

№ 6 дәріс

III - А топша элементтері

Дәрістің жоспары:

1. IIIA – топша элементтеріне жалпы сипаттама.
2. Бордың табиғатта таралуы, алынуы, физикалық және химиялық қасиеттері.
3. Алюминидің табиғатта таралуы, алынуы, физикалық және химиялық қасиеттері.
4. Галий, индий, таллидің табиғатта таралуы, алынуы, физикалық және химиялық қасиеттері.

III А – топша элементтері. Жалпы сипаттама. Периодты жүйені IIIA – топшасында танымал бор, алюминий элементтерімен бірге, сирек кездесетін галий, индий және талий орналасқан. Бұл элементтердің сыртқы деңгейінде үш электрон ($ns^2 np^1$) бар. Дара бір p – электрон барына қарамастан бұл топша элементтеріне +3 тотығу дәрежесі тән. Тек талий элементі ғана +1 тотығу дәрежесін көрсете алады.

Бор элементінің екі - ақ электрондық деңгейі - болғандықтан оның IIIA – топшаның басқа элементтерден айырмашылығы бар. Ол қосылыстарда, көбінесе, ковалентті байланыс түзеді ($s^1 px^1 py^1, z^1$). Бор қасиеттері жағынан көміртегі мен кремнийге ұқсас. IIIA – топша элементтерінің кейбір қасиеттері 1-кестеде келтірілген.

1 -кесте. IIIA - топша элементтерінің қасиеттері

Қасиеттері	<i>B</i>	<i>Al</i>	<i>Ga</i>	<i>In</i>	<i>Tl</i>
Рет нөмірі	5	13	31	49	81
Салыстырмалы атомдық масса, а.м.б.	10,28	26,98	69,72	114,92	204,37
Валенттік электрон	$2s^2 2p^1$	$3s^2 3p^1$	$4s^2 4p^1$	$5s^2 5p^1$	$6s^2 6p^1$
Атом радиусы, нм	0,091	0,143	0,139	0,166	1,44
Электртерістілік	2,01	1,47	1,82	1,49	1,44
Балқу температурасы, °C	2075	660	29,8	156,4	304,0

Кестеден кейбір қасиеттерінің өзгеруі элементтердің рет нөмірінің артуына сызықты түрде байланысты емес екенін көруге болады. Оның себебі *Ga, In, Tl*

элементтерінің ішкі қабатында 18 электрон болуымен және *d*- сығымдалумен түсіндіріледі.

Бор - бейметалл, ал алюминий - амфотерлі, ал галлий, индий, таллий таза металдар болып табылады.

Табиғатта таралуы және алынуы. ША - топша элементтері активті болғандықтан табиғатта тек қосылыс күйінде ғана кездеседі.

Галлий боксит, тас көмір, мырыш алдамышы сияқты кендер құрамында және галлит минералы құрамында $CuGaS_2$ болады. Оны алюминий, мырыш өндіру кезіндегі қалдықтардан электролиттік жолмен бөліп алады.

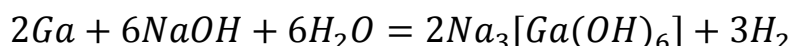
Индий – сирек кездесетін элемент. Оны қалайы, қорғасын - мырыш өндірісінің қалдықтарынан электролиз арқылы немесе мырышпен ығыстыру арқылы бөліп алады.

Таллий – өте сирек кездестін элемент. Ол полиметалл кендерінің құрамында болады. Сол кенді өндегенде пайда болатын шаңның құрамында таллий болғандықтан, шаңды суда ерітіп, одан таллийді электролиз арқылы бөліп алады.

Қасиеттері. Галлий, индий, таллий - күмістей ақ қатты металдар. Олар, әсіресе, индий мен таллий жұмсақ, пышақпен кесуге болады.

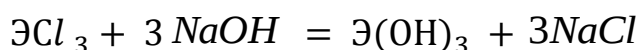
Химиялық тұрғыдан бұл элементтер активті. Галлий мен индий ауада тотығып, олардың бетін оксидтері қаптап тұрады. Қыздырған кезде (200°C) оттегімен әректесіп оксид түзеді – $\text{Э}_2\text{O}_3$.

Таллий болса тотыққан кезде таллий (1) оксидін түзеді Tl_2O . Бұл оксид сілтілік металдар оксидтеріне ұқсас. Оған, натрий гидроксидіне ұқсас, гидроксиді сәйкес $TlOH$. $TlOH$ – сілтілік қасиет көрсетеді. Сонымен қатар, таллий Tl_2O_3 оксидін де кейде түзеді. Үш валентті таллийдің қасиеті алюминийге ұқсас. Ол тек амфотерлік қасиет көрсете алмайды. Ал галлий мен индий сілтіде еріп амфотерлік қасиет көрсетеді:



Галлий, индий, таллий оксидтері $\text{Э}_2\text{O}_3$ суда ерімейтін (Tl_2O -дан басқасы) кристалл заттар. Алайда, олар қышқылдарда еріп тұздар береді.

Оксидтері суда ерімейтіндіктен сәйкес гидроксидтерін тұздарынан алады:



Гидроксидтері – әлсіз негіздер, суда нашар ериді. Олар амфотерлі гидроксидтер.

Галлий мен индийдің тұздарынан хлоридтері, сульфаттары суда жақсы ериді. Олар қос тұздар түзеді $NH_4Ga(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, $KIn(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$.

Таллийдің екі түрлі тұздары болады Tl (+1) және Tl (+3). Бір валентті таллийдің хлоридтері, сульфаттары және нитраттары суда жақсы ериді.

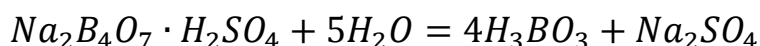
Галлий, индий және таллий элементтері комплекс қосылыс түзуге бейім.

Қолданылуы. Галлий сұйық күйінде өте жоғары температураны өлшеуге арналған термометрлер жасау үшін қолданылады. Индий өте күшті жарқыл беретіндіктен прожекторларда пайдаланылады. Техникада галлий мен индийдің басқа металдармен құймасы кеңінен қолданыс табуда. Олардың жартылай өткізгіш қасиетін фотоэлементтер жасау үшін пайдаланады.

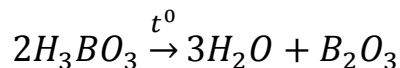
Индий мен галлийдің қосылыстары өте улы. Галлийдің (I) сульфатын кеміргіштермен күресте зооцид ретінде қолданады. Айта кететін жай - индий тұзының микромөлшерлері мал жүнінің өсуіне жақсы әсер ететіні. Ал таллийдің тұздары жүннің түсуіне әсер етеді. Кейінгі кезде бұл металдардың осы қасиетін малды қырықтықсыз қырқу үшін пайдалану көзделіп отыр.

Бор. Табиғатта бор өте шашыраңқы кездеседі. Ол бура $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, кернит $Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$, сосалин H_3BO_3 сияқты минералдар құрамында болады. Бор жер асты сулар құрамында борат не бор қышқылы түрінде болады да минерал сулар құрамына кіреді.

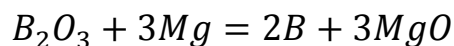
Борды алу үшін алдымен, бураны күкірт қышқылымен өңдеп бор қышқылына айналдырады:



Бор қышқылын қыздырып оксидке айналдырады:

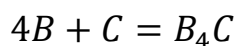
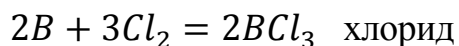


Бор оксидін магний қосып тотықсыздандырады:

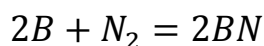


Осы тәсілмен алынған борды тазартып таза бор алады. Бордың екі аллотропиялық түрі белгілі – аморфты және кристалл. Аморфты бор қоңыр түсті ұнтақ, кристалл бор – қара сұр кристалл зат, өте қатты. Қаттылығы жағынан алмазға пара-пар. Электр тогін нашар өткізеді. Температураны жоғарылатқан сайын электр өткізгіштігі артады. Бордың бұл қасиетіне сүйеніп одан жартылай өткізгіштер жасайды.

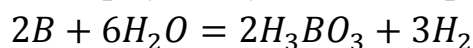
Бор әдеттегі жағдайда инертті зат. Ал қыздырған кезде галогендермен, көміртегімен, азотпен, сумен әрекеттеседі:



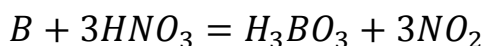
Бор карбиді, қаттылығы алмазға пара-пар зат. Аса жоғары температурада ($900^{\circ}C$) бор азотпен қосылып нитрид түзеді:



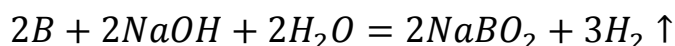
Қатты қыздырған кезде бор сумен сутегін бөле әрекеттеседі:



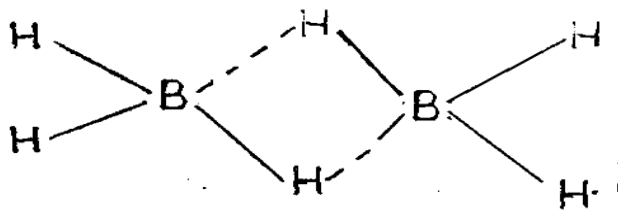
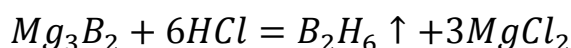
Бор сұйытылған қышқылдармен әрекеттеспейді. Ал концентрлі күкірт және азот қышқылы борды бор қышқылына дейін тотықтырады:



Бор концентрлі сілтілермен әрекеттесіп метабораттар түзеді:



Сонымен қатар, бор кейбір металдармен әрекеттесіп боридтер түзеді (Mg_3B_2). Бор сутегімен де қосылыстар түзеді. Бірақ оларды тікелей емес, қосымша жолмен алады. Мысалы, металл боридіне тұз қышқылымен әсер еткен кезде қарапайым борсутегі B_2H_6 түзіледі:

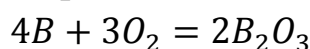


Бордың сутегімен қосылыстарын – борандар деп атайды (метанға ұқсас). Диборан B_2H_6 – газ, тетраборан B_4H_{10} – сұйық, ал $B_{10}H_{14}$ – қатты заттар.

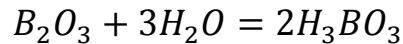
Бор сутегілерінде бор мен сутегі атомдары сутегіндік байланыс арқылы қосылған.

Қазіргі кезде бор сутегінің маңызы зор. Олардың жану жылдамдығы өте жоғары және көп жылу бөлетіндіктен ракета отыны ретінде қолданылады. Болат бұйымдарды бормен қаптаса, олардың беріктігі артады.

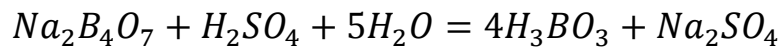
Бордың тотығу дәрежесі +3 болғандықтан жоғары температурада ($700^{\circ}C$) ол оттегімен қосылып B_2O_3 оксидін түзеді:



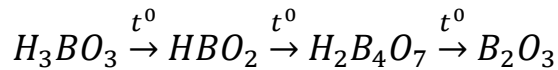
Бор оксиді ауада ылғал сіңіріп бор қышқылына айналады:



Бор қышқылы ақ түсті, ыстық суда жақсы еритін зат. Оны натрий тетраборатына (бура) күкірт қышқылымен әсер ету арқылы алады:



Бор қышқылы – әлсіз қышқыл. Қыздырған кезде алдымен метабор, содан соң тетрабор қышқылына, ең соңында бор оксидіне айналады:

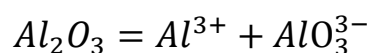


Бор қышқылының тұздарын бораттар деп атайды. Алайда, көп жағдайда бораттар әлсіз ортобор қышқылының тұзы емес, неғұрлым тұрақты тетрабор қышқылының тұздары болып табылады. Олардың ішінде кеңінен тараған ең белгілісі натрий тетрабораты $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (бура). Бура суда еріген кезде гидролизденіп, сілтілік орта көрсетеді.

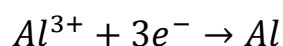
Бор және оның қосылыстары ядролық реакция тежеу (^{10}B – изотопы), болатқа, құймаларға қосу үшін қолданылады. Бура мен бор қышқылы медицинада антисептік ретінде кеңінен қолданылады. Бор оксидін фарфор, фаянс өндірісінде, әйнек өндіруде қолданады. Бордың биологиялық мәні де үлкен. Ол – микроэлемент.

Алюминий. Алюминий – табиғатта кең тараған элемент. Таралуы жағынан метал-дар арасында бірінші, ал жалпы үшінші орын алады. Алюминий активті элемент болғандықтан табиғатта тек қосылыс түрінде кездеседі. Оның маңызды кендеріне – боксит $Al_2O_3 \cdot nH_2O$, алунит $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6H_2O$, каолин $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, нефелин $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ жатады. Алюминий кендері Хибин тауларында, Оралда, Қазақстанда, Сібірде көптеп кездеседі.

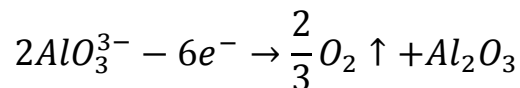
Кезінде алюминий аса бағалы металл болған. Себебі оны алу өте қиын. Глинозем мен бокситте алюминий оксид түрінде Al_2O_3 болады. Оның балқу температурасы - $2050^\circ C$. Балқу температурасын төмендетіп, электролиз жақсы жүру үшін боксит пен криолит $Na_3[AlF_6]$ қоспасына кальций фторидін CaF_2 қосып қыздырады. Сонда ғана қоспаның балқу температурасы – $960^\circ C$ -қа төмендейді. Электролизді арнайы ванналарда жүргізеді. Ваннаның табаны көмірден жасалып катод рөлін атқарады. Анод ретінде көмір электродтар пайдаланылады. Балқыған алюминий оксиді электр тогы әсерінен диссоциацияланады:



Катодта алюминий тотықсызданады:



Анодқа AlO_3^{3-} тартылып, Al_2O_3 -ке айналып, оттегі бөлінеді:

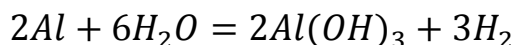


Бөлінген оттегі көмір анодпен әрекеттесіп, электрод жанып отырады. Ал электролизер табанына жиналған алюминийді керек уақытында құйып алады.

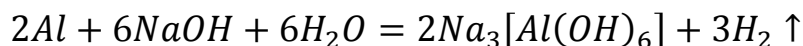
Борға қарағанда алюминийдің металдық қасиеті жоғары. Оның сыртқы деңгейінде d – орбиталь бос және атом радиусы кішілеу болғандықтан комплекс түзуші бола алады. Координациялық саны – 4 және 6.

Таза алюминий – күмістей ақ, қатты металл, пластикалық қасиеті жақсы. Алюминий оттегімен оңай әрекеттеседі. Соның салдарынан ауада алюминий бетін оксид қабығы жауып, оны ары қарай бұзылудан сақтап тұрады.

Сыртындағы оксидтік қабатын тазартатын болса, алюминий сумен жақсы әрекеттеседі.

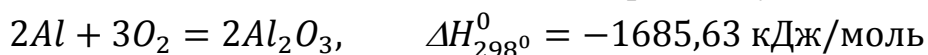


Алюминий амфотерлі элемент. Ол сұйытылған қышқылдармен және сілтілермен жақсы әрекеттеседі:



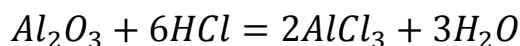
Сонымен қатар, алюминий галогендермен галогенидтер ($AlCl_3$), азотпен нитрид (AlN), күкіртпен сульфид (Al_2S_3) түзеді.

Маңызды қосылысы алюминий оксиді Al_2O_3 . Оны ауада жағу жолымен алуға болады. Реакция нәтижесінде өте көп мөлшерде жылу бөлінеді:

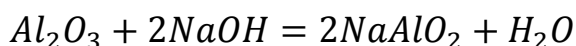


Алюминий оксиді аппақ, суда ерімейтін зат. Ол табиғатта корунд минералы түрінде кездеседі. Корунд – қаттылығы жағынан алмаздан кейін екінші орында. Қызыл түсті корундты – рубин, көк түстісін – сапфир деп атайды. Олар бағалы тастар. Құрамында басқа қосындылар бар корундты *наждак* деп атайды. Ол түрлі қайрақ тастар жасау үшін қолданылады.

Химиялық тұрғыдан алғанда алюминий оксиді амфотерлі оксид. Ол қышқылменде, негіздерменде әрекеттеседі:



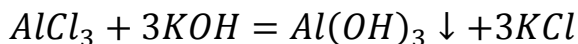
Оны құрғақ сілтімен балқытса металюминий қышқылы тұзы түзіледі:



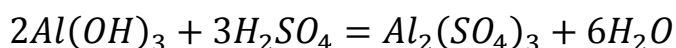
натрий металюминаты

Алюминий оксидінің беттік қабатының көлемі өте үлкен және сіңіргіштік қасиеті жоғары болғандықтан оны техникада катализатор не катализаторды алып жүруші ретінде пайдаланады.

Алюминий оксидіне гидроксид сәйкес. Ол да оксид сияқты амфотерлі. Алюминий оксиді суда ерімейтіндіктен гидроксидін басқа жолмен алады:

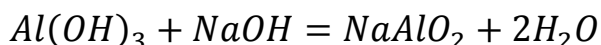


$Al(OH)_3$ ерімталдығы төмен болғандықтан ақ түсті тұнбаға түседі. Бұл тұнба қышқылда да, сілтіде де ериді:



Алюминий координациялық саны 6 болуы да мүмкін. Демек, ерітіндіде $[Al(OH)_4 \cdot (H_2O)_2]$ -ионы да түзілуі ықтимал.

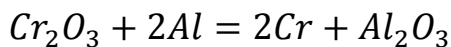
Алюминий гидроксидін құрғақ сілтімен қосып балқытқан кезде мета алюминий қышқылдарының тұздары түзіледі:



Алюминий және оның қосылыстары табиғатта, өнеркәсіпте кең қолданылады. Алюминий аса жеңіл, пластикалық, коррозияға берік болғандықтан самолет, автомобиль жасауда таптырмайтын материал. Ол аса жеңіл құймалар – дюралюминий (Al, Cu, Mg, Mn), силумин (Al, Si) құрамына кіреді. Бұл құймалармен космос кемелері мен жер серіктерінің сыртын қаптайды.

Электр өткізгіштігі жағынан алюминий мыстан кейін орналасқан. Оны электротехникада кең пайдаланылады.

Алюминий кейбір металдарды бөліп алу үшін қолданылады (алюминотермия):



Алюминийдің биологиялық мәні де зор. Ол өсімдік дәндерін өсуін жақсартады. Бірақ оның жоғары мөлшері (2 мг/л-ден көп) фотосинтезді тежейді, өсімдік тамыр жүйесінің өсуіне кері әсер етеді.

Алюминийдің кең қолданылатын тұздарына хлориді $AlCl_3$, сульфаты $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ және ашудастар (калий-алюминий сульфаты) $K \cdot Al \cdot (SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ жатады. Алюминий хлориді -органикалық синтез үшін жақсы катализатор. Калий – алюминий сульфаты (ашудастар) тері өңдеу өнеркәсібінде, мақта - мата бұйымдарын бояуда қолданылады.

Әдебиеттер тізімі:

1. Шоқыбаев Ж. Ә. Бейорганикалық химия: оқу құралы / Ж. Ә. Шоқыбаев. - Алматы : Kemei kitap, 2023. - 408 б.
2. Құлажанов, Қ. С. Бейорганикалық химия : Оқулық / Қ. С. Құлажанов, М. Ш. Сүлейменова, Қ. И. Иманбеков. - Алматы: Дәуір, 2011. - 256 б.
3. Шрайвер Д. Бейорганикалық химия : Екі томдық. Оқулық / Алматы: Полиграфкомбинат ЖШС. Т. 1/П.Эткинс.- 2012.-749б.
4. Шрайвер, Д., Эткинс П. Бейорганикалық химия: Оқулық: 2-томдық. 1-том/Қазақ тіліне ауд. Р.Г.Рысқалиева, А.И. Ниязбаева; ҚР Білім және ғылым министрлігі, ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастығы. - Алматы: Полиграфкомбинат, 2012. - 760 б.
5. Шолақтегі Ә. Бейорганикалық химия : оқу құралы / Алматы : Alem book, 2023. - 188 б.
6. Ж.Ә.Шоқыбаев, Д.Ә. Қаражанова, М.А.Оразбаева Бейорганикалық химияның теориялық негіздері және элементтер химиясы практикумы // Оқу құралы. Волкова Н.А. Алматы. 2013.-248 б.,
7. Ж.Ә.Шоқыбаев, Д.Ә. Қаражанова Д.Ә., М.А.Оразбаева. Химия есептері мен жаттығулары: Оқу құралы. – Алматы : Абай атындағы ҚазҰПУ «Ұлағат», Алматы - 2020ж. -242 б.

Қосымша әдебиеттер:

1. Н. К. Ахметов Неорганическая химия. – Алматы:КазНПУ им.Абая «Ұлағат».Ч. 1.– 2017.–220 с.
2. Керімбаева К.З. Бейорганикалық химия. Оқу құралы.- Шымкент. 2015. -154 б.

Интернет ресурстары:

1. <https://elib.kz/ru/search/>
2. <https://rmebrk.kz/book/69458>
3. <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. <https://academic.oup.com/books?login=true>