

# Қаңтардың он екісі

Химиялық элементтердің периодтық жүйедегі металдардың орны. Олардың атомдары мен кристалдарының құрылыс ерекшеліктері. Металдардың физикалық қасиеттері . Металдардың электрохимиялық кернеу қатары. Металдардың адам өміріндегі маңызы.

**Металдар** деп химиялық элементтерді де, олар түзетін жай заттарды да айтады. Металдар бейметалдардан тек сыртқы айырмашылығы (металдық жылтыры, иілімділігі, жылу және электрөткізгіштігі) бойынша ғана емес жеке атомдардың, кристалдардың құрылысы және берілген қосылыстарының қасиеттері бойынша да ерекшеленеді. Енді олардың ең басты **сипаттамаларына** тоқталайық.

Химиялық элементтердің басым көпшілігі – металдар. Қазір белгілі болып отырған 110 элементтің 89-ы металдарға жатады. Химиялық элементтердің барлық топтарында металдар бар. Периодтық кестедегі металдар мен бейметалдарды өзара бөліп көрсету үшін II топтағы бериллийден VII топтағы астатқа қарай диагональ жүргізгенін білесіндер. Сонда сызықтың жоғары жағында (қосымша топша металдарын есептемегенде) бейметалдар, ал төменгі жағында металдар орналасады. Олар I-III топтың негізгі топшасында және барлық қосымша топшаларда кездеседі. Металл атомдарының өзіне тән ерекшеліктері бар. Диагональ сызықтың дәл үстінде жатқан бериллий, алюминий сияқты металдар екіжақты қасиеті бар екідайлы элементтерді құрайды.

**I – III топ металдарына салыстырмалы сипаттама.** I – III топтың негізгі топша элементтері  $s$  – және  $p$  – элементтерге жатады. Олардың сыртқы энегетикалық деңгейінде  $1s$  немесе  $2s$  – электрон (I, II топтар) немесе  $1 p$ -электрон ( $s^2 p^1$ ) (III топ) болуы мүмкін. Химиялық әрекеттесу кезінде бұл металдар валенттік электрондарын жеңіл береді де, топ нөмірлеріне сәйкес +1, +2, +3 тұрақты тотығу дәрежелерін көрсетеді.  $s$ - элементтер – металдардың типтік өкілдері. Периодтық жүйедегі (біріншіден басқасы) әрбір период осындай металдардан басталады.  $p$ - элементтердің

металдық қасиеттері едәуір ілсіз болады. Топтағы элементтердің, ядро зарядының өсуіне және иондану энергиясының кемуіне орай металдық қасиеттері артады.

s- элементтер оттектен негіздік сипаты бар  $R_2O$  (I топ) және  $RO$  (II топ) оксидтер түзеді. Бұл оксидтер сумен әрекеттесіп сәйкес гидроксидтер – негіздер  $ROH$  және  $R(OH)_2$  түзеді. Негіздердің күші топ бойынша жоғарыдан төмен қарай металл атомы радиусының өсуіне сай артады. III топтың p-элементтері құрамы  $R_2O_3$  оксидтер түзеді, оларға  $R(OH)_3$  гидроксидтері сәйкес келеді. Топтағы қосылыстардың сипаты екідайлықтан негіздікке қарай өзгереді.

Металдар периодтың басынан бастап орналасады, сондықтан олардың атомдарының радиусы бейметалдармен салыстырғанда үлкендеу келеді. Атом құрылысындағы мұндай ерекшелік тек металдарға тән.

**Металдардың сыртқы энергетикалық деңгейлерінде электрондар саны аз (1-3e) және олардың бейметалдарға қарағанда атомы үлкендеу болады.**

Жай зат түрінде металдар кристалдар түзеді. Кристалға басы біріккен атомдардың арасында химиялық байланыстың ерекше түрі – **металдық байланыс** пайда болады. Кристалдық тордың түйіндеріндегі металл атомдарының радиусы үлкенлеу болатындықтан әрі сыртқы қабатындағы электрондар ядромен әлсіздеу байланысқандықтан, олар оп-оңай үзіліп, атомдарды иондарға айналдырады. Керісінше металл иондары жетіспейтін электрондарды қайта қосып та алады. Мұндай қайтымды процесті былайша өрнектейді:



Кристалдық тордың түйіндеріндегі атомдардан бөлінген электрондар оның барлық құрылымдық бөліктеріне ортақ күйге көшеді. Кристалдың ішінде еркін орын ауыстыратын электрондар ондағы бүкіл атомдар мен иондарды өзара байланыстырады. Мұндай кристалдардың түйіндегі өзара байланыстырады. Мұндай кристалдың түйініндегі атомдар мен иондар арасында еркін қозғалыста болатын электрондарды «электрон газы» деп те атайды.

**Металдық байланыс** дегеніміз – металдық тор түйіндеріндегі атомдар мен оң зарядталған иондар және электрон газы (бос электрондардан тұратын) арасында түзілетін байланыс.

Теріс зарядталған ортақтасқан электрондардың жиынтығы оң зарядталған металл иондары – катиондарды және тордың түйіндеріндегі атомдарды өзара байланыстырып, берік ұстап тұрады. Осылайша металдық кристалдық тор пайда болады.

## Металдардың физикалық қасиеттері

Металл кристалындағы атомдар, иондар «электрон газымен» берік ұстасып, металдық байланыс түзеді дедік. Кристалдағы бос электрондарға тәуелді металдар белгілі бір ортақ қасиеттерге ие болады. Бұл қасиеттерге жылу және электрөткізгіштік, металдық жылтыр, иілімділік, т.б. қасиеттері жатады.

**Электр және жылуөткізгіштігі.** Электр өрісінің әсерінен электрондар бағытты қозғалысқа ие болады, сөйтіп электр тогы пайда болады. Электрөткізгіштігі ең жоғары металдар күміс пен мыс, одан кейін алтын, алюминий, темір болып келеді. Ең электрөткізгіштік сынапқа тән

Көптеген металдардың жылуөткізгіштігінің өзгеру реті электрөткізгіштігінің өзгеру ретімен сай келеді. Жылуөткізгіштік те электрөткізгіштік тәрізді электрондардың қозғалғыштығына және кристалдағы бөлшектердің тербелмелі қозғалысына тәуелді. Осы құбылыстардың арқасында металл кесегіндегі қызу бөлшектердің бірінен-біріне беріліп, өзара тез теңеседі. Мысалы, күміс қасық шыны стаканға қарағанда жылуды 500 еседей тез өткізеді.

**Металдық жылтыры.** Бұл металдардың өзіне тәе қасиеттерінің бірі – оны адамдар өте жоғары бағалап, кейбір көркемөнер туындыларын жасауға пайдаланады. Металдың бәрі де жалтырайды, бірақ мөлдір емес, өзіндік жылтыры бар. Олар көбіне сұр түсті болып келеді. Бұлай болу себебі, металл кристалдарының ішіндегі бос кеңістікте электрондар бар, олар күн сәулесін жұтып тербеліске ұшырайды да, өзіне тән толқындар шығара бастайды, оған сәйкес түсті адам көзбен көреді. Металдар радиотолқындарды да шағылыстырады, сондықтан оны металл денелерді анықтауға арналған радиолокацияда пайдаланады.

**Иілімділігі (пластикалығы).** Металдарды соққанда, ұсақ түйіршіктерге бөлініп шашырап қалмайды, небәрі пішінін өзгертіп тапталады не жаншылады, яғни соғуға төзімді пластикалық қасиетін – иілімділігін көрсетеді. Олай болатын себебі, атомдар қабаттары металдық байланысты сақтай отырып бірінің бетінде бірі сырғып жылжи алады. Металл кесегіндегі электрондар, оның өне бойымен бірге қозғалып, сырғыған қабаттарды үнемі байланыстырып тұрады.

Металдардың иілімділігі мынадай қатар бойынша кемиді: Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Zn, Fe. Мысалы, алтынды таптап, қалыңдығы 0,003 мм жұқа қабықшаға айналдыруға болады. Оны әртүрлі денелерге алтын «жалатқанда» қолданады.

Металдар иілімділігінің әралуандығы олардың кристалдық торы құрылысының әртүрлі болуына тәуелді. Металдар куб (бүйірлі және көлемді орталықтанған) және гексагональды торлар түзе алады.

Кубтық торлы металдар иілімділеу болады, себебі олардың атомдық қабаты жоғары да, төмен де, көлденең бағытта да сырғи алады. Ал гексагональды торлы металдар бір жазықтық бойынша сырғиды, сондықтан иілімділігі аздау болады.

Металдардың жалпы қасиеттерімен бірге әрқайсысының өзіне тән қасиеттері де бар. Оның себебі металдардың атомдары мен иондарының радиустары әртүрлі және олардың кеңістікте орналасуы да түрліше. Металдардың валенттік электрондары мен металдық байланысының беріктігі де бірдей емес.

**Балқу температуралары.** 1000 С-тан жоғары температурада балқитын металдарды **қиын балқитындар**, ал одан төмен болса, **оңай балқитындар** деп бөледі. Ең оңай балқитын металл – сынап, оның балқу температурасы -38,9С. Ең қиын балқитын

металл – вольфрам, оның балқу температурасы  $t_6=3390\text{C}$ , сондықтан оны электршамының сымын дайындау үшін қолданылады.

**Тығыздығы.** Металдардың тығыздығы  $5\text{ г/см}^3$ -тен аз болса, **жеңіл**, ал одан аз болса, **ауыр металдар** деп бөлінеді. Ең жеңіл металл – литий, ал судан 2 еседей жеңіл. Ең ауыр металл – осмий, оның тығыздығы судан 22 еседей үлкен. Тығыздығы аз жеңіл металдар, мәселен, Mg, Al, Ti ғарыш кемесі, ұшақ, автомобиль жасауда қолданылады.

**Қаттылығы.** Металдардың қаттылығы да әрқилы. Сілтілік металдар өте жұмсақ, оларды пышақпен оңай кесуге болады. Ал хром, вольфрам сияқты металдарды өңдеу өте қиын, өйткені олар тым қатты болып келеді, сондықтан кесетін құралдар жасау үшін қолданылады. Хром – ең қатты металл. Металдардың бұл қасиеттері периодтық жүйедегі орнына байланысты. Кіші период бойынша жіне үлкен периодтардың жұп қатарында металдардың қаттылығы, балқу температурасы, ядро зарядының және валенттік электрон санының өсуіне байланысты тығыздығы артады, ал негізгі топшада кемиді.

Металдарда адам өміріне қажетті біраз қасиеттер болғанымен, қазіргі кездегі техника талабын қанағаттандыратын қасиеттердің жиынтығына ие бола алмайды. Мысалы, таза алюминий электр тогын жақсы өткізеді, жеңіл, бірақ жұмсақ әрі беріктігі аз. Сондықтан таза күйінде металдар сирек қолданылады. Қазіргі кезде машиналарды, құралдар мен конструкцияларды жасау үшін көбінесе металдардың күймаларын пайдаланады.

**Құймалар** балқитын күйдегі іртүрлі металдарды араластырып суытқанда түзіледі. Шынында да, түрлі металдар араласқанда жаңа металдық байланыс пен кристалдық тор түзе алатындықтан, олардың өзара бірігіп, қатты құймаларға айналуы заңды құбылыс.

Әдетте, өзіндік мөлшері бар басқа металдың атомы негізгі құйма түзетін металдың дұрыс торын бұзады. Осының нәтижесінде кристалдағы бөлшектерді байланыстыратын қосымша күштер пайда болады. Бұл «электрон газының» еркін қозғалуына кедергі келтіреді. Осыған орай, көп жағдайларда құймалардың беріктігі мен қаттылығы оны құрайтын металдармен салыстырғанда жоғарылау, ал электр және жылу өткізгіштігі төмендеу болып келеді. Мәселен, мыс, қалайы, мырыш – жұмсақ металдар, ал олардың құймасы - қола өте қатты. Сондықтан адамдар біздің заманымызға дейін қару – жарақ және еңбек құралдарын жасауға қоланы жиі пайдаланған.

### **Металдардың электрохимиялық кернеу қатары.**

Металдардың химиялық қасиеттері олардың атомдарының құрылысына, яғни атом радиусының үлкендеу, валенттілік электрондар санының аздау болатынына тәуелді. Реакция кезінде металл атомдары өздерінің валенттілік электрондарын оңай береді, сөйтіп оң зарядты катиондарға айналып тотығады:



Металл атомдары барлық уақытта тотықсыздандырғыш қызметін атқарады. Ал тотықтырғыш қызметін металл атомдары бөген электрондарды қосып алатын



Атомдары берген электрондарды қосып алатын атомдар немесе иондар атқарады. Металдар және олармен әрекеттесетін тотықтырғыш заттардың арасында реакция түрлері:

Металдар	тотықсыздандырғыштар
-	
Қосылу реакциялары	Орынбасу реакциялары

Металдардың тотықсыздандырғыштық қабілеті бірдей емес. Мәселен, натрий оттекпен лезде әрекеттеседі, ал мыс оттекпен қыздырғанда ғана реакцияласады. Ал тотияйынның  $CuSO_4$  ерітіндісіне батырылған темір шеге қызғылт түсті мыспен қапталады, керісінше темір сульфатының ерітіндісіне  $FeSO_4$  ерітіндісіне салынған мыс шеге өзгермейді. Мыспен салыстырғанда темірдің электрондары атомдардан оңай үзіледі, өйткені темір – мыстан гөрі белсендірек элемент.

Орыс ғалымы Н.Н. Бекетов металдардың сулы ерітіндідегі тотықсыздандырғыш қабілетінің әртүрлі екендігін эксперимент жүзінде анықтай отырып, 1865 ж. металдардың белсенділік қатарын ұсынды және бұл қатарға сутекті енгізді. Қазір оны металдардың **электрохимиялық кернеу қатары** деп атайды:

Li K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

Металдардың тотықсыздандырғыш қасиеті

артады ← →кемиді

Металдардың белсенділігі сол металдың тақташасын өз тұзына батырғанда туатын кернеумен анықталады. Сулы ортада жүретін тотығу – тотықсыздану реакциясы кристалдық тордың бұзылу энергиясына, атомнан электрондарды үзіп алу энергиясына, иондардың гидраттану энергиясына тәуелді. Сондықтан металдардың электрохимиялық кернеу қатарында периодтық жүйедегі ең белсенді металл – францийдің орнын литий алып тұр.

Периодтық жүйеден жеке элементтердің қасиеттерінің өзгеру заңдылығы көрінсе, электрохимиялық кернеу қатарынан металдың сулы ортадағы белсенділігі байқалады. Бұл кернеу қатарына сутек элементі де қосылған, себебі ол металдар суме немесе қышқылмен әрекеттескенде металдар мен сутектің

тотықсыздандырғыштық белсенділігін салыстыруға мүмкіндік береді. Металдардың электрохимиялық кернеу қатарындағы орнына сәйкес шығатын заңдылықтар көптеген химиялық процестердің бағытын табуға көмектеседі. Кейбір осындай заңдылықтар:

Li	K	Ca	Na	Mg	Al		Zn	Fe	Ni	Sn	Pb	H		Cu	Hg	Ag
Pt	Au															
Атомдардың тотықсыздандырғыш қабілеті артады																
Кәдімгі жағдайда тотығады						Қыздырғанда тотығады						Қыздырғанда да тотықпайды				
												Сумен әрекеттеспейді				
Табиғатта тек қосылыстар күйінде кездеседі (тұздар мен оксидтер)												Табиғатта қосылыстар күйінде де, бос				

Металдардың кернеу қатарын қолданғанда, олардың қасиеттеріндегі кейбір ерекшеліктерді есте сақтау керек. Мысалы, ең белсенді металдар – Li, K, Ca, Na, Sr, Ba белсенділігі төмендеу металдардың судағы ерітіндісінен оларды ығыстырып шығаруға қолданылмайды, себебі сілтілік және сілтілік жер металдар кәдімгі жағдайда судың өзімен қарқынды әрекеттесетіні белгілі.

### Металдардың адам өміріндегі маңызы

Металдар адамзат қоғамына ерте заманнан белгілі. Өркениетті өндірістің дамуына сәйкес және адамдардың металды игеру мен қолдануына орай тарихта бүтіндей металл дәуірінің аты қалды. Геология мен металлургияның негізін салған, металдарды зерттеуші Георгий Агрикола XVI ғасырда былай деп жазды: «Адамдар металдарсыз өмір сүре алмайды ... егер металдар болмаса ... Адамдар жабайы аңдарды арасында ең аянышты өмір сүрген болар еді».

Тас ғасырда-ақ алғашқы табылған металдар сом күйдегі тума алтын мен күміс болатын. «Металдар» деген сөздің өзі ертедегі гректің осыған үндес «іздеу» деген сөзінен шығуы мүмкін. Адамзат қоғамы бертін келе металдарды табиғи қосылыстарынан бөліп алуды үйренді. Мәселен, мыс біздің заманымызға дейінгі III мыңжылдықта оның орнына мысқа қарағанда беріктеу қоланы бастады. Сөйтіп, мыс дәуірінің орнын **қола дәуірі** басты.

Адам алғаш рет таза темірмен аспаннан түскен метеориттің сынығы арқылы танысты. Темірді балқытып бөліп алудың құпиясы біздің заманымызға дейінгі 1500 жылдарда Кіші Азияда ашылды, содан бастап **темір дәуірі** басталды.

Біздің заманымыздың бас кезінде небәрі 7 металл белгілі болса, XVIII ғасырда 17 металл ашылды.

Басқа металдарды алу үшін ғылым мен техниканың, өнеркәсіптің дамуы қажет еді. Бұл процесс күні бүгінге дейін жалғасып келеді. Мәселен, ядролық реакцияның көмегімен табиғатта кездеспейтін көптеген радиоактивті жасанды элементтер алынды.

**Металдар қосылыстарының литосфера мен биосферадағы орны.** Қазіргі адамзат қоғамының дамуы үшін металдардың маңызы орасан зор. Бүгінгі күндері таңғажайып қасиеттері бар синтетикалық заттардың сан алуан түрі өндірілгеніне қарамастан, металдар осы заманғы техникаға қажетті ең маңызды конструкциялық материал болып отыр. Олар автомобильдердің, ұшақтардың, зымырандардың, станоктардың, өте дәл құралдардың және электрондық техниканың негізі болып саналады. Металдар – құрылыстың, технологияның конструкциялардың, химиялық реакциялардың, құбырлардың, мұнай өндіретін мұнаралардың және т.б. негізгі өзегі. Қазіргі кезде техникада 40-тан астам металдар кеңінен қолданылады.

Металдар – жай заттар ғана емес, олар химиялық элементтер. Осы элементтер тірі және өлі табиғаттың аса маңызды құрамды бөлігі болып табылады. Жердің беткі қабаты – литосфера: алюминий, темір, кальций, магний, натрий, калий қосылыстарынан тұрады. Бұл химиялық элементтер оттек пен кремнийді қоса алғанда жер массасының 99%-ын құрайды. Теңіздер мен мұхиттардың суында, нитрий, магний, кальций, стронций, алтын, т.б. металдардың катиондары бар.

**Биогендер мен ластағыштар.** Металдар биосферада да орасан зор қызмет атқарады. Кальций сүйек ұлпасының негізін құрайды, темір қандағы гемоглобиннің, ал магний жасыл өсімдіктер хлорофилінің құрамына кіреді. Тірі организмдегі ең маңызды процестер зат алмасу, оттегі тасымалдау, фотосинтез металдардың қатысуымен жүреді.

Алайда адамдар металдарды ойланбастан, қалай болса солай қолданса, олар пайданың орнына зиянын тигізетін болады. Көптеген металдардың қосылыстары улы. Мысалы: қорғасын, сынап, стронций және кадмий тұздары. Радиоактивті металдардың және олардың қосылыстарының тірі жасушаларды бұзып жіберетін қасиеттері бар. Өнеркәсіптердің, әскери және ғарыштық технологияның қалдықтары түрінде табиғатта жинақталған металл қоқыстары адамдарға және қоршаған ортаға орасан зор зиян келтіреді. Сондықтан металдар да адам қолымен жасалған басқа заттар тәрізді орынсыз қолданылса, абайламай жұмсалса, аса қауіпті болып саналады.