

№ 15 дәріс

VIII - В топша элементтері

ДӘРІСТІҢ ЖОСПАРЫ:

1. VIII В – топша элементтеріне жалпы сипаттама.
2. Темірлік металдар және олардың қосылыстарының таралуы, алынуы, физикалық және химиялық қасиеттері
3. Платиналық металдар және олардың қосылыстарының таралуы, алынуы, физикалық және химиялық қасиеттері

VIII В – топша элементтері. Жалпы сипаттама. VIIIВ топшаға үш (d – элементтер) триадтар кіреді. Бірінші триадқа – темір, кобальт, никель енеді. Олар темірлік металдар деп аталады. Ал екінші және үшінші триадалар элементтері платиналық металдар деп аталады да, оларға рутений, родий, палладий, осмий, иридий және платина жатады. Темірлік металдарда да бос f- орбитальдар болады. Темір триады мен платиналық металдар арасындағы химиялық қасиет жағынан айырмашылық осыған байланысты. Химиялық, физикалық қасиеттері жағынан темірлік металдар платиналық металдардан өте алшақ. Платиналық металдар бір-бірімен өте ұқсас, жер бетінде темірлік металдармен бір бола алмайды.

VIII В топша металдарының балқу температуралары жоғары атом радиустары кішкене және кристал торында атомдар аралық байланыстары күшті. Олар өте жақсы катализаторлар, өздеріне сутегін жақсы сіңіреді.

VIII В топша металдары - комплекс түзушілер. Темір мен кобальттың комплексті қосылыстары өсімдік пен жануар организмінде үлкен рөл атқарады. Темір, кобальт, никель ферромагнитті металдар.

Темірлік металдар. Темірлік металдарға темір, кобальт, никель жататынын білеміз. Олардың кристаллы полиморфты болып келеді. Бұл олардан алынатын қорытпалар қасиетіне әсер етеді. Таза күйінде бұл металдар күмістей аппақ, жұмсақ, берік. Химиялық тұрғыдан

алғанда олар - жақсы тотықсыздандырғыштар. Бұл қасиеті темірден никельге қарай кемиді.

Олар галогендермен әрекеттесіп темір тригалогенид FeCl_3 , кобальт пен никель дигалогенид CoCl_2 , NiCl_2 береді.

Темірлік металдар көміртегімен карбидтер (Fe_2C , Fe_3C , Co_3C , Ni_3C), кремниймен силицидтер (Fe_3Si , Co_3Si , NiSi), бормен боридтер (Fe_3B , NiB), фосформен фосфидтер (Fe_3P , Ni_2P , CoP) түзеді.

Олардың азотпен қосылыстары тұрақсыз. Темірлік металдардың бетін азотпен өңдеген кезде түзілген нитридтер металл бетіне беріктік, коррозияға тұрақтылық береді.

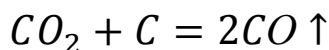
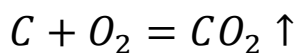
Темірлік металдардың айрықша қасиеті көміртегі (II) оксидімен карбонилдер түзуі. Мысалы темір пентакарбонилі $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$, кобальт және никель тетракарбонилі $[\text{Co}(\text{CO})_4]$, $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$. Бұлар - комплексті қосылыстар.

Темір. Темір табиғатта кең тараған элемент. Темір реттік нөмірі – 26, атомдық массасы – 56. Ақ сұр түсті, металдық жылтыры бар, электр тогы мен жылуды жақсы өткізетін, магнитке тартылатын, жұмсақ, созылғыш металл. Жылтырлығы металл типтес. Магниттік қасиеті бар. Алюминийден кейін жер қабатындағы ең көп таралған металл. Табиғатта темір сирек кездеседі, негізі темір-никель метериоттердің құрамында кездеседі. Жер қыртысындағы мөлшері 6,3%. Жер ядросынның көпшілігін темір құрғандықтан жер бойында магнит өрісі пайда болады. Тығыздығы 7, 874 г/см³, балқу $t = 1538^\circ\text{C}$, қайнау $t = 2861^\circ\text{C}$

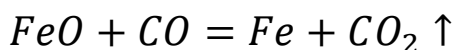
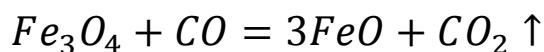
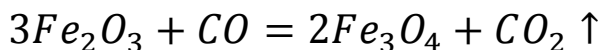
Темір таза күйінде өте сирек кездеседі. Көбінесе, ол мынадай кендер құрамына кіреді: магнитті теміртас Fe_3O_4 , қызыл теміртас Fe_2O_3 , қоңыр теміртас $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, шпат теміртас FeCO_3 , темір кольчеданы (пирит) FeS_2 . Әдетте, қара металлургия өнеркәсібі темір кендері бар жерге орналасады (Магнитогорск, Кривой Рог, Керчь, Курск магнит аномалиясы, Теміртау т.б.)

Темірді кеннен тотықсыздандырып алады. Көбінесе, таза темір емес оның қорыпасын – шойын алады. Шойынды домна пештерінде өндіреді. Онда мынадай химиялық реакциялар жүреді. Домна пешінің

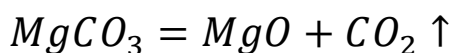
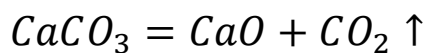
жоғары жағынан кен, кокс және флюстер салынады. Оған қарама-қарсы кокстің жану өнімі CO көтеріледі.



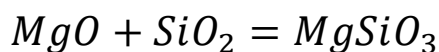
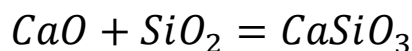
Жоғары температурада кен құрамындағы темір оксиді көміртегі (II) оксидімен тотықсызданады.



Флюстер ($CaCO_3$, $MgCO_3$) жоғары температурада ыдырайды.



Кальций мен магний оксидтері және құрамындағы бос жыныспен қосылып қоқысқа айналады.



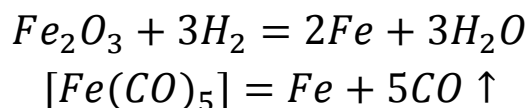
Қоқыс балқыған шойынның бетіне шығады. Шойынның құрамында 93% темір, 4% көміртегі, қалғаны фосфор, кремний, марганец және күкірт болады. Шойын құрамында көміртегі графит түрінде болса сұр, цементит Fe_3C түрінде болса ақ шойын болады. Сұр шойыннан қажетті заттар жасайды. Ақ шойынды әрі қарай өңдеп болат алады. Болат алу үшін конвертор, мартен және электр пештері қолданылады. Оның негізі – шойынды балқытып ауа үрлеу арқылы құрамындағы көміртегін азайту. Қатты болат құрамында 0,3-2% көміртегі, ал жұмсақ болатта көміртегі 0,3% кем болады.

Машина, аспаптар жасау үшін арнайы легирленген болат қажет. Оны электр пештерінде алады. Мұнда болат құрамына оның қасиетін жақсартатын қоспалар (ванадий, вольфрам, хром, молибден және басқа) енгізуге мүмкіндік туады. Кейде болаттың қасиетін жақсарту үшін оны жоғарғы температураға дейін қыздырып, өте тез суытады.

Бұл процесті болатты шынықтыру дейді. Шыныққан болат өте берік болады.

Кейінгі кезде болаттың беттік қабатын цементтеу (көміртегін сіңіру), азоттау (аммиак атмосферасында қыздыру), циандау (азот пен көміртегін сіңіру) арқылы оның беріктігін, коорозияға төзімділігін арттыру әдістері қолданылып жүр.

Таза темірді сутегімен тотысыздандырып немесе темір пентакарбонилін ыдыратып алады.



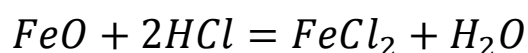
Таза темір - күмістей аппақ, жұмсақ металл. Ол өте пластикалық және оңай магниттеледі.

Темір кристалл торына байланысты α, β, γ және δ болып полиморфты түр өзгеріске бола алады.

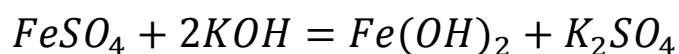
Таза темір қалыпты жағдайда активсіз, оттегімен, галогендермен, күкіртпен және фосформен әрекеттеспейді. Темірдің құрамында қоспалар болса, ол ауада ылғал мен оттегі әсерінен коррозияға ұшырап тоттанады. Оны қыздырған кезде активтігі артып, көптеген элементтермен химиялық реакцияласады. Ол сұйық, күкірт және азот қышқылдарында ериді. Концентрлі күкірт қышқылы темірді пассивтендіреді. Темір сілтіде ерімейді.

Темір оттегімен екі оксид – FeO, Fe₂O₃ түзеді. Мұнда ол тұрақты +2 және +3 тотығу дәрежесін көрсетеді. Сонымен қатар ол аралас оксид Fe₃O₄ береді. Оны FeO мен Fe₂O₃-тің қоспасы деп қарауға болады (FeO·Fe₂O₃).

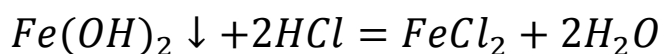
Темір (II) оксиді FeO – қара ұнтақ. Ол негіздік оксид. Қышқылдармен әрекеттесіп темір (II) тұздарын береді:



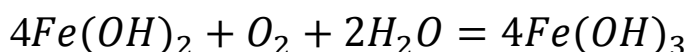
Темір (II) оксидінде темір (II) гидроксиді Fe(OH)₂ сәйкес. Оны темір (II) тұзына сілті қосып алады:



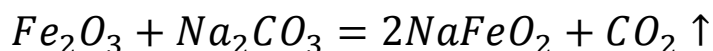
Темір (II) гидроксиді амфотерлі, ол сілтімен де, қышқылмен де әрекеттеседі:



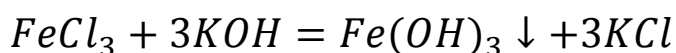
Темір (II) гидроксиді ақ түсті аморфты зат. Ол ауадан өте жеңіл тотығады, қызыл қоңыр темір (III) гидроксиді түзіледі:



Темір (III) оксиді Fe_2O_3 – қызыл қоңыр ұнтақ зат. Оның негіздік қасиеті күшті, қышқылдарда еріп, темір (III) тұздарын береді. Натрий карбонатымен балқытқанда ол қышқылдық қасиет көрсетіп, метатемірлі қышқыл ($HFeO_2$) тұзын – феррит береді:

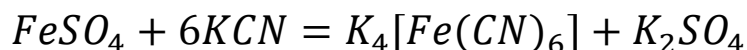


Темір (III) оксидіне Fe_2O_3 темір (III) гидроксиді сәйкес. Оны темір (III) тұздарына сілтімен әсер етіп алуға болады:

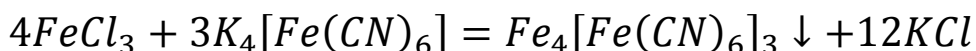


Темір (III) гидроксиді қызыл қоңыр ұнтақ, ол негіздік қасиет көрсетеді, қышқылдармен әрекеттесіп тұз түзеді. Темір (III) гидроксидін $Fe(OH)_3$ сілтілік ортада тотықтырып темір қышқылының тұздарын – ферраттар (VI) алуға болады. Темір қышқылы H_2FeO_4 әзірше бос күйінде белгісіз. Тек оның тұзы калий ферраты K_2FeO_4 ғана белгілі.

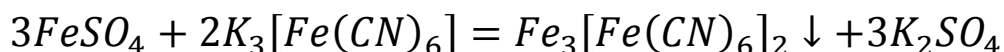
Темір жақсы комплекс түзуші. Темір (III) сульфатына цианды калий қосатын болса, калий гексацианферраты (II) түзіледі:



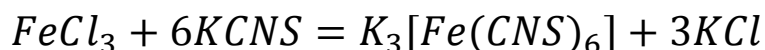
Түзілген тұзды –калий гексацианферраты (II) - «сары қан» тұзы деп атайды. Ол темір (III) тұздарымен «берлин көгі» деп аталатын көк тұнба береді:



Сонымен қатар темір (III) комплекс тұзы да белгілі $K_3[Fe(CN)_6]$. Оны калий гексацианферраты (III) немесе «қызыл қан» тұзы дейді. Олар темір (II) тұздарымен әрекеттесіп «турнбулл көгі» деп аталатын көк тұнба түзеді:



Темір (III) тұздары тиоцианат (CNS^-) иондарымен қан қызыл түсті комплекс түзеді:



Бұл реакция арқылы ерітіндіден темір (III) ионын сапалық анықтауға болады. Комплексті қосылыстарда темірдің координациялық саны 6-ға тең.

Темір қосылыстарының іс жүзінде маңызы зор. Темір (III) оксиді - жақсы қызыл бояу. Темір (II) сульфаты немесе купоросы $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – ауыл шаруашылығында қолданылатын улы зат. Мор тұзы $FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$ химиялық анализ үшін қажет. Темір – аммоний ашудастары $Fe(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 24H_2O$ мата өңдеу үшін пайдаланылады. Ал «берлин көгі» - көк бояудың негізі.

Темірдің биологиялық мәні одан да зор, ол қан құрамындағы гемоглобиннің құрамды бөлігі. Адам организміндегі темірдің $\frac{3}{4}$ бөлігі қан құрамында. Ол оттегін қан арқылы өкпеден тканьдар мен органдарға тасиды. Темір сонымен қатар, жан – жануардың бауыры мен көк бауырында жиналады. Адам, мал организміне темір жетіспесе «ақ қандылық» ауруына ұшырайды.

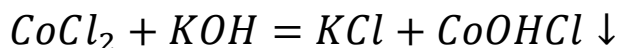
Топырақ құрамындағы темір өсімдіктердің жақсы өсуіне әсерін тигізеді. Ол өсімдікте жүретін оттегі айналымын, тотығу-тотықсыздану процестерін реттейді. Темір жетіспеген кезде өсімдікте хлорофилл синтезі тежеледі, оның өсіп - жетілуі кемиді.

Кобальт. Табиғатта кобальт арсенид CoAs_2 және кобальт жарқылы CoAsS минералдары түрінде кездеседі. Салмағы бойынша Жер бетіндегі мөлшері – 0,002%.

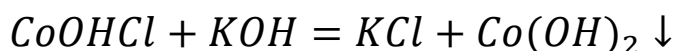
Таза кобальт - темірге ұқсас, жарқылдаған металл. Ол қиын балқиды, магниттік қасиеті бар, тығыздығы $8,84 \text{ г/см}^3$. Кобальт темірге қарағанда белсенді емес. Су, ауа оған әсер етпейді.

Темір сияқты, ол екі оксид түзеді: кобальт (II) оксиді CoO және кобальт (III) оксиді Co_2O_3 . Сонымен қатар, ол аралас ($\text{CoO-Co}_2\text{O}_3$) оксид те Co_3O_4 түзе алады.

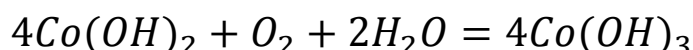
Кобальт (II) оксидіне кобальт (II) гидроксиді Co(OH)_2 сәйкес. Оны кобальт (II) тұздарына сілтімен әсер етіп алады. Алдымен көк түсті гидроксотұз түзіледі:



Бұл тұз сілтінің артық мөлшері әсерінен қызыл түсті кобальт (II) гидроксидіне айналады:



Ауадағы оттегі мен ылғал әсерінен кобальт (II) гидроксиді тотығып, қоңыр түсті кобальт (III) гидроксидіне айналады.



Кобальт (II) тұздарының түсі ерітіндіде қызыл, ал құрғақ күйінде көк болады.

Кобальт (III) оксидіне Co_2O_3 қоңыр түсті кобальт (III) гидроксиді сәйкес. Кобальт (III) тұздары, әдетте тұрақсыз қосылыстар. Алайда оның +3 тотығу дәрежесін көрсететін комплекс тұздары тұрақты. Мысалы, гексаминокобальт (III) хлориді $[\text{Co(NH}_3)_6]\text{Cl}_3$, калий гексанитрокобальтаты (III) $\text{K}_3[\text{Co(NO}_3)_6]$. Кобальттың комплекс қосылыстары химиялық анализде қолданылады.

Кобальттің биологиялық мәні ерекше. Ол өсімдік және жануар организмінде зат алмасу процесіне қатысады. Ол мал мен адам қанында гемоглобин синтездеуге қатысады, қан азайғанда қолданылатын B_{12} витамині құрамында болады. Кобальт, әсіресе,

атмосфералық азотты байланыстыру үшін бұршақ тұқымдас өсімдіктерге қажет. Топырақта, азықтық заттарда кобальт жетіспесе мал «жалақ» ауруына шалдығады.

Кобальттің радиоактивті $^{60}_{27}\text{Co}$ изотопы медицинада рак ісіктерін емдеу үшін қолданылады. Кобальттің металлургиядағы рөлі өте зор. Ол кескіш, температураға берік болаттың түрлерін алу үшін қолданылады.

Кобальт (II) қосылыстарын шыныға қосып, көк түсті шыны алады.

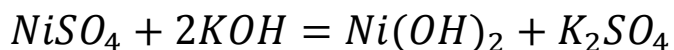
Никель. Табиғатта никель тек қосылыс түрінде кездеседі. Оның никель колчеданы NiS , мышьяк –никель жарқылы NiAsS сияқты минералдары бар. Бұл минералдар Оралда, Кола түбегінде, Қазақстанда бар.

Таза никель - сарғыш ақ пластикалық металл. Ол ұруға, соғуға, созуға жақсы. Никель ферромагнитті.

Никель темірге қарағанда белсенді емес. Ауа, су әсеріне тұрақты. Сұйық қышқылдарда нашар ериді. Ол сілтімен де әрекеттеспейді. Концентрлі азот және күкірт қышқылдары оған әсер етпейді, оны пассивтендіреді.

Никель оттегімен никель (II) оксиді NiO және никель (III) оксиді Ni_2O_3 деген оксидтер түзеді. Соған орай, ол +2 және +3 тотығу дәреже көрсететін қосылыстар береді. Оның +2 тотығу дәрежесін көрсететін қосылыстары тұрақты болады, ал +3 тотығу дәрежесін көрсететіндері тұрақсыз тотықтырғыштар.

Никель (II) оксидіне никель (II) гидроксиді Ni(OH)_2 сәйкес. Оны никель (II) тұзына сілтімен әсер етіп алады:



Никель (II) гидроксиді Ni(OH)_2 - жасыл түсті зат, негіздік қасиет көрсетеді, қышқылдарда ериді.

Никель (II) гидроксидіне тотықтырғыштар әсер еткен кезде ол кара қоңыр түсті никель (III) гидроксидіне Ni(OH)_3 айналады.

Қосылыстарынан никель (II) тұздары жақсы белгілі. Олар ерітіндіде де, кристалл күйде де жасыл түсті болады. Техникада ең көп

тараған қолданылатыны никель купоросы $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Оны металл беттерін никельмен қаптағанда және таза никель алу үшін пайдаланады.

Никель де басқа VIIIВ топша элементтері сияқты, жақсы комплекс түзуші. Никель (II) сульфатына артық мөлшерде аммоний гидроксидін қосса, көк түсті аммиактар түзіледі:



Никельдің биологиялық мәні әлі де толық зерттелмеген. Алайда, оның организмдегі көпшілік ферментер жұмысын, амин қышқылдары синтезін тездететіні белгілі. Никель – микроэлемент. Никельмен темір бірге болса, қан гемоглобиннің түзуі процесі жақсарады.

Техникада никельдің барлығы дерлік электротехникаға қажет инвар, платиний, никелін сияқты құймалар алуға жұмсалады. Құрамында никелі бар құймалар машина, кеме, самолет жасау және химия өнеркәсібінде қолданылады. Никель болаттың беріктігін, температураға төзімдігін, коррозияға тұрақтылығын арттырады. Никельді болаттан, броньдар, бронь бұзғыш снарядтар жасайды. Никель - өте жақсы катализатор. Ол сұйық майды қатты майға айналдыруда гидрогендеу процесінің катализаторы болып табылады.

Платиналық металдар. Платиналық металдардың ашылғанына көп уақыт болған жоқ. Олар бәрі бірге бос күйінде (саф металл) кездеседі.

Платиналық металдардан ең соңғы ашылғаны – рутений. Оны Қазан унверситетінің профессоры К.Клаус 1844 ж. ашып, «рутений» деген ат берген (Ruthenia-латынша Россия деген сөз). Ал платина 1750ж. табылған.

Платиналық металдар - күмістей аппақ, пластикалық, берік заттар. Олар электр тогін жақсы өткізеді.

Өнеркәсіпте оларды мыс, никель өндірісі қалдықтарынан алады. Бір-біріне өте ұқсас болғандықтан оларды бөлу өте қиын. Бөлу үшін химиялық және экстракциялық тәсілдер қолданады.

Платиналық металдар жеңіл (рутений, родий, палладий d-12 г/см³) және ауыр (осмий, иридий, платина d-22,65г/см³) деп бөлінеді. Платиналық металдардың стандартты электродтық потенциалдарының мәндері оң болғандықтан, химиялық активтігі нашар болады.

1 -кесте . Платиналық металдар қасиеттері

Қасиеттері	Ru	Rh	Pd	Os	Ir	Pt
Рет нөмірі	44	45	46	76	77	78
Салыстырмалы атомдық массасы а.м.б.	101,07	102,91	106,42	190,23	192,20	195,09
Валенттік электрондар	4d ⁷ 5s ¹	4d ⁸ 5s ¹	4d ¹⁰	4f ¹⁴ 5d ⁸ 6s ²	4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ²	4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹
Атом радиусы, нм	0,134	0,134	0,137	0,135	0,136	0,139
Салыстыраамалы электртерістіктер	1,42	1,45	1,35	1,52	1,55	1,44
Балку температурасы °С	2334	1963	1554	3033	2466	1768
Стандарт электрод потенциалы, В	+0,45	+0,60	+0,99	-	+1.15	+1,19

Қосылыстарда олар, көбінесе +4 тотығу дәрежесін көрсетеді. Сонымен қатар, рутений мен осмийдің тотығу дәрежесі +8 де болады. Олардың ұнтағы бөлме температурасында (осмий) және жоғары температурада (рутений) тотығып, RuO₄, OsO₄, оксидтерін түзеді. Мұнда рутений мен осмий аса жоғары (+8) тотығу дәрежесін көрсететіндіктен бұл қосылыстар күшті тотықтырғыштар болып табылады.

Рутений мен осмий тотықтырғыштар қатысуында сілтілермен әрекеттеседі. Платина, палладий және рутений «патша суында» пластинка күйінде еритін болса, қалғандары тек ұнтақ түрде ғана ериді. Сілтіде ерігенде рутений қышқылының тұздары - рутенаттар

(Na_2RuO_4), осмий қышқылының тұздары – осматтар (Na_2OsO_4) түзіледі.

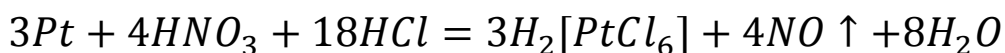
Платиналық металдар фтормен ұшқыш қосылыстар (OsF_6 , IrF_6 , RhF_6) түзеді.

Дегенмен, платиналық металдардың қосылыстары қазіргі кезде әлі кең қолдау тапқан жоқ. Техникада олар тек таза күйінде пайдаланылады. Олар жақсы катализаторлар және комплекс түзушілер.

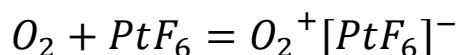
Платина. Жоғарыда айтылғандай, платина табиғатта тек таза күйінде кездеседі. Массасы бойынша Жер бетінде ол $5 \cdot 10^{-7}\%$.

Платина – ақ сұр, қатты металл. Қыздырған кезде оны соғуға, пластина жасауға, созуға болады. Ол - өте пластикалық металл.

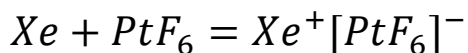
Платина – активсіз, бағалы металл. Ол қыздыру кезінде ауада тотықпайды, ешбір қышқылда ерімейді. Алайда, платина «патша суында» еріп, платина –хлорсутегі қышқылын түзеді:



Платина фтормен платина гексафториді PtF_6 қосылысын түзеді. Ол - өте күшті электрон тартқыш (акцептор) зат, оттегін тотықтырып, диоксигенил гексафтороплатинатын (V) түзеді:



Ол инертті газ – ксенонмен де қосылыс түзеді:



Бұл қосылыс - ксенон гексафтороплатинаты (V). Осы қосылыстарда платина +5 тотығу дәрежесін көрсететіні байқалды. Алайда, ол тұрақты қосылыстарында, көбінесе, +2, +4 тотығу дәрежелерін көрсетеді. Оның платина (II) хлориді PtCl_2 және платина (IV) хлориді PtCl_4 қосылыстары белгілі.

Платина - жақсы комплекс түзуші элемент. Мысалы, сутегінің тетрациноплатинаты $\text{H}_2[\text{Pt}(\text{CN})_4]$, калийдің тетрахлороплатинаты $\text{K}_2[\text{PtCl}_4]$ т.б. Платина химия өнеркәсібінде катализатор болып

табылады. Одан зертханалық ыдыс, термopapa, қышқылға төзімді тигельлер жасайды.

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>