзилган қайтар кимёвий реакция учун таъсирлашувчи массалар қонунига биноан түғри ва тескари тезлиги мос ҳолда:



$$v_1 = K_1[A]^a[B]^b;$$

$$v_2 = K_2[C]^c[D]^d.$$

Мувозанат ҳолатида дастлабки моддалар билан маҳсулотнинг концентрациялари мувозанат концентрацияси деб аталиб, улар катта қавслар ичига  $[A]$ ,  $[B]$ ,  $[C]$ ,  $[D]$  ёзилади. Кимёвий мувозанат ҳолати  $v_1 = v_2$ , яъни

$$K_1 \cdot [A]^a[B]^b = K_2 \cdot [C]^c[D]^d,$$

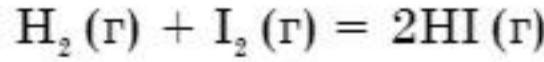
бундан

$$K_{T-T} = \frac{K_2}{K_1} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b},$$

бундаги  $K_{T-T}$  — мувозанат константаси.

Берилган тенглама — таъсирлашувчи массалар қонунининг кимёвий мувозанат учун математик ифодаси.

Водород йодид синтезининг реакциясига мувозанат константасининг ифодасини ёзайлик:



$$v_1 = K_1[H_2][I_2];$$

$$v_2 = K_2[HI]^2;$$

$$K_1[H_2][I_2] = K_2[HI]^2;$$

$$K_{T-T} = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}.$$

Гетероген реакцияларда мувозанат константаларининг тенгламасига газ ёки суюқ фазадаги моддаларнинг концентрациялари киради. Масалан, мана бу реакция учун:



мувозанат константаси мана бундай ифодаланади:



$$K_{t-t} = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]}.$$

Мувозанат константасининг сон қиймати реакция маҳсулотларининг чиқишини таърифлайди. Константа қиймати қанча кўп бўлса, дастлабки моддалар (A ва B) реакция маҳсулотларига (C ва D) шунча тўлиқ айланади, яъни реакция маҳсулоти кўп миқдорда ҳосил бўлади ( $K_{t-t} > 1$ ).

$K_{t-t} < 1$  дастлабки моддаларнинг миқдори кўп, яъни маҳсулот чиқиши кам.



Кўргина кимёвий реакциялар қайтар бўлади, яғни бир вақтда тўғри ва тескари йўналишда боради. Берилган ҳароратда бир вақтда маҳсулот ҳосил бўлиш томонига ҳам, дастлабки модда ҳосил бўлиш томонига ҳам, яъни қарама-қарши йўналишда борадиган кимёвий реакция қайтар реакция деб аталади. Тўғри ва тескари йўналишдаги реакцияларнинг тезликлари tengлашган система ҳолати кимёвий мувозанат деб аталади. Кимёвий мувозанат пайтида вақт бирлигига реакция маҳсулотининг қанча молекуласи ҳосил бўса, шунча молекуласи дастлабки моддага айланади. Қайтар реакциянинг мувозанат ҳолати мувозанат константаси билан ифодаланади. Мувозанат константасининг сон қиймати реакция маҳсулотининг чиқиши билан ифодаланади.



1. Қандай реакциялар: а) қайтар; б) қайтмас деб аталади? Мисол келтиринг.
2. Кимёвий мувозанат дегани нима?
3. Кимёвий мувозанатнинг динамик деб аталишининг сабаби нимада?
4. Мувозанат константаси дегани нима?
5. Мувозанат константасининг сон қиймати нимани ифодалайди?
6. Берилган қайтар реакцияларнинг мувозанат константасининг ифодасини ёзинг:
  - 1)  $\text{H}_2(\text{г}) + \text{Br}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{HBr}(\text{г})$
  - 2)  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6(\text{г})$
  - 3)  $3\text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{O}_3(\text{г})$
  - 4)  $\text{C}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г})$

## 40-§. КИМЁВИЙ МУВОЗАНАТГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ ОМИЛЛАР

Барқарор ҳолатда кимёвий мувозанат узоқ вақт сақланиб туриши мумкин. Лекин ҳарорат, босим ёки реагентларнинг концентрациялари ўзгарганда, мувозанат реакциянинг йўналиши томон ёки унга қарама-қарши йўналишга “силжиши” мумкин. Мувозанатнинг силжишини 1885 йили француз олимни Ле Шателье таърифлади ва 1887 йили немис олимни Ф. Браун назарий турда асослади: агар кимёвий мувозанатдаги реакциянинг бориш ҳолатларини (ҳароратни, концентрацияни ёки босимни) ўзgartирсак, мувозанат шу ташқи таъсирни қучсизлантирадиган йўналишга қараб силжийди.



## Бугунги дарсда:

- кимёвий мувозанат силжишига таъсир әгувчи омилларни қараймиз;
- Ле Шателье-Браун принципи бўйича мувозанат силжиши аниқлашни ўрганамиз.

## Таянч сўзлар

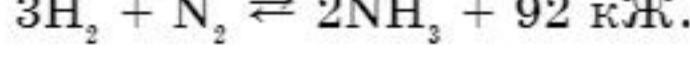
- Ле Шателье-Браун принципи
- Концентрация ўзгаришининг таъсири
- Босим ўзгаришининг таъсири
- Ҳарорат ўзгаришининг таъсири
- Катализаторнинг таъсири

ча, босимни камайтирса чапга, аммиакнинг парчаланиши йўналиши томон силжийди.

Демак, босимни ортирган пайтда мувозанат ҳажми кам моддалар ҳосил бўлиши йўналиши томон, аксинча босимни камайтирганда ҳажм ортадиган йўналиш томонга силжийди.

**Ҳарорат ўзгаришининг таъсири.** Ҳароратни кўтарган пайтда ҳар хил даражада тўғри реакциянинг ҳам, тескари реакциянинг ҳам тезликлари ортади. Эндотермик жараён экзотермик жараёнга қараганда тезроқ боради. Температура пасайтирилса икки йўналишдаги реакциядан экзотермик реакция тезроқ боради.

Шунинг учун экзотермик реакциянинг мувозанати ҳароратни кўтарганда дастлабки моддалар ҳосил бўлиши томонга силжийди, эндотермик реакциянинг мувозанати маҳсулот ҳосил бўлиши томонга қараб силжийди. Аммиак синтезини кузатадиган бўлсак:



Реакция тенгламасидан кузатганимиздек, аммиак ҳосил бўлиш жараёни — экзотермик, аммиакнинг парчаланиш реакцияси — эндотермик. Ҳароратни кўтарганда бу реакциянинг мувозанати чапга, дастлабки моддалар ҳосил бўлиши томонга силжийди. Аксинча, ҳароратнинг пасайишида мувозанат ўнг томонга, яъни аммиак ҳосил бўлиши томонга қараб силжийди.

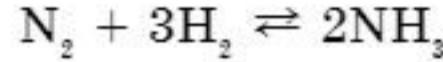
Шу билан ҳароратни кўтариш мувозанатни эндотермик, пасайтириш экзотермик реакциялар йўналиши томон силжитади.

Бу таъсирларни ўзгартириб, системани бир мувозанат ҳолатдан бошқа, янги шароит билан тавсифланадиган бошқа ҳолатга ўтказиш мумкин.

Ле Шателье-Браун принципини ҳар хил таъсирларга фойдаланиб кўрайлик.

**Концентрация ўзгаришининг таъсири.** Мувозанат ҳолатдаги реакцияда таъсирлашувчи моддаларнинг бирининг концентрациясини ортирадиган бўлсак, мувозанат шу модда сарфланадиган йўналишга қараб силжийди.

Масалан, аммиак синтезида азотнинг концентрациясини ортирадиган бўлса, мувозанат азотнинг сарфланиш йўналишида ўнгга қараб, яъни аммиак ҳосил бўлиш йўналиши томон силжийди:



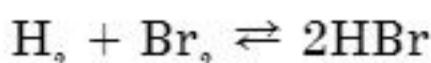
**Босим ўзгаришининг таъсири.** Азот билан водороддан аммиакни синтезлаш вақтида ҳажм камаяди. Босимни ортирган пайтда мувозанат аммиак ҳосил бўлиши йўналиши томон, аксинча, босимни камайтирса чапга, аммиакнинг парчаланиши йўналиши томон силжийди.



**Катализаторнинг таъсири.** Катализаторлар түғри реакцияни ҳам, тескари реакцияни ҳам тезлаштиради, шунинг учун мувозанатнинг силжишига таъсир этмайды, фактат мувозанатнинг тезроқ үрин олишини таъминлайды.

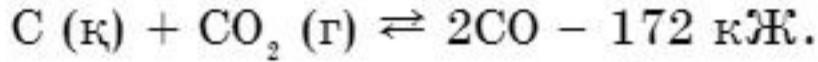
Реакция натижасида молекулалар сони ўзгармаса, мувозанатнинг силжишига босимнинг ортиши ёки камайиши таъсир этмайды.

Масалан, водород билан бромдан водород бромид синтезланиш реакциясида босимнинг ўзгариши мувозанатни силжитмайды:



Шунингдек, кимёвий мувозанат кимёвий реакцияларга газлар қатнашиб, босим ўзгаришидан умумий молекула сони ўзгарғандагина силжийди.

Ле Шателье-Браун принципини таъсирлашувчи моддаларнинг агрегат ҳолатлари ҳар хил реакциялар учун ҳам фойдаланиш мүмкін. Масалан мана бу қайтар реакцияда ҳароратнинг ортиши реакциянинг мувозанатини эндотермик жараён углерод II оксиди ҳосил бўлиши томонга силжитади:



Босимнинг ортиши мувозанатни углерод II оксидининг парчаланиши йўналиши томон силжитади.

Концентрациянинг ўзгариши газсимон моддалар иштирокида борадиган реакцияларнинг мувозанатини силжитади.

Ле Шателье-Браун принципини фактат кимёвий реакцияларга эмас, шунингдек буғланиш, конденсация, суюқланиш, кристалланиш ва бошқа кўпгина жараёнларга ҳам фойдаланиш мүмкін. Ле Шателье-Браун принципи ва ҳаркатланувчи массалар қонунидан келиб чиқсан масалалар кимёвий жараённи бошқариб, керакли ва унуми юқори бўлган маҳсулот олишга имконият беради.



Мувозанат ҳолатдаги реакцияда таъсирлашувчи моддаларнинг бирининг концентрацияси ўзгарадиган бўлса, мувозанат шу модда сарфланадиган йўналишга қараб силжийди. Босимни кўпайтирганда мувозанат ҳажми оз миқдордаги моддалар ҳосил бўлиши йўналишига, аксинча, босимни камайтирганда ҳажм ортадиган реакция йўналиши томон силжийди. Ҳароратни кўтариш мувозанатни эндотермик, пасайтириш эса экзотермик реакциялар йўналишида силжитади. Катализаторлар түғри реакцияни ҳам, тескари реакцияни ҳам тезлаштиради, шунинг учун мувозанатнинг силжишига таъсир этмайды, фактат мувозанатнинг тезда ўрнашишини таъминлайды.



1. Ле Шателье-Браун принципи қандай таърифланади?
2. Кимёвий мувозанатни силжитиш деганини қандай тушунасиз?
3. Кимёвий мувозанатнинг силжишига қандай факторлар таъсир этади?
4. Қайтар реакциялардаги катализаторнинг аҳамияти қандай?



5. Берилган саноат ақамиятга эга бўлган реакцияларда мувозанатнинг маҳсулот ҳосил бўлиш томонига қараб силжишига қандай факторлар таъсир этади:
- $C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g) + Q$
  - $C(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g) - Q$
  - $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3 + Q$  ?
6. Берилган қайтар реакциялардаги мувозанатнинг силжишига босимнинг ўзгариши қандай таъсир этади?
- $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI$
  - $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightleftharpoons C_2H_6(g)$
  - $3O_2 \rightleftharpoons 2O_3(g)$
  - $C(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$
- 1. Агар мувозанат концентрациялари:  $[A] = 0,12$  моль/л,  $[B] = 0,24$  моль/л;  $[C] = 0,295$  моль/л бўлса,  $A + 2B \rightleftharpoons C$  реакциясининг мувозанат константаси нимага тенг бўлади?
- Жавоби:  $K_{T-T} = 42,7$ .
- 2. Агар  $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$  реакциясидаги водород билан йоднинг дастлабки концентрациялари мос ҳолда, 0,5 моль/л ва 1,5 моль/л, водород йодиднинг мувозанат концентрацияси  $[HI] = 0,8$  моль/л. Водород билан йоднинг мувозанатдаги концентрациялари билан мувозанат константасини ҳисобланг.
- Жавоби:  $[H_2] = 1,1$  моль/л;  $[I_2] = 0,1$  моль/л;  $K_{T-T} = 5,82$ .

## 41-§. САНОАТ ЖАРАЁНЛАРИДАГИ КИМЁВИЙ МУВОЗАНАТ

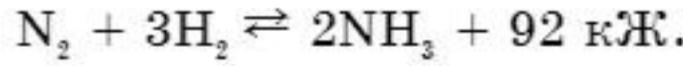
### Бугунги дарсда:

- Габер жараёни мисолида кимё саноатидаги маҳсулотнинг чиқишини ордиришда кимёвий мувозанат силжишининг ақамиятини кўриб чиқамиш.

### Таянч сўзлар

- Аммиак синтези
- Кимёвий мувозанат

Машҳур немис кимёгари Франц Габер 1908 йил аммиакни синтез қилиб олган. Реакция учун керак азотни ҳавони суюлтириб олинди, водородни эса метанин ҳайдаш усули билан олинди. Юқори босим билан ҳароратда осмий катализаторининг иштирокида азот водород реакцияга киришиб, натижада аммиак ҳосил бўлади:



Ле Шателье принципига асосланиб, аммиак синтезини қандай шароитда олиб борган смарали эканлигини олдиндан тахмин қилиш мумкин (34-жадвал).

34-жадвал

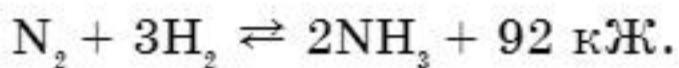
### Азот билан водороднинг стехиометрик аралашмасидаги аммиакнинг мувозанат концентрацияси

Ҳарорат, °C	Босимдаги (МПа) ҳажмий фоизи					
	1	10	30	100	200	300
400	0,4	25,12	47,0	79,82	93,07	97,73
450	0,22	16,43	35,82	69,69	89,83	97,18
500	0,12	10,61	26,44	57,47	—	—
550	0,08	6,82	19,13	41,16	—	—



34-жадвалдаги катталикларни ўрганарап эканмиз, аммиакнинг чиқиши қандай шароитларда юқори бўлишига холоса чиқаришимиз мумкин. Бироқ немис технологлари аммиак ишлаб чиқарадиган заводни ишга туширганда, синтез минораси портлаган. Офатнинг сабабларини ўрганганда, юқори ҳарорат ва босимнинг таъсиридан водород пўлатдан ясалган аппаратнинг деворларидан ташқарига чиқиб, ҳаво билан бирикиб (бу реакциянинг тенгламасини тузинг), портлагани аниқланди. Кейин эса олимлар бу муаммони ҳал қилиш йўлини топишида ва аммиак ишлаб чиқариш паст ҳарорат ва босимда олиб бориладиган бўлди. Бироқ маҳсулотнинг амалий чиқиши камайиб кетди.

Синтезни олиб бориши қулай шароитини танлаш реакциянинг таърифидан келиб чиқади. Реакция тенгламасидан англаганимиздек:



1. Аммиак синтези – қайтар, гомоген ва маҳсулотнинг ҳажми камайиши билан борадиган реакция, ундей бўлса, юқори босим мувозанатнинг ўнгга силжишига имкон беради. Аммиак синтезига 15–100 МПа босим фойдаланилади. Фойдаланилган босимга боғлик ишлаб чиқаришнинг учта усули мавжуд:

- 1) қўйи босим (10–15 МПа);
- 2) ўртача босим (25–30 МПа);
- 3) юқори босим (50–100 МПа).

Иккинчи усул кўпроқ тарқалган.

2. Реакция экзотермик бўлганлиги учун, ҳароратнинг кўтарилиши мувозанатни дастлабки моддаларга қараб, ҳароратнинг пасайиши эса реакция маҳсулотларининг ҳосил бўлиши томонга қараб силжитади. Лекин бу шароитда синтез тезлиги жуда паст бўлади. Шунинг учун реакцияни 450–500°C ҳароратда олиб бориш қулай шароит ҳисобланади.

3. Синтезни тезлаштириш, мувозанатни қисқа вакт ичидаги ўрнатиш учун катализатор керак. Катализатор сифатида калий, алюминий оксидлари билан активлаштирилган темир ва б. фойдаланилади. Реагентлар билан реакция маҳсулотлари газ бўлганлиги туфайли гомоген муҳит ҳосил бўлади. Реакция қаттиқ катализатор юзасида боради. Бу реакция — гетероген-катализ реакция, шунинг учун катализаторнинг тўқнашув юзаси майдонининг аҳамияти катта. Катализатор ғовакли доначалар ёки таблеткалар кўринишида тайёрланади. Катализаторнинг фаоллиги аралашмаларнинг таъсиридан жуда ҳам тез пасайганлигидан, таъсирлашувчи газларни яхшилаб тозалайди (сувдан, олtingугурт бирикмаларидан ва б.).

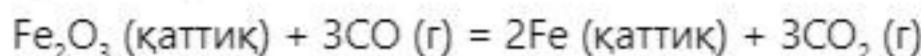
4. Дастлабки газ аралашмасини 1 ҳажм азотга  $\text{N}_2$ , 3 ҳажм водород  $\text{H}_2$  тўғри келадиган нисбатда олинади. Мана шу шароитларни амалга оширганда аммиакнинг чиқиши 20%-ни ташкил этади.



Ле Шателье принципиға таяниб, кимё саноатидаги маҳсулотнинг чиқишини ошириш учун жараённи қандай шароитда олиб бориш самарали эканлигини олдиндан тахмин қилиш мүмкин.



- Аммиакни саноатда синтезлашдаги шароитларнинг (босим, ҳарорат, катализатор) аҳамиятини таърифланг.
- Ҳажмнинг ортиши мувозанатнинг силжишига қандай таъсир этади?



- Күйидаги реакциялардаги мувозанат билан маҳсулотнинг чиқишига босимнинг ортиши қандай таъсир этади?
  - $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$
  - $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{H}_2 - \text{Q}$
  - $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^- - \text{Q}$

- Массаси 10,7 г аммоний хлориди 6 г кальций гироксиди билан аралаштирилиб қиздирилди. Ҳосил бўлган газнинг ҳажми (н.ш.) билан массасини ҳисобланг.

Жавоби: 3,58 л ; 2,72 г.

- Массаси 8 г аммоний нитратини олиш учун зарур бўлган аммиакнинг ҳажми (н.ш.) билан массасини ҳисобланг.

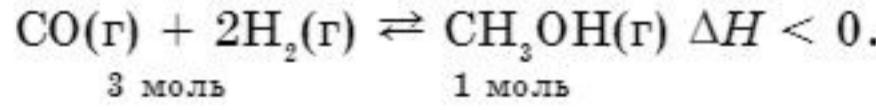
Жавоби: 2,24 л; 1,7 г.

## 42-§. МАВЗУ БЎЙИЧА МАСАЛАЛАР ЕЧИШ

**1-масала.** а)  $\text{CO}(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{г}) \Delta H < 0$ ;

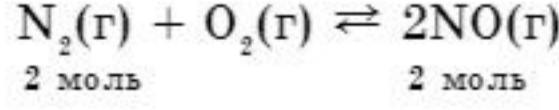
б)  $\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{г}) \Delta H > 0$  қайтар реакцияларидағи мувозанатга босим ва ҳароратнинг ортиши қандай таъсир этади?

*Ечими.* а — реакциянинг тўғри йўналишда бориши газ молекулаларининг умумий сонининг камайишига олиб келади, яъни системада босим камаяди:



Ле-Шателье принципи бўйича босимнинг ортиши мувозанатни тўғри йўналишда борадиган реакция томонга қараб силжитади. Реакция тенгламасидан англаганимиздек тўғри реакция экзотермик, яъни иссиқлик ажралиши билан боради. Демак ҳароратнинг кўтарилиши мувозанатни тескари йўналишда борадиган реакция томонга қараб силжитади.

б — тенгламанинг ўнг ва чап томонидаги газ молекулаларининг сони бир хил, шунинг учун босимнинг ўзгариши мувозанатнинг силжишига таъсир этмайди:



Реакция тенгламасидан англаганимиздек реакция эндотермик, шунинг учун ҳароратнинг кўтарилиши мувозанатни тўғри реакция томонига қараб силжитади.



**2-масала.**  $\text{CH}_4(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{г}) + 4\text{H}_2(\text{г})$  реакциясида метаннинг  $\text{CH}_4$  концентрациясининг ортиши водороднинг мувозанат концентрациясига қандай таъсир этади?

*Ечими.* Ле-Шателье принципиға биноан дастлабки моддаларнинг концентрациясининг ортиши мувозанатни түғри йўналишда борадиган реакция томонига қараб силжитади. Метаннинг концентрациясининг ортиши түғри реакциянинг тезлигини оширади, шунга боғлиқ водороднинг мувозанат концентрацияси ҳам ортади.

**3-масала.**  $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}_2(\text{г})$  системадаги моддаларнинг мувозанат концентрациялари:  $[\text{NO}] = 0,2$  моль/л,  $[\text{O}_2] = 0,3$  моль/л,  $[\text{NO}_2] = 0,4$  моль/л. Мувозанат константасини ҳисоблаб, мувозанат ҳолатини таърифланг.

*Ечими.* 1. Таъсирилашувчи массалар қонунига биноан қайтар реакцияларнинг мувозанат константасини мана бундай ифодалаш мумкин:

$$K_{t-t} = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]}.$$

2. Мувозанат концентрацияларининг сон қийматларини ўрнига қўямиз:

$$K_{t-t} = \frac{[0,4]^2}{[0,2]^2 [0,3]} = 13,3 \text{ моль}^{-1}.$$

$K_{t-t} > 1$ , демак түғри йўналишдаги реакция устунлик қилади.

*Жавоби:*  $K_{t-t} = 13,3 \text{ моль}^{-1}$ .

**4-масала.**  $\text{A}_2$  (эритма) +  $\text{B}_2$  (эритма) = 2AB (эритма) берилган системадаги мувозанат моддаларнинг мана бундай концентрацияларида амалга ошган:  $[\text{A}_2] = 0,5$  моль/л;  $[\text{B}_2] = 0,8$  моль/л;  $[\text{AB}] = 1,2$  моль/л. Реакциянинг мувозанат константаси  $\text{A}_2$  билан ва  $\text{B}_2$  моддаларнинг дастлабки концентрацияларини  $[c_0(\text{A}_2)]$  ва  $[c_0(\text{B}_2)]$  ҳисобланг.

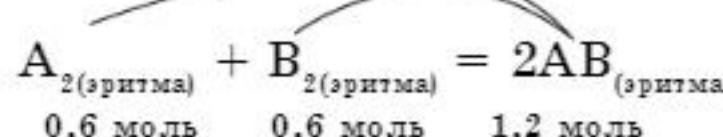
*Ечими:* Берилган реакция учун мувозанат константасининг ифодасини ёзамиз:

$$K_{t-t} = \frac{[\text{AB}]^2}{[\text{A}_2][\text{B}_2]}.$$

Ифодада мувозанат концентрацияларининг қийматларини қўямиз:

$$K_{t-t} = \frac{1,2^2}{0,5 \cdot 0,8} = 3,6.$$

$\text{A}_2$  ва  $\text{B}_2$  моддаларнинг дастлабки концентрацияларини ҳисблаймиз. Мувозанат ҳолатида AB модданинг концентрацияси 1,2 моль/л-ни ташкил этади. 1,2 моль AB модда ҳосил бўлиши учун  $\text{A}_2$  ва  $\text{B}_2$  моддаларнинг ҳар биридан 0,6 моль керак. Реакция тенгламаси бўйича AB ва  $\text{A}_2$  (ёки  $\text{B}_2$ ) моддаларнинг нисбати (2:1):



Мувозанат вақтида 1 л эритмадан 0,6 моль  $A_2$  модда реакцияга киришиб, 0,5 моль модда ортиб қолади. Унда  $B_2$  модданинг бошланғич концентрацияси:

$$0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ моль/л.}$$

$AB$  модда ҳосил бўлиши учун  $B_2$  моддадан ҳам 0,6 моль сарфланиб, 0,8 моль ортиб қолади. Унда  $B_2$  модданинг бошланғич концентрацияси:

$$0,6 + 0,8 = 1,4 \text{ моль/л.}$$

Жавоби:  $K_{T-T} = 3,6$ ;  $c_0(A_2) = 1,1 \text{ моль/л}$ ;  
 $c_0(B_2) = 1,4 \text{ моль/л.}$

**5-масала.**  $A_2(\text{эрітма}) + B_2(\text{эрітма}) = 2AB(\text{эрітма})$  қайтар реакциясинынг мувозанат константаси маълум бир ҳароратда 0,25-га тенг.  $A_2$  ва  $B_2$  моддаларнинг дастлабки концентрацияларига мос ҳолда 1 моль/л ва 3 моль/л.  $A_2$ ,  $B_2$  ва  $AB$  моддаларнинг мувозанат концентрациясини аниқланг.

Ечими: Берилган реакциянинг мувозанат константасининг ифодасини ёзамиш:

$$K_{T-T} = \frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]}.$$

$AB$  модданинг мувозанат концентрацияси:  $[AB] = x \text{ моль/л}$ ,  $x$  моль  $AB$  модда ҳосил бўлиши учун эса  $A_2$  ва  $B_2$  моддаларнинг ҳар биридан  $x$  моль модда керак. Унда  $A_2$  ва  $B_2$  моддаларнинг мувозанат концентрациялари мос ҳолда  $(1 - x)$  моль/л ва  $(3 - x)$  моль/л бўлади.

Ноъмалум  $x$  билан белгиланган мувозанат концентрацияларининг қийматини юқоридаги ифодага қўямиз:

$$K_{T-T} = \frac{x^2}{(1 - x)(3 - x)}.$$

Мувозанат константасининг маъносини (0,25) ҳисобга олиб тенгламани ечамиш:

$$0,25 = \frac{x^2}{(1 - x)(3 - x)};$$

$$x^2 = 0,25(1 - x)(3 - x);$$

$$0,25(x^2 - 4x + 3) = x^2;$$

$$3x^2 + 4x - 3 = 0.$$

$$x^2 = \frac{-4 \pm \sqrt{16 - 4 \cdot 3 \cdot (-3)}}{2 \cdot 3};$$

$$x_1 \approx 0,53; x_2 \approx -1,9.$$



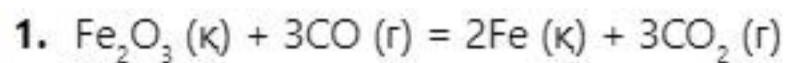
Тенгламанинг фақат бириңчи илдизини оламиз, сабаби иккінчисининг физик маңындағы йүқ.

Шу билан АВ модданинг мұвозанат концентрацияси таҳминан 0,53 моль/л ташкил этади. A<sub>2</sub> әрі B<sub>2</sub> моддаларнинг концентрацияларини ҳисоблаймиз:

$$[A_2] = 1 - 0,53 = 0,47 \text{ моль/л};$$

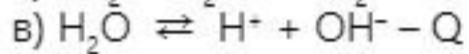
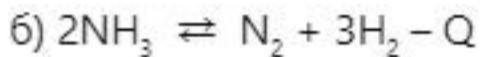
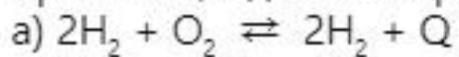
$$[B_2] = 3 - 0,53 = 2,47 \text{ моль/л}.$$

**Жаһаби:** [AB] = 0,53 моль/л; [A<sub>2</sub>] = 0,47 моль/л;  
[B<sub>2</sub>] = 2,47 моль/л.

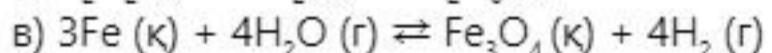
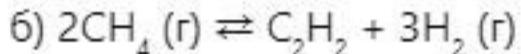
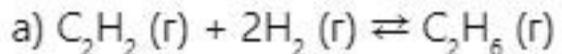


Хажмнинг ортиши мұвозанатнинг силжишига қандай таъсир этади?

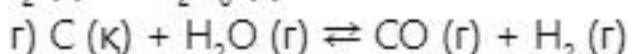
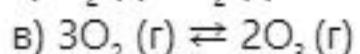
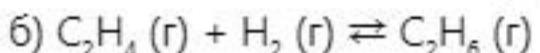
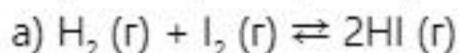
2. Берилган реакциялардаги мұвозанат билан маҳсулотнинг чиқишига босимнинг ортиши қандай таъсир этади?



3. Қуидаги реакцияларнинг мұвозанат константасининг ифодаларини ёзинг:



4. Берилган реакцияларнинг мұвозанат константасининг ифодаларини ёзинг:



- 1. H<sub>2</sub> + I<sub>2</sub> ⇌ 2HI реакциясида мұвозанат үрнагандан кейин водороднинг концентрацияси 4 марта ортади. Мұвозанат сақланиши учун водород йодиднинг HI концентрациясини неча марта орттириш керак?

**Жаһаби:** 2 марта.

- 2. Қайтар реакция A + B ⇌ 2C тенглама билан тавсифланади. A әрі B моддаларнинг ҳар биридан 1 молдан олинди. Мұвозанат үрнатылганда аралашмада 1,5 моль С моддаси қолди. Мұвозанат константасини топинг.

**Жаһаби:** K<sub>T-T</sub> = 36.

- 3. A, B әрі C моддаларнинг ҳар бирини 3 мольдан олиб аралаштирилди. 2A ⇌ B + C системада мұвозанат үрнаганда С модданинг 4 моли қолди. Мұвозанат константасини ҳисобланг.

**Жаһаби:** K<sub>T-T</sub> = 16.

- 4. CO + H<sub>2</sub>O ⇌ CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> реакциясида иштирок этган моддаларнинг дастлабки концентрациялари c(CO) = 0,1 моль/л, C(H<sub>2</sub>O) = 0,4 моль/л, реакциянинг мұвозанат константаси 1 га тенг. Реакцияда иштирок этувчи моддаларнинг мұвозанат концентрациясини ҳисобланг.

**Жаһаби:** [CO] = 0,02 моль/л; [H<sub>2</sub>O] = 0,32 моль/л;  
[CO<sub>2</sub>] = [H<sub>2</sub>] = 0,08 моль/л.

- 5. Мұвозанат системадаги 2NO<sub>2</sub> ⇌ 2NO + O<sub>2</sub> моддаларнинг концентрациясини 3 марта камайтирса, түғри ва тескари реакцияларнинг тезликлери қандай үзгәради? Мұвозанат қайси йұналишда силжийди?

**Жаһаби:** v<sub>түғри</sub> = 9 марта; v<sub>тескари</sub> = 27 марта камаяди,  
мұвозанат чапга силжийди.



### №3-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

#### Хар хил омилларнинг динамик мувозанат холатига таъсирини текшириш

**Таъсирлашувчи моддалар концентрациясининг таъсири**

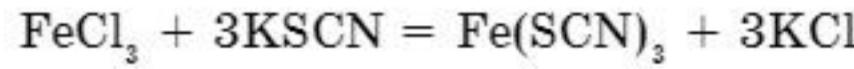
Реактивлар: темир (III) хлоридининг, калий роданидининг (KSCN) 0,01M, 1M эритмалари;

5 г калий хлоридининг кристаллари.

**Кимёвий идишлар ва асбоб ускуналар:** 500 мл, 250 мл стаканлар; 25 мл мензуркалар, шиша таёқча, оқ экран.

#### Ишнинг бориши

Ҳажми 500 мл стаканга темир (III) хлориди билан калий роданидинг (KSCN) суюлтирилган эритмаларининг ҳар биридан 100 мл-дан қуиб, шиша таёқча билан аралаштиринг. Натижада  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  ҳосил бўлганини кўрсатадиган қизил ранг пайдо бўлади:



Мана шу қизил рангли эритмани тўртта стаканга тенг бўлиб қўйинг.

Уларни оқ экраннинг олдига қўйинг. Биринчи стакандаги эритмани солишириш учун қолдиринг. Иккинчи стаканга 5 мл 1M темир (III) хлориди эритмасини, учинчисига 5 мл 1M калий роданидининг эритмасини қуиб, эритмаларни яхшилаб аралаштиринг. Иккинчи ва учинчи стаканлардаги эритмаларнинг рангининг қуюқлашишига эътибор беринг. Тўртинчи стаканга қуруқ калий хлориди кристалларини қўшиб, аралаштиринг. Калий хлоридининг эриётганида стакандаги эритма рангизлана бошлайди.

**Топшириқ:** Тажрибада кузатган ўзгаришларни тушунтириб, тегишли хулоса чиқаринг.

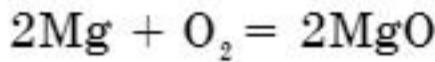
# ОКСИДЛАНИШ- ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИ



VIII  
606

#### **43-§. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ ЖАРАЁНИ**

Магний ҳавода күз қамаштирадиган алан-га билан оқ рангли кукун оксид ҳосил қилиб ёнадиган бўлганлиги учун магнийни фейерверкларда фойдаланилади:



Реакция натижасида магнийнинг ҳар бир атоми иккита электронини йўқотади ва ҳар бир кислород атоми шу иккита электронни бириктириб олади.

Агар модда реакция давомида электронини йўқотса — оксидланади.

Агар у электронларни қўшиб олса — қайтарилади. Ушбу мисолларда магний оксидланади, кислород эса қайтарилади. Мана шу реакция оксидланиш-қайтарилиш реакцияси деб аталади.

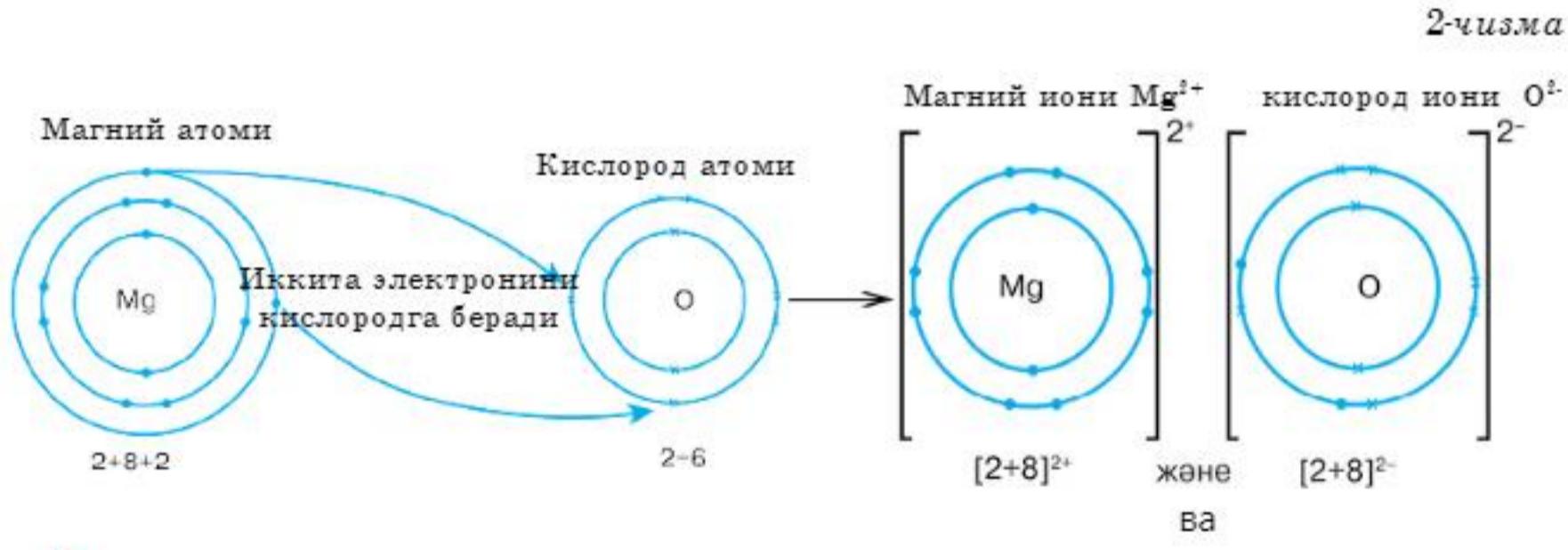
Берилган реакция пайтида қандай жараён боришини күриб чи-  
қайлик, 1-чизмага эътибор берайлик:

## Бугунги дарсда:

- оксидланиш қайта-рилиш реакцияларини;
  - оксидловчи ва қайтарувчини биламиз .

## Таянч сүзлар

- Оксидланиш даражаси
  - Оксидланиш
  - Қайтарилиш
  - Электронларнинг ташилиши



Электронини йүқтөгөн элемент — оксидланади.

Электронларни бириктириб олган элемент — қайтарилади.



Юқорида айтиб үтилгандарни чизма орқали тушунтириш қулай (ТД — оксидланиш даражаси (3-чизма):

3-чизма

Қайтарувчи: ө бериб оксидланади, оксидланиш даражаси ортади

### ОКСИДЛАНИШ

-4 -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4 +5 +6 +7

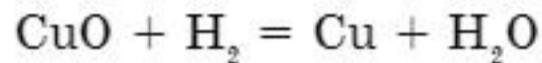
### ҚАЙТАРИЛИШ

Оксидловчи: ө күшиб олиб қайтарилади, оксидланиш даражаси камајади

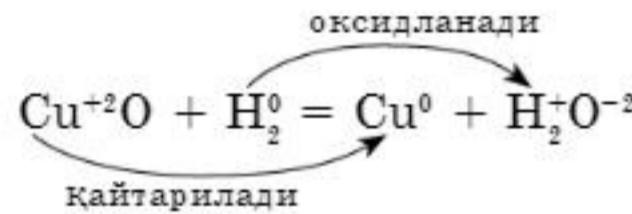
Магний кислородни бириктириб олиб оксидланади.

Энди қиздирилган мис (II) оксидидан водородни ўтказилғанда борадиган жараённи күриб чиқайлик (57-расм). Қора рангли бирикма қизил рангга ўзгариб, реакцияда мис қайтарилади, водород оксидланади. Оксидловчи қайтарилади, қайтарувчи оксидланади.

Реакция тенгламаси:

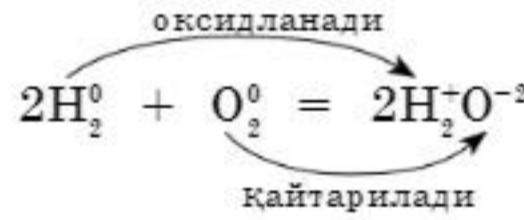


Мис кислородни йўқотади, водород эса уни қўшиб олади:



Оксидланиш ва қайтарилиш ҳар доим тенг боради. Қайтарувчи берган электрон сони оскидловчига бириккан электрон сонига тенг.

Яна бир мисолни күриб чиқайлик: Ҳаммага маълумки водород билан кислород орасидаги реакцияда сув ҳосил бўлади. Водород оксидланади, кислород эса қайтарилади.



Ениш реакциялари ҳам оксидланиш-қайтарилиш реакциялари ка-



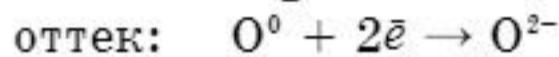
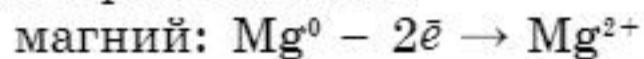
57-расм. Миснинг қайтарилиши



торига киради. Бу мисоллардан күриб турганимиздек, электронлар бир элементдан иккинчисига ўтганлиги туфайли оксидланиш-қайта-рилиш реакцияларида бирикмадаги кимёвий элементнинг оксидланиш даражаси ўзгаради.

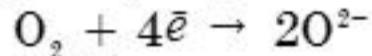
Электронларнинг тақсимланишини күрсатиш учун қисқартирилган реакцияни ёзиб ўрганайлик. Қисқартирилган реакциянинг бири электроннинг берилиши, иккинчиси электроннинг биришини күрсатади.

1. Ҳар бир реагентни берадиган ва қўшиб оладиган электронлар билан бирга ёзайлик.



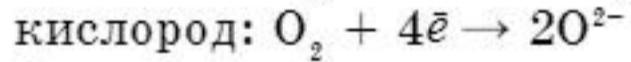
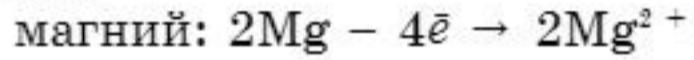
2. Стрелканинг иккинчи томонидаги ҳар бир модда тўғри ёзилганинига (ион, атом ёки молекула) кўз етказайлик.

Бизнинг ҳолатимизда, кислород стрелканинг чап томонида тўғри ёзилган. Кислород молекула кўринишида бўлганлиги учун О атомини  $\text{O}_2$ -га ўзгартирамиз. Демак, оксид ионлари билан электрон сони икки марта ортади:



3. Иккала тенгламада электронлар сони бир хил бўлиши керак. Агар ундей бўлмаган ҳолда, тенглаштириш учун биринчи (ёки иккинчи) тенгламани бир сонга кўпайтирилади.

Демак, магнийнинг қисқартирилган тенгламасини 2-га кўпайтириш керак.



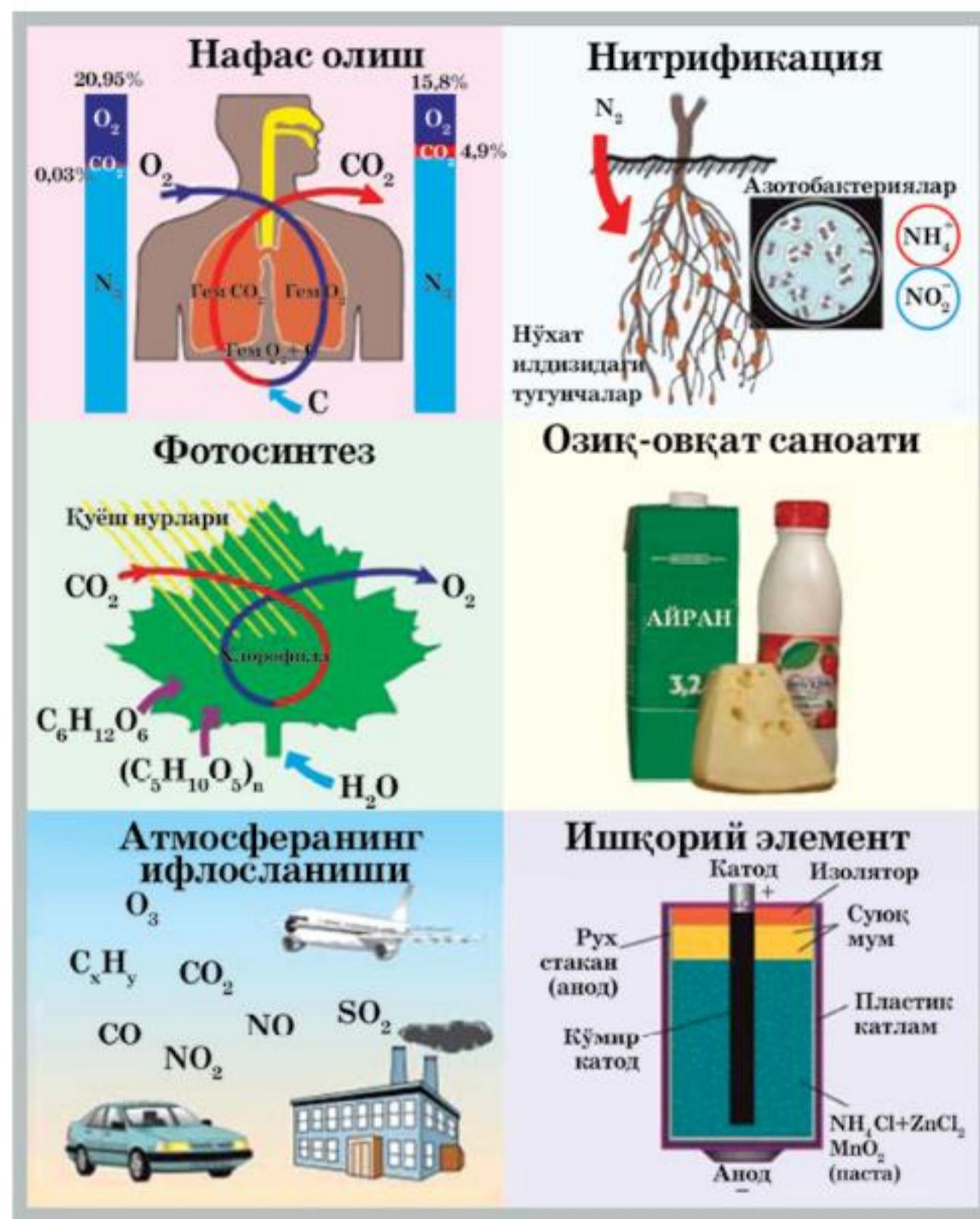
Энди тенглама тенглашди, уларнинг ҳар бири 4 электрон йўқотди ёки қўшиб олди.

**Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари** деб, бирикмаларнинг таркибиغا кирган элемент атомларининг оксидланиш даражаларининг ўзгариши билан борадиган реакцияларга айтилади.

Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари энг кўп тарқалган кимёвий реакцияларнинг қаторига киради ва улар табиатда, техникада муҳим аҳамиятга эга. Нафас олиш, фотосинтез, модда алмашинуви ва яна бошқа биологик жараёнлар оксидланиш-қайтарилиш реакцияларидир. Рудадан металл олиш; кислоталарни, ишқорларни, амиакни, галогенларни олиш; кимёвий ток манбаний йиғиши, ҳар хил моддаларнинг ёниш реакциялари натижасида иссиқлик ва энергия олиш оксидланиш-қайтарилиш реакциялари билан боғлиқдир (58–59-расмлар).

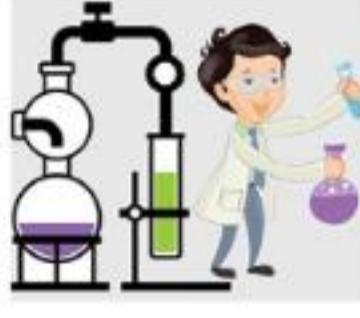


58-расм. Гугуртнинг ёниши – оксидланиш-қайтарилиш реакцияси



59-расем. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига мисоллар

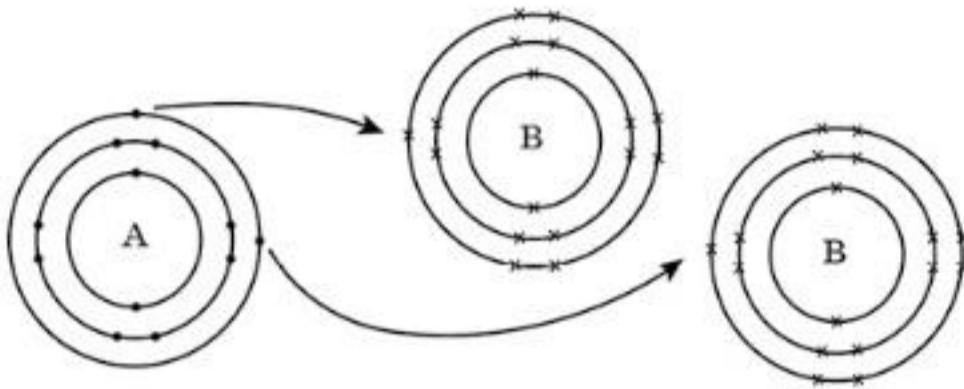
Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари баъзан бизнинг ҳаётимизда нокулайликлар пайдо қиласи. Масалан, озиқ овқат маҳсулотларининг, сабзавотларниң бузилиши, металларниң емирилиши — буларниң барчаси оксидланиш-қайтарилиш жараёнларининг бориши билан боғлиқ.



Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари деб бирималарниң таркиби кирадиган элементларниң оксидланиш даражасининг ўзгариши билан борадиган реакцияларга айтилади. Агар модда реакция давомида электронини йўқотса, у оксидланади, электронларни кўшиб олса, қайтарилади. Қайтарувчи берган электрон сони оксидловчига қўшилган электрон сонига teng. Нафас олиш, фотосинтез, модда алмашинуви ва яна бошқа биологик жараёнлар оксидланиш-қайтарилиш реакциялари ҳисобланади.



- Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари дегани нима?
- Оксидланиш ва қайтарилиш жараёнларида оксидланиш даражаси қандай үзгаради? Мисоллар келтириңг.
- Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари табиат билан техникада қандай ахамиятта эга? Мисол келтириңг.
- Кислорода күмирнинг ёниш реакциясини ёзиб, оксидланиш-қайтарилиш жараёнларини күрсатынг.
- Бу диаграмма оксидланиш-қайтарилиш реакцияси пайтида электронларнинг күчишини күрсатади:



- A. А ва В элементларини аниқланг.  
 Б. Реакция маҳсулотлари қандай.  
 В. Оксидланиш-қайтарилиш реакциясининг тенгламасини тузинг?  
 Г. Қандай элемент оксидланади?  
 Д. Қандай элемент қайтарилади?  
 6. Бром калий йодиди эритмасидан йодни сиқиб чиқаради. Ушбу реакциянинг тенгламасини тузинг.

## 44-§. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИНИНГ ТУРЛАРИ

Қандай моддалар оксидловчи, қандай моддалар эса қайтарувчи бўлиши мумкин? Бу модда таркибидаги элементларнинг оксидланиш даражаларининг қийматига боғлик. Кўпгина мураккаб моддаларнинг таркибиға кирадиган баъзи элементларнинг оксидланиш даражаси үзгармас бўлади. Бу элементларга оксидланиш даражаларининг үзгариши тааллуқли эмас. Шунинг учун моддаларнинг таркибида бу элементларнинг бўлиши, уларнинг хоссаларига таъсирини кўрсатмайди. Оксидланиш даражалари үзгарувчан элементлар электронларни бериб юбориш ёки қўшиб олиш жараёнларига қатнашади. Шунинг учун мураккаб моддаларнинг хоссалари уларнинг таркибида оксидланиш даражаси үзгарувчан элементларнинг бўлишига боғлик. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида оксидланиш даражалари юқори атомдар факат оксидловчи, оксидланиш даражалари қуи

### Бугунги дарсда:

- Муҳим оксидловчилар билан қайтарувчиларни;
- Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг турларини биламиш.

### Таянч сўзлар

- Оксидланиш даражаси
- Оксидланиш
- Қайтарилиш
- Электронларнинг тақсимланиши





бұлса, фақат қайтарувчи, оксидланиш даражалари үзгарувчан атомлар реакция турига ва унинг бориши шароитларига боғлиқ ҳолда оксидловчи ҳам, қайтарувчи ҳам бўлиши мумкин (35-жадвал).

35-жадвал

**Оксидланиш даражаси үзгарувчан элемент атомларига нисбий характеристика (олтингугурт мисолида)**

Оксидланиш даражаси юқори атомлар	Оксидланиш даражаси қўйи атомлар	Оксидланиш даражаси ўртача атомлар
<p>а) Оксидланиш даражаси пасаяди. Масалан:</p> $S^{+6} + 2e \rightarrow S^{+4}$ $S^{+6} + 6e \rightarrow S^0$ $S^{+6} + 8e \rightarrow S^{-2}$ <p>б) электронларни фақат қўшиб олади, уларни бериб юбора олмайди;</p> <p>в) оксидланиш жараёнида қатнашади</p>	<p>а) Оксидланиш даражаси ортади. Масалан:</p> $S^{-2} - 6e \rightarrow S^{+4}$ $S^{-2} - 8e \rightarrow S^{+6}$ <p>б) электронларни фақат бериб юбора олади, уларни қўшиб ололмайди;</p> <p>в) қайтарилиш жараёнида қатнашади</p>	<p>а) Оксидланиш даражаси ҳам камаяди, ҳам ортади. Масалан:</p> $S^{+4} + 6e \rightarrow S^{-2}$ $S^{+4} + 4e \rightarrow S^0$ $S^{+4} - 2e \rightarrow S^{+6}$ <p>б) реакцияда иштирок этувчи иккинчи моддага боғлиқ электронларни ҳам бериб юборади, ҳам бирингириб олади;</p> <p>в) ҳам оксидланиш, ҳам қайтарилиш жараёнларида иштирок этади</p>

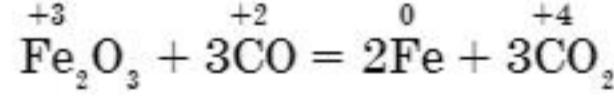
Муҳим оксидловчилар: кислород, озон, галогенлар, нитрат кислота, концентранган сульфат кислота, водород пероксида ва б. киради.

Муҳим қайтарувчилар: водород, металлар, углерод, углерод (II) оксида ва б.

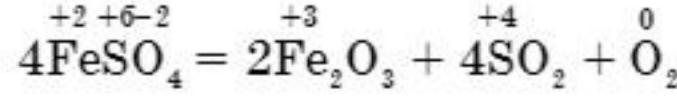
Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг фақат оксидловчилар (масалан:  $HNO_3$  ва  $H_2SO_4$ ) орасида ёки фақат қайтарувчилар ( $H_2S$  ва  $HI$ ) орасида бориши мумкин эмас.

*Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тўрт тури мавжуд.*

1. *Молекулалараро оксидланиш-қайтарилиш реакциялари.* Реакция давомида ҳар хил дастлабки моддаларнинг таркибиға кирадиган элемент атомларининг оксидланиш даражалари үзгаради:



2. *Молекулаларичра оксидланиш-қайтарилиш реакциялари.* Реакция давомида дастлабки бир модданинг таркибидаги ҳар хил элемент атомларининг оксидланиш даражалари үзгаради:

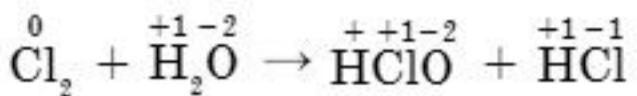


3. *Үз-үзидан оксидланиш, үз-үзидан қайтарилиш реакциялари.* Бу жараёнларда оксидловчи ва қайтарувчи вазифасини фақат битта элемент атоми бажаради.

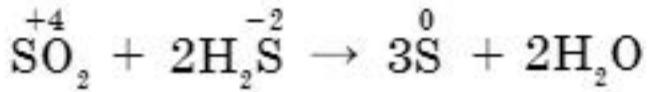


Үз-үзидан оксидланиш, үз-үзидан қайтарилиш реакциялари иккі турға бўлинади: диспропорционалланиш ва конпропорционалланиш.

4. Диспропорционалланиш (дисмутация) — жарён натижасида бир элементнинг оксидланиш даражаси янги икки қийматни олиши мумкин. Пайдо бўлган элементнинг оксидланиш даражаси дастлабки қийматдан катта ёки кичик қийматга эга бўладиган жараён окисдланиш даражасига эга бўлади. Ҳосил бўлган оксидланиш даражаси бошланғич қийматлар учун оралиқ қийматга эга бўлади. Масалан:



Конпропорционалланиш (конмутация). Бу жараён давомида бир элементнинг ҳар хил оксидланиш даражасидаги атомлари фақат биргина оксидланиш даражасига эга бўлади. Ҳосил бўлган оксидланиш даражаси бошланғич қийматлар учун оралиқ қийматгаэга бўлади. Масалан:



Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида юқори оксидланиш даражаси бор атом оксидловчи, қуи оксидланиш даражаси бор атомлар фақат қайтарувчи бўлади. Оралиқ оксидланиш даражаси бор атомлар реакциянинг турига ва бориши шароитига боғлик ҳолда оксидловчи ёки қайтарувчи бўлиши мумкин. Муҳим оксидловчилар кислород, озон, галогенлар, нитрат кислота, концентранган сульфат кислота, водород пероксида ва б. ҳисобланади. Муҳим қайтарувчиларга водород, металлар, углерод, углерод (II) оксида ва б. киради. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари фақат оксидловчилар (масалан:  $\text{HNO}_3$  ва  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ёки фақат қайтарувчилар ( $\text{H}_2\text{S}$  ва  $\text{HI}$ ) орасида бориши мумкин эмас.



1. А. Фақат оксидловчи; Б. фақат қайтарувчи вазифаларини қандай моддалар бажара олади? Қандай моддалар ҳам оксидловчи, ҳам қайтарувчи бўла олади? Мисол келтиринг.
2. Муҳим оксидловчи ва қайтарувчи моддаларнинг формулаларини ёзиб, номларини атанг.
3. Қуйидаги моддалар орасида оксидланиш-қайтарилиш реакциялари бориши мумкинми:
  - a)  $\text{H}_2\text{S}$  ва  $\text{HI}$ ;    b)  $\text{H}_2\text{S}$  ва  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ;    c)  $\text{H}_2\text{SO}_3$  ва  $\text{HClO}_4$ ?
4. Ушбу моддаларнинг қайси бири: а) фақат оксидловчи; б) фақат қайтарувчи; в) ҳам оксидловчи, ҳам қайтарувчи бўла олади:  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{KClO}_4$ ,  $\text{NaI}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ca}_3\text{P}_2$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{CO}$ ? Тушунтиринг.
5. а) Фосфор; б) углерод; в) азот; г) кремний, д) бром қандай оддий моддалар билан таъсирлашганда оксидловчи, қандай оддий моддалар билан эса қайтарувчи бўла олади? Мисол келтиринг.
6. Аммиак молекуласидаги азот нима учун фақат қайтарувчи хоссани кўрсатади?
7. Қуйидаги заррачалар билан моддаларнинг ўта кучли оксидловчиларни аниқланг.
 

A. $\text{NO}_3^-$	B. $\text{NO}_2$
V. $\text{NH}_3$	G. $\text{NO}_2^-$



8. Қайси моддалар билан олтингүгүрт: а) оксидловчи, б) қайтарувчи сифатида реакцияга киришади? Реакция тенгламаларын мисол көлтириңг.
9. Бром билан олтингүгүрт (IV) оксида орасидаги оксидланиш-қайтарилиш реакциясынинг тенгламаси берилган:  

$$\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{Br}^- + \text{H}^+$$
 а) Тенгламадаги ҳар бир элементнинг оксидланиш даражасини анықланг.  
 б) Тенгламадаги оксидловчи ва қайтарувчини күрсатинг.  
 в) Реакция тенгламасында коэффициентлар қўйинг.
10. Концентрланган сульфат кислота билан марганец (IV) оксида орасидаги оксидланиш-қайтарилиш реакциясынинг тенгламаси берилган:  

$$\text{MnO}_2 + \text{I}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + \text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O}$$
 а) Тенгламадаги ҳар бир элементнинг оксидланиш даражасини анықланг  
 б) Тенгламадаги оксидловчи ва қайтарувчини күрсатинг.  
 в) Реакция тенгламасында коэффициентлар қўйинг

## 45-§. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИНИ ЭЛЕКТРОН БАЛАНС УСУЛИ БИЛАН ТЕНГЛАШТИРИШ

### Бугунги дарсда:

- Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини электрон баланс усули билан тенглаштиришни ўрганамиз.

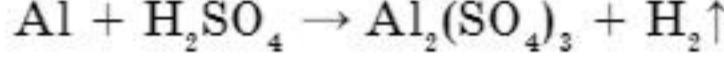
### Таянч сўзлар

- Электрон баланс
- Оксидланиш даражаси
- Оксидланиш жараёни
- Қайтарилиш жараёни

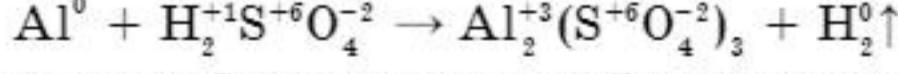
Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида коэффициентларни қўйишнинг асосий икки усули бор: *электрон баланс усули ва электрон-ион баланс усули*.

Қайтарувчи берган электронларнинг сони, оксидловчи қўшиб олган электронларнинг со-нига тенг бўлиш керак. Оксидланиш-қайта-рилиш реакцияларини электрон баланс усули билан тенглаштириш мана шу принципга асосланган.

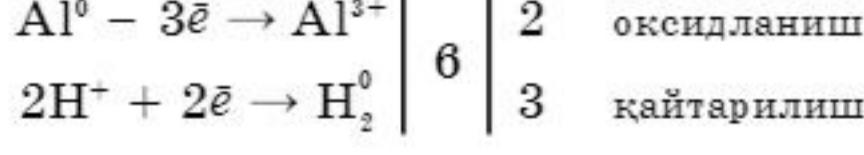
**1-мисол.** Электрон баланс усулини фойдала-ниши қўйидаги кимёвий реакцияни мисолида кўриб чиқайлик:



1. Реакцияда иштирок этадиган ва реакция натижасида ҳосил бўладиган барча моддалар таркибидаги элементларнинг оксидланиш даражаларини анықлаймиз. Ундан кейин реакция давомида оксидланиш даражалари ўзгарган элемент белгиларининг тагига чизамиз:



2. Оксидланиш ва қайтарилиш жараёнларининг тенгламаларини тузамиз:

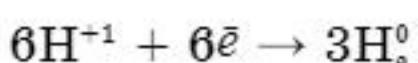
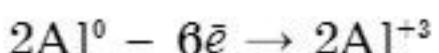


Қайтарилиш маҳсулоти икки атомли водород молекуласи бўлганлиги учун, тенгламанинг чап томонига икки атом водород олинди.

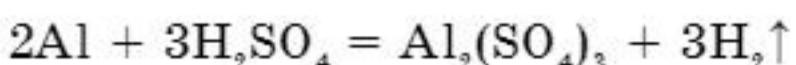
3. Берид юборган ва қўшиб олган электронларнинг энг кичик умумий карралиси — олти. Берид юборган ва қўшиб олган электронларнинг



сонларини тенглаштириш учун биринчи тенгламани 2-га, иккинчисини эса 3-га күпайтирамиз:

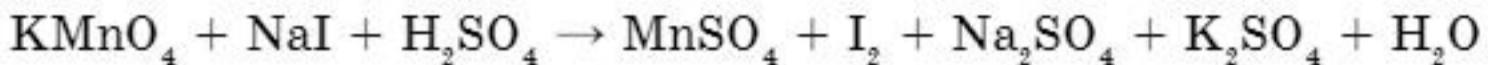


4. Оксидланиш даражалари ўзгармайдиган атомлардан таркиб топган моддалар формуласининг олдига коэффициентларни ҳисоблаб қўямиз:

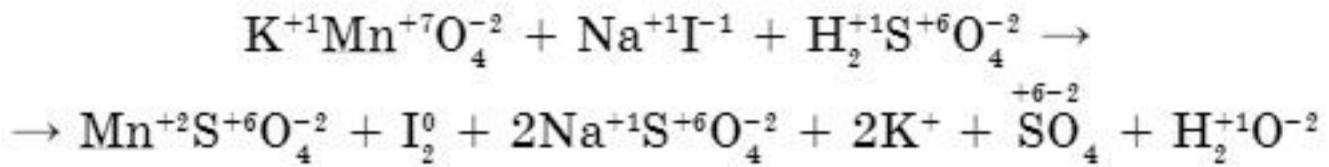


Одатда, водород ва кислород атомларининг сонлари энг сўнгги навбатда ҳисобланади. Кўпгина ҳолатларда оксидланиш-қайтарилиш реакция тенгламасидаги чап ва ўнг томондаги кислород атомлари сонларининг тенг бўлиши, бу тенгламанинг тўғри тузилганлигини кўрсатади.

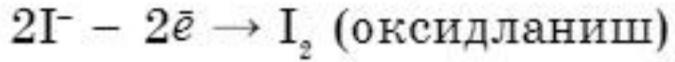
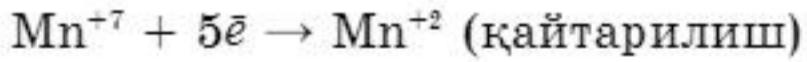
**2-мисол.** Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг мураккаброқ мисолини кўриб чиқайлик:



1. Барча элементларнинг оксидланиш даражаларини ҳисоблаб, реакцияда оксидланиш даражалари ўзгарадиган элементларнинг тагига чизамиз:

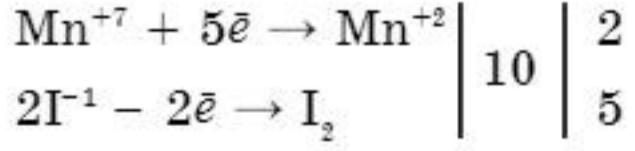


2. Реакция натижасида марганец билан йоднинг оксидланиш даражалари ўзгаради. Улар учун оксидланиш ва қайтарилиш жараёнларининг тенгламаларини тузамиз:



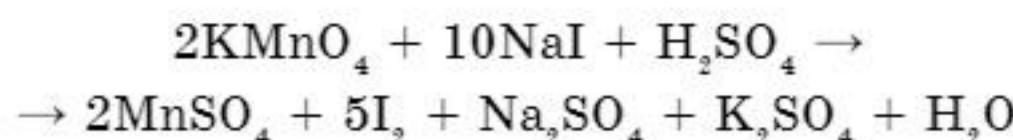
Реакциянинг оксидланиш маҳсулоти икки атомли йод молекуласи  $\text{I}_2$  бўлганлиги туфайли, тенгламанинг чап томонидаги оксидланиш жараёнига икки атом йод олинди.

3. “5” билан “2” сонларининг энг кичик умумий карралиси “10”, шунинг учун қайтарилиш жараёнининг тенгламасини 2-га, оксидланиш жараёнининг тенгламасини 5-га кўпайтирамиз:

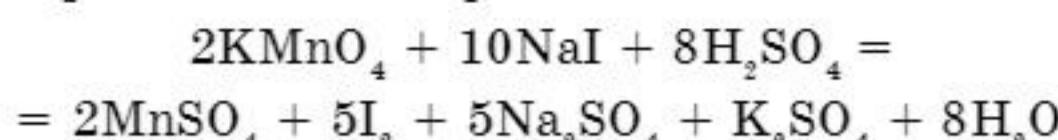


Икки  $\text{Mn}^{+7}$  атомлари 10 электрон қўшиб олади, йод атомлари 10 электронни бериб юбориб, электрон баланс усулининг дастлабки қоидаси амалга ошади.

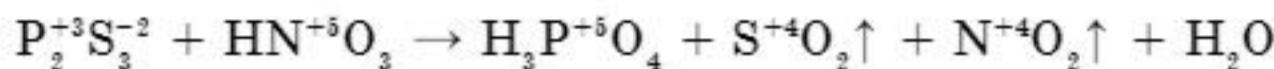
4. Топилган кўпайтувчиларни коэффициентлар сифатида таркибига ушбу элементлар кирадиган моддаларнинг формулаларининг олдига ёзамиз:



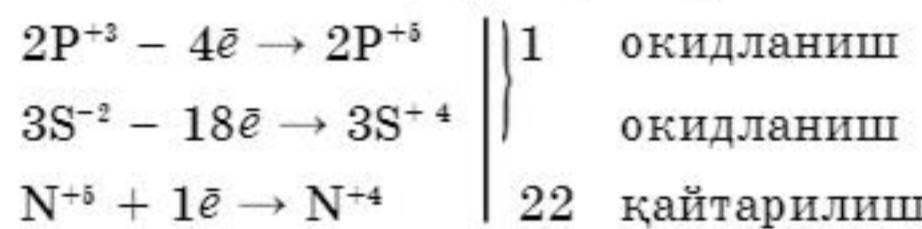
5. Бошқа формулаларнинг коэффициентларини барча элемент атомларининг сонларини тенглаштириш билан топамиз:



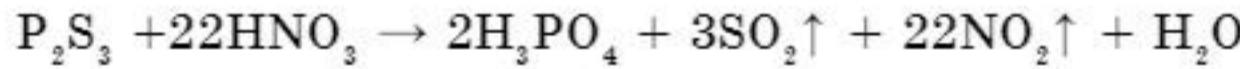
З-мисол. Баъзи оксидланиш-қайтарилиш реакцияларидан оксидланиш даражаларини ўзгартирадиган элементлар иккidan ортиқ бўлиши мумкин. Мисол учун қуйидаги реакцияни кўриб чиқайлик:



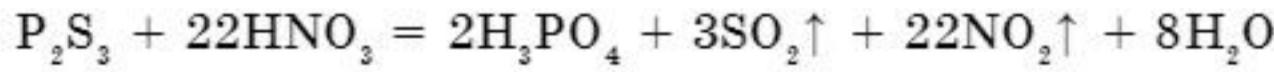
Икки элемент — фосфор ва олtingугурт реакция давомида оксидланади, бир элемент эса — азот қайтарилади:



Оксидланиш жараёнида иштирок этадиган электронларнинг умумий сони 22-га тенг, қайтарилиш жараёнида 1 электрон иштирок этади. Шунинг учун оксидланиш жараёнининг икки тенгламаси учун умумий кўпайтувчи 1-га тенг, қайтарилиш жараёни учун 22-га тенг. Бу кўпайтувчиларни коэффициентлар сифатида формуулаларнинг олдига ёзамиз:



Энг охирида водород билан кислород атомларининг сонларини тенглаштирамиз:



Кўп элементларнинг оксидланиш даражалари ўзгарадиган бундан ҳам мураккаб оксидланиш-қайтарилиш реакциялари мавжуд. Реакция тенгламаларини тенглашнинг яна бошқа усуллари ҳам мавжуд.



Ҳар қандай оксидланиш-қайтарилиш реакцияси оксидланиш ва қайтарилиш жараёнларидан иборат. Электрон баланс усулиниң маъноси — электр зарядининг сақланиш қонунига асосланган: қайтарувчи қанча электрон берса, оксидловчи шунча электрон қўшиб олади.

1. Оксидланиш жараёнини кўрсатинг:
- |  |   |
|--|---|
| a) $\text{Al}^0 - 3\text{e} \rightarrow$ | b) $\text{F}^0 + 1\text{e} \rightarrow$ |
| в) $\text{Ca}^0 - 2\text{e} \rightarrow$ | г) $\text{S}^0 + 2\text{e} \rightarrow$ |
| д) $\text{Cl}^0 + 1\text{e} \rightarrow$ | е) $\text{K}^0 - 1\text{e} \rightarrow$ |



- 2.** Қайтарилиш жараёнини күрсатинг:
- а)  $\text{Br}^0 \rightarrow \text{Br}^{5+}$       б)  $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$   
 в)  $\text{C}^{2+} \rightarrow \text{C}^{4+}$       г)  $\text{B}^{3+} \rightarrow \text{B}^0$
- 3.** Реакцияларни электрон баланс усули билан тенглаштириң:
- а)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2 \uparrow$   
 б)  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{(конц.)} \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$   
 в)  $\text{Cs} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CsOH} + \text{H}_2 \uparrow$   
 г)  $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$   
 д)  $\text{FeCl}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + \text{KCl}$   
 е)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{P} + \text{CaSiO}_3 + \text{CO} \uparrow$

## 46-§. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИНИ ЭЛЕКТРОН-ИОН УСУЛИ БИЛАН ТЕНГЛАШТИРИШ

Электрон-ионли баланс усулининг электрон баланс усулидан фарқи бор. Оксидланиш ва қайтарилиш жараёнларида алоҳида атомлар эмас, ( $\text{N}^{+3}$ ,  $\text{Cr}^{+6}$ ) (аниқ зарралар) ионлар ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ) ёзилади. Кучли электролитлар учун бу заррачалар — ионлар, кучсиз электролитлар учун — молекулалар бўлиб ҳисобланади, кам эрийдиган моддалар учун ҳам молекуляр формула ёзилади. Зарур шароитда кислотали мухитда  $\text{H}_2\text{O}$  ва  $\text{H}^+$  ионлари, ишқорий мухитда —  $\text{H}_2\text{O}$  ва ионлар  $\text{OH}^+$  фойдаланилади.

Бу усул оксидланиш даражаларининг қийматини аниқ ҳисоблашни талаб этмайди. Оксидланиш ва қайтарилиш жараёнларида иштирок этган электронларнинг сони ўнг ва чап томондаги заррачаларнинг зарядлари бўйича ҳисобланади.

**Кислотали, ишқорий ва нейтрал мухитда борадиган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини электрон-ионли баланс усули бўйича тенглаштириши кўриб чиқайлик.**

Кислотали мухитда борадиган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини тенглаштириш қоидалари:

- Реакциянинг тенгламасини ёзиш. Оксидланиш-қайтарилиш жараёнларига иштирок этадиган молекула ёки ионларни аниқлаш.
- Оксидланиш ва қайтарилиш жараёнларининг қисқартирилган реакциясининг ионли формуласини ёзиш. Кучсиз электролитлар, қаттиқ ва газсимон моддаларни молекуляр кўринишда ёзиш.
- Модда массасининг ва энергиянинг сақланиш қонунига асосланиб, қисқартирилган реакция тенгламасини ёзиш учун моддаларнинг ва зарядларнинг мувозанатини сақлаш керак.

### Бугунги дарсда:

- Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини (ОҚР) электрон-ионли усули билан тенглаштириши ўрганамиз.

### Таянч сўзлар

- Коэффициент
- Электрон-ионли баланс
- Оксидланиш даражаси
- Оксидланиш жараёни
- Қайтарилиш жараёни



Кислород атомларининг сонини тенглаштириш учун қисқартирилган реакциянинг қайси томонида кислород атомлари ортиқча бўлса, шунча водород  $H^+$  атомларини қўшамиз. Натижада кислород атомлари водород билан бирикиб, сув  $H_2O$  молекуласини ҳосил қиласди. Қарама-қарши томонига сув молекуласини қўшиб ёзиш керак. Кислородни, водородни ундан кейин электронлар сонини тенглаштириш керак.

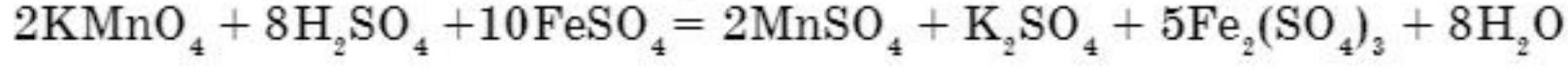
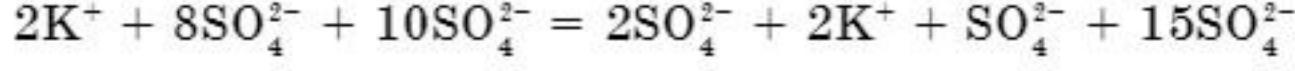
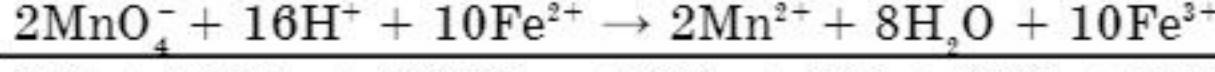
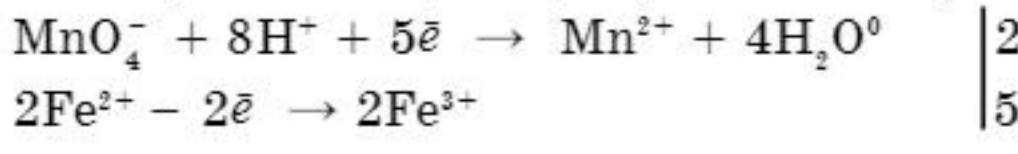
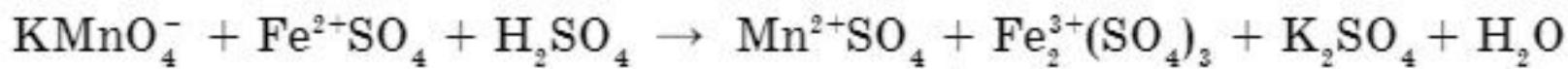
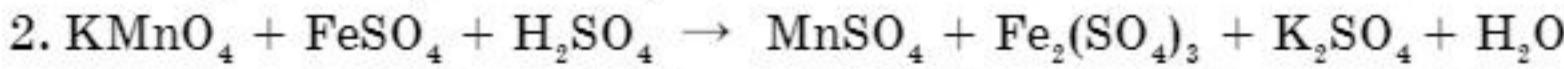
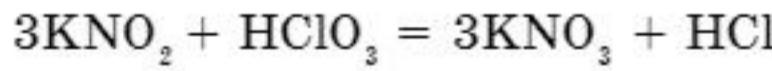
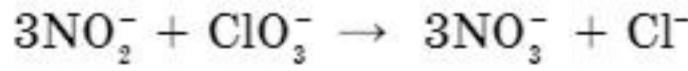
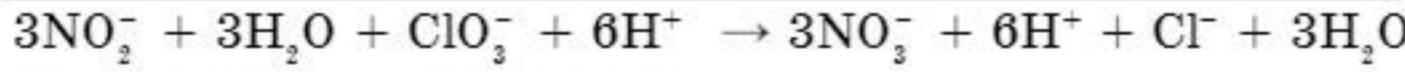
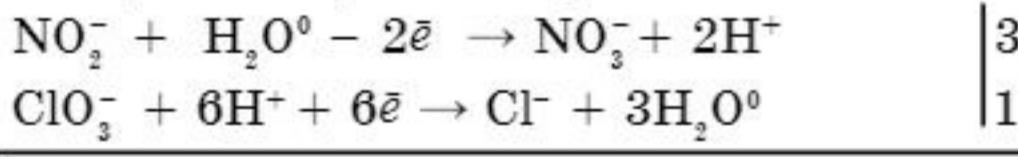
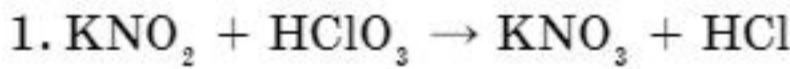
4. Қисқартирилган реакциядаги қўшиб олинган ва бериб юборилган электронлар сонини тенглаштиради.

5. Аввал қисқартирилган реакциянинг чап томонини, кейин эса ўнг томони ихчамлаб ёзиш керак. Формуланинг олдидағи коэффициентга кўпайтиришни унутмаслик керак. Ионли реакциянинг ихчамлатилган тенгламаси.

6. Тенгламанинг ўнг ва чап томонидаги ўхшаш ионлар билан молекулалар қисқартирилади.

7. Етишмаётган катионлар ёки анионларни қўшиб ёзиш керак. Тенгламанинг ўнг ва чап томонидаги қўшиладиган ионларнинг сони тенг бўлиши керак. Масалан:

1	Тенгламанинг ёзилиши	$S^0 + HNO_3^- \rightarrow H_2SO_4^{2-} + NO^0$
2	1-қисқартирилган реакция	$S^0 + 4H_2O^0 - 6e^- \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+$
3	2-қисқартирилган реакция	$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO^0 + 2H_2O^0$
4	Ионли қисқартирилган тенгламаси	$S + 4H_2O + 2NO_3^- + 8H^+ \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+ + 2NO + 4H_2O$ $S + 2NO_3^- \rightarrow SO_4^{2-} + 2NO$
5	Қўшилган ионлар	$2H^+ = 2H^+$
6	Молекуляр тенглама	$S + 2HNO_3 = H_2SO_4 + 2NO \uparrow$

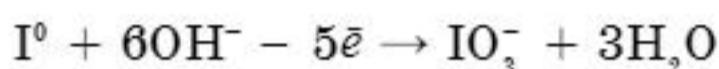
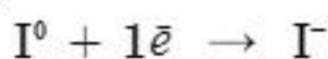




## **Ишқорий мұхитда борадиган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини тенглаштириш қоидалари**

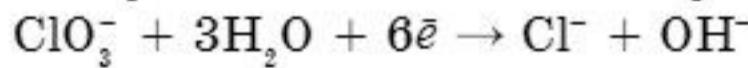
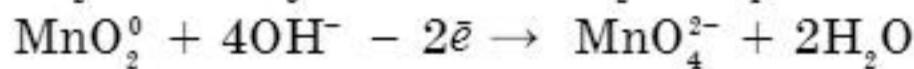
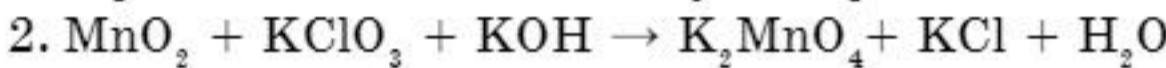
1. Водород ва кислород атомларининг сонини тенглаштириш учун ярим реакциянинг кислород атомлари күп томонига озроқ сув молекуласини құшади, қарама-қарши томонга гидроксид ионларини икки марта күпроқ құшади.

2. Тенгламанинг ўнг ва чап томонидаги кислород атомларининг фарқини күрсатадиган  $\text{H}_2\text{O}$  олдига коэффициент қўйилади.  $\text{OH}^-$  ионининг олдига икки баробар коэффициент қўйилади. Шунда қайтарувчи гидроксид ионларини кислород атоми қўшиб олади:



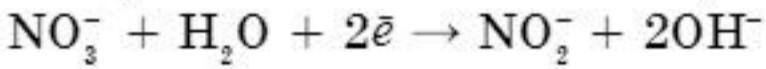
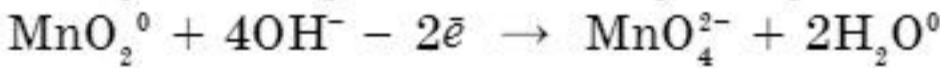
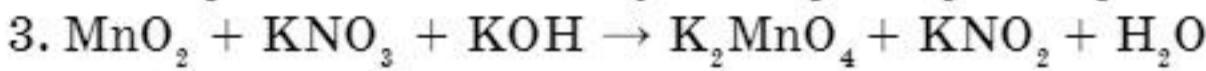
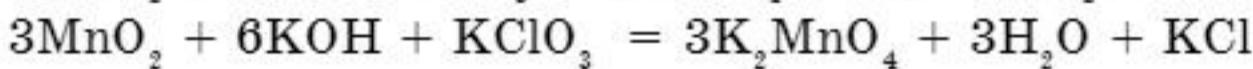
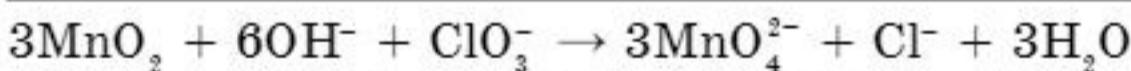
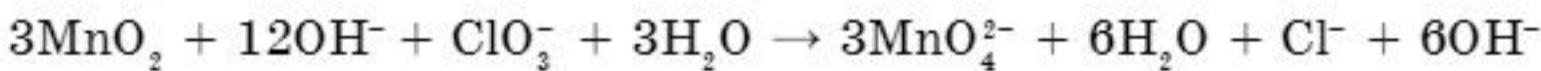
| 5  
1

---



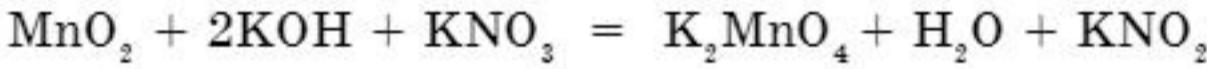
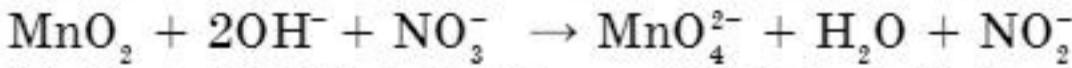
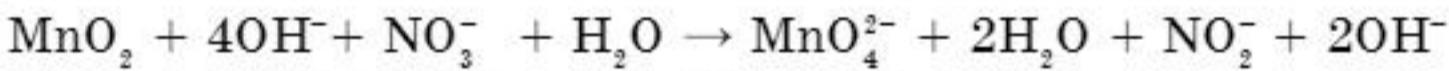
| 3  
1

---



| 1  
1

---

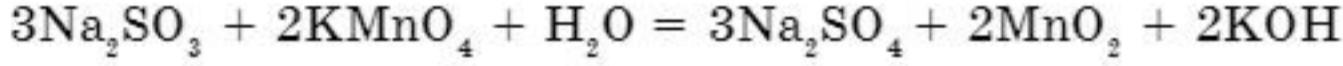
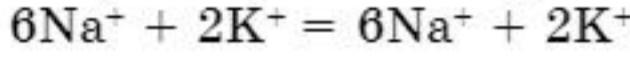
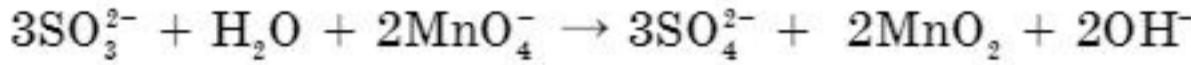
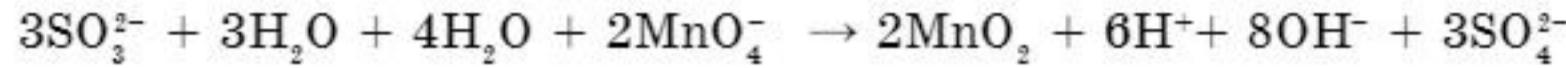
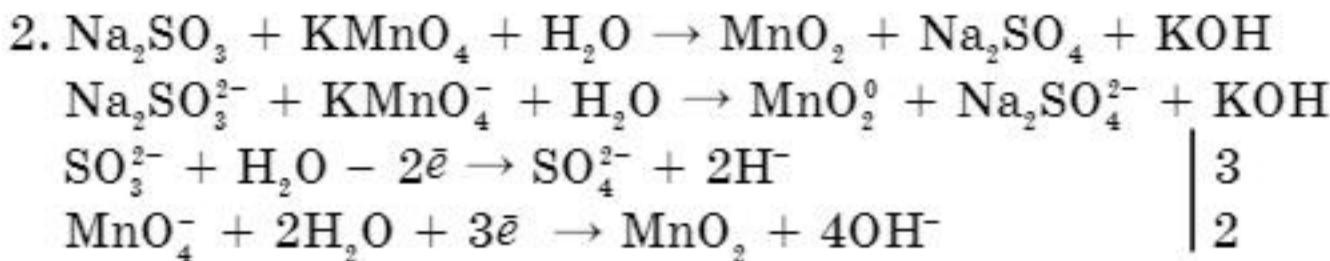
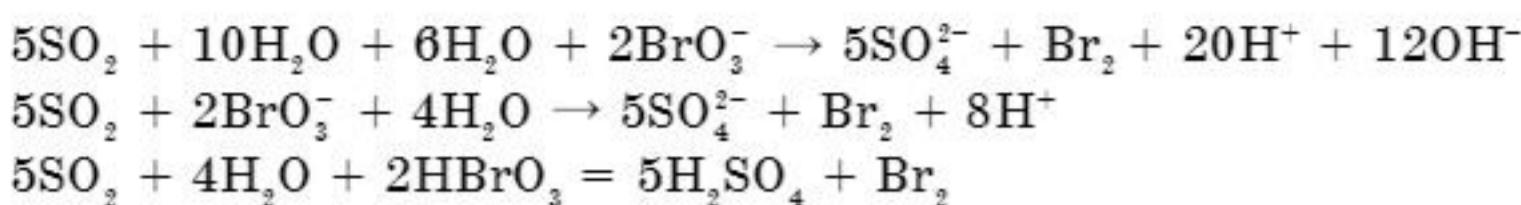
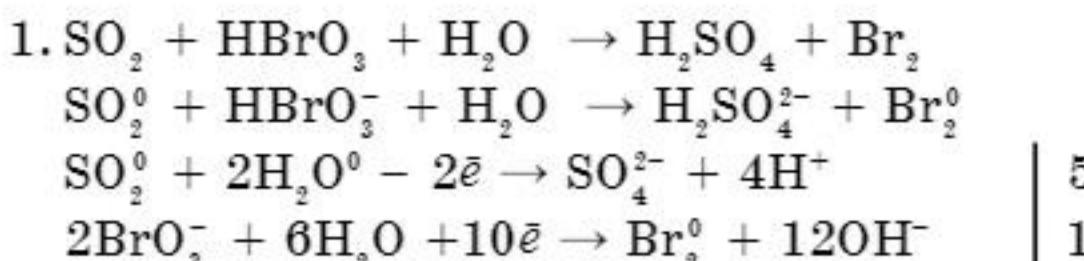


## **Нейтрал мұхитда борадиган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини тенглаштириш қоидаси**

1. Нейтрал мұхит шартли деб ҳисобланилади. Аслида туз гидролизга учраганда мұхит **кучсиз кислотали** ( $\text{pH} = 6-7$ ) ёки **кучсиз асослы** ( $\text{pH} = 7-8$ ) бўлиши мумкин. Шунинг учун ярим реакция икки усул билан ёзилади:

а) тузнинг гидролизи ҳисобга олинмайди. Мұхит нейтрал бўлганлиги туфайли ярим реакциянинг чап томонига сув қўшилади. Шунда бир ярим реакция кислотали мұхит, иккинчиси эса ишқорий мұхит деб ҳисобланади;

б) агар реакция тенгламаси бўйича мұхитни аниқлаш мумкин бўлса, унда ярим реакцияга мувофик кислотали мұхит ёки ишқорий мұхит деб ҳисоблаб тенглаштирилади:



Электрон-ионли баланс усулиниңгээ электрон баланс усулидан фарқлари бор. Оксидланиш ва қайтарилиш жараёнларида реакцияда иштирок этадиган аник заррачалар ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CrO}_4^-$ ) ёзилади. Кучли электролитлар учун бу заррачалар — ионлар, кучсиз электролитлар билан кам эрийдиган моддалар учун молекулалар ҳисобланади. Зарур шароитда кислотали мұхитта  $\text{H}_2\text{O}$  ва  $\text{H}^+$  ионлари, ишқорий мұхитта —  $\text{H}_2\text{O}$  ва  $\text{OH}^-$  ионлари фойдаланилади.

-  1. Оксидланиш ва қайтарилиш жараёнларини ифодалайдиган тенгламаларни топинг:
- 1)  $\text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CO}_2$
  - 2)  $\text{Al}_3\text{C}_4 \rightarrow \text{CH}_4$
  - 3)  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CO}$
  - 4)  $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CO}_2$
2. Рух билан концентранган нитрат кислотаниң таъсирлашув реакциясидаги қайтарувчини күрсатинг:
- 1)  $\text{Zn}^{2+}$ ;      2)  $\text{NO}_3^-$ ;
  - 3)  $\text{H}^+$ ;      4)  $\text{Zn}^{0?}$
3. Вольфрам (VI) оксиidi билан водороднинг таъсирлашув реакциясидаги қайтарувчи:
- 1)  $\text{W}^{-6}$ ;      2)  $\text{H}^0$ ;
  - 3)  $\text{O}^{2-}$ ;      4)  $\text{W}^0?$
4.  $\text{CaO}$  олиш мүмкін бўлган иккита реакцияни ёзинг (оксидланиш-қайтарилиш реакцияси ва оксидланиш-қайтарилиш эмас реакция тенгламаси билан).
5. Реакциялардан оксидловчи ва қайтарувчини топинг. Аввалги 3 реакцияни электрон-ионли баланс усули билан тенглаштиринг:



- а)  $\text{KI} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} + \text{O}_2 + \text{I}_2$   
 б)  $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{к}) \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 в)  $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$   
 г)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{P} + \text{CaSiO}_3 + \text{CO}$   
 д)  $\text{KBrO}_3 + \text{XeF}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KBrO}_4 + \text{Xe} + \text{HF}$   
 е)  $\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

- 1. Массаси 0,92 г бир валентли металл сув билан реакцияга киришганда 0,448 л (н.ш.) водород қайтарилади. Реакция натижасида қандай металл оксидланади?
- 2. Массаси 2 г миснинг алюминий билан аралашмаси суюлтирилган сульфат кислотада эритилди. Реакция натижасида 1,12 л (н.ш.) газ ажралди. Қандай металл қайтарилиш реакциясига киришганини аникланг. Аралашмадаги реакцияга киришмаган металлнинг масса улушини ҳисобланг.

Жавоби: 55%.



### Оксидланиш-қайтарилиш реакциясини ўрганиш

Мана бундай ОҚР олиб боринг. Калий перманганатининг (марганцовка, биринчи ёрдам қутиси) оз миқдорини сувда эритинг. Бу эритмага водород пероксидининг эритмасини ёки қуруқ пергидроль қўшинг. Реакциянинг аломатларини аникланг. Ушбу реакциянинг тенгламасини ёзиб, электрон баланс ва ярим реакция усули билан тегишли коэффициентларни қўйинг.

## 47-§. ЭЛЕКТРОКИМЁВИЙ ПОТЕНЦИАЛЛАР ҚАТОРИ

Агар металл пластинкани сувга ботира, унда сувнинг қутбли молекулаларининг таъсирида металлнинг ионлари пластинкани юзасидан ажралиб, гидратланган ҳолда суюқ фазага ўтади (60-расм).

Эритмада мусбат заряд йиғилиб, металл пластинкада эса — электронларнинг кўпайиши натижасида манфий заряд йиғилади. Эритмадаги катионлар билан металларнинг ортиқ электронларининг электростатик тортилиши натижасида, фазаларнинг бўлиниш юзасида қўш электр қавати пайдо бўлади. У металл ионларининг ундан кейин эритмага ўтишини тўхтатади. Маълум бир вақтда эритма билан металл пластинкаси орасида мувозанат ўрин олади ва уни мана бу тенглама билан кўрсатиш мумкин:



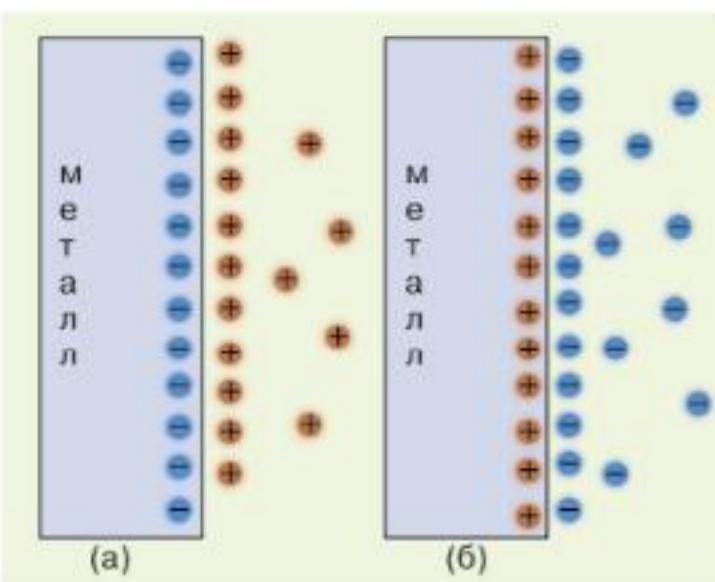
бундаги  $n$  — ажраладиган электронларнинг сони. Металл билан эритма орасидаги қўш электр қаватда пайдо бўладиган потенциаллар фарқи

### Бугунги дарсда:

- Металларнинг электрокимёвий фаоллик қаторининг маъносини тушунамиз.

### Таянч сўзлар

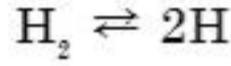
- Қўш электр қавати
- Электрод потенциали
- Гальваник элемент
- Стандарт водородли электрод
- Стандарт электрод потенциали



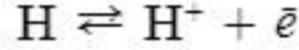
60-расм. Қүш электрод қаватнинг чизмаси

ионларининг концентрацияси 1 моль/л кислота эритмасига ботириб олинган платина пластинкасидан иборат. Платинага адсорбцияланган водород газсимон водород билан мувозанатда бўлади.

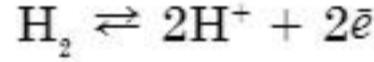
Электродда пайдо бўладиган ғовак мана бундай тушунтирилади. Газсимон водород платинага адсорбцияланиб, атомга айланади:



Электродни мана бундай ифодалайди Pt, H<sub>2</sub>/H<sup>+</sup>. Пластиинка юзасида ҳосил бўлган атомли водород, эритмадаги водород ионлари ва платина орасида динамик мувозанат ўрин олади:



Жараённинг қисқартирилган тенгламаси:

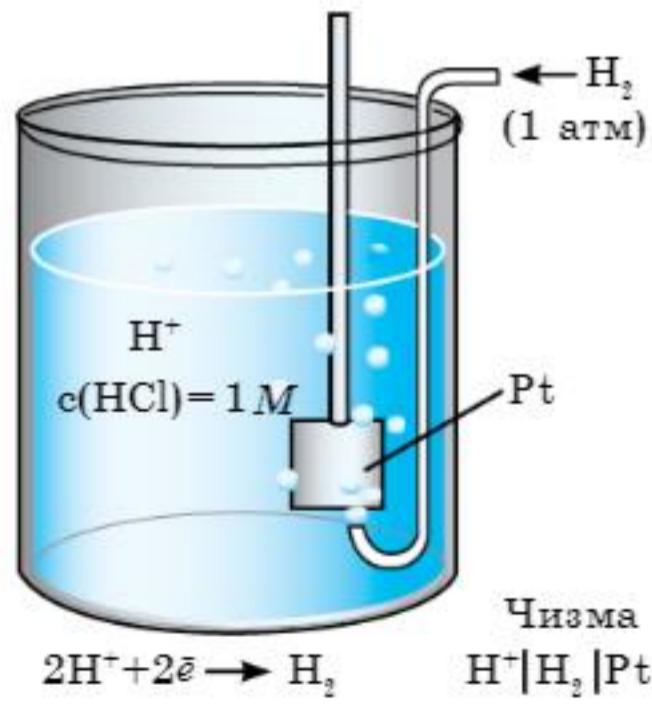


Пластина оксидланиш-қайтарилиш жараёнида иштирок этмайди, фақат водород атомларининг ҳосил бўлишини таъминлайди.

Агар қандайдир бир метални концентрацияси 1 моль/л шу металл тузининг эритмасига ботириб, стандарт водородли электрод билан қўшса, гальваник элемент ҳосил бўлади (61-расм). 25°C ҳароратда ўлчангандай электр юритувчи кучи (ЭЮК) металнинг электрод потенциалини тавсифлайди. Электрод потенциал E<sup>0</sup> деб белгиланади.

*Гальваник элементнинг электр юритувчи кучи (ЭЮК) деб, катод ва аноднинг (оксидловчи ва қайтарувчининг) электрод потенциалларининг фарқига айтилади.*

Стандарт водородли электродга тааллуқли баъзи бир моддалар оксид-



61-расм. Стандарт водородли электроднинг чизмаси



ловчи, бошқалари эса қайтарувчи бўла олади. Ҳозирги вақтда амалда барча металларнинг ва кўпгина металмасларнинг стандарт потенциаллари маълум. Бу уларнинг қайтарувчилик ёки оксидловчилик, яъни электронларни бериш ёки қўшиб олиш хоссаларини тавсифлайди.

Водородга тааллуқли қайтарувчиларнинг электрод потенциали манфий (-) қийматга, оксидловчиларнинг электрод потенциали мусбат (+) қийматга эга бўлади (61-расм).

Агар металларни стандарт электрод потенциалларининг ортиши бўйича жойлаштирилса, Н.Н. Бекетов таклиф этган металларнинг электрохимёвий кучланишлар қатори олинади (36-жадвал).

36-жадвал

#### Металларнинг стандарт электрод потенциалларининг электрохимёвий қатори



Кучланишлар қаторига асосланиб, металларнинг кимёвий фаоллиги ҳақида муҳим бўлган холосалар чиқариш мумкин.

1. Стандарт электрод потенциалнинг катта қийматига эга ҳар бир металл, қайтарувчилик хоссаси кучсизроқ бошқа металларни тузларининг эритмаларидан сиқиб чиқаради.

2. Стандарт электрод потенциали нолдан паст (яъни стандарт водородли электроднинг потенциалидан) металлар, водородни кислотадан сиқиб чиқаришга қодир.

3. Стандарт электрод потенциалнинг энг қуий қийматига эга металлар кучли қайтарувчилар бўлади (литидан натрийгагача), сувдаги эритмаларда сув билан ўзаро таъсиrlашади (37-жадвал).

37-жадвал

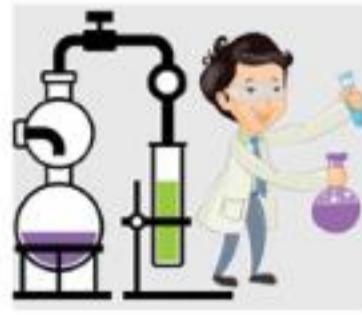
#### Металларнинг электрохимёвий кучланишлар қатори

Металлар	Электрод реакцияси	E°, В
1	2	3
Li	$\text{Li} \rightleftharpoons \text{Li} + e$	-3,05
1	2	3



## 37-жадвалнинг давоми

K	$K \rightleftharpoons K + e^-$	-2,92
Ba	$Ba \rightleftharpoons Ba + 2e^-$	-2,90
Sr	$Sr \rightleftharpoons Sr + 2e^-$	-2,89
Ca	$Ca \rightleftharpoons Ca + 2e^-$	-2,87
Na	$Na \rightleftharpoons Na + e^-$	-2,71
Mg	$Mg \rightleftharpoons Mg + 2e^-$	-2,36
Al	$Al \rightleftharpoons Al + 3e^-$	-1,66
Mn	$Mn \rightleftharpoons Mn + 2e^-$	-1,18
Zn	$Zn \rightleftharpoons Zn + 2e^-$	-0,76
Cr	$Cr \rightleftharpoons Cr + 2e^-$	-0,74
Fe	$Fe \rightleftharpoons Fe + 2e^-$	-0,44
Cd	$Cd \rightleftharpoons Cd + 2e^-$	-0,40
Co	$Co \rightleftharpoons Co + 2e^-$	-0,28
Ni	$Ni \rightleftharpoons Ni + 2e^-$	-0,25
Sn	$Sn \rightleftharpoons Sn + 2e^-$	-0,14
Pb	$Pb \rightleftharpoons Pb + 2e^-$	-0,13
Fe	$Fe \rightleftharpoons Fe + 3e^-$	-0,04
H	$H_2 \rightleftharpoons 2H + 2e^-$	0,00
Cu	$Cu \rightleftharpoons Cu + 2e^-$	+0,34
Hg	$2Hg \rightleftharpoons Hg + 2e^-$	+0,79
Ag	$Ag \rightleftharpoons Ag + e^-$	+0,80
Hg	$Hg \rightleftharpoons Hg + 2e^-$	+0,85
Pt	$Pt \rightleftharpoons Pt + 2e^-$	+1,20
Au	$Au \rightleftharpoons Au + 1e^-$	+1,50



Металл пластиинка унинг тузининг сувдаги эритмасига ботириб олинганда потенциалларнинг фарқи пайдо бўлади. Бу электроднинг юзасидан металл ионларининг эритмага ўтиши билан тушунтирилади. Потенциалларнинг фарқини аниqlаш учун стандарт потенциали нолга teng водородли электрод фойдаланилади. Металларнинг электрокимёвий кучланишлар қаторига асосланиб, металларнинг кимёвий активлиги ҳақида холоса қилиш мумкин.



1. Қандай жараёнларнинг натижасида "электрод — эритма" чегарасида қўш электр қавати ҳосил бўлади?
2. Электрод потенциали дегани нима?
3. Металларнинг стандарт электродли потенциаллари дегани нима?
4. Қайси электроднинг потенциалини нолга teng деб қабул қилиб, ҳар хил металларнинг электрод потенциалларини ўлчашда, солиштирма электрод сифатида



ишлатилади?

5. Металларнинг электрокимёвий кучланишлар қатори нимага асосланиб тузилган?
  6. Металларнинг электрокимёвий кучланишлар қаторининг ақамиятини тушунтириңг.
  7. Металларнинг электрокимёвий кучланишлар қаторидаги ўрни унинг даврий жадвалдаги ўрнига нима учун түғри келмайды?
  8. Ушбу қатордаги әнд фаол металл: Fe, Zn, Mn, K, Au. Сабабини тушунтириңг. Қайтарувчанлик хоссаси әнд юқори бўлган катион: Cr<sup>3+</sup>; Ca<sup>2+</sup>; Mn<sup>2+</sup>; Ag<sup>+</sup>?
  9. Берилган реакцияларнинг қайси бири бориши мумкин:
    - a) Zn + HCl →
    - б) Hg + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> →
    - в) Cu + NiSO<sub>4</sub> →
    - г) Sn + CuCl<sub>2</sub> →
    - д) Zn + NaCl →
    - е) Ag + H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> →
    - ё) Al + AuCl<sub>3</sub> →
    - ж) Cu + HgCl<sub>2</sub> →
- Сувдаги эритмалардаги бориши мумкин реакцияларни давом эттириңг.
10. Алюминий қуидаги моддалар билан таъсирлашганда қандай маҳсулотлар олинади:
    - а) CuSO<sub>4</sub> сувдаги эритмаси;
    - б) сульфат кислотанинг суюлтирилган эритмаси. Реакция тенгламаларини ёзинг.
  11. Рух никель (II) сульфатининг сувдаги эритмаси билан таъсирлашганда, реакция натижасида қандай маҳсулот ҳосил бўлади? Бу реакция оксидланиш-қайтарилиш реакциясига кирадими? Тушунтириңг.

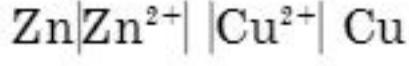
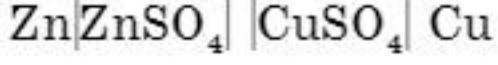
## 48-§. ГАЛЬВАНИК ЭЛЕМЕНТ

Кимёвий энергиянинг электр энергиясига айланиши **гальваник элемент** деб аталадиган электрокимёвий системаларда боради. Ҳозирги пайтда гальваник элементлар кимёвий ток манбаи сифатида кенг тарқалган.

Гальваник элемент — икки электроддан ташкил топган электрокимёвий берк система.

Даниэль-Якоби гальваник элементини кўриб чиқайлик. У CuSO<sub>4</sub> эритмасига ботирилган мис пластинкадан ва ZnSO<sub>4</sub> эритмасига ботирилган рух пластинкадан иборат. Оксидловчи ва қайтарувчи бир-бири билан тўғридан-тўғри таъсирлашмаслиги учун электродлар бир-биридан ғовак тўсиқ билан бўлинган (62-расм).

Гальваник элементнинг чизмаси:



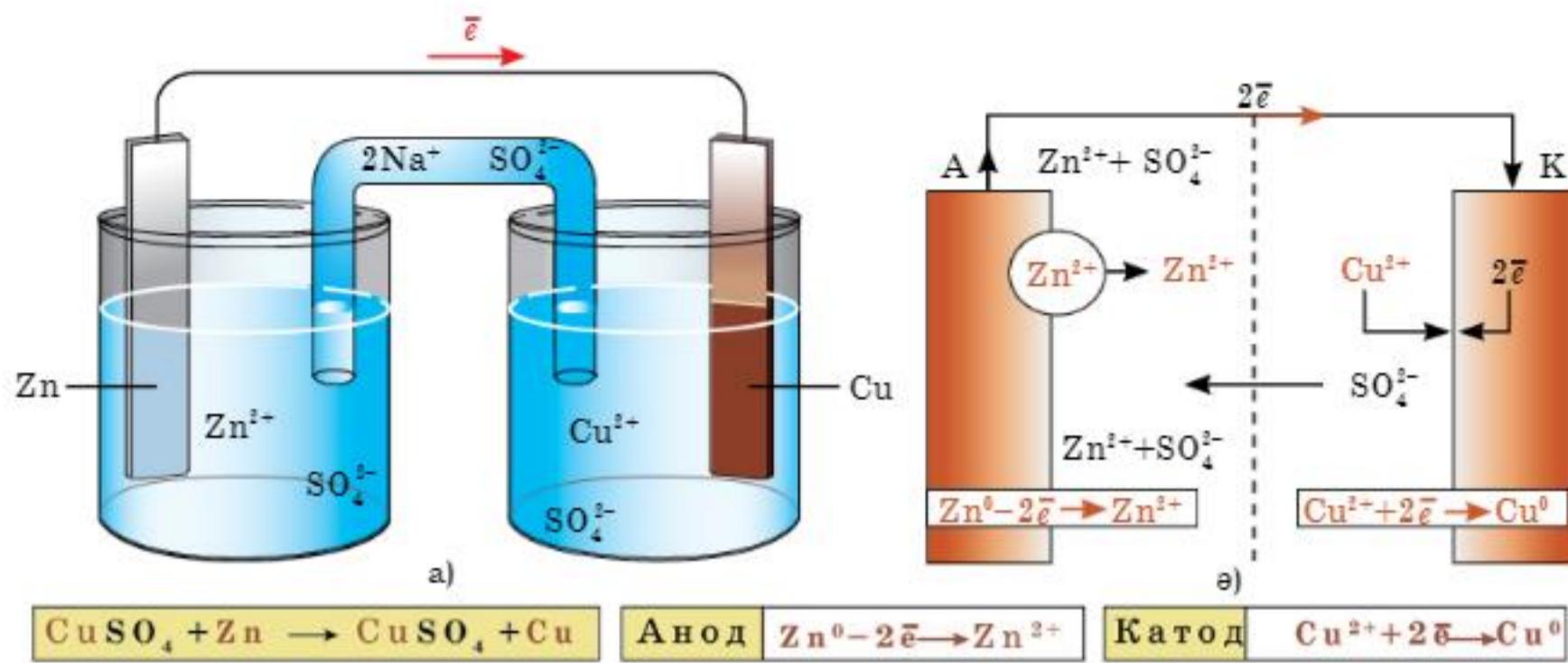
Рух пластинканинг юзасида қўш электр қавати ҳосил бўлади ва

### Бугунги дарсда:

- Гальваник элемент билан танишамиз;
- Кимёвий энергиянинг электр энергиясига айланиш жараёнини тушунадиган бўламиз .

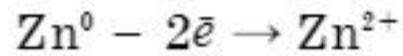
### Таянч сўзлар

- Гальваник элемент
- Оксидланиш
- Қайтарилиш
- Қўш электр қават
- Электродлар



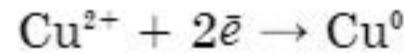
62-расм. Гальваник элемент чизмаси

мувозанат ўрин олади:



Ушбу жараённинг натижасида рухнинг электрод потенциали пайдо бўлади.

Мис пластинканинг юзасида ҳам қўш электр қавати ҳосил бўлиб, мувозанат юзага келади:



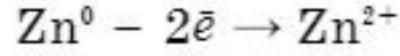
натижасида миснинг электрод потенциали пайдо бўлади.

Мис электродига қараганда рух электроди потенциалининг манфий қиймати кўпроқ, шунинг учун ташқи занжирнинг уланиш пайтида, яъни рухни мис билан ўтказгич орқали улаган пайтда электронлар рухдан мисга қараб ҳаракатланади.

Мана шундай қилиб ташқи занжирнинг уланиш пайтида рух электродида рухнинг ўз-ўзидан эриш жараёни боради ва мис электроиди мис ажралади. Бу жараёнлар электродларнинг потенциали тенглашгунча ёки рух тўлиқ эригунча (ёки мис электродининг юзини барча мис тўлиқ қоплагунча) давом этади.

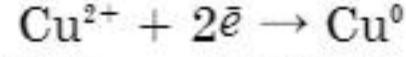
Шунингдек, Даниэль-Якоби элементининг ишлиши пайтида қуидаги жараёнлар боради:

1. Рухнинг оксидланиш жараёни:



Электрокимёда оксидланиш — анодли жараён, оксидланиш жараёни борадиган электрод **анод** деб аталади.

2. Мис ионларининг қайтарилиши:

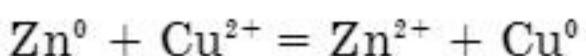


Электрокимёда қайтарилиш — катодли жараёнлар, қайтарилиш жараёни борадиган электрод **катод** деб аталади.



3. Ташқи занжир орқали электронлар ҳаракатланади.

4. Эритмадаги ионларнинг ҳаракатланиши: анионлар ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) анодга, катионлар ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) катодга тортилади. Эритмадаги ионларнинг ҳаракати гальваник элементнинг электрокимёвий занжирини беркитади. Электродлардаги реакцияларнинг умумий тенгламаси:



Бу кимёвий реакциянинг таъсиридан гальваник элементнинг ташқи занжирида электронларнинг ва элемент ичида ионларнинг ҳаракати пайдо бўлади. Яъни берк электрокимёвий системада электр токи ҳосил бўлади. Гальваник элементда борадиган кимёвий реакция йиғиндиси ток ҳосил қилувчи (ток ясовчи) деб аталади.

Электрокимёвий системада пайдо бўладиган электр токи системанинг *электр юритувчи кучи* (ЭЮК) орқали тавсифланади. У катод ва анод электрод потенциалларининг айирмасига тенг:

$$E = \phi_k - \phi_a$$

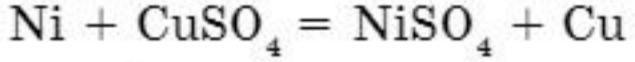
Электроднинг табиати ва электролитнинг концентрациясига боғлиқ гальваник элемент кимёвий ва концентрацияли деб бўлинади.

**Кимёвий гальваник элементлар.** Электродлар ва электролитлар — ҳар хил элементлар. Кимёвий гальваник элементга мисол тариқасида Даниэль-Якоби элементини аташ мумкин.

Бир хил электродлардан ташкил топган, бироқ электролитнинг концентрацияси ҳар хил бўлган элементлар концентрацияли гальваник элементлар деб аталади. Масалан, кумуш нитратининг ҳар хил концентрацияли эритмасига ботирилган кумуш электроди:



**Масала.** Ток ҳосил қилувчи реакциянинг тенгламаси бўйича гальваник элементнинг тенгламасини тузинг:

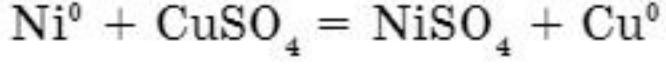
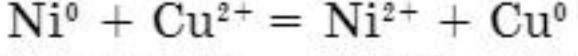
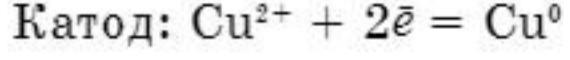
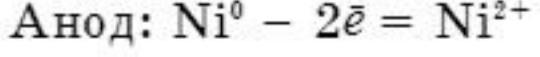


Анодли ва катодли жараёнларнинг тенгламаларини ёзинг. Стандарт ЭЮК ҳисобланг.

**Ечими.** Стандарт электрод потенциал қаторидан фойдаланиб,  $E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0$  ва  $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0$  потенциалларини топамиз:

$$E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0 = -0,250 \text{ В}, \quad E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = +0,337 \text{ В.}$$

Бу жуфтликда никельнинг потенциалининг тескари қиймати каттароқ, шунинг учун никель анод вазифасини бажаради:





Гальваник элементнинг тенгламасини тузамиз:



Реакциянинг стандарт ЭЮК ҳисоблаймиз:

$$\text{ЭЮК} = E_{\text{кат}}^0 - E_{\text{ан}}^0 = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 - E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0$$

$$\text{ЭЮК} = 0,337 - (-0,250) = 0,587 \text{ В.}$$



Кимёвий энергиянинг электр энергиясига айланиши гальваник элемент деб аталағынан электрокимёвий системаларда боради. Ҳозирги гальваник элементлар кенг тарқалған кимёвий ток манбаи ҳисобланади. Ҳар қандай гальваник элементнинг ишлаш принципи катод ва анодда борадын оксидланиш-қайталиш жараёнларига асосланған.



1. Гальваник элемент дегани нима?
2. Гальваник элементда қандай жараёнлар боради?
3. Гальваник элементда электр энергияси қандай пайдо бўлади?

- 1. Магний ва қўрғошин ионларининг концентрациялари  $c[\text{Mg}^{2+}] = 0,001$  моль/л,  $c[\text{Pb}^{2+}] = 1$  моль/л бўладиган туз эритмаларига ботирилган. Гальваник элементнинг чизмасини йиғиб, стандарт ЭЮК ҳисобланг.  
Жавоби: 2,334 В.
- 2. Fe (II), Mg, Ag (I) тұзларининг эритмасига ботирилган кобальт пластинканинг массаси қандай үзгаради (ортади, камаяди, үзгармайды)? Реакциянинг молекуляр тенгламасини ёзинг.  $m(\text{Co}) = 59$  г.
- 3. Никель анод бўлган гальваник элементнинг ишлаш вақтидаги анодли ва катодли жараёнларнинг ярим реакциясини, реакциянинг молекуляр тенгламасини ёзинг ва гальваник элементнинг чизмасини тузинг. Катодга аталган материални танланг. Гальваник элемент учун стандарт ЭЮК ҳисобланг.  
Жавоби: 0,587 В.

## 49-§. АККУМУЛЯТОРЛАРДА БОРАДИГАН КИМЁВИЙ ЖАРАЁНЛАР

Аккумулятор – ўзига электр энергиясини тўплайдиган қурилма, у керак пайтда энергияни ташқи занжирга ўтказадиган кимёвий ток манбаи бўлиб ҳисобланади.

### Бугунги дарсда:

- Аккумуляторларнинг ишлаш принципини ўқиб ўрганамиз.

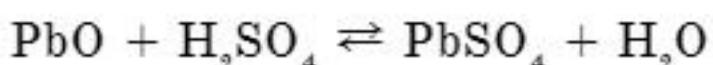
Аккумуляторлар бир-биридан электродлар билан, электролитларнинг кимёвий табиати ва тузилиши билан фарқланади (63-64-расмлар). Аккумуляторларнинг кислотали (қўрғошин) ва ишқорли (кадмий никель ва кумуш рух) турлари амалда кенг фойдаланилади.

Қўрғошин аккумулятори қўрғошин оксиidi РВО тўлдирилган занжирли қўрғошин пластинкаларидан тузилган. Пластинкалар 20–25% ли сульфат кислотасининг ( $\rho = 1,18–1,22 \text{ г/см}^3$ ) эритмасига ботирилади.

Пластинканинг юзида қўрғошин оксиidi билан сульфат кислотаси-



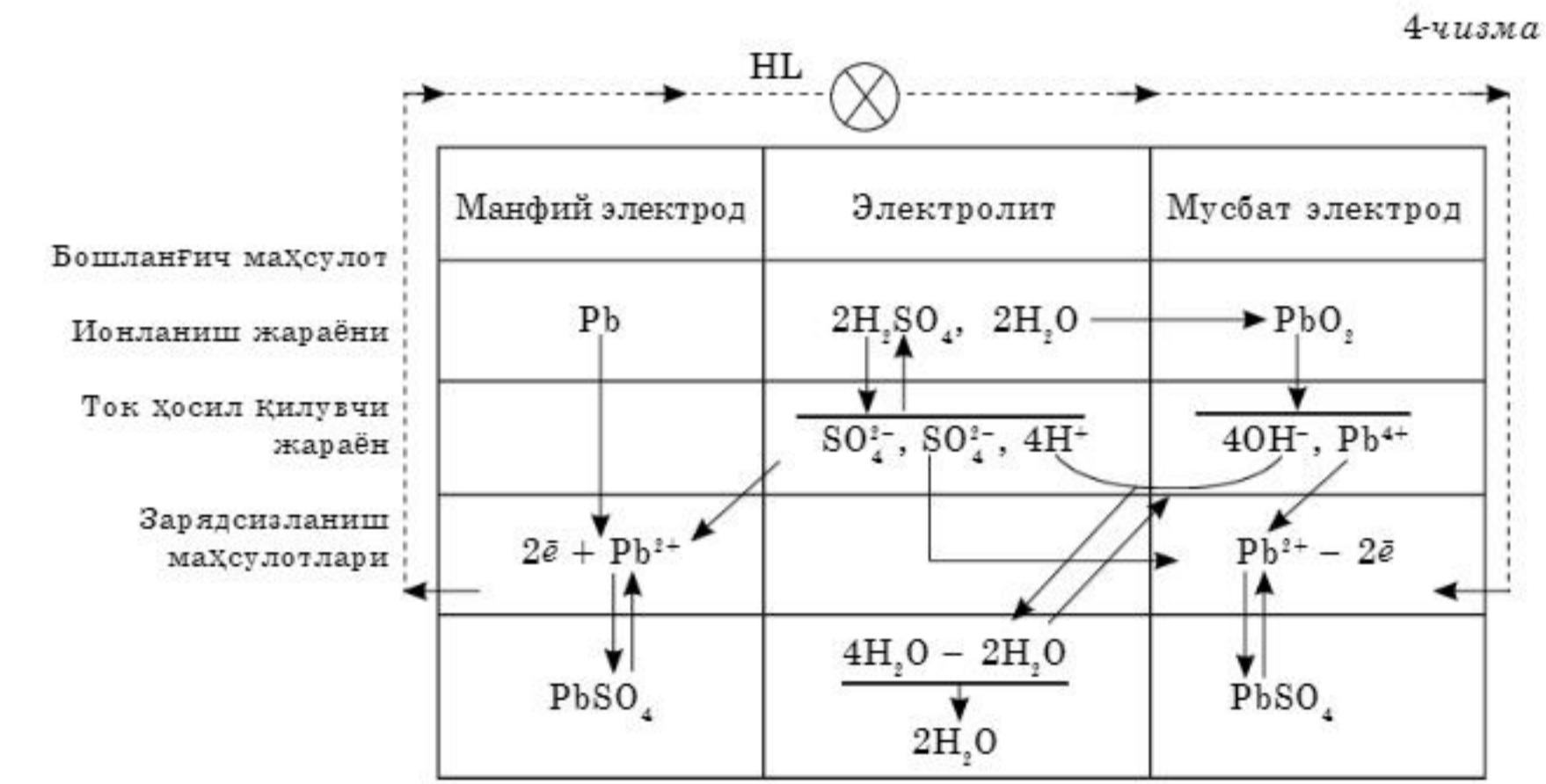
нинг таъсирлашиши натижасида эримайдиган құрғошин сульфати ҳосил бўлади:



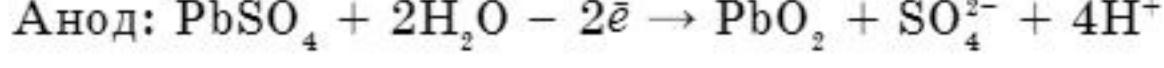
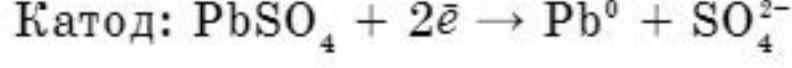
Вақт ўтиши билан құрғошин сульфати кристаллашиб, пластиинканинг бир бўлагини қоплади.

Ўша жараённинг натижасида пластиинка кимёвий реакцияга киришмайди. Шундай килиб аккумулятор зарядсизланади. Бундай ҳодиса сульфатланиш деб аталади.

Құрғошин аккумуляторларининг зарядсизланиш пайтида электродларда борадиган жараёнлар 4-чизмада берилган.



Аккумуляторда кимёвий энергия захирасини йиғиш учун уни зарядлаш керак. Бунинг учун құрғошин пластиинкаларнинг бирини манфий, иккинчисини эса мусбат зарядланган ўзгармас ток манбаига уланади. Аккумуляторни зарядлаш давомида электр энергияси кимёвий энергияга айланади. Борадиган электролиз жараёнини қуйидаги тенгламалар билан ифодалаш мумкин:

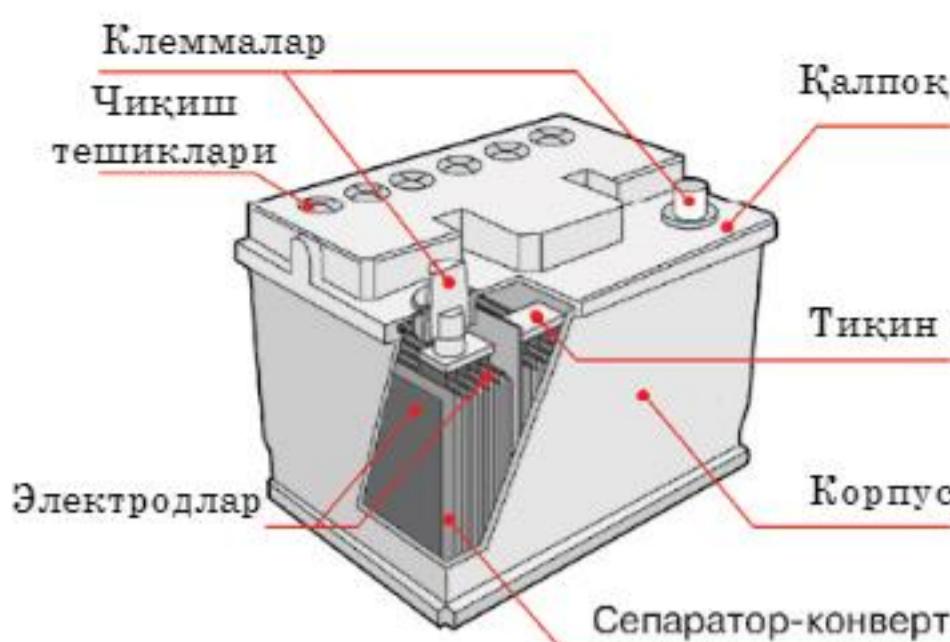


Бу тенгламалардан құрғошин ионларининг  $\text{Pb}^{2+}$  катодта 2 электрон қўшиб оладиганини пайқаш мумкин. Анодта эса  $\text{PbSO}_4$   $\text{PbO}_2$ -га айланади.  $\text{PbO}_2$ -нинг тузилишининг  $\text{Pb}^{2+}$  2 электронни йўқотиб,  $\text{Pb}^{4+}$  ионларга айланиши билан тушунирилади.

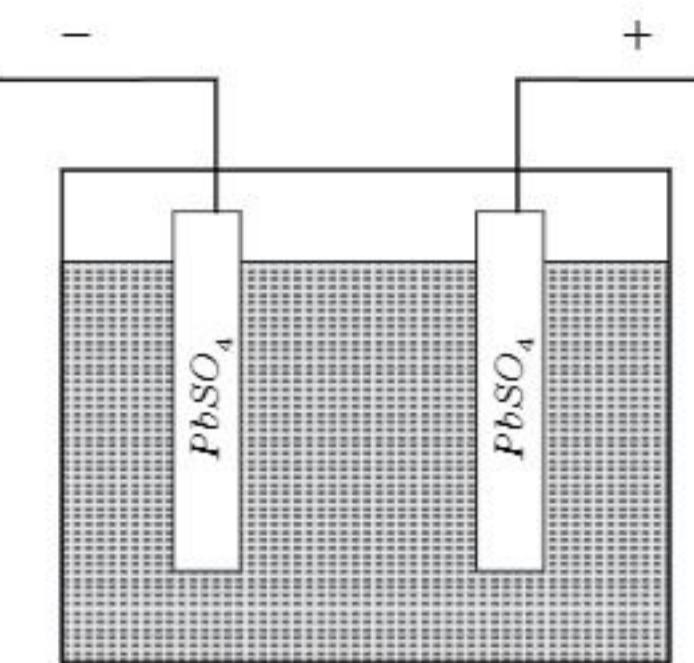
Аккумуляторнинг зарядланиш жараёнини мана бундай умумий

### Таянч сўзлар

- Аккумулятор
- Электролит
- Заряд
- Оксидловчи
- Қайтарувчи
- Электрод
- Сульфатланиш

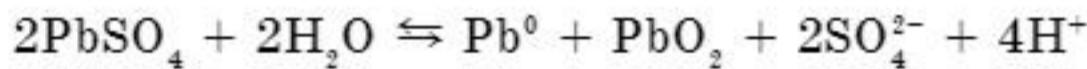


63-расм. Автомобиль аккумуляторининг чизмаси



64-расм. Зарядланишдан олдин күрғошин аккумуляторининг чизмаси

тенглама билан күрсатиш мүмкін:

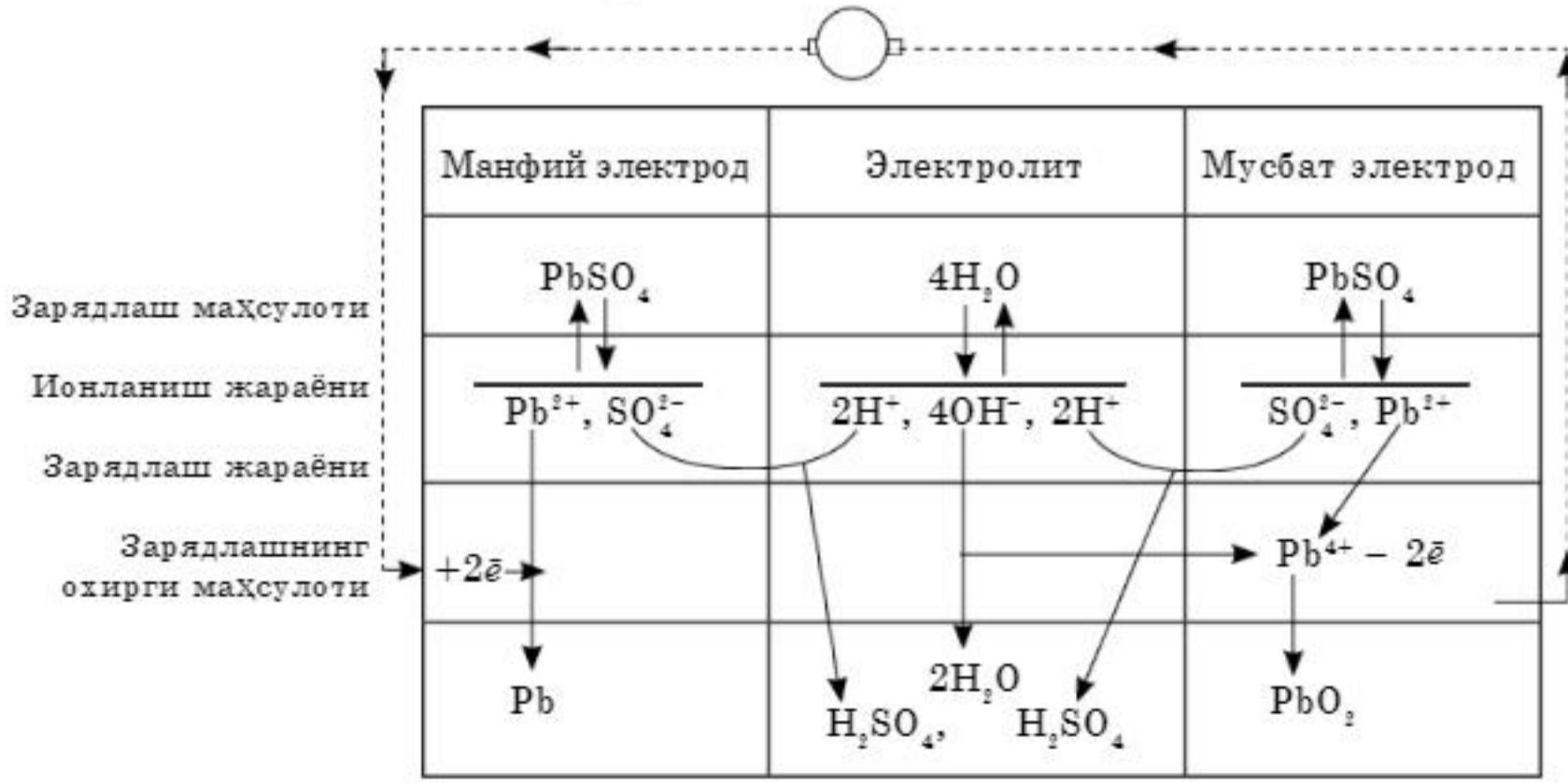


Аккумуляторни зарядлаш пайтида бир электродда қайтарувчи хоссаси бор күрғошин ҳосил бўлади, иккинчиси электродда эса оксидловчи хоссага эга күрғошин (IV) оксиди ҳосил бўлади (63-64-расмлар).

Күрғошин аккумуляторини зарядлаш пайтида борадиган электродли жараёнлар 5-чизмада келтирилган:

5-чизма

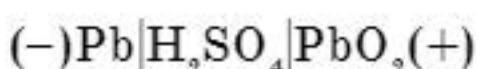
#### Күрғошин аккумуляторини зарядлаш жараёнининг электрокимёвий тенгламаси



Электродларнинг оксидловчи-қайтарувчи хоссалари турлича, уларнинг орасида потенциаллар айирмаси пайдо бўлади, яъни

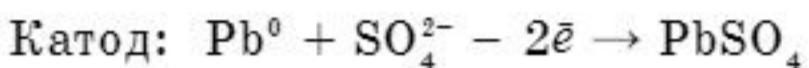


аккумулятор зарядланганда гальваник элемент пайдо бўлади:

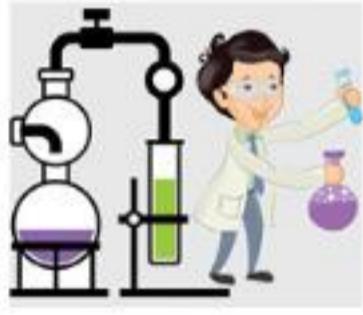
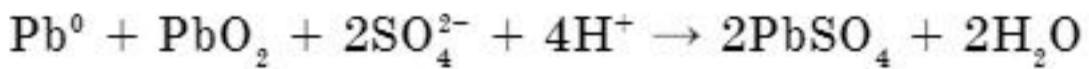


Зарядланган аккумуляторнинг пластинкаларини ўтказгич билан улганда, электронлар қўрғошин билан қопланган электроддан, қўрғошин (4) оксиди  $\text{PbO}_2$  билан қопланган пластинкага қараб ҳаракатлана бошлайди, яъни электр токи пайдо бўлади. Бу аккумуляторнинг зарядсизланиши деб аталадиган жараён давомида кимёвий энергия электр энергиясига айланади.

Аккумуляторнинг зарядланиши давомида электродларда қўйидаги жараёнлар боради:



Умумий тенгламаси:



*Аккумулятор – ўзига электр энергиясини тўплайдиган қурулма, у зарур пайтда энергияни ташқи занжирга бера оладиган кимёвий ток манбаи бўлиб ҳисобланади. Аккумуляторни зарядлаш пайтида электр энергияси кимёвий энергияга айланади. Аккумуляторнинг зарядсизланиш пайтида кимёвий энергия электр энергиясига айланади.*

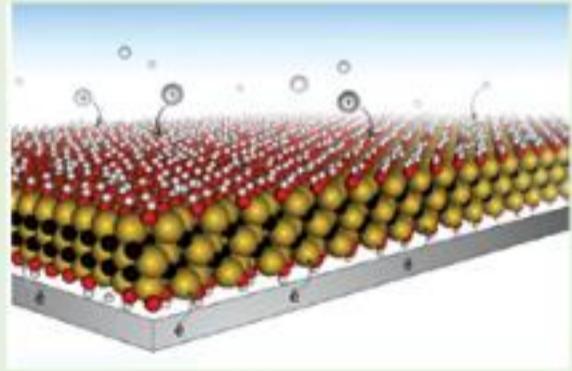


1. Аккумулятор деганимиз нима?
2. Техникада қандай аккумуляторлар қўлланилади? Уларнинг бир- биридан қандай фарқлари бор?
3. Қўрғошин аккумуляторини зарядлаганда электродларда борадиган кимёвий жараёнларни тушунтиринг.
4. Сульфатланиш деганимиз нима? Сульфатланиш аккумуляторнинг ишига қандай таъсир этади?



Суперконденсаторларнинг аккумулятордан фарқи — бир неча секунд ичida зарядланади, лекин тез зарядсизланади.

Дрексель университетининг олимлари МХепе наноматериал асосида энг яхши батареялар ўйлаб топди. Келажакда истеъмолчилар саноқли секундларда смартфонларини ёки электромобилларини зарядлай олади.





## 50-§. ЭЛЕКТРОЛИЗ

### Бугунги дарсда:

- Электролиз жараёниң мазмунини тушунамиз;
- Электролизнинг құлланыш соҳаларини биламиз.

### Таянч сүзлар

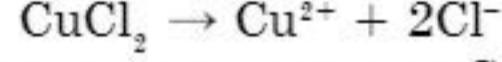
- Электролиз
- Катод
- Анод
- Гальванопластика

Металлар орқали электр токи үтганды кимёвий реакция бормайды ва металлар үзгаришсиз қолади. Агар электр токи электролит эритмаси ёки суюқланмаси орқали үтса, электролит ва металл үзказгич (электрод) орасыда ҳар хил кимёвий реакциялар бориб, янги моддалар ҳосил бўлади.

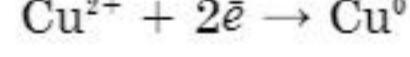
Бу жараён электролиз деб аталади. Электролит эритмасидаги ёки суюқланмасидаги ионлар тартибсиз ҳаракатланади. Агар эритмага ёки суюқланмага электродларни ботириб, электр токини үтказса, ионлар электродларга қараб маълум тартиб билан: катионлар — катодга (манфий зарядланган электродга), анионлар — анодга қараб (мусбат зарядланган электродга) ҳаракатланади. Катодда қайтарилиш жараёни боради, яъни катионлар электронларни қўшиб олади. Анодда оксидланиш жараёни боради, демак анионлар электронларини беради.

Электролизни электролизер ёки электр печи деб аталадиган маҳсус асбобларда олиб борилади. Электролитнинг эритмаси ёки суюқланмасига ток үтказадиган иккита электрод солади ва уларни үзгармас ток манбаига улайди. Ўзгармас ток манбай таъсирида электродларнинг бирида электронларнинг ортиқ микдори пайдо бўлади (манфий зарядланган электрод “–” белгиси билан белгиланади), иккинчисида электронлар етишмайди (мусбат арядланган электрод “+”белгиси билан белгиланади). Электролиз жараёни билан танишиш учун мана бундай тажриба олиб бориш мумкин: U шаклидаги пробиркага мис (II) хлоридининг эритмасини қўйиб, асбобни үзгармас ток манбаига уланади. Бироздан кейин катодда мис металл кўринишида ажралади, анодда эса хлор ҳосил бўлади. Унинг ҳосил бўлганлигини ҳидидан билиш мумкин (65-расм).

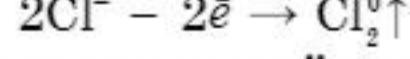
Мис (II) хлориди сувда эриганда яна бошқа тузлар каби ионларга диссоциланади:



Ўзгармас ток таъсирида мис катионлари  $\text{Cu}^{2+}$  катодга қараб силжиб, ундан электронларни қўшиб олиб қайтарилади:



Хлорид ионлар ўзларининг электронларини анодга бериб оксидланади:

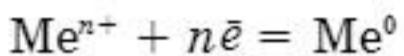


**Электролиз** — электролит эритмаси ёки суюқланмаси орқали электр токини үтказганда электродларда борадиган оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари.



Электролизнинг мазмұни үз-үзидан бора олмайдын кимёвий реакциялар электр энергиясининг таъсиридан амалға ошади. Электролиз саноатнинг турли соҳаларида кенг қўлланилади. Уларнинг баъзиларига тўхталиб ўтайлик.

**Металлургиядаги электролиз.** Тузларни электролизлаш усули билан мис, рух, кобальт, кадмий, марганец ва бошқа металлар олинади. Катодда эритмадаги металл ионлари қайтарилади:



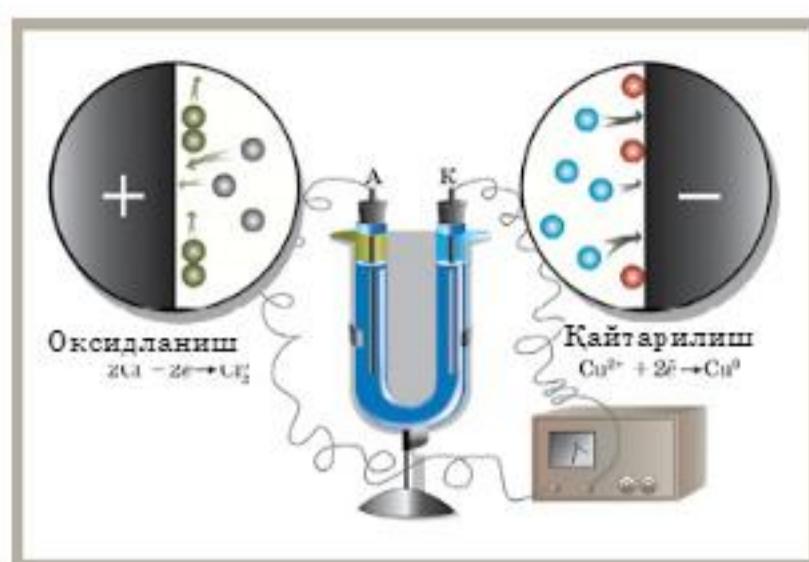
Электролиз усули мис, кумуш, қалай, қўрғошин ва бошқа металларни аралашмалардан тозалаш учун ҳам қўлланилади. Электролизни эрийдиган анодлардан фойдаланиб олиб борилади. Бунинг учун тозаланмаган металлар фойдаланилади, у эриб, катодда тоза металл ажралади.

Бирикмаларнинг суюқланмаларини электролизлаб, алюминий, магний, натрий, литий, бериллий, кальций ва бошқа металлар олинади.

**Қозоғистонда алюминийни электролиз усулида Павлодар металлургия заводида олинади. Кимё саноатидаги электролиз.** Саноатдаги йирик электролиз жараёнинг натрий хлоридини электролизлаб, анодда хлор, катодда водород газларини ва катод ҳудудида ишқор олиш киради. Шу билан бирга HF ва NaF аралашмасининг суюқланмасидан фтор, сувдан водород ва кислород, марганец сульфатининг эритмасидан марганец диоксиди ва водород пероксиди, калий перманганати олинади. Шунингдек, электролиз процесси натижасида гипохлорит, хлоратлар, хроматлар сингари оксидловчилар ва баъзи бир органик моддаларни олиш мумкин.

**Гальваник қопламалар олиш (гальваностегия).** Қандайдир бир буюмларнинг сиртини металлар билан қоплашнинг электролиз усули гальваник қоплама деб аталади. Катодда барча металлар билан қуймалардан қопламалар тайёрлаш мумкин. Қопламанинг қалинлиги кераклигига қараб 1—100 мкм оралигига бўлиши мумкин. Гальваник қопламалар техникада турли мақсадлар учун кенг кўламда фойдаланилади. Масалан:

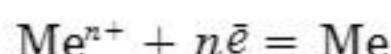
- емирилишдан сақлаш ва буюмнинг сиртқи кўринишини чиройли қилиш — никеллаш, хромлаш, кумуш билан, рух билан ва олтин билан қоплаш;
- электр ўтказувчанлигини ортириш — мис билан, кумуш билан, олтин билан қоплаш;
- қаттиқлиги билан чидамлилигини ортириш — хромлаш, родий билан, палладий билан қоплаш;
- юзанинг қайтариш хусусиятини яхшилаш.



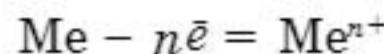
65-расм. Мис (II) хлориди эритмасининг электролизи



Гальваник қолпамада катод вазифасини қопланадиган буюм бажаради. Катодда металл ионларининг қайтирилиши, яъни металнинг электрик усулда қатлам ҳосил қилиши боради:



Анод вазифасини қопланадиган металл бажаради, унда оксидланиш жараёни боради.



**Металлар билан қотишмаларга электрохимиялық усул билан ишлов беріш.** Металл буюмларнинг үлчами билан шакли ва сиртқи қаватини ўзгартырыш учун электрохимиялық усул қўлланилади. Бу пайтда металл буюмларнинг электр оксидланиши ва электрохимиялық ишлов беріш, анодлаш ва б. жараёнлар боради.

◆ 1837 йили россиялик академик Б.С. Якоби металнинг асл нусхаларини олиш усули (гальванопластика) таклиф этди. Унинг учун, олдиндан, дубликати тайёрланадиган модданинг дастлабки қолипи ёки буюм олинади. Улар гипсдан, пластмассадан, мумдан, металдан ва бошқа материалдан ясалыши мумкин.

Агар шакл металдан ясалмаса, унинг юзасини ток ўтказадиган қават билан қопланади: графитнинг юпқа қавати билан ёпилади (чанглатиб). Шундан кейин таркибидан мис тузи бор эритмага солиб, электролиз қилинади. Қолипнинг ток ўтказадиган сиртқи қавати катод вазифасини бажаради. Графит қаватининг юзасига мис метали қопланади. Шундай қилиб, дастлабки буюмнинг қолипидай кўчирмаси олинади. Ҳозирги вақтда гальванопластик усул билан асбоблар ва б. тайёрланади.



**Электролиз** — электролит эритмаси ёки суюқланмаси орқали электр токи ўтказилганда электродларда борадиган оксидланиш-қайтирилиш жараёни. Электролизнинг натижасида ўзича бормайдиган химиявий реакциялар электр энергиясининг таъсирида амалга ошади. Электролиз саноатнинг турли соҳаларида кенг қўлланилади.



1. Электролиз нима?
2. Катодда ва анодда қандай жараёнлар боради?
3. Электролиз қандай мақсадларда қўлланилади?
4. Гальваник қатламлар олиш қандай мақсадларда олиб борилади?
5. Автомобиль дискларини нима учун хромлейди?
6. Чойнакнинг сиртини никель билан қоплаганда чойнак қандай электроднинг вазифасини бажаради?

## 51-§. СУЮҚЛАНМАЛАР БИЛАН ЭРИТМАЛАРНИНГ ЭЛЕКТРОЛИЗИ

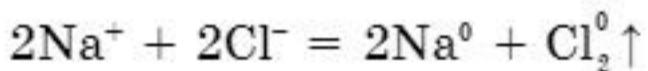
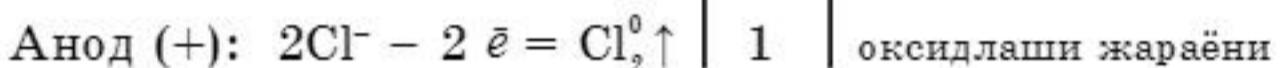
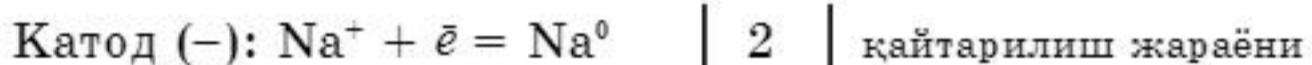
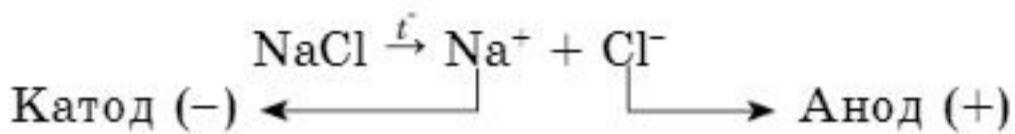
Электролизга тузлар билан ишқорларнинг эритмалари ёки суюқланмалари учрайди. Суюқланма электролизининг эритма электролизидан фарқи бор. Шунинг учун уларни алоҳида кўриб чиқамиз. Ҳар



қандай оксидланиш-қайтарилиш жараёнларидек, электролиз пайтида бериб юборадиган ва қўшиб олган электронларнинг сонлари тенг бўлиш керак. Бу электролиз тенгламасини ион ва молекуляр ҳолда ёзишга имконият беради.

**Суюқланма электролизи.** Суюқланма электролизланганда электродларда фақатгина электролит ионлари оксидланади ёки қайтарилади. Масалан, NaCl суюқланмасининг электролизини кўриб чиқамиз (66-расм).

Суюқланмада натрий хлориди ионларга диссоциацияланади. Электр токининг таъсирида  $\text{Na}^+$  катионлари катодга қараб силжиб, ундан электронларни қўшиб олади, хлор  $\text{Cl}^-$  анионлари эса анодга қараб силжиб, электронларини беради:

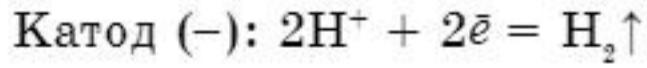
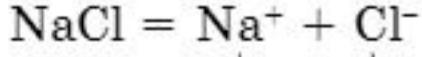


Чап томондаги натрий катионлари билан хлор анионларини биритириб, молекуляр тенгламани оламиз:

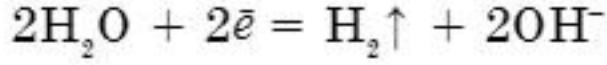


Катодда натрий метали, анодда эса хлор гази ажралиб чиқади.

**Эритма электролизи.** Сувдаги эритмаларда электролит ионларидан бошқа электродли жараёнларга иштирок этадиган сув молекулалари ва  $\text{H}^+$  билан  $\text{OH}^-$  ионлари бўлади. Бу ҳолда электролиз пайтида қўшимча реакциялар пайдо бўлиши мумкин. Масалан, натрий хлоридининг эритмасини электролизлаганда катодда натрий қайтариilmайди, водород қайтарилади. Буни мана бундай тушунтириш мумкин: борадиган бир неча параллел электрод жараёнларининг ичидан энергияни кам миқдорда ишлатадиганлари амалга ошади:



Баъзан сувнинг жуда кучсиз электролит эканини ҳисобга олганда, бу жараённи қўйидаги тенглама билан ифодаланади:

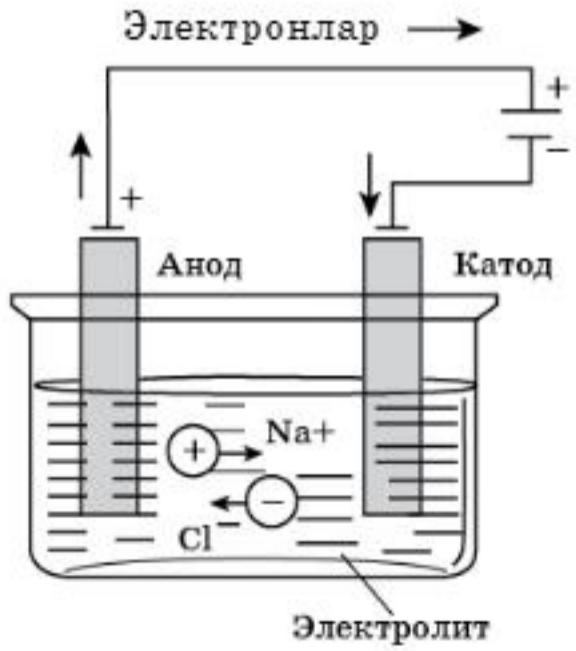


### Бугунги дарсда:

- Суюқланма билан эритмалардаги электролизни кўриб чиқамиз.

### Таянч сўзлар

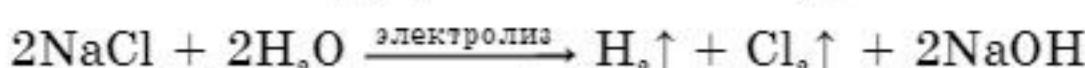
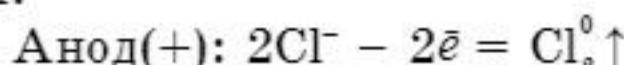
- Электролиз
- Катодли жараёнлар
- Анодли жараёнлар



66-расм. Натрий хлорид суюқланмасининг электролизи



Шундай қилиб, катодда металл үрнига водород ажралади, анодда эса хлор ҳосил бўлади:



Кимёвий реакцияларнинг тезлиги таъсирлашувчи моддаларнинг табиати ва уларнинг концентрациясига боғлиқ эканини биласиз. Шуннинг учун электролит катионлари билан  $\text{H}^+$  ионларининг ёки электролит анионлари билан  $\text{OH}^-$  гидроксид ионларининг қайси бири фаол эканлигини билиш муҳимdir.

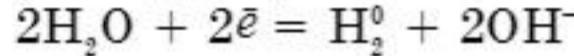
Атомларнинг оксидланиш хоссаси камаяди →

$\text{Li}, \text{K}, \text{Ba}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Al}, \text{Be}, \text{Mn}, \text{Zn}, \text{Fe}, \text{Ni}, \text{Sn}, \text{Pb}, \text{H}, \text{Cu}, \text{Hg}, \text{Ag}, \text{Pd}, \text{Pt}, \text{Au}$

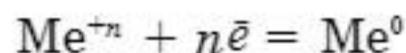
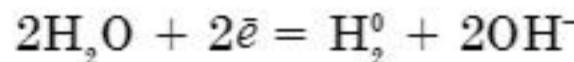
Ионларининг кайтарувчилиги ортади

Катоддаги жараёнлар металларнинг электрокимёвий кучланишлар қаторидаги үрнига боғлиқ.

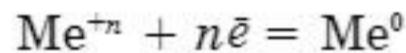
1. Агар металл кучланишлар қаторида Li-дан Mg-гачай (бириккан ҳолда) жойлашган бўлса, катодда сувнинг қайтарилиш жараёни боради:



2. Агар металл кучланишлар қаторида Al дан  $\text{H}_2$ -гача жойлашган бўлса, унда катодда бир вақтда сув ва металл катионлари қайтарилади:



3. Агар металл кучланишлар қаторида  $\text{H}_2$ -дан кейин жойлашган бўлса, катодда металл катионлари қайтарилади:



4. Агар эритмада ҳар хил металларнинг катионларининг аралашмаси бўлса, унда олдин кучланишлар қаторида ўнгроқ жойлашган металнинг катиони қайтарилади.

Юқорида берилган қоидалар 38-жадвалда мужассамлашган.

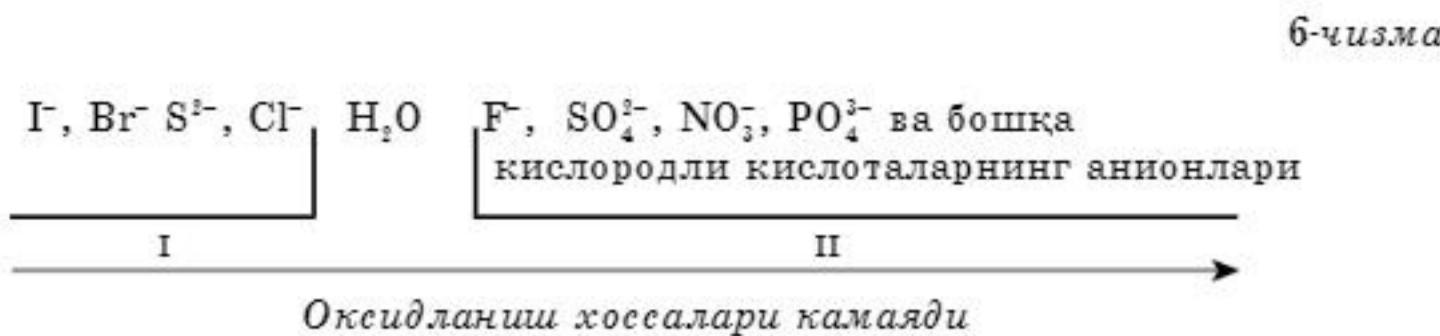
38-жадвал

#### Тузларнинг сувдаги эритмаларидаги катод жараёнлар

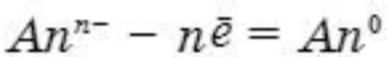
Металларнинг электрокимёвий кучланишлар қатори			
$\text{Li}, \text{K}, \text{Ca}, \text{Na}, \text{Mg}, \text{Al}$	$\text{Mn}, \text{Zn}, \text{Fe}, \text{Ni}, \text{Sn}, \text{Pb}$	$\text{H}_2$	$\text{Cu}, \text{Hg}, \text{Ag}, \text{Pt}, \text{Au}$
Фақат сув таркибидаги водород қайтарилади:	Металл билан сув таркибидаги таркибидаги водород қайтарилади:		Фақат металл қайтарилади:
$2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2^0 + 2\text{OH}^-$	$\text{Me}^{+n} + ne = \text{Me}^0$ ва $2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2^0 + 2\text{OH}^-$		$\text{Me}^{+n} + ne = \text{Me}^0$



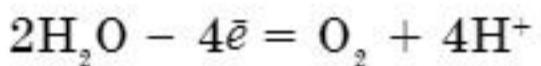
Аноддаги жараёнлар анионларнинг оксидланиш хоссаларига боғлиқ. Берилган қаторда анионларнинг оксидланиш хоссалари чапдан үнгга қараб камаяди (б-чизма).



Биринчи қаторнинг анионлари анодда оксидланади, гидроксид ионлар эса электролизда иштирок этмайды:



Иккинчи қаторнинг анионлари анодда оксидланмайды. Уларнинг үрнига сув молекулалари мана бу тенглама бўйича оксидланади:



Электролиз жараёни ўз-ўзидан бормайди, электролиз пайтида борадиган кимёвий реакциялар электр токи таъсиридан амалга ошади.

Электролиз саноатда кенг қўлланилади. Ишқорлар, хлор, водород, алюминий, магний, натрий, кадмий электролиз усули билан олинади.



Тарихда номи сақланиб қолмаган бир уста бизнинг эрамизнинг I асрида яшаб ўтган Рим императори Тиберийга кумушсимон, лекин енгил металдан ясалган идишни совға қилди. Бу унинг ўз умридан жудо бўлишига сабаб бўлди. Император устани қатл қилиб, унинг устахонасини бузишга буйруқ берди. Сабаби янги металл “хазинадаги кумушнинг қийматини туширади” деб қўрқкан эди. Катта Плинийнинг айтишича, кумушга ўхшаш бу металл тупроқдан олинган.

### Биласизми?

Ибодатхоналарнинг гумбазларини олтин билан қоплаш электролиз очилгунча ҳавфли эди. Олтинни симоб билан аралаштириб, амальгама (металларнинг симоб билан қотиши маси мана шундай аталади) олинади. Гумбазни қоплаш учун керак бўлган мис пластиналарнинг устига амальгамадан сурилиб, қиздирилади. Симоб учиб кетадида, олтин миснинг сиртида қолади. Санкт-Петербургдаги Исаакиев соборининг гумбазлари ана шундай усулда олинган. 1812 йилги ғалабанинг шаррафига солинган Москва даги Христ Ҳимоячи ибодатхонасини гумбазига электролиз усули қўлланилди. Мис пластиналар катод вазифасини бажарган. Уларнинг юзига эритмадаги олтин чўкма бўлиб тушган.

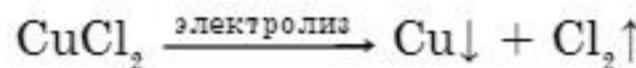
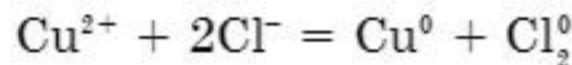
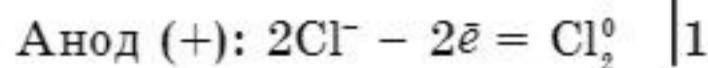
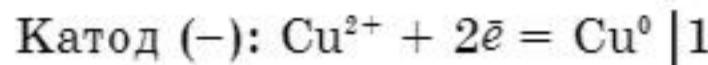
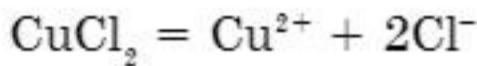


## Биласизми?

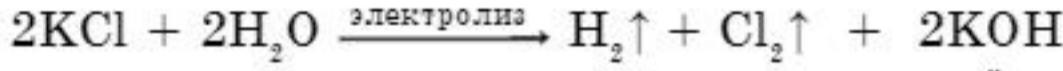
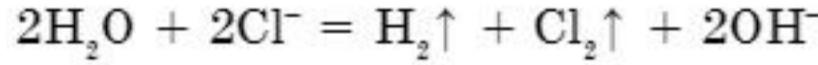
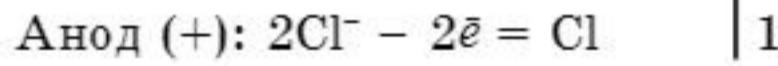
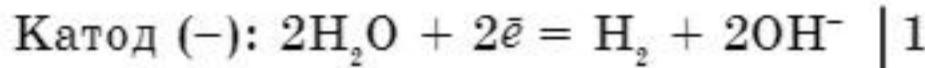
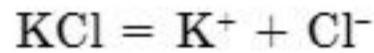
Америка кимәгари Ч. Холл ва француз металлурги П. Эру 1886 йили алюминийни криолит-тупрок суюқланмасидан электролиз усули билан олишди. Бу усул очилмасдан олдин бу металл олтиндан 10 марта қиммат бўлган. III Напалеоннинг ўғлига алюминийдан тайёрланган шиқилдоқ совға қилинса, Буюкбританияда Д.И. Менделеевнинг меҳнатининг шарафига бир палласи соф олтиндан, иккинчи палласи соф кумушдан тайёрланганн тарози ҳадя қилинган.

**Суюқланмалар ва эритмаларнинг электролиз тенгламаларини тушишга мисол келтирайлик:**

1-мисол.  $\text{CuCl}_2$  суюқланмасининг электролиз тенгламасини тузамиш:

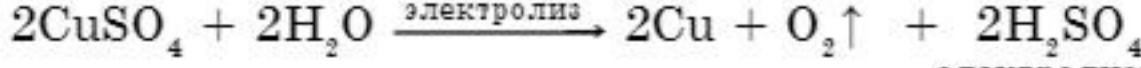
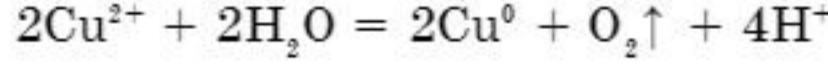
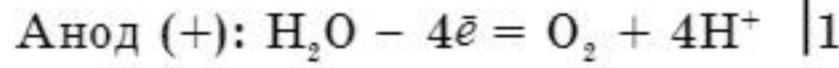
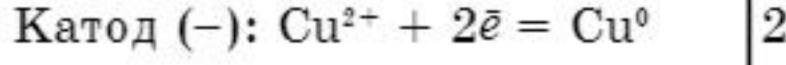
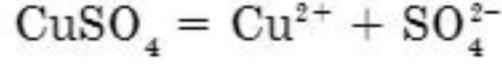


2-мисол.  $\text{KCl}$  эритмасининг электролиз тенгламасини ёзамиш (катодда сув молекулалари қайтарилади):



электролизнинг ёнаки маҳсулоти  
(Катод атрофида ҳосил бўлади.)

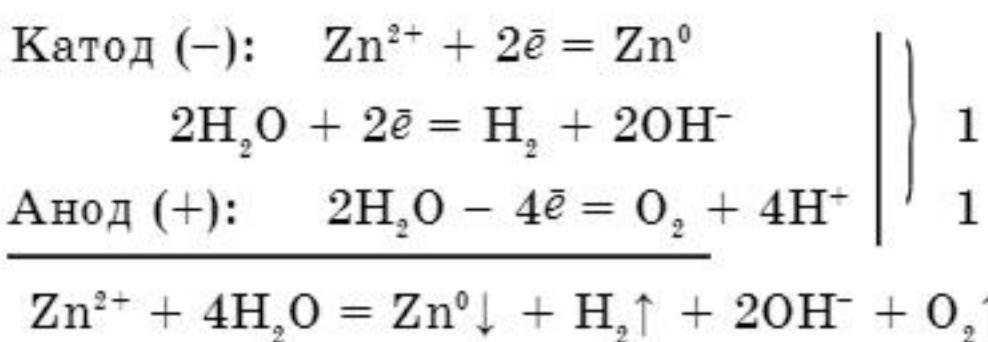
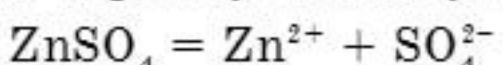
3-мисол.  $\text{CuSO}_4$  эритмасининг электролиз тенгламасини тузамиш (анодда сув молекулалари оксидланади):



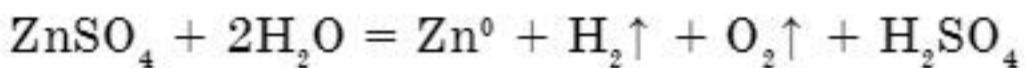
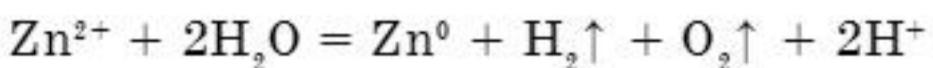
электролизнинг  
ёнаки маҳсулоти  
(Анод атрофида ҳосил бўлади.)



4-мисол.  $\text{ZnSO}_4$  әритмасининг электролиз тенгламасини тузамиз (металл катионлари билан бирга сув молекулалари ҳам қайтарилади):



Йиғинди ионли тенгламанинг ўнг томони учун икки  $\text{OH}^-$  гурухлари ва икки  $\text{H}^+$  қўшилиб, иккита сув молекуласини тузади. Тенгламанинг икки томонини ҳам шу сонга қисқартириб, қуйидагини оламиз:



Суюқланмалар билан электролит әритмаларидан электр токи ўтгазилганда электродларда оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари боради, натижада ҳар хил маҳсулотлар ҳосил бўлади.



1. Суюқланма электролизининг сувдаги әритмаларнинг электролизидан қандай фарқи бор?
2. Суюқланмани электролизлаб қандай металларни олиш мумкин?
3. Тузларнинг сувдаги әритмаларини электролизлаб қандай металларни олиш мумкин эмас? Тушунтиринг.
4. Кислородни кислоталар әритмасини ёки суюқланмасини электролиз қилганда анодда анионлар оксидланадими?
5. Кальций хлориди ва магний сульфатининг сувдаги әритмаларининг электролиз тенгламасини тузинг.
6. Никель (II) хлоридининг суюқланмаси ва әритмасининг электролиз тенгламаларини тузинг. Бу жараёнларнинг фарқи нимада?
7. Алюминий сульфатининг әритмасини электролизлаб алюминийни олиш мумкини? Тушунтиринг.
8. Кумуш нитратининг  $\text{AgNO}_3$  әритмасининг электролиз тенгламаларини тузинг. Электролиз тугагач электролизерда қандай модданинг әритмаси қолади?
  - 1. Натрий хлоридининг әритмасини электролизлаганда, анодда ҳажми 2,24 л (н.ш.) хлор ажралиб чиқди. Ҳосил бўлган натрий гидроксидининг массасини ҳисобланг. **Жавоби:** 8 г.
  - 2. Мис (II) сульфатининг әритмасини электролизлаганда, анодда ҳажми 6,72 л (н.ш.) кислород ҳосил бўлди. Катодда ҳосил бўлган миснинг массасини ҳисобланг. **Жавоби:** 38,4 г.
  - 3. Рух хлориди әритмасининг электролизи пайтида катодда 68,25 г рух, анодда эса 28,22 л (н.ш.) хлор ажралиб чиқди. Назарий имконият билан солиштирганда хлорнинг чиқиши 90% бўлса, рухнинг чиқиши қандай бўлади? **Жавоби:** 75%.



- 4. Кумуш нитрати эритмасининг электролизи пайтида катоднинг массаси 10,8 гта ортди. Анодда қандай газ ажралиб чиқди, унинг ҳажми қандай?  
Жавоби:  $V(O_2) = 0,56$  л.



### Кунига содир бўладиган реакциялар

1. Фотосинтез
2. Ҳужайраларнинг аэроб нафас олиши
3. Анаэроб нафас олиш
4. Ёниш
5. Коррозия
6. Озик моддаларни истеъмол қилиш
7. Овқат ҳазм қилиш
8. Кислотали-ишқорий таъсирлашув
9. Совуннинг ишлатилиши
10. Батареялардан фойдаланиш

### №3-АМАЛИЙ ИШ

#### Металларнинг электрокимёвий кучланишлар қаторини тузиш

**Реактивлар:** хлорид кислота эритмаси; магний, алюминий, рух, темир тугурчалари ва мис симнинг бир бўлаги.

**Кимёвий идишлар ва асбоб-ускуналар:** пробиркалар — 5 дона; спирт лампаси — 1 дона; пробиркалар учун штатив.

#### Хавфсизлик техникаси.

Кислоталар билан ишлашнинг стандарт хавфсизлик техникаси қоидаларига риоя қилиш.

#### Ишнинг бажарилиши

Бешта пробиркага магний, алюминий, рух, темирларнинг ҳар бирининг бир доначасини ва мис симнинг бўлагини солиб, устига бир неча томчи суюлтирилган хлорид кислота қўйинг. Металларнинг кучланишлар қаторидаги ўрнига биноан ўша металлар билан хлорид кислота орасида кимёвий реакциянинг боришини тахмин қилинг. Хлорид кислота билан металларнинг орасидаги реакциянинг боришини далиллагандан кейин, уларнинг бориш тезликлари ҳақида ҳулоса чиқаринг. Реакция тенгламаларини ёзинг. Нима сабабли бешинчи пробиркада реакция бормаганлигини тушунтиринг. Мана шу металлар учун уларнинг электрокимёвий кучланишлар қаторини тузиб, фаоллиги бўйича жойлаштиринг.



## ГЛОССАРИЙ

(ўзбекча, қозоча, русча, инглизча атамалар)

**Авогадро қонуни** – бир шароитда (ҳарорат ва босим) ҳар хил газларнинг бир хил ҳажмидаги молекулалар сони бир хил бўлади.

**Авогадро заны** – бирдей жағдайда (температура мен қысымда) өртүрлі газдардың бирдей көлеміндегі молекулалар саны бирдей болады.

**Закон Авогадро** – в равных объемах любых газов при одинаковых температуре и давлении содержится одинаковое число молекул.

**Avogadro's Law** — If you've got two gases under the same conditions of temperature, pressure, and volume, they've got the same number of particles (atoms or molecules). This law only works for ideal gases, none of which actually exist.

**Акцептор** – донордан электрон жуфтини қабул қила оладиган ва у билан ковалент донор-акцептор боғланиши хосил қилувчи заррача ёки молекула

**Акцептор** – донордан электрон жұбын қабылдай алатын және онымен коваленттік донорлы-акцепторлы байланыс түзетін бөлшек немесе молекула.

**Акцептор** – частица или молекула, способная принять электронную пару от донора и образовать с ним ковалентную донорно-акцепторную связь.

**Acceptor** — in chemistry an atom or compound to which electrons are donated during the formation of a coordinate covalent bond.

**Алканлар** – түйинган углевородлар, парафинлар. Умумий формуласи  $C_nH_{2n+2}$ , таркибида факт якка ковалент боғланишлар бўлган углеводородлар.

**Alkane** — An organic molecule which contains only single carbon-carbon bonds with general formula  $C_nH_{2n+2}$ .

**Алканлар** – (канықкан көмірсутектер, парафиндер). Жалпы формуласы  $C_nH_{2n+2}$ , құрамында тек дара коваленттік байланыстар болатын көмірсутектер.

**Алканы** – или предельные углеводороды, парафины, с общей формулой  $C_nH_{2n+2}$ , содержащие только одинарные ковалентные связи.

**Алкенлар** – (этилен углеводородлар, олефинлар) – умумий формуласи  $C_nH_{2n}$ , таркибида битта қўшбоғ бор бўлган түйинмаган углеводородлар.

**Алкендер** (этилен көмірсутектері, олефиндер) – жалпы формуласы  $C_nH_{2n}$ , құрамында бір қос байланыс болатын қанықпаған көмірсутектер.

**Алкены** (этиленовые, олефины) – непредельные углеводороды с общей формулой  $C_nH_{2n}$ , содержащие одну двойную связь.

**Alkene** — An organic molecule containing at least one C=C bond with general formula  $C_nH_{2n}$

**Алкинлар** – умумий формуласи  $C_nH_{2n-2}$ , таркибида битта учбоғ бўлган түйинмаган углеводородлар.

**Алкиндер** – жалпы формуласы  $C_nH_{2n-2}$ , құрамында бір үш байланыс болатын қанықпаған көмірсутектер.

**Алкины** – непредельные углеводороды, с общей формулой  $C_nH_{2n-2}$ , содержащие одну тройную связь.

**Alkyne** — An organic molecule containing at least one C-C triple bond with general formula  $C_nH_{2n-2}$ .

**Аллотропия** – бир кимёвий элементнинг бир неча оддий модда қўринишида бўлиши, масалан, кислород ва озон кислород кимёвий элементининг аллотропик тур ўзгариши.

**Аллотропия** – бир химиялық элементтің бірнеше жай зат түрінде болуы, мысалы, оттек пен озон оттек химиялық элементінің аллотропиялық түрөзгерістері.

**Аллотропия** – явление существования нескольких простых веществ для данного элемента, например кислород и озон.



**Allotrope** — Two or more elements with the same physical components, but different structural forms. The physical, and chemical properties of allotropic forms of an element are totally different from each other.

**Альфа-парчаланиш** — ( $\alpha$ -парчаланиш,  $\alpha$ -disintegration) — натижасида гелий атомларининг ядроси ажралып чиқадиган радиоактив парчаланиш.

**Альфа-ыдырау** ( $\alpha$ -ыдырау) — нәтижесінде гелий атомдарының ядросы бөлінетін радиоактивті ыдырау.

**Альфа-распад** — радиоактивный распад, при котором выделяются ядра атомов гелия.

**Alpha-particle decay** ( $\alpha$ - disintegration) — a common mode of decay for radioactive nuclides in which the mass number changes.

**Альфа-заррачалар** — ( $\alpha$ -нурланиш,  $\alpha$ -particle) — радиоактив парчаланиш пайтида хосил бүлгап гелий атомларининг ядроси.

**Альфа-бөлшектер** ( $\alpha$ -сөүле шығару) — радиоактивті ыдырау кезінде түзілген гелий атомдарының ядросы.

**Альфа-частицы** — ядра атомов гелия, излучаемые при радиоактивном распаде.

**Alpha particle** ( $\alpha$ -particle) — A radioactive particle equivalent to a helium nucleus (2 protons, 2 neutrons)

**Анион** — манфий зарядланган заррача.

**Анион** — теріс зарядталған ион.

**Анион** — отрицательно заряженный ион.

**Anion** — A negatively charged particle or ion.

**Анод** — оксидланиш жараёни амалга ошадиган электрокимёвий ячейкадаги электрод

**Анод** — электрхимиялық ұяшықтағы тотығу процесі жүзеге асатын электрод.

**Анод** — электрод в электрохимической ячейке, на котором происходит процесс окисления.

**Anode** — The electrode where oxidation occurs. In other words, this is where electrons are lost by a substance.

**Атом** — модданинг кимёвий усул билан бўлинмайдиган энг кичик заррачasi.

**Атом** — заттың химиялық жолмен бөлінбейтін ең кіші бөлшегі.

**Атом** — химически неделимая, мельчайшая частица вещества.

**Atom** — The smallest structural unit of any chemical element is called an atom.

**Атом массаси** — кимёвий элементнинг нисбий атом массаси деб, берилган элементнинг атом массасининг углерод  $^{12}\text{C}$  атоми массасининг  $1/12$  бўлагига нисбатига айтилади.

**Атомдық масса** — химиялық элементтің салыстырмалы атомдық массасы деп берілген элементтің атомдық массасының көміртек атомы  $^{12}\text{C}$  массасының  $1/12$  бөлігіне қатынасын айтады.

**Атомная масса** — относительная атомная масса отношение массы атома данного элемента к  $1/12$  массы атома углерода  $^{12}\text{C}$ .

**Atomic mass unit (a.m.u.)** — This is the smallest unit of mass we use in chemistry, and is equivalent to  $1/12$  the mass of carbon-12. To all intents and purposes, protons and neutrons weigh 1 a.m.u.

**Атом номери (тартиб номери)** — ҳар қандай элемент атомидаги протон, электрон сонларини ва ядро зарядини күрсатади.

**Атомдық нөмір (реттік нөмір)** — кез келген элемент атомындағы протон, электрон сандарын жөне ядро зарядын көрсетеді.

**Атомный номер (порядковый номер)** — показывает число протонов, электронов и заряд ядра в атоме любого элемента.

**Atomic Number** — The number of protons present in the nucleus of an atom.

**Бета-заррача** — ( $\beta$ -частица;  $\beta$ -particle) — радиоактив парчаланишдаги ажраладиган электронлар.

**Бета-бөлшектер** — радиоактивті ыдырау нәтижесінде бөлінетін электрондар.



**Бета-частицы** ( $\beta$ -частица;  $\beta$ -particle) — электроны, испускаемые при радиоактивном распаде.

**Beta Particle** — Negatively charged particles emitted by the nucleus of radioactive elements.

**Валентлик** — молекуладаги бир кимёвий элемент атомнинг бошқа кимёвий элемент атомлари билан ҳосил бўладиган боғланиш сони.

**Валенттілік** — молекуладағы бір химиялық элемент атомының басқа химиялық элемент атомдарымен түзетін байланыс саны.

**Валентность** — число химических связей, которыми данный атом соединен с другими атомами в молекуле.

**Valency** — Valency is a chemical property of an element, that defines the highest number of bonds that its atom can form with other univalent atoms like hydrogen, chlorine etc.

**Ички энергия** — модданинг (системанинг) ички энергияси  $U$  мана шу модда таркибидаги барча заррачаларнинг энергияси, у кинетик ва потенциал энергиялардан иборат.

**Ішкі энергия** — заттың (жүйенің) ішкі энергиясы  $U$  осы заттың құрайтын барлық белшектердің энергиясы, ол кинетикалық және потенциалдық энергиялардан тұрады.

**Внутренняя энергия** — внутренняя энергия  $U$  вещества (или системы) — это полная энергия частиц, составляющих данное вещество. Она слагается из кинетической и потенциальной энергий частиц.

**Internal Energy** — Internal energy can be defined as the sum of kinetic energy, potential energy and all other forms of energy that exist inside metals or crystals or molecules.

**Қайтарилиш** — атомнинг ёки заррачаларнинг электрон бириктириб олиш жараёни.

**Тотықыздандырыштар** — электронын беретін атом, молекула немесе иондар.

**Восстановители** — атомы молекулы или ионы, отдающие электроны.

**Reducing Agent** — A chemical substance that oxidizes itself for the reduction of another reactant, in a chemical reaction is known as reducing agent.

**Газ** — модданинг ҳажми ва шакли сақланмайдиган агрегат ҳолати.

**Газ** — заттың көлемі мен пішінін сақтамайтын агрегаттық күйі.

**Газ** — такое состояние, в котором вещество не имеет ни своей формы, ни объема.

**Gas** — Matter in a form that has low density, is easily compressible and expandable, and expands spontaneous.

**Гамма-заррачалар** ( $\gamma$ -частица;  $\gamma$ -particle) — радиоактив парчаланиш натижасыда ажralадиган катта энергиялы электромагнит нурлар.

**Гамма белшектер** — радиоактивті ыдырау нәтижесінде белінетін үлкен энергиялы электромагниттік сөулелелер.

**Гамма-частицы** ( $\gamma$ -частицы;  $\gamma$ -particle) — электромагнитное излучение высокой энергии, испускаемое при радиоактивном распаде.

**Gamma  $\gamma$  particles** — Gamma rays to form are a type of electromagnetic radiation with high energy and penetrating power and are released by atoms of radioactive elements.

**Гетероген система** — агрегат ҳолатлари ҳар хил моддалардан ташкил топган система.

**Гетерогенді жүйелер** — агрегаттық күйлері өртүрлі заттардан тұратын жүйе.

**Гетерогенные системы** — такие системы, которые содержат вещества в различных агрегатных состояниях.

**Heterogeneous systems** — A heterogeneous mixture is made by combining two or more substances with different structures or phases.

**Гибридланиш** — шакли ҳар хил, энергияси ўшаш орбиталларнинг аралашып бирбирини қоплаб, шакли ва энергияси бир хил гибридланган янги орбиллар ҳосил бўлиши.



**Гибридтену** — пішіні әртүрлі, энергиясы шамалас орбитальдардың араласып, пішіні мен энергиясы бірдей гибридтенген жаңа орбитальдардың түзілуі.

**Гибридизация** — смешивание и выравнивание электронных облаков по форме и энергии.

**Hybridization** — The term hybridization is used to define the merging of one set of atomic orbitals, for the formation of new orbitals.

**Гидратлаш** — каррали боғланиши бор органик моддаларнинг водородни бириктириб олиш реакцияси.

**Гидрлену** — еселі байланыстары бар органикалық заттардың сутекті қосып алу реакциясы.

**Гидрирование** — реакция присоединения водорода к органическим веществам, имеющим кратные связи.

**Hydrogenation** — When hydrogen is added to a carbon-carbon multiple bond.

**Гидролиз** — мураккаб моддаларнинг таъсирлашиш реакцияси, масалан тузлар ёки мураккаб эфирларнинг гидролизи.

**Гидролиз** — курделі заттардың сумен өрекеттесу реакциясы. Мысалы: тұздар немесе курделі эфирлердің гидролизі.

**Гидролиз** — реакция взаимодействия сложных веществ с водой. Например, гидролиз солей или сложных эфиров.

**Hydrolysis**. The decomposition of a compound by means of water, the water also being decomposed in the reaction.

**Гомоген системалар** — юзаларнинг бўлиниш чегараси йўқ, агрегат ҳолатлари бир хил моддалардан иборат система.

**Гомогенді жүйелер** — агрегаттық күйлери бірдей заттардан тұратын, беттердің бөліну шегарасы жоқ жүйе.

**Гомогенные системы** — такие системы, которые содержат вещества в одинаковых агрегатных состояниях, системы, где нет границы раздела поверхностей.

**Homogeneous systems** — A type of mixture made up of substances that have uniformity in terms of composition and property.

**Гурух** — даврий жадвалдаги хоссалари ўхшаш элементлар жойлашган вертикаль қатор.

**Топ** — периодтық жүйедегі қасиеттері ұқсас элементтер орналасқан тік қатар.

**Группа (в периодической системе)** — вертикальный столбец элементов в периодической таблице, обладающих общими свойствами.

**Group (Periodic Table)** — In the periodic table, the vertical columns in which elements with similar properties are placed are known as groups.

**Дегидратлаш** — органик моддалардан водороднинг ажралиш реакцияси.

**Дегидрлену** — органикалық заттардан сутектің бөліну реакциясы.

**Дегидрирование** — реакция отщепления водорода от органических веществ.

**Dehydrogenation** — is a chemical reaction that involves the removal of hydrogen from an organic molecule. It is the reverse of hydrogenation.

**Диссоциации (электролитик)** — электролитнинг катионлар ва анионларга парчаланиши.

**Диссоциация (электролиттік)** — электролиттің катиондар мен аниондарға ыдырауы.

**Диссоциация (электролитическая)** — распад электролита на катионы и анионы.

**Dissociation** — When water dissolves a compound.

**Диффузия** — иккі ёки ундан күп моддалар түқнашганда молекулаларнинг иссиқлик харакатидан молекулалар ёки босқа заррачаларнинг араласиши, масалан, ҳавода ҳиднинг тарқалиши.

**Диффузия** — екі немесе одан да көп заттар жанасқанда молекулалардың жылулық қозғалысынан молекулалар мен басқа бөлшектердің араласуы, мысалы, ауада іістің таралуы.



**Диффузия** — перемешивание молекул или других частиц при соприкосновении двух или более материалов за счет теплового движения молекул, например распространение запахов в воздухе.

**Diffusion** — When particles move from areas of high concentration to areas of low concentration. For example, if you open a bottle of ammonia on one end of the room, the concentration of ammonia molecules in the air is very high on that side of the room. As a result, they tend to migrate across the room, which explains why you can smell it after a little while.

**Донор** — бүш жуфт электрони бор заррача, масалан, аммиак  $\text{NH}_3$ , молекуласидаги азот атоми.

**Донор** — бос электрон жұбы бар бөлшек, мысалы, аммиак  $\text{NH}_3$ , молекуласындағы азот атомы.

**Донор** — частица, имеющая свободные пары электронов, например, атом азота в молекуле аммиака  $\text{NH}_3$ .

**Donor** — A donor atom is the one that shares or donates its electrons to a Lewis acid to form a coordination complex.

**Қаттық сув** — таркибида кальций ва магний ионлари бор сув.

**Кермек сув** — құрамында кальций мен магний иондары болатын сув.

**Жесткая вода** — вода, содержащая ионы кальция и магния.

**Hard water**. Hard water is water which will not readily form lather with soap due to the presence of dissolved calcium or magnesium salts in the water.

**Суюқлик** — модданинг үзининг ҳажмини сақтайдыган, лекин шаклини сақтамайдыган қолати.

**Сұйықтық** — заттың өзінің көлемін сақтайтын күйі, бірақ пішіні болмайды.

**Жидкость** — такое состояние, при котором вещество сохраняет свой объем, но не имеет собственной формы.

**Liquid** — A state of matter that has a high density and is incompressible compared to a gas.

**Изотоплар** — атом ядроидаги нейтрон сонлари ҳар хил бүлган бир элементнинг атомлари.

**Изотоптар** — атом ядроындағы нейтрон сандары өртүрлі бір элементтің атомдары.

**Изотопы** — атомы одного и того же элемента, различающиеся количеством нейtronов в ядре атома.

**Isotope** — When an element has more than one possibility for the number of neutrons, these are called isotopes.

**Ингибитор** — кимёвий реакциянинг тезлигини пасайтириб, лекин реакция натижасыда сақланмай қолады.

**Ингибитор (тежегіштер)** — химиялық реакцияның жылдамдығын баяулататын, бірақ реакция барысында жұмсалмайтын зат тежегіштер деп аталады.

**Ингибитор** — катализатор, замедляющий скорость химической реакции, но сам не расходующийся при этом.

**Inhibitor** — A substance that slows down a chemical reaction.

**Ион** — электр заряди бор атом ёки атомлар гурухи.

**Ион** — электрлік заряды бар атом немесе атомдар тобы.

**Ион** — электрически заряженный атом или группа атомов.

**Ion** — An atom or a molecule carrying an electric charge is called an ion. It is formed as a result of losing or gaining of electrons.

**Ион боғланиш** — қарама-қарши зарядланған ионларнинг электростатик тортилишидан пайдо бүлган кимёвий боғланиш.

**Иондық байланыс** — қарама-қарсы зарядталған иондардың электростатикалық тартылуы есебінен пайда болған химиялық байланыс.

**Ионная связь** — химическая связь, образованная за счет электростатического притяжения противоположно заряженных ионов в ионном соединении.



**Ionic Bond** — A kind of chemical bond formed as a result of attraction between oppositely charged particles or ions.

**Ионли бирикма** — ионлардан қосылған бүлгандык бирикма.

**Иондық қосылыс** — иондардан түзілген қосылыс.

**Ионные соединения** — соединения, образованные ионами.

**Ionic compound** — a compound that results when a metal reacts with a nonmetal to form a cation and an anion.

**Изомер** — таркиби бир хил, лекин тузилиши ва хоссалари ҳар хил бирикмалар.

**Изомерлер** — құрамы бірдей, бірақ құрылышы мен қасиеттері өртүрлі қосылыстар.

**Изомер** — соединения, имеющие одинаковый состав, но разное строение и свойства.

**Isomers** — Molecules whose molecular formulas are same but the structural formulas are different are known as isomers.

**Изобарлар** — атом массалари бир хил бүлгандык ҳар хил кимёвий элемент атомлари, масалан  $^{40}_{18}\text{Ar}$ ,  $^{40}_{20}\text{Ca}$ .

**Изобаралар** — атомдық массалары бірдей өртүрлі химиялық элемент атомдары, мысалы,  $^{40}_{18}\text{Ar}$ ,  $^{40}_{20}\text{Ca}$ .

**Изобары** — разновидности разных химических элементов, имеющие одинаковые атомные массы, например,  $^{40}_{18}\text{Ar}$ ,  $^{40}_{20}\text{Ca}$ .

**Isobars** — are atoms of different Chemical elements that have the same number of nucleons. Example —  $^{40}_{18}\text{Ar}$ ,  $^{40}_{20}\text{Ca}$ .

**Изотонлар** — нейтрон сонлари бир хил бүлгандык ҳар хил кимёвий элемент атомлари, масалан  $^{23}_{11}\text{Na}$ ,  $^{24}_{12}\text{Mg}$ .

**Изотондар** — нейтрон сандары бірдей өртүрлі химиялық элемент атомдары, мысалы,  $^{23}_{11}\text{Na}$ ,  $^{24}_{12}\text{Mg}$ .

**Изотоны** — разные химические элементы, имеющие равное число нейтронов, например,  $^{23}_{11}\text{Na}$ ,  $^{24}_{12}\text{Mg}$ .

**Isotone** — any of two or more species of atoms or nuclei that have the same number of neutrons. Example —  $^{23}_{11}\text{Na}$ ,  $^{24}_{12}\text{Mg}$ .

**Бүгланиш** — моддаларнинг қатты ёки суюқ қолатидан газсимон қолатига үтиши.

**Булану** — заттардың сүйық немесе қатты күйден буга айналуы.

**Испарение** — переход веществ из жидкого или твердого состояния в газообразное состояние.

**Evaporation** — the change in state that occurs when a liquid evaporates to form a gas.

**Катализатор** — кимёвий реакциянинг тезлигини орттириб, лекин реакция натижасыда сарфланмай қоладиган моддалар.

**Катализатор (өршіткі)** — химиялық реакцияның жылдамдығын арттыратын, бірақ реакция барысында жұмсалмайтын зат.

**Катализатор** — вещество, ускоряющее скорость реакции, но само при этом не расходующееся.

**Catalyst** — A substance that speeds up a chemical reaction without being used up by the reaction.

**Катион** — оң зарядталған ион.

**Катион** — положительно заряженный ион.

**Cation** — A positively charged particle.

**Катион** — мусбат зарядланған ион.

**Катод** — электрокимёвий ячейкадаги қайталиш жараёни борадиган электрод.

**Катод** — электрхимиялық үяшықтағы тотықсыздану процесі жүретін электрод.

**Катод** — электрод в электрохимической ячейке, на котором происходит процесс восстановления.

**Cathode** — The electrode in which reduction occurs. Reduction is when a compound gains electrons.



**Квант сони** — атомдаги электрон қолатини таърифлайдиган сонлар.

**Квант сандары** — атомдағы электрон күйін сипаттайтын сандар.

**Квантовые числа** — числа, описывающие состояние электрона в атоме.

**Quantum numbers** — Indices that label quantized energy states. Quantum numbers are used to describe the state of a configuration.

**Кислота** — водород катионлари  $H^+$  ва кислота қолдифининг анионларига диссоциацияладын электролит.

**Қышқыл** — сутек катиондары  $H^+$  мен қышқыл қалдырының аниондарына диссоциацияланатын электролит.

**Кислота** — электролит, диссоциирующий на катионы водорода  $H^+$  и на анионы кислотного остатка.

**Acid** — This is anything that gives off  $H^+$  ions in water. Acids have a pH less than 7 and are good at dissolving metals. They turn litmus paper red and phenolphthalein colorless.

**Ковалент боғланиш** — атомларнинг умумий жуфт электронлари оркали ҳосил бўлган кимёвий боғланиш.

**Коваленттік байланыс** — атомдардың ортақ электрон жұбы арқылы түзілетін химиялық байланыс.

**Ковалентная связь** — химическая связь между атомами, возникающая путем обобществления электронных пар.

**Covalent Bond** — A type of chemical bond in which sharing of electrons takes place between the reacting atoms.

**Концентрация** — эритманинг ёки эритувчининг маълум миқдорда эриган модданинг миқдори.

**Концентрация (ерітінді концентрациясы)** — ерітіндінің немесе еріткіштің белгілі мөлшерінде (массасы) еріген заттың мөлшері (массасы).

**Концентрация раствора** — количество (масса) растворенного вещества в определенном количестве (масса) раствора или растворителя.

**Concentration** — A measurement of the amount of stuff (solute) dissolved in a liquid (solvent).

**Коррозия** — атроф мұхитнинг таъсиридан металлар ва уларнинг қотишмаларининг емирилиши.

**Коррозия (жемірілу)** — қоршаған ортаның әсерінен металдар мен олардың құймаларының жемірілуі.

**Коррозия** — разрушение металлов и сплавов под действием окружающей среды.

**Corrosion** — Corrosion is a reaction that involves action of an oxidizing agent on a metal.

**Крекинг** — нефть углеводородларининг кичик молекулали бирикмаларга парчалаш.

**Крекинг** — мұнай көмірсутектерінің кіші молекулалы қосылыстарға бөлшектенуі.

**Крекинг** — разложение углеводородов нефти на более мелкие молекулы углеводородов.

**Cracking** — is the process breaking down of long-chain hydrocarbon molecules into smaller molecules.

**Масса сони** — атомнинг берилган изотопи ядроидаги протон ва нейтронлар сонининг ийғинди.

**Массалық сан** — атомның берілген изотопының ядроындағы протон мен нейтрондар санының қосындысы.

**Массовое число** — сумма чисел протонов и нейтронов в ядре атома данного изотопа.

**Молекула** — модданинг таркиби ва хоссалари сақланадын энг кичик бўлғаги.

**Молекула** — заттың құрамы мен қасиетін сактайдын ең кіші бөлшегі.

**Молекула** — наименьшая частица вещества, сохраняющая его состав и химические свойства.

**Molecule** — A small, neutrally charged particle formed as a result of chemical bonding between two or more atoms.



**Моль** – таркибида  $6,02 \cdot 10^{23}$  (Авогадро сони) таркибий заррачалар (атом, ион, молекула, электрон) бўлган модданинг микдори.

**Моль** – құрамында  $6,02 \cdot 10^{23}$  (Авогадро саны) құрылымдық бөлшек (атом, ион, молекула, электрон) болатын заттың бөлігі.

**Моль** – количество вещества, содержащее  $6,02 \cdot 10^{23}$  (число Авогадро) его структурных частиц (атомов, ионов, молекул, электронов).

**Mole [mol].** That amount of a substance which contains the Avogadro Constant number of particles.

**Моляр концентрация (c)** – эриган модда микдорининг эритманинг ҳажмига ( $V$ ) (литр) нисбати билан ифодаланадиган эритманинг концентрацияси.

**Молярлық концентрация (c)** – еріген зат мөлшерінің (мольдің) ерітіндінің көлеміне ( $V$ ) (литр) қатынасымен өрнектелетін ерітіндінің концентрациясы.

**Молярная концентрация (c)** – это отношение количества растворенного вещества  $n$  (в молях) к объему раствора  $V$  (в литрах).

**Molarity** – A unit of concentration equal to moles of solute divided by liters of solution.

**Моляр масса** – бир моль модданинг грамм билан олинган массаси.

**Мольдік масса** – бір моль заттың граммен алынған массасы.

**Молярная масса** – масса в граммах одного моля вещества.

**Molar mass** – The mass of one mole of particles.

**Моляр ҳажм** – бир моль газнинг нормал шароитдаги эгаллайдиган ҳажми, у 22,4 л.

**Мольдік (молярлық) көлем** – бір моль газдың қалыпты жағдайдағы алатын көлемі, ол 22,4 л.

**Молярный объем** – объем, занимаемый одним молем газа. При нормальных условиях этот объем равен 22,4 л.

**Molar volume** – The volume of one mole of a substance at STP. If you believe that everything is an ideal gas, this is always 22.4 liters. Unfortunately, there's no such thing as an ideal gas.

**Түйинган углеводородлар** – молекула таркибида углерод атомлари ўзаро фактат битта ( $\sigma$ -сигма) боғлар билан боғланған углеводородлар.

**Қанықкан көмірсутектер** – молекула құрамындағы көміртек атомдары өзара тек дара ( $\sigma$ -сигма) байланыстар арқылы байланысқан көмірсутектер.

**Насыщенные углеводороды** – углеводороды, содержащие только одинарные ( $\sigma$ -сигма) связи.

**Saturated Hydrocarbons** – The simplest forms of hydrocarbon compounds, where all the carbon atoms are bonded to each other with the help of single bonds.

**Түйинган эритма** – берилган ҳароратда эриган модда чўқмаси билан мувозанатда бўладиган эритманинг концентрацияси.

**Қанықкан ерітінді** – берілген температурада еріген зат тұнбасымен тепе-тендікте болатын ерітіндінің концентрациясы.

**Насыщенный раствор** – раствор, концентрация которого такова, что он может находиться в равновесии с осадком растворенного вещества при данной температуре.

**Saturated solution** – When the maximum amount of solute is dissolved in a liquid.

**Нейтрон** – атом ядросининг таркибига кирадиган нейтрал заррача.

**Нейтрон** – атом ядроның құрамына кіретін бейтарап бөлшек.

**Нейтрон** – нейтральная частица, входящая в состав ядра атома.

**Neutron** – A sub atomic particle with no electrical charge, present in the nucleus of an atom.

**Түйинмаган углеводородлар** – таркибида босқичли (қўшбоғ ёки убоб) боғланиш бор углеводородлар.



**Қанықпаған көмірсүткөтер** — құрамында еселі (екі немесе үш) байланысы бар көмірсүткөтер.

**Ненасыщенные углеводороды** — углеводороды содержащие кратные (двойные и тройные) связи.

**Unsaturated Hydrocarbons** — A type of organic compound that consists of one or more number of double or triple bonds between the carbon atoms.

**Электролитмас** — әритмаси ва суюқланмаси электр токини үтказмайдиган моддалар.

**Бейзлектролит** — ерітінді мен балқымасы электр тогын өткізбейтін заттар.

**Неэлектролит** — раствор и расплав веществ, не проводящих электрических ток.

**Nonelectrolyte** — a substance that, when dissolved in water, gives a nonconducting solution.

**Нейтраллаштириш** — кислота ва асос орасида бориб, туз ва сув ҳосил қиладиган реакция.

**Бейтараптау** — қышқыл мен негіз арасындағы тұз және су түзіле жүретін реакция.

**Нейтрализация** — реакция между кислотой и основанием с образованием соли и воды.

**Neutralization** — The reaction of an acid with a base to form water and a salt.

**Нуклеофиллар** — манфий зарядланган заррачалар.

**Нуклеофилдер** — теріс зарядты бөлшектер.

**Нуклеофилы** — частицы, имеющие отрицательный заряд.

**Nucleoful** — particle with negative charge.

**Нуклонлар** — қар қандай кимёвий элемент атоми ядрои таркибига кирадиган заррачалар — протон ва нейтронлар.

**Нуклондар** — кез келген химиялық элемент атомының ядроына кіретін бөлшектер — протондар мен нейтрондар.

**Нуклоны** — частицы атомного ядра любого химического элемента, протоны и нейтроны.

**Nucleons** — Those particles that constitute the nucleus of an atom. In other words, protons and neutrons are collectively known as nucleons.

**Нуклиидлар** — маълум атом номери ва атом массаси бор кимёвий элементнинг тури.

**Нуклиидтер** — белгілі атомдық нөмірі мен атомдық массасы бар химиялық элементтің түрі.

**Нуклиды** — разновидности химических элементов, имеющие определенный порядковый номер и атомную массу.

**Nuclide** — the general term applied to each unique atom, represented by  ${}^A_X$ , where X is the symbol for a particular element.

**Оксидланиш** — атом, молекула ёки ионнинг электрон бериш жараёни.

**Тотығу** — атом, молекула немесе ионның электронын беру процесі.

**Окисление** — это процесс отдачи электронов атомам, молекулой или ионом.

**Oxidation** — When a substance loses electrons.

**Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари (ОҚР)** — электронларнинг бир атомдан иккінчи атомга алмашиниши билан борадиган реакция.

**Тотығу-тотықыздану реакциялары (ТТР)** — электрондардың бір атомнан екінші атомға аудысуы нәтижесінде жүретін реакция.

**Окислительно-восстановительные реакции (ОВР)** — реакции, при которых происходит перенос электронов от одного атома к другому.

**Oxidation-reduction (redox) reaction** — a reaction in which one or more electrons are transferred.

**Оксидловчилар** — электрон қабул қиладиган атомлар, молекулалар ёки ионлар.

**Тотықтырғыштар** — электронды қабылдайтын атом, молекула немесе иондар.

**Окислители** — атомы, молекулы или ионы принимающие электроны.



**Oxidizer** — A chemical substance that undergoes reduction in order to oxidize another reactant, during a chemical reaction is known as oxidizing agent.

**Оксид** – таркибида кислород бўлган бинар бирикма.

**Оксид** — құрамында оттек болатын бинарлық қосылыс.

**Оксид** — бинарное соединение, содержащее кислород.

**Oxide** — A binary compound that contains oxygen in the -2 oxidation state.

**Октан сони** – суюқ ёқилғининг (бензин) денотация характеристикаси.

**Октан саны** — сүйық отынның (бензин) детонациялық сипаттамасы.

**Октановое число** — детонационная характеристика жидкого топлива (бензина).

**Octane number (of a fuel)**. The percentage of iso-octane in an iso-octane/heptane mixture that gives the same engine performance of the fuel.

**Органик бирикмалар** – углеводородлар ва уларнинг ҳосилалари.

**Органикалық заттар** — көмірсутектер мен олардың туындылары.

**Органические соединения** — это углеводороды и их производные.

**Organic compound** — A compound that contains carbon (except carbon dioxide, carbon monoxide, and carbonates).

**Асос** – металл катиони ва гидроксид анионига диссоциланадиган электролит.

**Негіз** — металл катионы мен гидроксид анионға диссоциацияланатын электролит.

**Основание** — электролит, диссоциирующий на катионы металла и на гидроксид-анионы.

**Base** — A compound that gives off OH- ions in water. They are slippery and bitter and have a pH greater than 7.

**Иссекхона эффекти** – карбонат ангидрид гази ва бошқа газларнинг ер юзидан ажралган иссиқликнинг ярим буркалиш натижасидан атмосферанинг ички қаватини қизиши.  
**Жылышайлық эффект** — көмірқышқыл газы мен басқа да газдардың жер бетінен бөлінген жылулық сөулелерді жартылай бүркемелеуі салдарынан атмосфераның ішкі қабаттарының қызуы.

**Парниковый эффект** — нагрев внутренних слоев атмосферы из-за частичного экранирования теплового излучения земли углекислым газом и другими газами атмосферы.

**Greenhouse effect** — a warming effect exerted by the earth's atmosphere (particularly CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O) due to thermal energy retained by absorption of infrared radiation.

**Давр** – даврий жадвалдаги кимёвий элементларнинг атом массаларининг ортиши бўйича жойлашган элементларнинг горизонтал қатори.

**Период** — периодтық кестедегі химиялық элементтердің атомдық массаларының өсу ретімен орналасқан элементтердің көлденең қатары.

**Период** — горизонтальный ряд химических элементов расположенных в порядке возрастание атомных масс.

**Period** — A row (left to right) in the periodic table.

**Углеродларнинг табиии манбалари** – нефть, табиии газ ва тошқұмир.

**Көмірсутектердің табиғи көздері** — мунай, табиғи газ және таскөмір.

**Природные источники углеводородов** — нефть, природный газ и уголь.

**Natural resources of hydrocarbons** — Natural Gas, naphtha and coal.

**Позитрон** – массаси электроннинг массасига teng, бирок заряди қарама – қарши заррача.

**Позитрон** — массасы электронның массасына тең, бірақ заряды қарама-қарсы бөлшек.

**Позитрон** — частица, равная по массе электрону, но с противоположным зарядом.

**Positron** — A positron is the tiny particle produced and released during radioactive decay. It carries a single positive charge and its mass is equal to that of an electron.

**Протон** – атом ядроининг таркибига кирадиган мусбат зарядланган заррача.

**Протон** — атом ядроның құрамына кіретін оң зарядты бөлшек.



**Протон** — положительно заряженная частица, входящая в состав атомного ядра.

**Photon** — A primary particle that forms the basic unit of various forms of electromagnetic radiations, including light. It shows dual properties of both a wave as well as a particle.

**Полимерланиш** — кичик молекулали бирикмаларининг молекулаларидан катта молекулали бирикманинг ҳосил бўлиши. Масалан, полиэтилен.

**Полимерлену** — молекулалық массасы кіші молекулалы қосылыстың молекулаларынан үлкен молекулалы қосылыстың тузілуі. Мысалы, полиэтилен.

**Полимеризация** — процесс соединения множества молекул вещества с небольшой молекулярной массой в макромолекулы полимера, например полиэтилен.

**Polymerization** — The process where the smaller units of molecules are combined to form a large three-dimensional structure of polymer chains is called polymerization.

**Риформинг** — углеводородлар молекуласи таркибининг ўзгариши, углеводородларнинг ароматланиши.

**Риформинг** — көмірсұтектер молекуласы құрылышының өзгеруі, көмірсұтектердің ароматтануы.

**Риформинг** — изменение структуры молекул углеводородов, ароматизации углеводородов.

**Reforming** — processing technique by which the molecular structure of a hydrocarbon is rearranged to alter its properties.

**Радиоактив парчаланиш** — радиоактив изотопларнинг альфа-, бета- ва гамма чиқарыб парчаланиши.

**Радиоактивті ыдырау** — радиоактивті изотоптардың альфа-, бета- және гамма-сөулелерін шығарып ыдырауы.

**Радиоактивный распад** — излучение альфа-, бета- и гамма-лучей радиоактивными изотопами.

**Radioactivity** — The phenomenon of the disintegration of the nuclei of unstable atoms, that results in loss of energy in the form of different types of radiations like alpha and beta particles, gamma rays etc. is known as radioactivity.

**Кимёвий мувозанат** — қайтар жараёндаги түғри ва тескари реакцияларнинг тезлигигининг ўзаро тенглашган ҳолати.

**Химиялық тепе-тендік** — қайтымды процестегі тұра және кері реакциялардың жылдамдығының өзара теңескен күйі.

**Равновесие (химическое)** — состояние в обратимом процессе, когда скорость прямой и обратной реакций равны.

**Equilibrium** — When the forward rate of a chemical reaction is the same as the reverse rate. This only takes place in reversible reactions because these are the only type of reaction in which the forward and backward reactions can both take place.

**Радикал** — жуфтлашмаган электрони бор заррacha.

**Радикал** — жұптаспаған электроны бар бөлшек.

**Радикал** — частица, имеющая неспаренный электрон.

**Radical** — a radical is an atom, molecule, or ion that has an unpaired valence electron.

**Активлик қатори** — металларнинг нисбий кимёвий активлиги бўйича жойлашган қатор.

**Белсенділік қатары** — металдардың салыстырмалы химиялық белсенділігі бойынша орналасқан қатар.

**Ряд активностей** — последовательность металлов, расположенных в соответствии с их относительной химической активностью.

**Reactivity Series of Metals** — Reactivity Series in chemistry is an experimental, structural and logical progression of series of metals in order of reactivity from highest to lowest.

**Спиртлар** — тўйинган бир атомли спиртлар — молекуласидаги бир водород атоми ўрнини гидроксил (OH) гурухи олган алканларнинг ҳосиласи, умумий формуласи  $C_nH_{2n+1}OH$ .



**Спирттер** — қаныққан бір атомды спирттер — молекуласындағы бір сутек атомы гидроксил (OH) тобына алмасқан алкандардың туындысы, жалпы формуласы  $C_nH_{2n+1}OH$ .  
**Спирты** — предельные одноатомные спирты, с общей формулой  $C_nH_{2n+1}OH$ , содержащие одну гидроксильную группу (OH).

**Alcohol** — An organic molecule containing an -OH group.

**Қотиши малар** — икки ёки ундан күп металлардан ташкил топған металлик хоссасига зга биржинсли система.

**Құймалар** (құймалар; alloys) — екі немесе одан да көп металдардан тұратын металдық қасиеті бар біртекті жүйе.

**Сплавы** — однородные системы, состоящие из двух или более металлов с характерными металлическими свойствами.

**Alloy** — A mixture of two metals. Usually, you add very small amounts of a different element to make the metal stronger and harder.

**Структура формуласи** — модда молекуласидаги атомларнинг боғланиш тартибини күрсатадиган формула.

**Құрылымдық формула** — зат молекуласындағы атомдардың байланысу тәртібін көрсететін формула.

**Структурная (графическая) формула** — формула вещества, показывающая последовательность соединения атомов в молекуле.

**Structural Formula** — When the structure of the molecule of a compound is represented in the graphical form, it is called a structural formula.

**Туз** — металл катионлари (аммоний ионы) ва кислота қолдифининг анионларидан ташкил топған мураккаб модда.

**Тұз** — металл катиондары (аммоний ионы) мен қышқыл қалдығының аниондарынан тұратын күрделі зат.

**Соль** — сложное вещество, состоящее из катионов металлов (и иона аммония) и анионов кислотного остатка.

**Salt** — Salt is a chemical compound obtained by the neutralization of acidic and basic substances. An ionic compound.

**Хом нефть** — тұғридан тұғри бурғидан олинган нефть.

**Шикі мұнай** — тікелей үңғымадан (скважина) алынған мұнай.

**Сырая нефть** — нефть, непосредственно добываемая из скважины.

**Naphtha** — naphtha is a flammable liquid hydrocarbon mixture.

**Иссеклиқ эффекти** — кимёвий реакция натижасыда ажраладиган ёки ютиладиган иссиқлиқ міндори.

**Жылу эфектісі** — химиялық реакция нәтижесінде бөлінетін немесе сіңірілетін жылу мөлшері.

**Тепловой эффект** — количество выделяемой или поглощаемой энергии при протекании химической реакции.

**Heat of reaction**. The heat change which occurs when a reaction takes place according to a given chemical equation.

**Ениш иссиқлиги** — модданинг бир моли ёнганда ажраладиган иссиқлиқ міндори.

**Жану жылуы** — заттың бір молі жанғанда бөлінетін жылу.

**Теплота сгорания** — теплота, выделяемая при сгорании одного моля вещества.

**Heat of combustion** — The heat of combustion is the energy liberated when a substance undergoes complete combustion, at constant pressure usually in an environment with excess oxygen.

**Хосил бўлиш иссиқлиги** — оддий моддалардан бир моль мураккаб модда ҳосил бўлганда ажраладиган ёки ютиладиган иссиқлиқ міндори.

**Тузілу жылуы** — жай заттардан бір моль күрделі зат тузілгенде бөлінетін немесе сіңірілетін жылу мөлшері.



**Теплота образования** — теплота, выделяемая или поглощаемая при образовании одного моля сложного вещества из простых веществ.

**Кимё** — моддалар ва уларнинг бирикмалари ҳақидаги фан.

**Химия** — заттар мен олардың өзгерісі туралы ғылым.

**Химия** — наука о веществах и их превращениях.

**Chemistry** is the scientific discipline involved with compounds composed of atoms, i.e. elements, and molecules, i.e. combinations of atoms — their composition, structure, properties, behavior and the changes they undergo during a reaction with other compounds.

**Кимёвий жараёнлар** — натижасида бошланғич моддалардан янги моддалар ҳосил бўладиган жараён.

**Химиялық құбылыстар** — нәтижесінде бастапқы заттардан жаңа заттар түзілетін құбылыс.

**Химические явления** — явления, в которых происходит превращение одних веществ в другие.

**Chemical properties** — The process by which atoms of one or more chemical substances interact with each other, to produce new products with different composition and properties.

**Кимёвий боғланиш** — икки атомнинг электронларини алмашиб боғланиши.

**Химиялық байланыс** — екі атомның электрондарын алмастыруы арқылы байланысуы.

**Химическая связь** — взаимодействие двух атомов, осуществляющееся путем обмена электронами.

**Chemical Bond** — A force of attraction that binds two or more atoms together, in order to form a compound is known as a chemical bond.

**Углеводородлар** — углерод ва водороддан таркиб топган бирикмалар.

**Көміреуектер** — құрамы көміртек пен сутектен тұратын заттар.

**Углеводороды** — вещества, состоящие из углерода и водорода.

**Hydrocarbon** — A molecule containing carbon and hydrogen.

**Углерод занжири** — молекуладаги углерод атомларининг бир-бiri билан боғланиши.

**Көміртек тізбегі** — молекуладағы көміртек атомдарының бір-бірімен байланысуы.

**Углеродная цепь** — атомы углерода, связанные друг с другом в молекулах.

**Carbon chain** — A number of carbon atoms bonded together in a sequence and forming part of a molecule, polymer, etc.

**Ультрабинафша нурлар** — қўринадиган ёруғликдан энергияси юкори электромагнит нурлар. Тананинг тўқималарини захмлаши мумкин, кунда куйиш.

**Ультракүлгін сәуле шығару** — көрінетін жарыққа қарапанда энергиясы жоғары электромагниттік сөулелер. Олар дененің үлпаларын зақымдауы мумкін мысалы, кунге кую.

**Ультрафиолетовое излучение** — электромагнитное излучение с энергией большей, чем видимый свет. Может повреждать ткани тела, вызывает загар.

**Ultraviolet solar radiation** — (UV) is electromagnetic radiation with a wavelength, shorter than that of visible light but longer than X-rays.

**Физик ҳодисалар** — бир модда бошқа моддаларга айланмайдиган ҳодиса.

**Физикалық құбылыстар** — бастапқы заттар басқа заттарға айналмайтын құбылыс.

**Физические явления** — такие явления, в которых не происходит превращение одних веществ в другие.

**Physical Property** — That aspect of any substance which can be evaluated without bringing any change to its chemical structure is known as physical property.

**Функционал гурух** — берилган моодданинг хоссаларини аниклайдиган атомлар гурухи, масалан спиртларда гидроксил гурухи ( $-OH$ ).

**Функционалдық топ** — берілген заттың қасиеттерін анықтайтын атомдар тобы, мысалы, спирттерде гидрокситоптар ( $-OH$ ).



**Функциональная группа** — группа атомов, определяющая характерные свойства данного вещества, например, гидроксогруппа ( $-OH$ ) в спиртах.

**Functional Group** — In the molecule of an organic compound, a certain set of atoms characterize the chemical properties of the organic molecule. These groups of atoms are known as functional groups.

**Электронлар** — атомдаги манфий зарядланган заррачалар.

**Электрондар** — атомдағы теріс зарядталған бөлшектер.

**Электроны** — отрицательно заряженные частицы атома.

**Electron** — Electron is a negatively charged subatomic particle that revolves around the nucleus of an atom.

**Электролитлар** — эритмалари ва суюқланмалари электр токини үтказадиган моддалар.

**Электролиттер** — балқымалары мен ерітінділері электр тогын өткізетін заттар.

**Электролиты** — расплавы и растворы веществ, проводящие электрический ток.

**Electrolyte** — An electrolyte is a chemical substance that splits up into ions in aqueous state or molten state and acts as a medium to conduct electricity.

**Электрманфийлик** — кимёвий бирикмадаги бир кимёвий элемент атомини иккинчи кимёвий элемент атоми валент электронларини үзига тортиш хусусияти.

**Электртерістілік** — химиялық қосылыстағы бір химиялық элемент атомының екінші элемент атомының валенттілік электрондарын өзіне тарту қабілеті.

**Электроотрицательность атома** — способность атома притягивать к себе валентные электроны других атомов в химических соединениях.

**Electronegativity** — In a covalent bond between two dissimilar atoms, electronegativity can be defined as the capacity of the atom of an element to draw the valence electrons towards itself.

**Электрофиллар** — мұсбат зарядланган заррачалар.

**Электрофилдер** — оң зарядты бөлшектер.

**Электрофилы** — частицы, имеющие положительный заряд.

**Enthalpy** — Enthalpy is a thermodynamic property of a substance used to quantify the heat content of its any given amount.

**Энтальпия** — модданинг энергетик қолатини тавсифлайдын энергия, у ички энергия ва ички қаршиликни (иш, кенгайиш) йүқотишига сарфланадиган энергиядан иборат.

**Энтальпия** — заттың энергетикалық жағдайын сипаттайтын энергия, ол ішкі энергия мен ішкі кедергіні (жұмыс, үлғаю) жоюға жұмсалатын энергиядан тұрады.

**Энтальпия** — энтальпия характеризует энергетическое состояние вещества и включает в себя внутреннюю энергию и энергию, затраченную на преодоление внутреннего давления (т.е. на работу, расширения).

**Electrophile** — an electrophile is a reagent attracted to electrons.

**Энтропия** — материал системанинг қолати ва унинг үзгариши имкониятими тавсифлайды.

**Энтропия** — материалды жүйенің күйі мен оның өзгеру мүмкіндігін сипаттайтын.

**Энтропия** — энтропия характеризует состояние и возможные изменения состояний материальных систем.

**Entropy** — Entropy is a thermodynamic property, used to measure that energy of a given system which cannot be utilized to carry out any external work.

**Этерификация** — карбон кислоталари ва спиртлар орасидаги мураккаб эфир ва сув ҳосил бўладиган алмашиниш реакцияси.

**Этерификация** — карбон қышқылдары мен спирттер арасындағы курделі эфир мен су түзілетін алмасу реакциясы.

**Этерификация** — обменная реакция между карбоновой кислотой и спиртом, в результате которой образуется сложный эфир и вода.

**Esterification** — Esterification is the general name for a chemical reaction in which two reactants (typically an alcohol and an acid) form an ester as the reaction product.



## ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. *Врублевский А.И.* Химия базовый школьный курс. Минск, 2009. 566 с.
2. *Грандберг И.И.* Органическая химия. М. Высшая школа 1977. 217 с.
3. *Грибанова О.В.* Общая и неорганическая химия. Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. 249 с.
4. Готовимся к экзаменам ГИА. М.: Дрофа, 2011. 207 с.
5. *Еремин В.В., Кузьменко Н.Е.* Сборник задач и упражнений по химии. Школьный курс. М.: Экзамен, 2008. 527 с.
6. *Киреев В.А.* Курс физической химии. М. Химия 1975. 775 с.
7. *Кузьменко Н.Е., Еремин В.В.* Сборник задач и упражнений по химии для школьников и абитуриентов. М.: Экзамен, Оникс 21 век, 2011. 547 с.
8. *Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А.* Учебное пособие по химии. Школьный курс. М.: Оникс 21 век, 2014. 429 с.
9. Лабораторный практикум по общей и неорганической химии под ред. Таланова В.М. и Житного Г.М. Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. 411 с.
10. *Левкин А.Н., Кузнецова Н.Е.* Задачник по химии 11 класс. М., Вентана-граф. 2009, 237 с.
11. *Литвинова Т.Н., Мельникова Е.Д., Соловьева М.В.* и др. Химия в задачах. 2500 задач с решениями. М.: Оникс, Мир и образование, 2009. 832 с.
12. *Рубинов П.Д.* Химия. Полный курс 8—11 классы. Питер, 2010. 336 с.
13. 100 дней до ЕГЭ. Химия. М.: Эксмо, 2012. 240 с.
14. Тесты. Химия 8—9 классы. М.: Дрофа, 2002. 121 с.
15. Химия в схемах, терминах, таблицах. Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. 95 с.
16. *Хомченко Г.П.* Пособие по химии. М.: Новая волна, 2009. 479 с.



## ИЛОВАЛАР

### Кимёвий элементларнинг даврий системаси

Бейнеси		Номери																	
		Доиний оксид-ланниш								Радиоактив									
		a-элементлар				р-элементлар				d-элементлар				f-элементлар					
1	H	1	Вениси																
1	H	1	Сүйк Hydrogen	+1	Нисбетті massassi														
2	Li	3	Be	4	Номинации														
2	Li	3	Be	4	Козоқча														
3	Na	11	Mg	12	Митуизчы														
3	Na	11	Mg	12	Ингизчы														
4	K	19	Ca	20	Sc	21	Ti	22	V	23	Cr	24	Mn	25	Fe	26	Co	27	Ni
4	K	19	Ca	20	Sc	21	Ti	22	V	23	Cr	24	Mn	25	Fe	26	Co	27	Ni
5	Rb	37	Sr	38	Y	39	Zr	40	Nb	41	Mo	42	Tc	43	Ru	44	Rh	45	Pd
5	Rb	37	Sr	38	Y	39	Zr	40	Nb	41	Mo	42	Tc	43	Ru	44	Rh	45	Pd
6	Cs	55	Ba	56	La	57	Hf	72	Ta	73	W	74	Re	75	Os	76	Ir	77	Pt
6	Cs	55	Ba	56	La	57	Hf	72	Ta	73	W	74	Re	75	Os	76	Ir	77	Pt
7	Fr	87	Ra	88	Ac	89	Rf	104	Db	105	Sg	106	Bh	107	Hs	108	Rg	110	Ds
7	Fr	87	Ra	88	Ac	89	Rf	104	Db	105	Sg	106	Bh	107	Hs	108	Rg	110	Ds
8	He	2																	
8	He	2																	
18																			

1. жағдайлар

\*Книга представлена исключительно в образовательных целях

согласно Приказа Министра образования и науки Республики Казахстан от 17 мая 2019 года № 217



2-жадвал

**Д.И.Менделеевнинг даврий системасыда асосий гурұхда жойлашған кимёвий элемент атомлари бирикмаларининг хоссалариниң үзгариш қонуниятлари**

Кимёвий элемент атомининг характеристикаси	Элементнинг тартиб номери ортгани сайин	
	Даврда	Асосий гурұхда
Атом ядросининг заряды	Ортади	Ортади
Энергетик сатұлар сони	Үзгармайди	Ортади
Атом радиусы	Камаяди	Ортади
Ташқи қаватдаги электронлар сони	Ортади	Үзгармайди
Электроманфийлик	Ортади	Камаяди
Металл хоссалари (атомларнинг электронларни беріб юбориш хоссаси)	Сусаяди	Кучаяди
Металмаслик хоссалари (атомларнинг электронларни күшиб олиш хоссаси)	Кучаяди	Сусаяди
Юқори мусбат оксидланиш даражаси	+1-дан +7 (+8)-гача ортади	Үзгармас ва гурұх номерига тенг
Күйи манфий оксидланиш даражаси	-4-дан -1-гача ортади	Үзгармайди

3-жадвал

**Асосларнинг классификацияси**

Классификация белгилари	Асосларнинг гурұхлари	Мисоллар
Кислоталилыги	Бир кислотали МОН	KOH, LiOH, NaOH, NH <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O
	Икки кислотали M(OH) <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub> , Ba(OH) <sub>2</sub> , Fe(OH) <sub>2</sub>
Электролитик диссоциацияланиш даражаси	Кучли ( $\alpha \rightarrow 1$ )	LiOH, Ca(OH) <sub>2</sub>
	Заиф ( $\alpha \rightarrow 0$ )	NH <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O
Эрүвчанлиги	Эрийдиганлар	NaOH, Ba(OH) <sub>2</sub>
	Эримайдиганлар	Cu(OH) <sub>2</sub> , Fe(OH) <sub>2</sub>



## Кислоталарнинг классификацияси

Классификация белгилари	Кислоталарнинг гурухлари	Мисоллар
Таркибида кислороднинг бўлишига кўра	Кислородли	$\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{HNO}_3$ , $\text{H}_3\text{PO}_4$ , $\text{CH}_3\text{COOH}$
	Кислородсиз	$\text{H}_2\text{S}$ , $\text{HCl}$ , $\text{HF}$
Асослилиги	Бир асосли	$\text{HCl}$ , $\text{HNO}_3$ , $\text{CH}_3\text{COOH}$
	Икки асосли	$\text{H}_2\text{S}$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$
	Уч асосли	$\text{H}_3\text{PO}_4$
Эрувчанлиги	Эрийдиган	$\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{HCl}$ , $\text{H}_3\text{PO}_4$ , $\text{CH}_3\text{COOH}$
	Эримайдиган	$\text{H}_2\text{SiO}_3$
Электролитик диссоциацияланиш даражаси	Кучли ( $\alpha \rightarrow 1$ )	$\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{HCl}$ , $\text{HNO}_3$
	Заиф ( $\alpha \rightarrow 0$ )	$\text{H}_2\text{CO}_3$ , $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{CH}_3\text{COOH}$
Доимийлиги	Ўзгармас	$\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{HCl}$
	Ўзгарувчан	$\text{HNO}_3$ , $\text{H}_2\text{CO}_3$ , $\text{H}_2\text{SiO}_3$
Учувчанлиги	Учувчан	$\text{HCl}$ , $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{CH}_3\text{COOH}$
	Учувчан эмас	$\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{H}_2\text{SiO}_3$



## МУНДИРИЖА

Сүз боши .....	4
----------------	---

### I бөб. АТОМ ТУЗИЛИШИ

1-§. Атом – мураккаб зарра .....	5
2-§. Атом масса. Ўртала нисбий атом массани ҳисоблаш .....	12
3-§. Радиоактивлик .....	15
4-§. Ядро реакциялари .....	19
5-§. Энергетик поғоналар. Квант сони ва орбиталлар .....	25
6-§. Квант сонлари. Атом орбиталлари .....	32

### II бөб. ЭЛЕМЕНТЛАР ВА УЛАРНИНГ БИРИКМАЛАРИ ХОССАЛАРИ ЎЗГАРИШИННИНГ ДАВРИЙЛИГИ

7-§. Давр ва гурух бўйича элементлар хоссаларининг ўзгариш қонуниятлари .....	42
8-§. Бирикмаларнинг кислота-асос хоссаларининг даврларда ва гурухларда ўзгариши қонуниятлари .....	47
9-§. Элементлар бирикмаларининг оксидланиш-қайтарилиш хоссаларини давр ва гурух бўйича ўзгариш қонуниятлари .....	50

### III бөб. КИМЁВИЙ БОҒЛАНИШ

10-§. Ковалент боғланиш .....	56
11-§. Ковалент боғланишнинг хоссалари .....	60
12-§. Гибридланиш турлари: $sp$ , $sp^2$ , $sp^3$ .....	64
13-§. Электрманфийлик ва боғланишнинг қутблилиги .....	67
14-§. Ион боғланиш .....	71
15-§. Валент электронлари жуфти булутларининг тортилиш назарияси .....	73
16-§. Металл боғланиш .....	77
17-§. Водород боғланиш .....	79
18-§. Кристалл панжаралар .....	81
№1-лаборатория иш .....	86

### IV бөб. СТЕХИОМЕТРИЯ

19-§. Кимёнинг асосий стехиометрик қонунлари .....	87
20-§. Нисбий атом ва молекуляр масса .....	90
21-§. Модда миқдори. Моляр масса .....	92
22-§. Авогадро қонуни. Ҳажмий муносабатлар қонуни .....	95
23-§. Моляр концентрация .....	99
24-§. Таркибидаги элементларнинг масса улуши бўйича модданинг эмпирик ва молекуляр формуласини тузиш .....	101
25-§. Назарий имкониятга нисбатан маҳсулот чиқишини ҳисоблаш .....	102
26-§. Реакция маҳсулоти массасини аралашма таркибига кирадиган бирламчи модданинг маълум массаси (ҳажми) бўйича ҳисоблаш .....	104
27-§. Дастлабки моддалардан бири ортиқ миқдорда олинганда реакция маҳсулотининг массасини (ҳажмини) ҳисоблаш .....	108

### V бөб. ТЕРМОДИНАМИКАГА КИРИШ

28-§. Ички энергия билан энталпия .....	111
№1-амалий иш .....	117
29-§. Гесс қонуни ва унинг натижалари .....	118
30-§. “Гесс қонуни ва унинг натижалари” мавзусида масалалар ечиш .....	121
31-§. Энтропия .....	127
32-§. Гиббснинг эркин энергияси .....	131



33-§. Гиббс энергияси бүйича масалалар ечиш.....	135
Элементлар билан уларнинг биримлари ҳақида масала ечиш учун көрекли маълумотлар .....	138
<b>VІ бөб. КИНЕТИКА</b>	
34-§. Кимёвий реакция тезлиги.....	140
35-§. Концентрациянинг реакция тезлигига таъсири.....	143
36-§. Ҳароратнинг реакция тезлигига таъсири.....	147
37-§. Катализ .....	150
38-§. Вант-Гофф коидаси бүйича масалалар .....	154
№2-лаборатория иши .....	157
№2-амалий иш .....	157

### **VII бөб. КИМЁВИЙ МУВОЗАНАТ**

39-§. Кимёвий мувозанат. Мувозанат константаси.....	159
40-§. Кимёвий мувозанатга таъсир этувчи омиллар .....	161
41-§. Саноат жараёнларидаги кимёвий мувозанат .....	164
42-§. Мавзу бүйича масалалар ечиш .....	166
№3-лаборатория иши .....	170

### **VIII бөб. ОКСИДЛАНИШ-ҚАЙТАРИЛИШ РЕАКЦИЯЛАРИ**

43-§. Оксидланиш-қайтарилиш жараёни .....	171
44-§. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг турлари.....	175
45-§. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини электрон баланс усули билан тенглаштириш .....	178
46-§. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини электрон-ион усули билан тенглаштириш.....	181
47-§. Электрокимёвий потенциаллар қатори.....	185
48-§. Гальваник элемент .....	189
49-§. Аккумуляторларда борадиган кимёвий жараёнлар .....	192
50-§. Электролиз .....	196
51-§. Суюқланмалар билан эритмаларнинг электролизи .....	199
№3-амалий иш .....	205
Глоссарий .....	206
Фойдаланилган адабиётлар .....	220