

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

Tabiiy fanlar va geografiya fakul'teti

Kimyo yo'nalishi bitiruvchisi

MIRZARAXMATOVA IRODA ALIMIRZA QIZINING

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

MAVZU: Kompleks birikmalardan misol va masalalar yechish

Namangan – 2014

№	Mundarija	bet
	Kirish.....	3
1-bob	Kompleks birikmalar.....	7
1.1	Kompleks birikmalar va ularni nomlanishi.....	7
1.2	Kompleks birikmalarni klassifikatsiyasi.....	17
1.3	Kompleks birikmalarda izomeriya.....	27
1.4	Kompleks birikmalarda kimyoviy bog'lanish.....	37
2-bob	Kompleks birikmalardan misol va masalalarni yechish....	45
2.1	Kompleks birikmalar kimyosidan masalalarning ahamiyati va ularning yechimini topish yuzasidan tavsiyalar.....	45
2.2	Kompleks birikmalar kimyosidan masalalarni yechishga doir ko'rsatmalar.....	46
2.3	Kompleks birikmalardan misollar yechish.....	47
2.4	Kompleks birikmalardan masalalar yechish.....	59
3-bob	Ta'lim sohasini rivojlanishida investitsiyani ro'li.....	85
	Xulosa.....	87
	Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	88

Kirish

Mavzuning dolzarbligi. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Islom Karimovning mamlakatimizni 2013-yilda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlari va 2014-yilga mo'ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan Vazirlar Mahkamasining majlisidagi ma'ruzalarida takidlab o'tilganidek.

“Bizning vazifamiz, kerak bo'lsa, oliy burchimiz - farzandlarimizning ham jismoniy, ham ma'naviy jihatdan uyg'un rivojlangan, zamonaviy bilim va tajribalarni puxta egallagan, Vatanimiz va xalqimiz kelajagi uchun mas'uliyatni o'z zimmasiga olishga qodir bo'lgan barkamol insonlar bo'lib voyaga yetishi uchun qo'limizdan kelgan barcha-barcha ishlarni amalga oshirishdan iboratdir” deb aytdilar [1,2].

Shuning uchun ham ta'limning hamma yo'nalishlari qatori kimyo soxasida zamonaviy bilimga ega bo'lgan barkamol avlodni tarbiyalash muhimdir.

Bu vazifani amalga oshirishda, yani kimyo soxasida o'quvchilarni zamonaviy bilimga ega bo'lishida kompleks birikmalar kimyosidan misol va masalalarni yecha oladigan bo'lish bugungi kunda amaliy ahamiyatga egadir.

Chunki kompleks birikmalar kimyosidan misol va masalalarni yecha bilish maktab, akademik litsey, kasb-xunar kollejlari o'quvchilariga, shuningdek, oliy o'quv yurtlari talabalarining kimyoviy protsesslar va qonuniyatlarni chuqur o'rganishlari va tushunib olishlariga imkon beradi.

Shu nuqtai nazardan kompleks birikmalar kimyosini o'rganishda va o'rgatishda misol va masalalar yechishni o'rganish ilmiy - pedagogik dolzarb masalalardan biri bo'lib xisoblanadi.

Bu dolzarb vazifani bajarish mening bitiruv malakaviy ishim Kompleks birikmalardan misol va masalalarni yechishga bag'ishlangan.

Kompleks birikmalar kimyosiga oid nazariy materialni puxta bilib olmoq uchun uning barcha bo'limlariga taalluqli masalalarni yecha oladigan bo'lish nixoyatda zarurdir.

Kompleks birikmalar kimyosidan misol va masalalarni yecha bilish maktab, akademik litsey, kasb-xunar kollejlari o'quvchilariga, shuningdek, oliy o'quv yurtlari talabalarining ko'pgina kimyoviy protsesslar va qonuniyatlarni chuqur o'rganishlari va tushunib olishlariga imkon beradi.

Shu nuqtai nazardan kompleks birikmalar kimyosini o'rganishda va o'rgatishda kimyoviy masalalar yechishni o'rganish ilmiy – pedagogik dolzarb masalalardan biri bo'lib xisoblanagani uchun kompleks birikmalar kimyosidan misol va masalalarni yechish bugungi kunda dolzarb vazifalardan biridir.

Ushbu vazifani bajarish uchun hamma qatori, biz yoshlar ham bilim va tajribamizni, bor kuch va imkoniyatlarimizni safarbar etishimiz va samarali mehnat qilishimiz kerak, ya'ni Vatanimiz ravnaqi va taraqqiyotiga o'z hissamizni qo'shishimiz kerak.

Shuning uchun olgan bilimlarimizni ushbu bitiruv malakaviy ishini ilmiy muammolarini yechishga qaratishimiz kerak.

Shu nuqtai nazardan bitiruv malakaviy ishi “Kompleks birikmalardan misol va masalalar yechish” ga bag'ishlangan.

Mavzuning o'rganilganlik darajasi. Bugungi kunda kompleks birikmalar kimyosidan misol va masalalar yechish o'quvchilarning faol bilim olishlarini tashkil etishda amaliy ahamiyatga egadir. Bitiruv malakaviy ishda Kompleks birikmalar kimyosidan nazariy ma'lumotlar, masalalarning o'rne, kimyoviy masalalarning ahamiyati va ularning yechimini topish yuzasidan tavsiyalar, kimyoviy masalalarni yechishga doir ko'rsatmalar bo'yicha adabyotl va internet sahifalaridan yangi ma'lumotlar to'plandi, ularni taxlil qilindi.

- Adabyotlardan hamda internet sahifalaridan to'plangan ma'lumotlar asosida bitiruv malakaviy ishini adabiyotlar sharxi qismi yozildi.

- Kompleks birikmalar kimyosining turli mavzulaiga oid misollar tuzildi va yechish usullari ko'rdatildi.

- Kompleks birikmalar kimyosining turli mavzulariga oid masalalar tuzildi va yechish usullari ko'rsatildi.

- Bajarilgan ishlar va taklif etilgan usullar asosida xulosalar chiqarildi.

Tadqiqotning maqsad va vazifalari. Hozirgi vaqtda kompleks birikmalar kimyosini o'rganishda va o'rgatishda kimyoviy misol va masalalar yechishni o'rganish ilmiy – pedagogik dolzarb vazifalardan biridir.

Ushbu maqsadni bajarish uchun quyidagi vazifalar amalga oshiriladi:

1. Kompleks birikmalar va nomlanishi bo'yicha ma'lumotlarni to'plash va tahlil qilish.

2. Kompleks birikmalarni klassifikatsiyasi bo'yicha ma'lumotlarni to'plash va tahlil qilish.

3. Kompleks birikmalar izomeriyasi bo'yicha ma'lumotlarni to'plash va tahlil qilish.

4. Kompleks birikmalarda kimyoviy bog'lanish bo'yicha ma'lumotlarni to'plash va tahlil qilish.

5. Kompleks birikmalardan turli mavzularga oid misollar tuzish va yechish usullarini ko'rsatish.

6. Kompleks birikmalardan turli mavzularga oid masalalar tuzish va yechish usullarini ko'rsatish.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi. Hozirgi vaqtda o'quvchilarning mantiqan va ijodiy fikrlashning rivojlanishiga, mustaqil ishlashga o'rgatishda yani zamonaviy bilimga ega bo'lishida kompleks birikmalardan misol va masalalar yechish katta amaliy ahamiyatga egadir.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, bu tadqiqot ishida kompleks birikmalar kimyosining turli mavzulari bo'yicha misol va masalalar tuzildi va yechish usullari ko'rsatildi.

Bitiruv malakaviy ish davomida olingan tavsiyanomalar maktab, akademik litsey, kasb-hunar kollejlari va oliy o'quv yurtlarida o'quv jarayonlariga tadbqiq etilishi mumkin.

Tadqiqot ob'ekti va predmeti. Mazkur tadqiqotning ob'ekti kompleks birikmalar, predmeti kimyo o'qitish metodikasi va ilg'or pedagogik texnologiyalar.

BMIning ilmiy va amaliy ahamiyati. Kompleks birikmalar kimyosi zamonaviy organik, analitik, biologik va fizikaviy kimyo fanlari bilan uzviy

bog'langan. Kompleks birikmalar kimyosi yutuqlari kimyo taxnologiyasida, biologiyada, tibbiyotda va sanoatning turli tarmoqlarida keng qo'llanilmoqda.

Shuning uchun kompleks birikmalardan misol va masalalar yechish kompleks birikmalar kimyosini o'zlashtirishda va sanoatda kompleks birikmalar asosida maxsulotlar ishlab chiqarishda ilmiy ahamiyatga egadir.

Shu maqsadda "Kompleks birikmalardan misol va masalalar yechish" mavzusida bajariladigan bitiruv malakaviy ishi akademik litsey, kasb-hunar kollejlari va maktab o'quvchilarining kimyo fanini puxta o'zlashtirishida katta amaliy ahamiyatga egadir va dolzarbdir.

Taklif etilgan masalalar va ularning yechish usullari metodik ishlarda katta ahamiyatga egadir.

BMIning tarkibiy tuzilishi. BMI kirish, uch bob, xulosa va foydalanilgan adaniyotlar ro'yxatini o'z ichiga oladi. Uning umumiy hajmi 89 bet, shundan matn qismi 85 bet. Unda foydalanilgan adabiyotlar 24 manbadan iborat.

Ishning kirish qismida mavzuning dolzarbligi, maqsad va vazifalari, tadqiqot obekti va predmeti, ilmiy va amaliy ahamiyati bayon etilgan.

Birinchi bob - "Kompleks birikmalar" kompleks birikmalar va ularni nomlanishi, kompleks birikmalarni klassifikatsiyasi, kompleks birikmalarda izomeriya va kompleks birikmalarda kimyoviy bog'lanishdan iborat.

Ikkinchi bob – "Kompleks birikmalardan misol va masalalar yechish" kompleks birikmalar kimyosidan masalalarning ahamiyati va ularning yechimini topish yuzasidan tavsiyalar, kompleks birikmalar kimyosidan masalalarni yechishga doir ko'rsatmalar, kompleks birikmalardan misollar yechish va kompleks birikmalardan masalalar yechishni o'z ichiga olgan.

Uchinchi bob – "Ta'lim sohasini rivojlanishida investitsiyani roli" deb nomlanib, unda ta'lim sohasini rivojlantirishda investitsiyani ro'li xaqida bayon etilgan.

BMIning **xulosa** qismida bajarilgan ishlar natijalari umumlashtirilib, mavzu bo'yicha tavsiya va takliflar keltirilgan.

I. Kompleks birikmalar

I.1. Kompleks birikmalar va ularni nomlanishi

Koordinatsion (kompleks) birikmalar noorganik birikmalarning eng katta va xilma-xil sinfini tashkil etadi. Odatda bunday birikmalar oddiy molekulalarni, molekulalar va ionlarni, ionlarni o'zaro birikishi natijasida sodir bo'lib, qattiq, suyuq va ba'zida gaz holatida barqaror bo'la oladi. Zarrachalarning o'zaro reaksiyaga kirishuvi odatda kompleks hosil bo'lish deb aytiladi.

Kompleks birikmalar va koordinatsion birikmalar terminlari ko'p hollarda sinonim kabi ishlatiladi. Lekin umumiy holda kompleks birikmalar tushunchasi koordinatsion birikmalar tushunchasidan kengroq ma'noda ishlatiladi. Shunga qaramay jahon fan adabiyotida koordinatsion birikmalar, ko'pincha kompleks birikmalar deb ham nomlanadi.

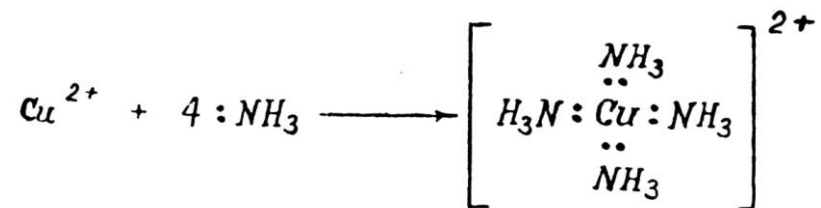
Koordinatsion birikmalarning xossalari va tuzilishlarini koordinatsion nazariya yaxshi tushuntiradi. Bu nazariyani shveytsar kimyogari A. Verner 1893 yilda yaratgan. Koordinatsion nazariyaga binoan har qanday kompleks ion yoki molekula ikki qismdan iborat. Zarrachaning geometrik markazida joylashgan ion kompleks hosil qiluvchi yoki markaziy ion deb ataladi. Bu ion atrofida joylashib u bilan bog'langan molekulalar yoki unga nisbatan qarama-qarshi zaryadlangan ionlar ligandlar yoki ba'zida addendlar deb ham ataladi.

Markaziy ion va unga bevosita bog'langan ligandlar kompleksni ichki koordinatsion sferasini hosil qiladi. Koordinatsion formulalarni yozishda ichki koordinatsion sfera kvadrat qavsga olinadi. Markaziy ion bilan bevosita bog'lanmagan ionlar va molekulalar kvadrat qavsning tashqarisiga yoziladi. Masalan:



Markaziy atomga ligandlar ikki markazli, α -, π - va δ - bog'lar orqali va ko'p markazli bog'lar orqali birikishi mumkin. Ikki markazli yadro-ligand bog'lar donor ligandlar orqali hosil bo'ladi. Odatda metall-ligand orasida bog' hosil bo'lsa, bunday α -bog' donor-aktseptor bog'day ko'rsatiladi. Ligandning erkin elektron jufti metall atomi bilan umumlashtiriladi. Bunda markaziy metall aktseptor, ligand

esa donor vazifasini bajaradi. Bunga mis (II) bilan ammiak molekulari orasidagi kompleks misol bo'lishi mumkin:



Markaziy atom vazifasini har xil s-, p-, d- va f- elementlar bajarishi mumkin. Lekin hozirgi paytgacha eng ko'p o'rganilgan koordinatsion birikmalarning tarkibida d- va f- elementlar bor[3].

Ligandlar turi juda ham ko'p. Barcha noorganik anionlar, juda ko'p noorganik birikmalar va deyarli hamma tarkibida geteroatom (N, O, S, P va boshqa) bor organik birikmalar ligand vazifasini bajarib, metallar bilan koordinatsion bog'larni hosil qila oladilar. Shuning uchun olingan koordinatsion birikmalarning soni juda katta.

Ma'lumki, metalloorganik birikmalarda bevosita metall-uglerod bog'lar bor. Bunday bog'ni uglevodorod radikali (masalan, $\text{-C}_3\text{H}_7$) bilan metall atomi tarkibidagi juftsiz elektronlarning qo'shilishi natijasida hosil bo'ladi deb tushuntirsa bo'ladi. Ammo formal nuqtai nazardan bog'ni metall-kation va $:\text{C}_3\text{H}_7$ anioni birikib hosil qilmoqda deb ham tushuntirsa bo'ladi. Bunda metall aktseptor, $:\text{C}_3\text{H}_7$ ion esa juft elektroni bo'lgani uchun donor bo'ladi. Demak, ko'p tarqalgan metalloorganik birikmalarni ham koordinatsion birikmalar sinfiga kiritish mumkin.

α -Donor ligandlardan tashqari π -aktseptor ligandlar ham mavjud. Bunday ligandlarga uglerod (II) oksidi (CO), izotsianidlar (CNR), fosfor-(III) galogenidlari (PX_3 , X=F, Cl) va uchfenilfosfin (PPh_3) misol bo'ladi.

Koordinatsion son deb, markaziy atom bilan ligandlar orasida hosil bo'lgan α -bog'lar sonlariga aytiladi. Ligandlar tabiatiga qarab markaziy atom bilan bitta yoki undan ko'p koordinatsion bog'lar hosil qila oladilar. Ligandlarning bunday xossasi dentatlik deb nomlanadi.

Ba'zi koordnnatsion birikmalarda markaziy atom va ligand o'rtasidagi bog' ikki markazli bo'lmay, ko'p markazli bo'ladi. Masalan, dibenzolxrom $\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2$

yoki ferrotsen $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ da markaziy yadro-ligand orasidagi bog'lar ko'p markazli. Shuning uchun bunday birikmalarda markaziy atomning koordinatsion sonini va ligandlarning dentaligini aniqlab bo'lmaydi.

Ba'zi xolatlarda esa koordinatsiyaga uchragan ligandning qo'sh bog'i formal nuqtai nazarda donor atomning ekvivalenti deb hisoblanib, bunday birikmalarda dentalogik va koordinatsion son tushunchalari ishlatiladi.

A. Verner va boshqa koordinatsion nazariyani rivojlantirgan olimlar fikriga ko'ra, ma'lum metallar o'zlariga xos koordinatsion songa ega, komplekslarining tuzilishlari esa xilma-xil bo'lmay, ma'lum shaklli va simmetriyali bo'ladi. Masalan, Cr(III) , Co(III) , Pt(IV) ionlarning koordinatsion sferalari doim oktaedrik shakliga, Pt(II) va Pd(II) ionlarining koordinatsion sferalari esa albatta kvadrat shakliga ega bo'ladi.

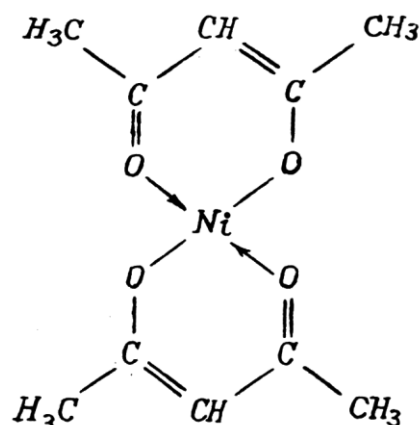
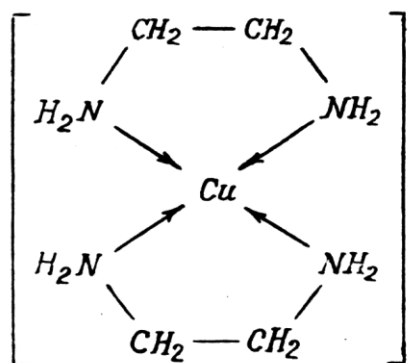
Umuman metallarning koordinatsion sonlari 2 dan 9 gacha bo'lishi mumkin. Ligandlarning dentatliklari ularning tabiatiga qarab katta chegarada o'zgaradi, ammo eng ko'p birdan olti dentatlikga ega bo'lgan ligandlar uchraydi. Agar ligandlarning dentatliklari birdan ko'p bo'lsa, bundan ligandlar umumiy holda polidentat ligandlar deb nomlanadi.

Ligandlar kompleks birikmalarda neytral yoki ionlangan shaklda bo'lishi mumkin. Neytral monodentat ligandlardan ko'p uchraydiganlarga suv, ammiak, amintar, uchfenilfosfin (PPh_3), ikkimetilsul'foksid ($(\text{CH}_3)_2\text{SO}$), ikkimetilformamid ($(\text{CH}_3)_2\text{NCO}$), uglerod (II) oksidi (CO), kiradi. Monodentat ion holatda bo'lgan ligandlardan galogenid-ionlar (F^- , Cl^- , Br^- , I^-) va H^- , CN^- , SCN^- , NO_3^- , NO_2^- , N_3^- , RCOO^- , SO_4^{2-} ionlar ayniqsa ko'p koordinatsion birikmalarning tarkibiga kiradi.

Monodentat ligandlar ikkita yoki uchta markaziy metall atomi bilan baravariga bog'lanib ularning koordinatsion joylarini to'ldira olishi mumkin, ya'ni metallarni bir-biri bilan bog'laydigan ko'priklarni hosil qilishi mumkin.

Polidentat ligandlarning molekulalarida koordinatsiyaga uchraydigan atomlarning soni 2 ga teng bo'lsa, bunday ligandlar ikki yoki bidentat ligandlar deb nomlanadi, 3, 4, 5, 6 ga teng bo'lsa uch-(tri-), to'rt-(tetra-), besh-(penta-), olti-(geksa-) dentatli ligandlar deb nomlanadi. Odatda bunday ligandlar metall atrofida

besh yoki olti a'zoli qurshov hosil qiladi va xolat birikmalar deb nomlanadi va bu Masalan:



Koordinatsion qimsda “valentlik” termini deyarli ishlatilmaydi. Buning sababi shuki, bu termin ko’p ma’noli bo’lib noaniqlikka olib keladi. Masalan, formal nuqtai nazardan “polivalent” bo’lgan Fe va Ca metallari $\text{Fe}(\text{CO})_5$ va $[\text{Ca}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ birikmalarda ligandlar bilan 5 va 6 bog’ hosil qiladilar. Hozirgi zamonda ma’nosi aniqroq bo’lgan “oksidlanish darajasi”, “kovalentlik” va “koordinatsion” son terminlari qo’llanadi.

Markaziy atomning oksidlanish darajasini aniqlash uchun kompleks zarrachaning zaryadidan ligandlarning zaryadlari yig’indisini ayirish kerak. Ichki va tashqi koordinatsion sferada joylashgan zarrachalarning umumiy zaryadi doim nolga teng, chunki koordinatsion birikma umumiy holda elektroneytral bo’lishi shart.

Kompleks zarrachaning zaryadi tashqi sferada joylashgan ionlar zaryadining yig’indisiga teng bo’lib, ishoralari qarama-qarshi bo’ladi. Masalan, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ kompleks birikmada kompleks zarrachaning zaryadi +2 ga teng, chunki tashqi sferada ikkita zaryadi -1 ga teng xlor anioni bor. Ammiak neytral molekula. Shuning uchun bu birikmada nikelning oksidlanish darajasi +2 ga teng. Ikkinchi misol – $\text{K}_2[\text{Co}(\text{NCS})_4]$. Bu birikmada kompleks zarrachaning zaryadi -2 ga teng, chunki tashqi sferada ikkita zaryadi +1 ga teng kaliy ionlari bor. Rodanid ionini zaryadi -1 ga teng. To’rtta rodanid ionining zaryadi -4 ga teng. Demak, kobaltning oksidlanish darajasi $-2 - (-4) = +2$ ga teng.

Agar koordinatsiyaga uchragan ligandning zaryadi o'zgaruvchan bo'lsa, unda markaziy atomning oksidlanish darajasini topish qiyin bo'ladi. Bunday ligandlarning atomlarida bitta yoki ikkita erkin elektron bo'ladi (molekula-radikal). Masalan, azot (II) oksidi NO koordinatsion birikmalarda neytral NO, musbat zaryadlangan NO, yoki manfiy zaryadlangan NO⁺ holatlarda bo'lishi mumkin va shunga qarab markaziy atomning oksidlanish darajasi o'zgaradi. Bunday holat yaqqol kaliy nitroprussid $K_2[Fe(CN)_5NO]$ kompleksida uchraydi. Bu birikmada NO neytral bo'lsa Fe³⁺ bo'ladi, NO⁺ bo'lsa, Fe²⁺ bo'ladi, NO⁻ bo'lsa, Fe⁴⁺ bo'ladi. Tekshirishlarga ko'ra, bu birikmada NO⁺ va Fe²⁺, ya'ni temir eng kichik oksidlanish darajani namoyish qilayapti. Buning sababi Fe²⁺ va NO⁺ orasida qo'shimcha π -bog' qosil bo'lishida: metall π -elektronlarni berib ligand shu elektronlarni o'ziga tortadi va moddaning mustahkamligi kuchayadi.

Ko'p yadroli komplekslarda, ya'ni agar molekulada bir nechta markaziy atom bo'lsa, murakkab va qiziq vaziyatlar sodir bo'ladi. Masalan brutto-formulasi Cs_2AuCl_3 bo'lgan birikmaning molekulasida ikkita bir-biridan keskin farq qiladigan oltin ioni bor: bu birikma koordinatsion soni 2 teng bo'lgan $AuCl_2$ kompleks zarrachadan va koordinatsion soni 4 teng bo'lgan $AuCl_4$ kompleks zarrachadan iborat. Kompleksning brutto-formulasini to'g'riroq yozilishi $Cs_2[AuCl_2][AuCl_4]$ bo'lib, unda oksidlanish darajalari +1 va +3 teng bo'lgan ikki tur oltin ioni bor.

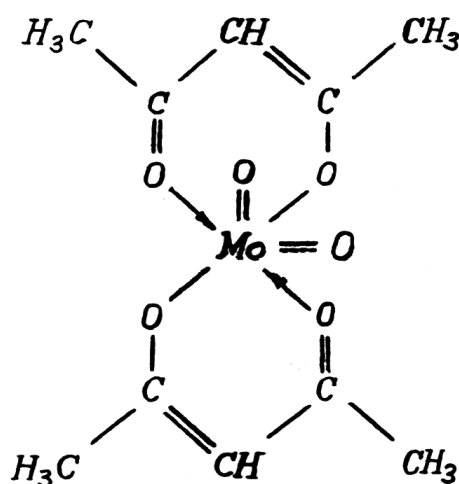
Kompleks birikmalarda markaziy atomni oksidlanish darajasining qiymati butun son bo'lishi shart emas. Masalan, uch yadroli $Mn_3O(Py)_3(CH_3COO)_6$ kompleks birikmada har qaysi marganets atomini oksidlanish darajasi +2,66 ga teng, chunki ikkita Mn²⁺ va bitta Mn⁴⁺ ionlar orasidagi elektron almashish hodisasi juda tez bo'lib, ular o'rtacha oksidlanish darajasini namoyish qiladi.

Ba'zi d- elementlarning oksidlanish darajalari keng miqyosda o'zgaradi. Masalan, marganets $KMnO_4$ da +7, $[Mn(CO)_4]^{3-}$ esa -3 teng oksidlanish darajasiga ega.

Kompleks birikmalarda markaziy atomning koordinatsion sonini aniqlash uchun fizik-kimyoviy usullar yordamida chuqur izlanish ishlarini olib borish kerak, bunda faqat birikmaning brutto-formulasi yetarli bo'lmaydi. Masalan, $MgBr_2 \cdot 6Py$ formulaga qarab magniyning koordinatsion sonini aytib bo'lmaydi. Izlanishlar natijasida birikmada ichki koordinatsion sferada ikkita brom anioni va to'rtta piridin molekulasini borligi aniqlanadi. Markaziy atomning koordinatsion sonini aniq bilish uchun moddaning kristall holatdagi strukturasi aniqlash kerak yoki bir nechta fizik va fizik-kimyo usullarni ishlatish lozim (4,5).

Agar kompleks birikma eritmada bo'lsa, markaziy atomning koordinatsion sonini topish yanada qiyinlashadi, chunki rentgenostruktur analizni ko'pincha ishlatib bo'lmaydi. Bunday holatlarda ko'pincha elektron spektroskopiya, infraqizil spektroskopiya (IQ-spektroskopiya) va yadro magnit rezonans (YAMR) usullari qo'llanadi. Ko'rsatilgan usullarni qo'llashning asosiy yo'li olingan spektralarni nazariy tomonlama isbotlash yoki ularni ekstra-polyatsiya usuli bilan koordinatsion soni aniq bo'lgan metallarning komplekslarini spektrlari bilan solishtirishdan iborat.

Kompleks birikmalarda markaziy atomning koordinatsion soni va oksidlanish darajasi tushunchalaridan tashqari uning kovalentligi deb nomlangan tushuncha ham katta ahamiyatga ega. Markaziy kovalentligi deb, u ligandlar bilan hosil qilgan umumiy bog'larning soniga aytiladi. Demak, agar hosil bo'lgan bog'lar faqat σ - bog'lar bo'lsa, unda markaziy atomning kovalentligi va koordinatsion soni bir xil bo'ladi. Masalan, $K_3[Fe(CN)_6]$ va $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$ birikmalarda temirning va xromning koordinatsion soni ham, kovalentligi ham 6 ga teng. Ikki markazli bog'ning karraligi birga teng bo'lsa, bunday bog' odatda σ - bog' deb nomlanadi, agar bog'ning karraligi ikki yoki undan katta bo'lsa, σ - bog'dan tashqari π - yoki δ - bog'lar ham hosil bo'ladi. Shuning uchun markaziy atomning kovalentligi uning koordinatsiya soniga teng yoki undan katta bo'ladi. Masalan, quyidagi molibden(VI) ning atsetilatseton bilan birikmasida



molibden atomining koordinatsion soni 6 ga teng, kovalentligi esa 8 ga teng.

Hozirgi vaqtda koordinatsion birikmalarni nomlash uchun kimyo bo'yicha xalqaro ittifoq ishlab chiqqan nomenklatura ishlatiladi (IYUPAK nomenklaturasi).

Koordinatsion zarrachaning formulasini yozishda, markaziy atom (yoki atomlar) birinchi navbatda yoziladi, undan so'ng ionli va nihoyat neytral ligandlar ko'rsatiladi. Bir turli ligandlar bo'lsa, ular formulaning birinchi atomi qanday alfavit qatorda joylashsa, shunday qilib keltiriladi.

Masalan, kompleksda H_2O , SO_3^{2-} , NO_3^- , OH^- va hokazo zarrachalar bo'lsa, ular faqat shu qatorda yoziladi, chunki lotin alfaviti H, S, N, O qatorda joylashgan bo'ladi. Faqat C va H dan iborat ligandlar bo'lsa, uglerod atomi kamroq bo'lgan radikal avval aytiladi, masalan, metil (CH_3) etildan (C_2H_5) avval, propil (C_3H_7) butildan (C_4H_9) avval va hokazo.

Geteroatomli organik birikmalar ulardagi atomlarning alfavit qatorda joylashishiga qarab o'qiladi, ammo uglerod bilan vodorod birinchi o'qiladi. Agar kompleks birikmada bir xil atomi bor molekulalar bo'lsa, unda formuladagi birinchi atomlarning soni kamroq bo'lgan ligand aytiladi. Masalan, SO_3^{2-} ion $S_2O_3^{2-}$ iondan avval yozilib, avval o'qiladi. Molekulalarda yozilgan birinchi atomlar soni bir xil bo'lsa, unda ikkinchi atomning soni kichikroq bo'lgan ligand avval o'qiladi va hokazo. Masalan, kompleks birikmada SO_3^{2-} va SO_4^{2-} ionlar bo'lsa, unda birinchi ligand ikkinchidan avval o'qiladi. Xuddi shunday ammiak (NH_3) gidrazin (N_2H_4) dan avval, nitrit ion (NO_2^-) nitrat (NO_3^-) iondan avval o'qiladi.

Koordinatsion birikmaning formulasinn yozishda, ilgari aytilgandek, koordinatsion zarracha kvadrat qavs bilan tashqi koordinatsion sferadan ajratiladi. Ichki sferada molekular bo'lsa, ularni yumaloq qavs bilam bir-biridan ajratiladi. Masalan:



Yumaloq qavs yetarli bo'lmasa, qo'shimcha figurali qavs ishlatiladi:



Bu yerda $CO(NH_2)_2$ - mochevina

Koordinatsion zarrachaning zaryadini ko'rsatish uchun uning o'qilishidan so'ng yumaloq qavsda rim raqami bilan zaryadi ko'rsatiladi; tabiiyki birinchi usulda ishora qo'llanilmaydi va ikkinchi usulda ko'rsatiladi.

Misollar: $K_2[PdBr_6]$ - kaliy geksabromopalladat (IV), yoki kaliy geksabrompalladat (2+); $[Fe(NH_3)_6]Cl_2$ - geksaammintemir (II) xlorid, yoki geksammintemir(2+) xlorid.

Koordinatsion zarrachani nomlashda, avval alfavit qatorda anionli, neytral ligandlar va oxirida markaziy atom nomlanadi.

Kompleks kationlar va neytral molekularlarga alohida qo'shimchalar qo'yilmaydi.

Kompleks anionlarning oxirida "at" suffiksi qo'shiladi. Anionli ligandlarning oxiriga "o" suffiksi qo'shiladi.

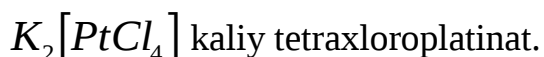
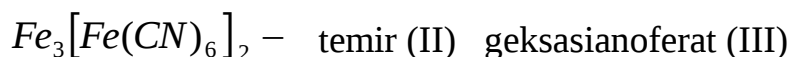
Masalan, SO_4^{2-} ion "sulfato" deb o'qiladi, PO_4^{3-} ion "fosfato" deb o'qiladi va hokazo. Ammo ba'zida "id" suffiksi bilan tugatiladigan anionli ligandlarni nomlanishida "id" o'rniga "o" suffiksi qo'yiladi

Misollar:

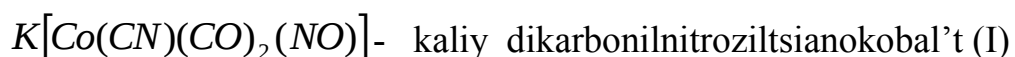
Anion	Ligand	Formula
Ftorid	Ftoro-	F^-
Xlorid	Xloro-	Cl^-
Bromid	Bromo-	Br^-
Oksid	Okso-	O^{2-}

Peroksid	Perokso-	O_2^{2-}
Gidroksid	Gidroksso-	HO^-
Gidroperoksid	Gidroperokso-	HO_2^-
Gidrosul'fid	Merkapto-	HS^-

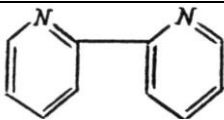
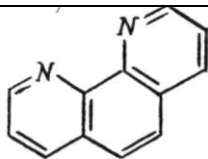
Keltirilgan qoidalarga bir nechta misol keltiramiz:



Odatda koordinatsion birikmalarda H_2O "akva", NH_3 "ammin", NO "nitrozil", CO "karbonil" deb nomlanadi. Misol keltiramiz:



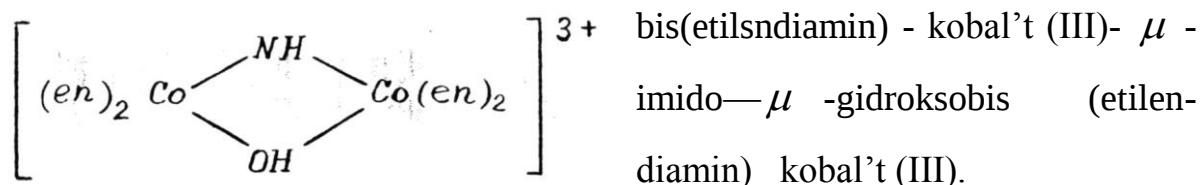
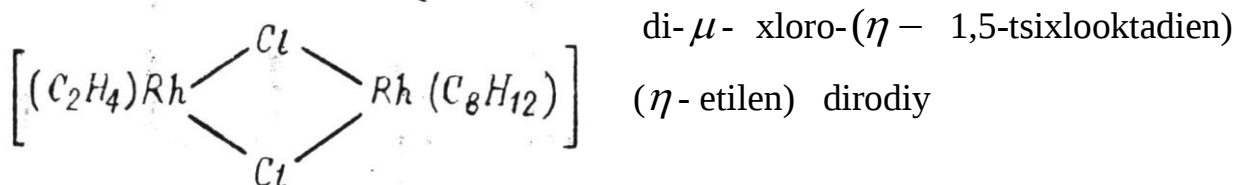
Agar kompleks birikmada murakkab formulaga ega organik ligandlar bo'lsa, ularning qisqartirilgan yozuvlari ishlatiladi. Ba'zi ko'p tarqalgan bunday ligandlarnig quyidagi qisqartirilgan yozuvlari qo'llaniladi:

To'liq o'qilishi	Formula	Qisqa yozuvi
Piridin		<i>Py</i>
Etilendiamin	$H_2N - CH_2 - CH_2 - NH_2$	<i>En</i>
Setilaseton	$H_3CCOCH_2COCH_3$	<i>Hasos</i>
2,2-bipiridil		<i>Biry</i>
1,10-fenantrolin		<i>phem</i>

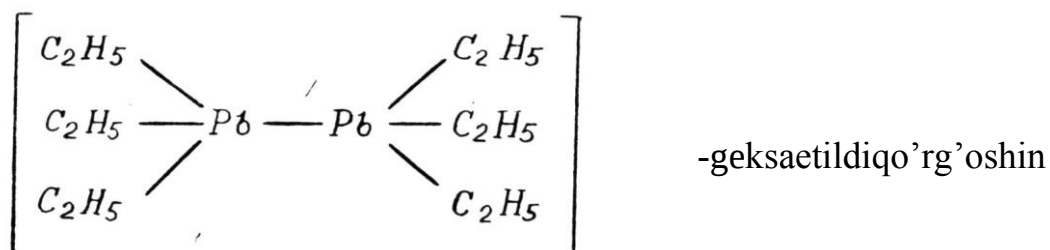
Asetat-ion	CH_3COO^-	As
Mochevina	$H_2N - CO - NH_2$	ur
Dimstilsul'fo ksid	$(CH_3)_2SO$	DMSO
Dimetilforma mid	$(CH_3)_2NCHO$	DMFA

Agar metall to'yinmagan uglevodorodlar bilan kompleks birikma hosil qilsa, bunday komplekslarni nomlashda ligandning oldiga η (eta) harfi qo'yiladi, Masalan: - $[Ni(C_5H_5)NO]$ nitrozil (η - tsiklopentadienil) nikel'.

Ko'p yadroli komplekslarda metallarning atomlari bir-biri bilan ko'prik vazifasini bajarayotgan atomlar yoki gruppalar bilan bog'langan bo'lsalar, bunday ligandlarning oldiga " μ " harfi qo'yiladi va bu harf ikki tomonlama defis bilan chegaralanadi. Misollar:



Bevosita metall-metall bog'i bor koordinatsion birikmalarni nomlashda ikkita usul ishlatiladi. Birinchi usulda avval ligandlarning umumiy soni, keyin ligandning nomi, so'ngra "di" qo'shimcha va nihoyat markaziy atomning nomi keltiriladi. Misollar:



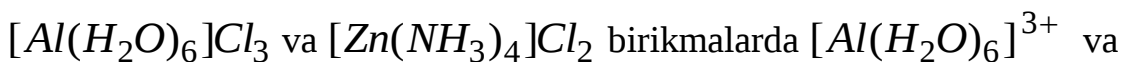
$[(CO)_4Mo - Mo(CO)_4]$ - oktakarbonildimolibden Ikkinchi usulda nomlanish - avval "bis" qo'shimchadan boshlanadi, keyin molekulaning yarmi nomlanadi. Bunda yuqorida keltirilgan qo'rgoshinning birikmasi esa bis (uchetilqo'rg'oshin), molibdenning birikmasi esa bis (tetrakarbonilmolibden) deb o'qiladi[6,7].

Bir-biri bilan bog'langan ikkitadan ko'p markaziy atom bor koordinatsion birikmalar klasterlar deb aytiladi. Klasterning geometrik shaklini belgilashda "uchburchak", "kvadro", "tetraedro", "oktaedro" so'zlari qo'llaniladi. Masalan:



I.2. Kompleks birikmalarni klassifikatsiyasi

Kompleks zarrachaning zaryadiga qarab koordinatsion birikmalar kationli, anionli va neytral komplekslarga bo'linadi. Kationli komplekslarda kompleks zarrachaning zaryadi musbat bo'ladi. Masalan,



$Zn(NH_3)^{2+}$ kompleks zarrachalarning zaryadlari tegishli tartibda +3 va +2 ga teng. Odatda bunday birikmalarda ligand vazifasini neytral molekulalar (H_2O , NH_3 va boshqa) bajarishadi.

Anionli komplekslarda zarrachaning zaryadi manfiy bo'ladi. Masalan,

$K_2[PtCl_4]$ va $Na_3[AlF_6]$ birikmalarda $[PtCl_4]^{2-}$ va $[AlF_6]^{3-}$ zarrachalarning zaryadlari -2 va -3 ga teng. Odatda anionli komplekslarda ligandlar manfiy zaryadga ega bo'ladi. (Cl^- , F^- , SO_4^{2-} va hokazo).

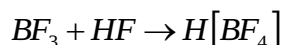
Neytral komplekslarning zaryadi nolga teng bo'ladi. Bunday komplekslar neytral markaziy atomga molekulalar birikkanda (masalan, $[Fe(C_5H_5)_2]$ -ferrotsen, $[Cr(C_6H_6)_2]$ -dibenzolxrom), yoki musbat zaryadlangan markaziy ionga manfiy zaryadlangan ligandlar birikkanda (masalan,

$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$, $[Cu(asas)_2]$ hosil bo'ladi. Shunday qilib elektroneytral komplekslarda tashqi koordinatsion sfera bo'lmaydi.

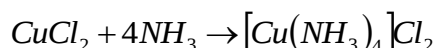
Koordinatsion birikmalarning soni, turlari, tuzilishlari va xossalari juda ko'p va xilma-xil bo'lgani uchun keltirilgan klassifikatsiya, albatta, yetarli emas. Umumiy holda kompleks birikmalarni markaziy atomlarning koordinatsion soniga, oksidlanish darajasiga yoki ularning elektron konfiguratsiyasiga qarab klassifikatsiya qilish ham mumkin. Lekin bunday usullar hozirgi zamonda odatda ishlatilmay, ko'pincha ularning tuzilishlariga qarab klassifikatsiya qilinadi. Bu usul yordamida hamma koordinatsion birikmalar 5 katta sinfga bo'linadi:

1. Molekulyar, monodentat ligandlari bor komplekslar (akvakomplekslar, ammiakatlar, aminatlar, karbonillar).
2. Ionli ligand tutgan komplekslar (atsidokomplekslar).
3. Xalqali, ya'ni, ko'p dentat ligandlari bor komplekslar (xelatlar, ichki kompleks birikmalar).
4. Bir nechta markaziy atomlari bor (ko'p yadroli) komplekslar.
5. Koordinatsiyaga ligandlarning π^* -orbitallari qatnashadigan komplekslar. Bunday birikmalarga alkenli komplekslar, sendvich birikmalar, karbonillar, sianidlar va nitrozillar kiradi.

Yuqoridagi ma'lumotlardan ko'rinadiki, koordinatsion birikmalarni kation, anion va neytral koordinatsion birikmalar deb, uch sinfga bo'lindi. Lekin Verner nazariyasi yaratilgan davrda barcha koordinatsion birikmalarni ularning hosil bo'lish sxemasiga qarab quyidagi ikkita katta sinfga bo'lingan: a) biriktirib olish mahsulotlari, b) singdirilish mahsulotlari. Masalan, agar BF_3 ga HF qo'shilsa, biriktirib olish mahsuloti hosil bo'ladi:



Bu reaksiyada F^- ion i ichki qavatda qoladi. Singdirilish mahsulotlari: mis xloridga ammiak qo'shilganida mis bilan ikkita xlor orasiga $4NH_3$ go'yo «pona» bo'lib joylashadi:



Reaksiya natijasida xlor ionlari mis ionidan uzoqlashib, koordinatsion birikmaning sirtqi sferasiga o'tadi.

Ba'zi koordinatsion birikmalar borki, ularni ham biriktirish, ham singdirilish mahsulotlari jumlasiga kiritish mumkin. Hozirgi vaqtda koordinatsion birikma tarkibidagi ligandlarning xillariga qarab barcha koordinatsion birikmalar quyidagi sinflarga ajratiladi:[7].

1. *Aminat va ammiakatlar*: Bular o'zining ichki sferasida ammiak yoki boshqa organik aminlar bo'lgan koordinatsion birikmalardir. Bu birikmalarda markaziy atom bilan ligandlar azot atomlari orqali bog'langan bo'ladi. Ammiak molekulasi har biri bittadan koordinatsion o'rinni egallaydi. Shuning uchun ichki sferada bo'ladigan ammiak molekullari soni markaziy ionning koordinatsion soniga bog'liq bo'ladi.

Mis, nikel, kobalt kabi metall ionlari juda barqaror ammiakatlar hosil qiladi. Organik aminlardan etilendiamin va piridin (C_5H_5N) juda ko'p metallar bilan komplekslar hosil qiladi.

2. *Gidratlar va akvakomplekslar*. Noorganik moddalarda suv molekulasini bilan birikib turg'unligi turli bo'lgan birikmalar hosil qilish hodisasi keng tarqalgan. Ichki va sirtqi qavatida suv molekullari tutgan koordinatsion birikmalar gidratlar deb nomlangan. Agar suv molekulasini koordinatsion birikmalarda ligandlik vazifasini bajarsa, bunday birikmalarni akvakomplekslar deb ataladi. Tuzlar gidratlarining kristall panjarasida suv molekullari joylashib qoladi; buning ikkita sababi bor birinchisi—ion dipol tortilishi bo'lib, ikkinchisi—mustahkam vodorod bog'lanishning mavjudligidir. Suv molekullari ba'zi kristallgidratlarda kristall panjara bo'shlig'ini to'ldirib, modda tuzilishini mustahkamlaydi; aks holda, panjarada katta kation yoki anion borligi sababli kristall oson yemirilib ketadi. Masalan, $FeSiF_6 \cdot 6H_2O$ va $Na_4XeO_6 \cdot 5H_2O$ barqaror kristallgidratlar jumlasiga kiradi. Lekin, $FeSiF_6$ va Na_4XeO_6 suvsiz holda mavjud emas. Bunga sabab katta zaryadli anion (masalan, SiF_6^{2-}) bilan xuddi o'zidek ikkinchi anion (masalan: yana SiF_6^{2-}) orasida itarilish kuchi yuzaga keladi; shuning uchun kristall panjara suv

molekulalari bo'lmagan sharoitda barqaror kristall panjara hosil bo'lmaydi. Kristallgidrat tarkibidagi suv molekulalarining hammasi metall ionini qurshab olmagan hollarda ham, bu molekulalar vodorod bog'lanish hosil bo'lishida ishtirok etadi.

Masalan, kristall holdagi mis (II)-sulfat pentagidratida ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) bitta mis atomiga 5 molekula suv to'g'ri keladi, ulardan faqat 4 tasi metall atrofida koordinatsiyalangan, beshinchi suv molekulasini 2 ta vodorod bog'lanish orqali 2 ta suv molekulasini bilan birikadi.

Ko'pchilik kristallgidratlarda uchraydigan suv molekulalarining soni 2, 4, 6, 7, 8, 10 va 12 ga teng bo'lgan hollar ko'p uchrayib turadi. Bu qatordan ko'rinadiki, kristallgidratlarda suv molekulalarining soni markaziy ionning koordinatsion soniga teng bo'lavermaydi.

Kristallgidrat yoki koordinatsion qavatga joylashgan suv molekulalarining qizdirishga munosabati turlicha, koordinatsion qavatdagi suv molekulalarining bug' holga o'tishi uchun talab etiladigan temperatura gidratlangan holatdagi suv ($105\text{--}115^\circ\text{C}$) ga nisbatan yuqori temperaturani talab etadi. Birikmalardagi bunday suv molekulalari farqini kimyoning termoanaliz sohasi o'rganadi.

3. *Atsidokomplekslar*. Ligandlari kislota qoldiqlaridan iborat koordinatsion birikmalar atsidokomplekslar deb ataladi.

Masalan, $K_4[Fe(CN)_6]$ atsidokomplekslarda bir necha xil kislota qoldig'i ham bo'lishi mumkin. Masalan, $K_2[Pt(NO_2)_4Br_2]$.

Qo'shaloq tuzlar ham atsidokomplekslar jumlasiga kiradi. Qo'shaloq tuzlar bilan haqiqiy koordinatsion birikmalar orasidagi ayirma shundaki, qo'shaloq tuz suvda eritilganda o'z tarkibidagi ionlarga parchalanib ketadi. Masalan, karnallit $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ni $K[MgCl_3]$ tarkibli koordinatsion birikma deb qarash mumkin. Agar bu modda barqaror koordinatsion birikma bo'lganida edi, eritmada K^+ va $MgCl_3^-$ ionlariga parchalanardi, vaholanki, karnallit suvda eritilganda K^+ , Mg^{2+} va Cl^- ionlarini hosil qiladi.

Demak, qo'shaloq tuzlar suvdagi eritmalarida nihoyatda beqaror bo'lgan atsidokomplekslardir.

4. *Poligalogenidlar*. Markaziy ioni va ligandlari galogenlardan iborat koordinatsion birikmalar poligalogenidlar deb ataladi.

Masalan: $K[JJ_2]$; $K[JCl_4]$; $K[BrCl_2]$.

5. *Polikislotalar*. Bularni kislota molekulasiga shu yoki boshqa kislotaning angidridi kelib qo'shilgan mahsulotlar deb qarash mumkin.

$H_2S_2O_7$ ham polikislotaladir, chunki u H_2SO_4 ni SO_3 bilan to'yintirilganda hosil bo'ladi.

Xromning $H_2CrO_4 \cdot CrO_3$, $H_2CrO_4 \cdot 2CrO_2$ va $H_2CrO_4 \cdot 3CrO_3$ tarkibli polikislotalari ma'lum. Polikislotalar hosil qiluvchi oddiy kislotalar jumlasiga H_3PO_4 , H_4SiO_4 , H_3BO_3 , H_2MoO_4 , H_2WO_4 , HVO_3 va boshqalar kiradi.

Biror kislotaga shu kislotaning angidridi kelib qo'shilishdan hosil bo'lgan polikislotalar izopolikislotalar deb ataladi.

Agar biror kislotaga boshqa kislota angidridi kelib qo'shilsa, geteropolikislota hosil bo'ladi. Masalan, $H_2WO_4 \cdot 3WO_3$ izopolikislota uchun, $H_3BO_3 \cdot 12WO_3 \cdot nH_2O$ esa geteropolikislota uchun misol bo'la oladi.

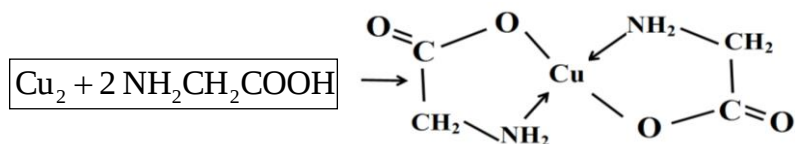
Biror kislotadan hosil bo'lgan izopolikislotaning kuchi shu kislota kuchidan ortiq bo'ladi. Masalan, H_2CrO_4 ning dissotsilanish konstantasi $K=3 \cdot 10^{-7}$, bixromat kislota $H_2Cr_2O_7$ niki esa $K=2 \cdot 10^{-2}$ dir. Geteropolikislota tuzi - ammoniy fosfor molibdat $(NH_4)_3H_4[P(Mo_2O_7)_6]$ ni dastlab 1826 yilda Y. Bertselius olgan.

Bu moddalarning tuzilishi haqidagi nazariyalarni Miolati, Rozekgeym, Pfeyffer yaratdilar. Keyinchalik V. I. Spitsin va boshqalar polikislotalarning tuzilish nazariyasini takomillashtirdilar.

6. *Siklik kompleks birikmalar*. Ichki sferasida siklli koordinatsion birikmalar siklik birikmalar deb ataladi.

Ley 1904-yilda ikki valentli mis tuzlari α -aminosirka kislota glikokol (glitsin) bilan zangori rangli mis glikokolyat hosil qilishini kuzatdi. Mis glikokolyatning suvdagi eritmasi elektr tokini yomon o'tkazadi.

Leyning fikricha glikokolyat hosil bo'lish reaksiyasi quyidagicha boradi:



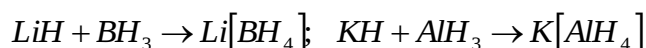
Hosil bo'lgan moddada glikokol molekulalarining karboksil guruhidagi vodorod atomlari misga almashinib, u bilan asosiy valentlik hisobiga bog'lanadi; undan tashqari mis atomi ikkita glikokol molekulasidagi ikkita azot atomi bilan qo'shimcha valentlik orqali ham birikadi. Shunday qilib, bunda besh a'zoli ikkita halqa hosil bo'ladi.

Bu kabi birikmalar xelatlar yoki ichki koordinatsion birikmalar deb ataladi.

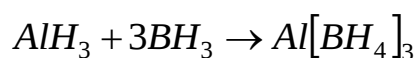
Faqat mis emas, balki xrom, kobalt, platina kabi metallar ham glikokol va alanin ($\text{CH}_3\text{CHNH}_2\text{COOH}$) bilan xelatlar hosil qiladi.

Xelat hosil bo'lishi uchun ligand molekulasida boshqa-boshqa xossali ikki xil guruhlar (masalan, $-\text{NH}_2$ va $-\text{COOH}$) bo'lishi kerak.

7. *Koordinatsion gidridlar.* Kislota va amfoter xossali gidridlar asosli gidridlar bilan suvdan boshqa erituvchida (masalan, efirda) reaksiyaga kirishsa, koordinatsion gidrid hosil bo'ladi:



Shuningdek, amfoter gidrid kislotali gidrid bilan ham koordinatsion gidrid hosil qiladi:



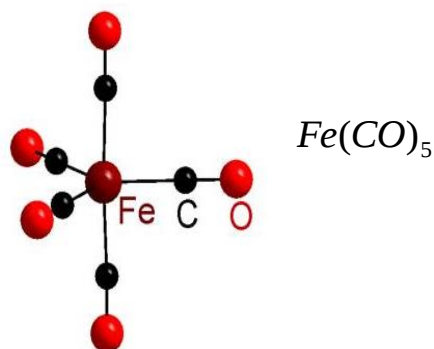
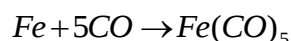
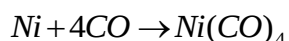
Koordinatsion gidridlar kuchli qaytaruvchi bo'lgani uchun laboratoriyada turli sintezlarni o'tkazish uchun qaytaruvchi sifatida ishlatiladi.

8. *Metallorganik birikmalarga o'xshash koordinatsion birikmalar.* Hozirda tarkibida organik ligandlar bo'lgan juda ko'p koordinatsion birikmalar olingan, masalan, $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ —ferrotsen (17°C da suyuqlanadigan, 249°C da qaynaydigan diamagnit, jigar rang tusli juda barqaror kristall modda). $\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2$ dibenzolxrom 284°C da suyuqlanadigan to'q-jigarrangli qattiq (suvda erimaydi, diamagnit,

organik erituvchilarda eriydigan) modda, $Li[Cr(C_6H_5)_6]$ -litiy geksafenilxrom va hokazolar.

9. *Metall karbonillar.* Metallarning uglerod (II)-oksid bilan hosil qilgan birikmalari– karbonillar deb ataladi.

Karbonillar koordinatsion birikmalar jumlasiga kiradi. Temir, kobalt va nikel uglerod (II)-oksid bilan bir necha birikma hosil qiladi. Bu birikmalar kukun holidagi metallarga yuqori bosimda uglerod (II)-oksid ta'sir ettirilishidan hosil bo'ladi.



Metall karbonillari hosil bo'lishini valent bog'lanish nazariyasi asosida tushuntirish mumkin: metallarning oksidlanish darajasi nol holida qoladi, lekin metall atomida elektronlar qayta joylanib, metallarning elektron orbitallardagi toq elektronlarning bir qismi (yoki hammasi) juftlashadi. Natijada, gibridlangan bo'sh orbitallar vujudga kelib ularga CO molekulalari joylanadi, chunki har qaysi CO molekulasida bir juft erkin elektron mavjud. Masalan, temir karbonil hosil bo'lishida temir atomining $3d^6 4s^2$ orbitallaridagi sakkizta elektron $3d^8$ bo'lib juftlashadi va bitta d –, bitta s – va uchta p – orbital o'zaro gibridlanib, har biri teng energetik qiymatga ega bo'lgan beshta gibrid orbital hosil qiladi, ya'ni dsp^3 -gibridlanish sodir bo'ladi; bu beshta bo'sh orbitalga beshta CO birikadi va $Fe(CO)_5$ hosil bo'ladi. Nikel karbonil $Ni(CO)_4$ hosil bo'lishida sp^3 -gibridlanish ro'y beradi. Xrom karbonil- $Cr(CO)_6$ d^2sp^3 -gibridlanish hisobiga hosil bo'ladi.

Temir, nikel va xrom karbonillarida toq elektronlar bo'lmagani sababli ular diamagnit xossalar namoyon qiladi.

Temir pentakarbonil $Fe(CO)_5$ yorug'lik nurini kuchli sindiradi, suvda erimaydi, organik erituvchilar (benzol, benzin, efir)da yaxshi eriydigan suyuqlik. Motor yoqilg'ilarga antidetonator sifatida qo'shiladi; $Fe(CO)_5$ qizdirilganda parchalanadi, shuning uchun toza temir olishda uning parchalanishidan foydalaniladi. $Co_2(CO)_8$ sariq rang kristall modda, qizdirilganda oson parchalanadi[8,10].

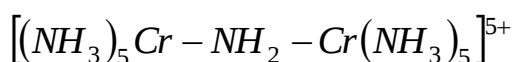
$Ni(CO)_4$ birinchi olingan karbonil bo'lib u diamagnit modda hisoblanadi.

$Ni(CO)_4$ -nikel tetrakarbonil zaharli suyuqlik, $200^{\circ}C$ da parchalanib, nikel ko'zgu hosil qiladi. Nitrat kislota bilan reaksiyaga kirishadi.

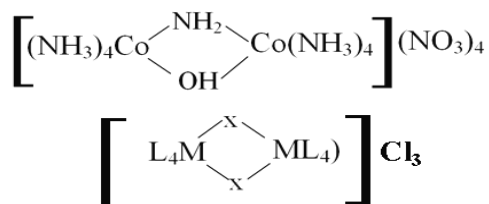
Karbonillar toza metallar olishda katta ahamiyatga ega. Masalan temirning karbonillari ham katta amaliy ahamiyatga egadir, jumladan $Fe(CO)_5$:

10. *Ko'p o'zakli koordinatsion birikmalar.* Ba'zi koordinatsion birikmalarda bir necha metall atomi markaziy ion vazifasini bajarishi mumkin. Bunday koordinatsion birikmalar ko'p o'zakli koordinatsion birikmalar deb ataladi. Bularda markaziy ionlar bir-biri bilan «ko'prik rolini» bajaruvchi atom (kislorod) yoki atomlar guruhi (OH , $O-O$, NH_2 , NH) orqali bog'langan bo'ladi. Ko'prik rolini masalan, OH^- , NH^- , O^{2-} , S^{2-} , Cl^- , CH_3COO^- , SO_4^{2-} o'tashi mumkin.

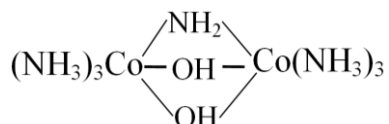
Ko'prik vazifasini bajaruvchi ligandlar ikkita markaziy ion bilan birikkanligi (ya'ni ikki ichki sferaga ta'luqli ekanligi) uchun boshqa ligandlarga qaraganda kamroq aktivlik namoyon qiladi. Ko'p o'zakli koordinatsion birikmalar ayniqsa metallarning oktaedrik ammiakatlari, aminatlari sifatida ko'p uchraydi. Bir necha koordinatsion sferalarni bir-biri bilan bog'lovchi ko'prik soni kompleksda turlicha bo'lishi mumkin. Ikkita oktaedri bir-biri bilan bitta ko'prik—ligand orqali birikkanida bir koordinatsion sferaning bitta cho'qqisi, ikkinchi koordinatsion sferaning bitta cho'qqisi bilan ligand orqali birlashadi, masalan;



Koordinatsion sferalar bir-biri bilan ikkita ko'prik ligand orqali birlashishi mumkin, masalan, oktaammin- μ -amido- μ -gidroksokobalto (*III*)-nitrat:

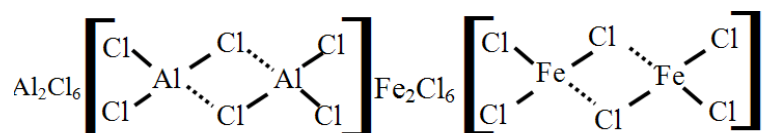


geksamin- μ -amido- μ -digidroksokobalto (*III*)-xloridda:

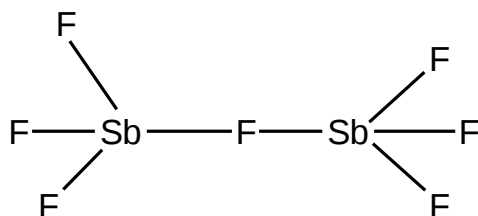


markaziy ionlar bir-biri bilan uchta ko'prik ligandlar orqali birikadi:

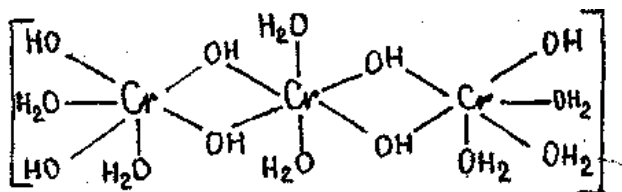
Al(III), *Fe(III)* xloridlarning dimer shakllari quyidagi struktura formulalar bilan ifodalanadi:



$[\text{Sb}_2\text{F}_7]^-$ ning struktura formulasi:



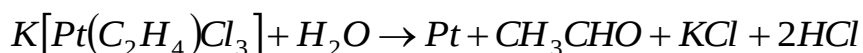
shaklida yoziladi. Ba'zan *OH* —guruhlar «ol» suffiks bilan ataladi, masalan, tetraoltrigidroksogeptaakvaxrom (*III*) xlorid—uch o'zakli komplekslar jumlasiga kiradi, uning tuzilish formulasi quyidagicha:



di- μ -karbonilgeksakarbonildikobaltda metall atomlari bir-biri bilan ham bevosita, ham ikkita CO molekulalari orqali bog'langan.

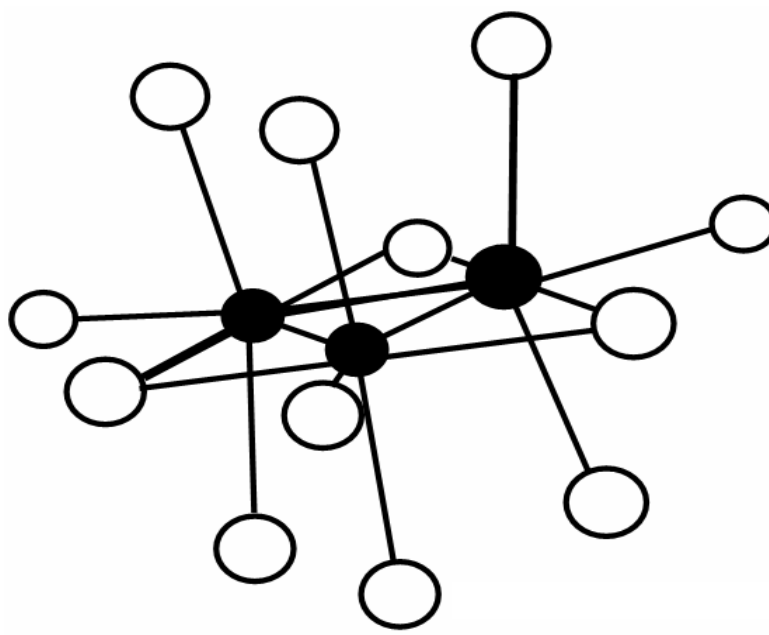
11. π -koordinatsion birikmalar. π -ligandlar jumlasiga to'yinmagan organik moddalarning molekulari (atsetilen, etilen, siklopentadien C_5H_6 , olefinlar va ularning hosilalari), uglerod (II)-oksid va boshqa moddalar kiradi. π -ligandlar bilan metallar orasida hosil bo'lgan birikmalar π -koordinatsion birikmalar deb yuritiladi, ularning oddiy vakillari jumlasiga 1827-yilda Daniyalik dorishunos Seyze hosil qilgan sariq rangli $K[Pt(C_2H_4)Cl_3]$ va pushti rangli $[Pt_2(C_2H_4)_2Cl_4]$ birikmalar kiradi.

Sariq rangli kompleks ion kvadrat komplekslar jumlasiga kiradi (bunda Pt atomida dsp^2 —gibridlanish yuz beradi). A.Gelman va D.I.Ryabchikov aniqlashicha, bu tuz $KMnO_4$ eritmasi ta'sirida oksidlanmaydi. 1934-yilda D.Anderson Seyze tuzining suvdagi eritmasi $90^\circ C$ dan yuqorida etilen molekulasida markaziy atom $Pt(II)$ ta'sirida oksidlanib sirka aldegidga aylanishini aniqladi:



Seyze tuzlaridagi kimyoviy bog'lanishni quyidagicha tushuntirish mumkin. Sariq rangli birikmada platina ioni Pt^{2+} ning bo'sh orbitali bilan etilenning ikki uglerod atomi orasidagi delokallangan ikkilamchi bog'ning π -orbitali bilan qoplanadi; bu holatda elektron juft etilendan (umuman, olefin molekulasidan) metall ionga o'tadi; undan tashqari metallning elektronlarga to'lgan orbitali bilan olefin molekulasidagi bo'shashtiruvchi molekulyar orbital orasida π -bog'lanish hosil bo'lishi mumkin.

12. Klaster komplekslar. Bu komplekslar ham ko'p yadroli komplekslar bo'ladi. Bir nechta markaziy atomlar bir-biri bilan bevosita bog'langan bo'ladi[11,12].



Uch o'zakli $(\text{Re}_3\text{Cl}_{12})^{3-}$ anionining tuzilishi

I.3. Kompleks birikmalarda izomeriya

Kompleks birikmalarda huddi organik birikmalardagi kabi izomeriya hodisasi keng tarqalgan. Ularda uchraydigan izomeriyani ikki guruhga ajratish mumkin. Birinchisi, tuzilish izomeriyasi va ikkinchisi stereoizomeriyadir. Birinchi guruhga a) koordinatsion izomeriya, b) ionlanish izomeriyasi, v) gidrat izomeriya, g) koordinatsiyali polimerlanish, d) bog'lanish izomeriyasi, z) konformatsion izomeriya, i) holat izomeriyasi, k) elektron izomeriya, l) transformatsion izomeriya va boshqa izomeriyalar kiradi[5,7].

Ikkinchi guruhga: a) geometrik izomeriyaning *cis* – va *trans* – holatlari, b) optik izomeriya kiradi.

Kordinatsion izomeriya. Koordinatsion birikmalarni tashkil etgan tarkibiy qismlari uning ichki qavatlarida turlicha joylashishi mumkin. Bu turdagi izomeriya turli markaziy ionlari va ligandlari bo'lgan ikkita kompleks iondan tuzilgan birikmalarda uchraydi. Masalan, $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ geksamminxrom (III)-trioksalat kobalt (III)-dan tashkil topgan, u och-yashil rangli yaproqchalar shakliga ega; uning izomeri $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ geksammin kobalt (III)-trioksalat xrom (III)-esa yashil rangli ignasimon kristallardan iborat.

Ionlanish izomeriyasi. Bir hil tarkibli, lekin eritmada boshqa-boshqa ionlarga parchalanadigan koordinatsion birikmalar ionlanish izomeriyasi uchun misol bo'la oladi. Masalan: $[Co(NH_3)_5Br]SO_4$ ba $[Co(NH_3)_5SO_4]Br$ o'zaro ionlashgan izomerlardir. Birinchi suvdagi tuzning eritmasiga bariy xlorid qo'shilganda cho'kma tushadi, ikkinchi tuz eritmasi bariy ionlari bilan cho'kma bermaydi.

Gidrat izomeriya. Bir xil tarkibga ega bo'lib, o'z tarkibidagi suv molekulalarining joylanishi bilan bir-biridan farqlanadigan moddalar gidrat izomerlar deb ataladi. Masalan: xrom (III)-xloridni geksagidrat $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ uch modifikatsiyada uchraydi.

Ulardan birinchisining suvdagi eritmasi och-binafsha rangli; agar bu eritmaga kumush nitrat qo'shsak, koordinatsion birikma tarkibidagi xlorning hammasi kumush ionlari bilan bog'langan holda cho'kmaga tushadi; eritmaning molekulyar elektr o'tkazuvchanligi 4 ta ionga parchalanadigan elektrolit eritmasining molekulyar elektr o'tkazuvchanligiga yaqin keladi. Demak, xlor ionlari koordinatsion birikmaning tashqi sferasiga joylashib, suv molekulalari ichki sferani band qiladi; uning formulasi $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$. Ikkinchi tuzning suvdagi eritmasi yashil rangli, unga $AgNO_3$ qo'shsak, barcha xlor ionlarining faqat uchdan bir qismi cho'kadi. Demak, uning tashqi sferasida bitta xlor ikkita suv bo'ladi, ya'ni $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl \cdot 2H_2O$. Uchinchi izomer ham yashil rangli eritma hosil qiladi. Uning eritmasiga kumush nitrat qo'shsak, xlorning uchdan ikki qismi cho'kadi. Uning formulasi $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2 \cdot H_2O$ bo'ladi.

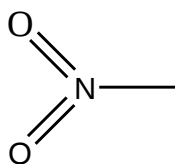
Shuni ham aytib o'tish kerakki, bunday izomeriya faqat tuzlarning gidratlarida uchragina qolmay, balki suv, piridin va boshqa moddalar bo'lganda ham uchrash mumkin.

Koordinatsiyali polimerlanish. Koordinatsion polimer kompleks birikmalar o'zaro bir-biridan faqat ligandlarning joylanishi bilan emas, balki o'zining molekulyar massasi bilan ham farq qiladi. Koordinatsiyali polimerlanish kobalt, xrom, radiy va boshqa elementlarning kompleks birikmalarida ko'p uchraydigan

hodisadir. Masalan, emperik formulasi $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ bo'lgan modda 4 shaklda uchraydi 1) $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$, 2) $[Pt(NH_3)_4] \cdot [PtCl_4]$, 3) $[Pt(NH_3)_4] \cdot [Pt(NH_3)Cl_3]_2$, 4) $[Pt(NH_3)_3Cl]_2 \cdot [PtCl_4]$.

Bog'lanish izomeryasi. Ba'zi ligandlar, masalan, CN^- , SCN^- , NO_2^- va boshqa shunga o'shash ligandlar tarkibida ikkita donor atom bo'ladi.

Shu sababli ular markaziy atom bilan turlicha koordinatsiya holatida bo'lishi mumkin. Bu esa izomerlarning xossalari farq paydo bo'lishiga olib keladi. Masalan, rodanid ionining $-SCN$ va $SCN-$ holatlari hisobiga hosil qilgan izomerlari infraqizil spektrlari bilan bir-biridan keskin farq qiladi. Shunday izomerlardan yana biri, masalan; kobaltning sariq rangli ksanto tuzi $[Co(NH_3)_5NO_2]Cl_2$ va izoksanto tuzi $[Co(NH_3)_5ONO]Cl_2$ ni olaylik. Ksanto tuzda kobalt (III)-ioni ligand bilan nitroguruh NO_2 ning azot atomi

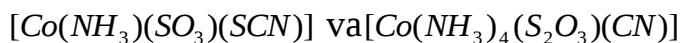


orqali, izoksanto tuzda esa kobalt (III)-ioni ligand bilan nitroguruhning kislorod atomi ($O=N-O-$) orqali birikkan. Bunday zarrachalar ko'pincha ambidentat ligandlar deb ataladi. Ksanto tuzlar mineral kislotalar ta'sirida parchalanmaydigan sariq tusli moddalardir. Lekin, izoksanto tuzlarga mineral kislota qo'shilsa, ular parchalanib nitrat kislota ajralib chiqadi. Izoksanto tuzlar och-jigar rangliligi bilan ksanto tuzlardan farq qiladi. Izoksanto tuzlariga mineral kislota qo'shilganda HNO_2 ning ajralib chiqishi kompleks birikmaning ichki sferasida $O=N-O$ -guruh borligini bildiradi.

O'rinbosarlar izomeriyasi (yig'indi izomeriya). Bunday birikmalarning koordinatsion qavatidagi ligandlardagi ba'zi atomlarning umumiy miqdori bir xil bo'lsa ham, ular turli ligandlar tarkibida har xil miqdorda bo'lishi mumkin, masalan,

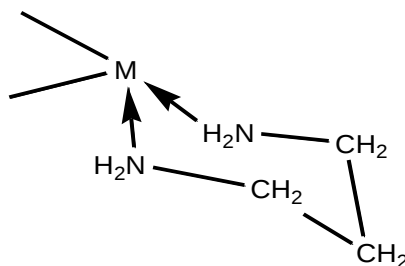


yoki

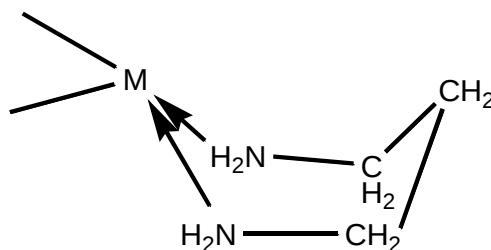


Ligandlar izomeriyasi. Koordinatsion qavatda markaziy atomga birikkan ligandning o'zi turli izomerlar holatida bo'lishi mumkin. Masalan, koordinatsiyada aminobenzoy kislotaning orto-, meta- va para-izomerlari qatnashganda ligandlarning o'zi bir biridan farq qiladigan xossalari natijasida ularning hosil qilgan koordinatsion birikmalari ham bir- biridan farq qiladi. Bunga misol tariqasida piridinkarbonkislolaning turli fazoviy izomerlarini keltirish mumkin.

Konformasion izomeriya. Bunday birikmalarda koordinatsion qavatda ligandlarning o'zi fazoviy jihatdan farq qiladigan holatda bo'ladi. Masalan, 1,3-propilendiamin $-H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2-$ «kreslo» yoki «vanna» holatida markaziy atomga koordinatsiyalangan bo'lishi mumkin.

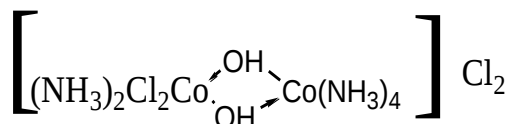
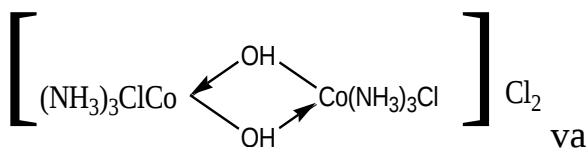


ligand «kreslo» holatida birikkan



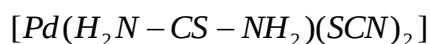
ligand «vanna» holatida birikkan

Holat izomeriyasi. Bu turdagi izomeriya geometrik izomeriyaga (bunday izomeriyaga quyida izoh beriladi) yaqin turadi, lekin o'ziga xos xususiyatga ega. Masalan;

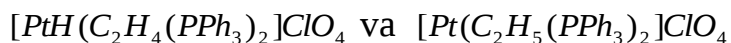


Elektron izomeriya. Bunday izomeriyaga yagona misol tariqasida tarkibi $[Co(NH_3)_5NO]Cl_2$ bo'lgan moddani keltirish mumkin. Uning bir izomeri qora rangli va paramagnit xossaga, ikkinchisi qizil rangli va diamagnit xossaga ega. Taxmin qilinishicha birikmalarning birida kobaltning oksidlanish darajasi +2, ikkinchisida esa +3 bo'lishi mumkin, ular bir -biridan markaziy iondagi faqat bitta elektron soni bilan farq qiladi.

Trasformasion izomeriya. Bunday birikmalar ligandlaridagi atomlar soni bir xil, lekin ligandlar orasida genetik bog'lanish bo'lib, ular turli kimyoviy xossalarga ega bo'ladi. Masalan, ammoniy tetraodanopalladiy (II) $\{(NH_4)_2[Pd(SCN)_4]\}$ koordinatsion anion holida bo'lsa, 2 mol SCN^- ioni o'rniga 1 mol tiomochevina qatnashgan birikma



noelektrolit xususiyatiga ega. Quyida birikmalar ham shunday izomeriyaga misol bo'la oladi:

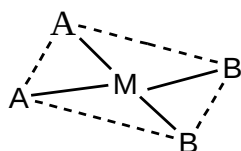


Formal (rasmiy) izomeriya. Bunday izomerlarni hosil qilishda qatnashgan ligandlar rasmiy jihatdan bir biriga miqdorlari teng bo'lgan atomlarga ega bo'ladi. Bunday izomeriyaga $[Pt(NH_3)(C_2H_5NH_2)Cl_2]$ va $[Pt(CH_3NH_2)_2Cl_2]$ lar misol bo'la oladi.

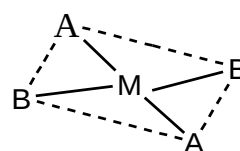
Yuqorida aytilganidek, stereoizomeriya ikki ko'rinishda bo'ladi: a) geometrik yoki *cis*- va *trans*-izomeriya, b) optik izomeriya.

Tarkibi bir xil, ligandlari markaziy atom atrofida turli tartibda joylashgan koordinatsion birikmalar o'zaro geometrik izomerlar deb ataladi.

Birinchi navbatda koordinatsion soni 4 ga teng bo'lgan koordinatsion birikmalarni ko'rib chiqamiz. Bunday koordinatsion birikmalar tekis kvadrat yoki tetraedr shaklida bo'lishi mumkin. $[MA_2B_2]$ tarkibli koordinatsion birikma uchun ikkita geometrik izomer ma'lum. Agar kompleks birikma geometriyasi kvadrat shaklida desak, bu koordinatsion birikma izomerlarida ligandlar quyidagi tartibda joylashadi:



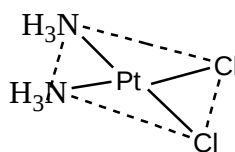
cis-izomer



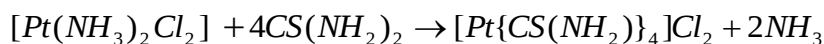
trans-izomer

1) Agar kompleks ligandlari tetraedr cho'qqilariga joylashadi deb faraz qilsak, u holda $[MA_2B_2]$ tarkibli koordinatsion birikma faqat bir izomerdan iborat bo'lishi kerak, bu esa tajribaga zid keladi. Demak, $[MA_2B_2]$ tarkibli koordinatsion birikma tetraedr shaklida bo'lganda bunday izomeriya kuzatilmaydi.

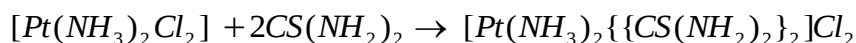
Masalan, $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$



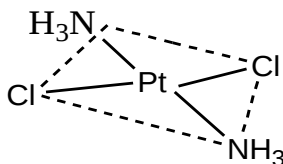
Bu tuzda ikkita xlor ioni va ikkita ammiak molekulasini yonma-yon joylashadi. U o'zining to'rtta ligandini tiomochevinaga almashtira oladi:



Reyze tuzi trans-tuzilishga ega, u och-sarg'ish rangli o'zining faqat ikkita xlorini tiomochevinaga almashtira oladi:



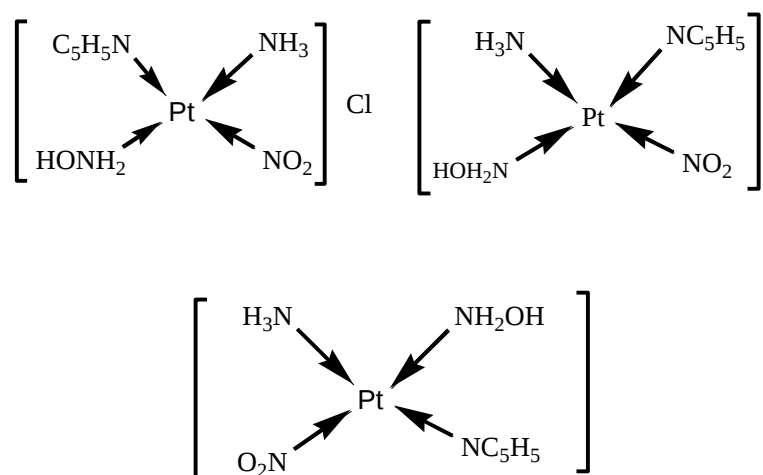
Demak, Reyze tuzini quyidagicha tasvirlash mumkin:



$[MA_2BC]$ turdagi koordinatsion birikmalarda ham ikkitadan geometrik izomer bo'lishi mumkin. MABSD turdagi koordinatsion birikmalarda esa uchta izomer bo'ladi. I.I.Chernyaev 1926 -yilda



tarkibli koordinatsion birikmaning uchta izomerini sintez qildi, ularning koordinatsion shakllari quyidagicha:



Tarkibi MA₆ bo'lgan koordinatsion birikmalar geometrik izomerlarga ega emas, chunki oktaedrdagi 6 cho'qqi ligandlari bir-biridan farq qilmaydi. Bu xulosa tajribada ham tasdiqlangan. Agar MA₆ dagi bitta ligand A ni ligand B ga almashtirsak, MA₅B turdagi koordinatsion birikma hosil bo'ladi. Ligand B oktaedr cho'qqisining qaysi biriga joylashmasin, baribir uning oktaedrdagi 5 ta ligand A larga munosabati o'zgarmaydi.

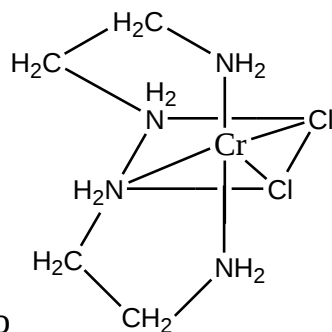
Agar MA₅B dagi yana bir ligand A ni ligand B ga almashtirsak, MA₄B₂ turdagi koordinatsion birikma hosil bo'ladi. Bu koordinatsion birikma 2 ta geometrik izomerga ega.

Ba'zi geometrik izomerlarning ranglari

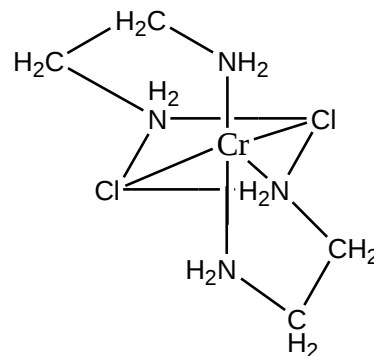
4 -jadval

№	Kompleks birikmalarning formulalari	Sis-izomerning rangi	Trans –izomerning rangi
1	$[\text{Co}(\text{NO}_2)_2(\text{NH}_3)_4]\text{NO}_3$	Sariq- jigarrang	Qovoq rang
2	$[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}$	Zangori –binafsha	Yashil
3	$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2\text{En}]\text{Cl}_2$	To'q-qizil	Qizg'ish -jigarrang
4	$[\text{CrCl}_2\text{En}_2]\text{Cl}$	Binafsha	Kulrang - yashil

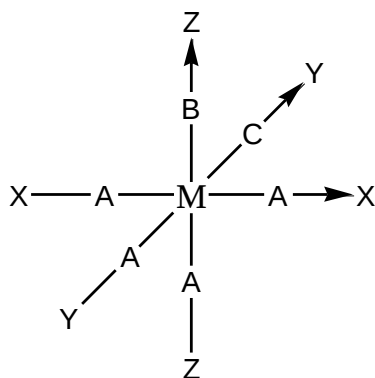
Sis- va trans- izomerlar boshqa boshqa kimyoviy xossalar namoyon qiladi. Ular o'zining rangi va eruvchanligi bilan bir-biridan farq qiladi. 4-jadvalda ba'zi koordinatsion birikmalarning sis- va trans- izomerlari rangi ko'rsatilgan.



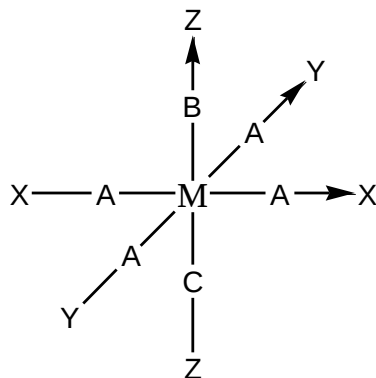
MA₄B₂ koordinatsio



n birikmadagi bitta ligand B ni ligand C ga almashtirilsa, MA₄BC turdagi koordinatsion birikma kelib chiqadi. Bu koordinatsion birikma ham 2 ta geometrik izomerga ega:

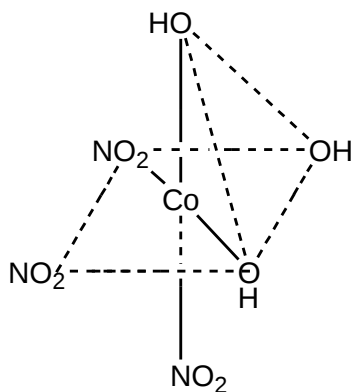


sis-izomer

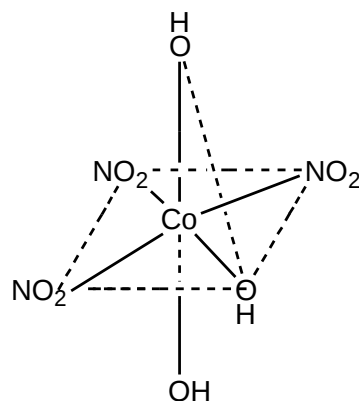


trans-izomer

MA₃B₃ turdagi oktaedrik koordinatsion birikmalar ham ikkita izomerga ega. Masalan, kaliy trinitrotrigidrosokobalt (III) $K_3[Co(OH)_3(NO_2)_3]$ ionining izomerlarini quyidagicha yozish mumkin:



yuza-izomer



meridional-izomer

Bunday tuzilishli birikmalarda yuza-izomer deb ataladigan bir xil tabiatli ligandlar (OH^- yoki NO_2^-) oktaedrlarning bir uchburchakli yon tomoniga tegishli cho'qqini egallaydi, meridional izomerlarida esa shunday ligandlarning ikkitasi markaziy atomning ikki qarama-qarshi tomonida bir o'q ustida joylashadi. Bunday izomerlarni *cis* –va *trans*- izomerlar deb atash to'g'ri bo'lmaydi.

Koordinatsion birikmalarda boshqa-boshqa tarkibli ligandlar soni ortgan sari izomerlar soni ham ortadi. $[MA_3B_2C]$ tarkibli koordinatsion birikma 3 ta $[MenA_2BC]$ ba $[MA_3BCD]$ tarkibli birikmalar 4 tadan, $[MenABCD]$ ning esa 6 ta geometrik izomeri mavjud.

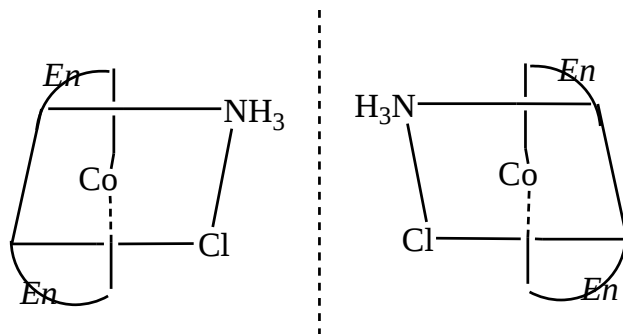
Koordinatsion birikmaning izomerlari bir xilda barqaror bo'lavermaydi. Uning beqaror izomerlari barqarorroq holatlarga o'tishi mumkin. Bu jarayonning tezligi markaziy atomning xossalriga bog'liq. Masalan, platinaning koordinatsion birikmalarida bu jarayon juda sust borsa, palladiyning koordinatsion birikmalarida tez amalga oshadi. Palladiyning $[PdCl_2(NH_3)_2]$ tarkibli koordinatsion birikmasi *cis*-izomer holatidan *trans*-izomer holatiga o'tadi. Agar ikki izomerning bir-biriga aylanish tezligi o'zaro farq qilsa, unda faqat ularning barqaror izomeri mavjud bo'ladi.

Tarkibida to'rt xil ligandlari bor $[MABCD]$ tarkibli kompleks uchun geometrik izomerlar soni uchga teng.

Koordinatsion birikmaning tarkibi murakkablashgan sari geometrik izomerlarning soni ortib boradi. Masalan, $[MA_3BCD]$ tarkibli oktaedrik koordinatsion birikma 4 ta geometrik izomerga ega. $[MA_2B_2CD]$ tarkibli oktaedrik koordinatsion birikmada ham to'rtta geometrik izomer bo'lishi mumkin.

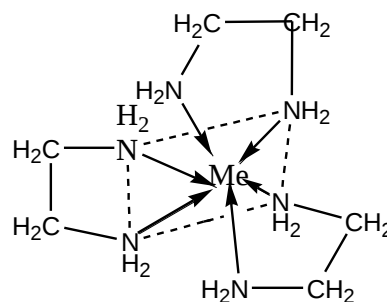
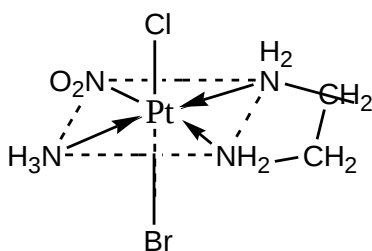
Rus olimlaridan A.D.Gelman va L.N.Essen $[Pt(NH_3)(C_5H_5N)NO_2ClBrJ]$ tarkibli oktaedrik koordinatsion birikmaning bir nechta izomerlarini sintez qilishga muvaffaq bo'ldilar. Nazariy mulohazalar bunday tarkibli oktaedrik koordinatsion birikmada 15 ta geometrik izomer bo'lishi mumkinligini ko'rsatdi. Agar bu izomerlarning har biri uchun ikkitadan optik izomer to'g'ri kelishini hisobga olsak, jami 30 ta izomer mavjudligini bilib olish mumkin.

Optik izomeriya. Molekulalari simmetriya markaziga yoki simmetriya tekisligiga ega bo'lmagan va molekulyar massasi teng bo'lgan moddalar o'zaro optik izomerlar deb ataladi. Bu moddalarning biri yorug'likning qutblanish tekisligini o'ngga (d-shakl), ikkinchisi chapga (l-shakl) buradi, boshqacha aytganda ular optik faollik namoyon qiladi. D-shakldagi moddani l-shakldagi moddaning ko'zgudagi aksi deb qarash mumkin. Masalan, $[CoEn_2NH_3Cl]X_3$ sis-koordinatsion birikma quyidagi ikki optik izomer hosil qiladi:



(uzlukli chiziqni ko'zgu tekisligi deb qabul qiling).

Optik faol birikmalar molekulalari simmetriya markaziga va simmetriya tekisligiga ega bo'lmaydi.



Optik faollikning sababi sifatida quyidagilarni ko'rsatish mumkin;

Markaziy ion assimetriya xususiyatiga ega bo'lishi, masalan:

Molekulaning ligandlari polidentat xususiyatga ega bo'lishi sababli assimetriya paydo bo'ladi;

Ligand atomlaridan birining assimetriyaga ega bo'lishi (masalan, optik faol aminokislota koordinatsiyada qatnashgan holda) yoki koordinatsiyalangan atomda yangi bog' paydo bo'lishi tufayli assimetriya holati paydo bo'ladi.

Optik izomeriya hodisasi koordinatsion ionning fazoda turlicha joylashishidan kelib chiqadi. Ayni koordinatsion birikmaning ikkala shakli bir xil molekulyar elektr o'zgaruvchanlik va kislota-asoslik xossalarga ega bo'ladi. Lekin ular boshqa optik faol moddalar bilan reaksiyaga kirishishi va birikishi jihatidan bir-biridan farq qiladi. Masalan, $[CoEn_3]Br_3$ koordinatsion birikmaning l-shakli l-kvarsiga, d-shakli esa d-kvarsiga birikadi.

Optik izomeriya ham koordinatsion birikma tarkibidagi atomlarning fazoda boshqa-boshqa tarzda joylashishi natijasida hosil bo'ladi. To'rtta ligandi bir-biridan farq qiladigan tetraedrik tipdagi kompleks $[M(ABCD)]$ larni ko'rib chiqaylik. Bu shakllarning biri ikkinchisi ustiga qo'yilganida ularning ayrim o'xshash nuqtalari bir-birini qoplamaydi. $M(ABCD)$ tarkibli tetraedrik koordinatsion birikmada ichki simmetriya tekisligi mavjud emas. Bu koordinatsion birikmaning markazni kesib o'tgan tekislikning ikkala yon tomonida ham ikkitadan turli xil ligandlar joylashgan bo'ladi.

I.4. Kompleks birikmalarda kimyoviy bog'lanish

Verner nazariyasi asosida qo'shimcha valentlik haqidagi tasavvurga asoslanib, koordinatsion birikmalarning mavjudlik sababini va stereo-kimyosini izohlab berish mumkin. Lekin koordinatsion bog'lanishdagi asosiy va qo'shimcha valentliklarning ma'nosi faqat elektron nazariya asosidagina to'la tushuntiriladi. Shuningdek, ba'zi koordinatsion birikmalarda ligandlar neytral molekulalar (masalan, H_2O , NH_3 , CO , C_2H_2 , C_2H_4 , C_6H_6 va hokazolar) bo'lishi mumkin. Bunday koordinatsion birikmalarda markaziy atom bilan ligandlar orasida donor-akseptor (ba'zan dativ) bog'lanish mavjud. Ba'zi koordinatsion birikmalarda markaziy atom rasmiy nol valentli bo'ladi.

Masalan, $Cr(C_6H_6)_2$, $Cr(CO)_6$, $Fe(CO)_5$, $Ni(CO)_4$, $Co_2(CO)_8$ kabi birikmalarda markaziy atom bilan ligandlar orasida dativ bog'lanish hosil bo'ladi.

Koordinatsion birikmalarda bo'ladigan kimyoviy bog'lanish dastlab Kossel va Lyuis nazariyalari asosida talqin qilindi. Keyinchalik bu haqida uchta nazariya

yaratildi: 1) valent bog'lanish yoki atom orbitallari metodi, 2) kristall maydon va 3) molekulyar orbitallar metodi (ligandlar maydoni nazariyasi).

Markaziy ion ligandlarni Kulon qonuniga muvofiq elektrostatik kuch bilan tortadi; ligandlar esa bir-biriga elektrostatik qarshilik ko'rsatadi. Kossel va Magnus fikricha, n ta manfiy bir zaryadli ionlar bilan neytrallangan n zaryadli musbat zarracha yana boshqa manfiy zarrachalarni o'ziga tortish qobiliyatini yo'qotmaydi. Biroq bu vaqtda markaziy ion bilan ligandlar orasida o'zaro tortishuv va manfiy zarrachalar orasida o'zaro itarishish kuchlari hosil bo'ladi. Bu nazariyada har qaysi ion elastik shar deb qaraladi; sharlarning markazlari orasidagi masofa qo'shni ionlar radiuslari yig'indisi $(r_1 + r_2)$ ga teng deb olinadi.

Masalan, AgI va $[AgI_2]^-$ zarrachalarining potensial energiyalarini hisoblab ko'raylik. Ag^+ bilan I^- ionining o'zaro tortishuv kuchi Kulon qonuniga muvofiq

$F_1 = \frac{e^2}{r^2}$ ga teng. Bu sistemaning potensial energiyasi esa $E_1 = -\frac{e^2}{r}$ dir. $[AgI_2]^-$ da bir

Ag^+ ioni bir I^- ionini $F_1 = \frac{e^2}{r^2}$ kuch bilan tortadi; bir I^- ioni ikkinchi I^- ioniga

$F_2 = \frac{e^2}{4r^2}$ ga teng kuch bilan qarshilik ko'rsatadi. Bu kuchga muvofiq keladigan

potensial energiya $E_1 = \frac{e^2}{2r}$ ga teng. $[AgI_2]^-$ dan iborat sistemaning potensial

energiyasi: $E_2 = \frac{e^2}{r} - \left(\frac{e^2}{2r}\right) = -1,5 \frac{e^2}{r}$ ga teng bo'ladi.

E_1 bilan E_2 ni taqqoslash natijasida, $[AgI_2]^-$ sistemaning energetik afzalligi AgI sistemanikiga qaraganda ortiq ekanligiga ishonch hosil qilamiz. Demak, AgI va I^- dan $[AgI_2]^-$ koordinatsion birikmasining hosil bo'lishi shu sistema energiya minimumiga intilishi kerak degan qoidaga zid kelmaydi.

Manfiy ionlar orasidagi o'zaro qarshilik kuchini markaziy ion bilan ligandlar orasidagi o'zaro tortishish kuchiga nisbati ayni sistemaning niqoblanish (ekranlanish) koeffisienti (NK) deb ataladi. Bu nisbat qancha kichik bo'lsa,

koordinatsion sistema shuncha barqaror bo'ladi. Yuqorida ko'rib o'tilgan $[AgI_2]^-$ ion uchun NK quyidagicha hisoblanadi:

$$NK = F_2; F_1 = \frac{e^2}{4r^2} : \frac{e^2}{r^2} = 0,25$$

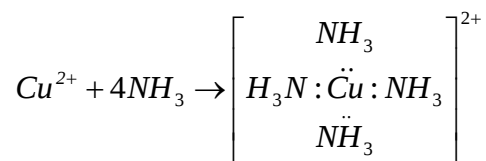
Biror koordinatsion sistema hosil bo'lganida ajralib chiqadigan energiyaning miqdori shu sistemaning niqoblanish koeffisientiga bog'liq bo'ladi:

$U = p(n - NK)\frac{e^2}{r}$; bu erda U - ayni kompleks hosil bo'lganida ajralib chiqadigan energiya, p - bir valentli ligandlar soni, n - markaziy ionning valentligi. U qiymati katta bo'lsa, koordinatsion birikma barqaror bo'ladi. yuqoridagi tenglama Kossel va Magnus tenglamasi nomi bilan yuritiladi.

Ba'zi oraliq elementlarning koordinatsion birikmalari uchun Kossel va Magnus tenglamasi asosida hisoblab topilgan bog'lanish energiyalarining qiymati tajribada topilgan qiymatga mos kelmadi. Shu sababli Bete va Van-Flek elektrostatik nazariya o'rniga kristall maydon nazariyasini taklif qildilar.

Lyuis nazariyasiga muvofiq kovalent bog'lanish hosil bo'lganida o'zaro birikuvchi atomlar orasida umumlashgan elektron juftlar hosil bo'ladi. Koordinatsion valent bog'lanishga esa, elektron juftlar reaksiyadan avval o'zaro birikuvchi zarrachalarning birida bo'ladi, keyin umumiy bo'lib qoladi (donor-akseptor bog'lanish). Masalan, ammiak kislotalar bilan reaksiyaga kirishganda ammiakning azot atomidagi elektron jufti vodorod ioni bilan ammiak o'rtasida umumiy bo'lib qoladi.

NH_4^+ dagi barcha $N-H$ bog'lanishlar bir-biridan sira farq qilmaydi. Bu reaksiyada ammiak molekulasidagi azot atomi donor, vodorod ioni esa akseptor vazifasini bajaradi. Ammiak molekulasida o'zining elektron juftini vodoroddan boshqa ionlarga ham berishi mumkin. Masalan:



G.Lyuis bu reaksiyalarni kislota bilan asosning o'zaro ta'sirlanish reaksiyasi deb qaradi. G.Lyuis nazariyasiga muvofiq, kislota deganda o'ziga elektron juftlarini qo'shib olish qobiliyatiga ega bo'lgan moddani tushunish kerak; asos esa o'zidan elektron juftlar berishga qobil moddalardir. Yuqoridagi misolda Cu^{2+} kislota va NH_3 asos rolini bajaradi. Lyuis nazariyasining koordinatsion birikmalarga oid qismlarini Sidjvik rivojlantirdi. Uning fikricha, koordinatsion birikmalar hosil bo'lganda markaziy ionning barcha elektronlari bilan ligandlar bergan barcha elektronlar yig'indisi (bu yig'indi effektiv atom raqami nomini olgan) ayni markaziy ionga yaqin turgan inert gazning tartib raqamiga teng bo'lishi kerak. Masalan, $K_4[Fe(CN)_6]$ dagi Fe^{2+} ionining 24 elektroni bor, unga birikkan oltita CN^- ionida 12 elektron bor, ularning yig'indisi $24+12=36$ dir. Bu son kriptonning tartib raqamiga teng.

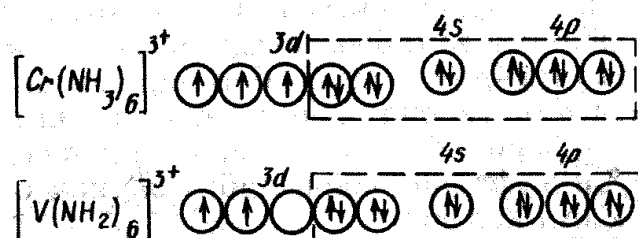
Sidjvik nazariyasi juda sodda va tushunarli bo'lib ko'rinsa ham juda ko'p koordinatsion birikmalarning tuzilishini to'g'ri izohlay olmadi va uning o'rnini valent bog'lanishlar nazariyasi egalladi.

Valent bog'lanishlar nazariyasiga muvofiq, koordinatsion birikmalarda markaziy ion bilan ligandlar orasida donor-akseptor bog'lanish hosil bo'ladi: markaziy ion akseptor, ligandlar donor vazifasini bajaradi, bu nazariyada markaziy ion orbitallarining gibridlanishi ham nazarda tutiladi. Nazarda tutilibgina qolmay, hatto muhim ahamiyatga ham ega. Gibridlanish konsepsiyasi koordinatsion birikmalar uchun L.Poling tomonidan rivojlantirildi. Bu konsepsiya, koordinatsion birikmalarning struktur formulalarini valent bog'lanishlar usuli asosida izohlashga imkon beradi[5,7,10].

Valent bog'lanishlar nazariyasi asosida koordinatsion birikmalarning reaksiyalarda ishtirok etish qobiliyatini oldindan aytish mumkin. Koordinatsion birikmalarning ichki sferasidagi ligandlarning eritmalarida boshqa ligandlarga (ya'ni, boshqa ion yoki molekulalarga) almashish tezligi koordinatsion birikmaning ichki yoki tashqi orbital birikmasi ekanligiga va uning tarkibidagi ichki d -orbitallarning elektronlar bilan to'lgan yoki to'lmaganligiga bog'liq.

Tashqi orbitalli koordinatsion birikmalarda ligandlarning markaziy ion bilan bog'lanishi ichki orbital koordinatsion birikmalardagiga qaraganda kuchsizroq bo'ladi. Shuning uchun sirtqi orbital koordinatsion ligandlarning o'rniga eritmadan boshqa ligand kelib almashinishi, ichki orbital koordinatsion birikmalardagiga qaraganda osonroq sodir bo'ladi.

Agar markaziy ionning ichki d -orbitallari elektronlar bilan to'lmagan bo'lsa, bunday koordinatsion birikmalarga eritmadagi ionlardan biri qo'shimcha ligand sifatida joylashadi; so'ngra koordinatsion birikmaning eski ligandlaridan biri chiqib ketadi. Shunday qilib, bir ligand boshqa ligandga almashinadi. Masalan, $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ va $[V(NH_3)_6]^{3+}$ ionlari quyidagi tuzilishga ega:



Ikkinchi ionning ichki d -orbitallaridan biri bo'sh bo'lgani sababli bu koordinatsion birikmaning reaksiyaga kirishish qobiliyati $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ ionidan kuchliroqdir. Valent bog'lanish usuli koordinatsion birikmalarning ko'p xossalarini to'g'ri tushunishga imkon beradi. Lekin koordinatsion birikmalarning optik xossalarini izohlash va ularning stereokimyosiga oid masalalarni talqin qilish, bunday birikmalarning barqarorligini miqdoriy jihatdan baholash uchun yetarli imkoniyatlarga ega bo'la olmadi. Shuning uchun yangi nazariya kristall maydon nazariyasi taklif qilindi.

Bu nazariyani fizik olimlar G.Bete va Van-Flek 1930-yilda taklif qilgan bo'lsalarda, faqat 1951-yildan boshlab bu nazariya kimyoda qo'llanila boshlandi. Kristall maydon nazariyasi markaziy ionining d -orbitallariga ligandlar qanday ta'sir etadi, degan savolga javob beradi. Erkin atom yoki erkin ionning d -orbitaldagi 5 ta holat bir-biridan energiya jihatidan farq qilmaydi. Faqat ular boshqa-boshqa tomonlarga yo'nalgan bo'ladi. Energiyalari bir-biriga teng

orbitallar ayniya orbitallar (energiyasi jihatidan) deyiladi. Markaziy ionga ligandlar yaqinlashuvi bilan d -orbitaldagi elektronlarning energetik holati o'zgaradi, markaziy ionning d -elektron bulutlari bilan manfiy ligandlar orasida o'zaro elektrostatik itarishish kuchi vujudga keladi. Bu kuch d -elektronlarning energiyasini oshiradi, ya'ni ba'zi d -orbitallar qo'zg'algan holatga o'tadi.

Markaziy ionda d -orbitallar energiyasining ortishi kompleks hosil bo'lgandan ajralib chiqadigan energiyaning ma'lum qismi hisobiga boradi. Shunday qilib kristall maydon nazariyasiga ko'ra, d -elektronlar ligandlar band etgan joylarni band qilmaslikka intiladi.

Kristall maydon nazariyasiga ko'ra, markaziy atom bilan ligandlar orasida ion bog'lanish yoki ion-dipol bog'lanish yuzaga keladi. Bu nazariya markaziy atomning kvant mexanik tuzilishini hisobga oladi, lekin ligandlarni hech qanday strukturaga ega bo'lmagan shunchaki zaryadli nuqtalar deb qaraydi: ularni faqat elektrostatik maydon yaratuvchi zaryadli zarrachalar deb tasavvur qiladi. Shu sababdan bu nazariyani Kossel va Magnus tomonidan yaratilgan elektrostatik nazariyani qisman kvant-mexanik asosda rivojlangan ko'rinishi deb qarash mumkin.

Kristall maydon nazariyasi koordinatsion birikmalar ligandlar bilan markaziy ion orasida faqat elektrostatik (ion) bog'lanish borligini nazarda tutadi. Bu nazariya ligandlarning elektron bulutlarini markaziy ionning elektron bulutlari ma'lum darajada qoplanishini (ya'ni kovalent bog'lanish ham borligini) hisobga olmaydi, vaholanki, koordinatsion birikmalarni elektron paramagnit rezonans usuli (EPR) bilan tekshirishlar ularda kovalent bog'lanish borligini ko'rsatadi. Metall ion va ligandlardan koordinatsion zarracha hosil bo'lishida markaziy ionning d -orbitallarigina emas, balki markaziy ion va ligandlarning s - va p -orbitallari ham ishtirok etadi. Shu sababli keyinchalik, kristall maydon nazariyasi elektron bulutlar bir-birini qoplanishini ham nazarga oladigan bo'ldi. Ligandlar maydoni nazariyasi vujudga keldi, keyinchalik u molekulyar orbitallar nazariyasi bilan boyitildi.

Molekulyar orbitallar usuli metall ioni bilan ligandlar orasida kovalent, ionli va boshqa tur bog'lanishlar hosil bo'lishini mantiqiy ravishda ko'rsatib beradi. Binobarin, molekulyar orbitallar nazariyasida har qanday zarracha to'liq kvant-mexanik sistema deb qaraladi.

Molekulyar orbitallar nazariyasining bir necha variantlari mavjud. Bular ichida AOCHK (atom orbitallarning chiziqli kombinatsiyasi) nomli varianti ko'p tarqalgan hisoblanadi. Bu variantga muvofiq hosil bo'layotgan birikmaning molekulyar orbitallari bir-biri bilan ma'lum tartibda o'zaro qo'shilish va ayirilish natijasida hosil bo'ladi. Molekulyar orbitallar usuli biror moddaning molekulyar tuzilishi sxemasini yaratishdan avval uning kristall tuzilishini rentgen nurlar yordamida aniqlab olish zarurligini taqozo qiladi va nazariya yaratishda bu ma'lumotlardan foydalanishni ko'zda tutadi.

Agar sistemada bog'lovchi molekulyar orbitallar (BMO) hosil bo'lsa, dastlabki moddalarning elektron buluti bir-birini maksimal (musbat) qoplaydi va ma'lum miqdorda energiya ajralib chiqadi. Bo'shashtiruvchi molekulyar orbitallar (BO'MO) hosil bo'lganda dastlabki moddalarning elektron bulutlari bir-birini nafaqat qoplamaydi, aksincha, bir-biridan itariladi va bunday orbitallar energiyasi qisman ortib ketadi. Uchinchi holda dastlabki atomlardagi elektron bulut energiyasida o'zgarish bo'lmaydi, ular bog'lamaydigan MO hisoblanadi.

Bu holatlarni matematika usulda qarab chiqib koordinatsion birikmalarda uchraydigan BMO va BO'MO uchun quyidagi tenglamalar olingan:

$$\Psi = \frac{a\Psi_K + \sqrt{1-a^2}\varphi}{1+2a\sqrt{1-a^2}s}; \quad \Psi^* = \frac{\sqrt{1-a^2}\Psi_K - a\varphi}{1+2a\sqrt{1-a^2}s}$$

bu erda: Ψ_K -koordinatsion birikmalar hosil qiluvchi (ya'ni markaziy) ionning to'liq funksiyasi; φ -ligandlarning yig'indi to'liq funksiyasi, s -elektron bulutlarning qoplashish integrali: a -qiymati 0 bilan 1 chegarasida bo'lgan koeffitsent.

Agar $a=0$ bo'lsa, u holda $\Psi=\varphi$ bo'ladi; binobarin, barcha bog'lovchi elektronlar ligandlarda, BO'MO lar esa metall ionida joylashadi. Bunday sharoitda

metall ioni bilan ligandlar orasida to'liq ion bog'lanish namoyon bo'ladi; agar $a^2 = 0,5$ bo'lsa, BMO ning yarmi ligandlarda joylashadi. Natijada metall ioni bilan ligandlar orasida kovalent bog'lanish hosil bo'ladi. agar $a = 1$ bo'lsa, barcha bog'lovchi elektronlar metall ioniga joylashadi. Binobarin, yana ion bog'lanish ro'y beradi.

Agar a^2 ning qiymati 0 dan katta va 0,5 dan kichik bo'lsa, metall ioni bilan ligandlar orasida qutbli bog'lanish hosil bo'ladi.

II. Kompleks birikmalardan misol va masalalarni yechish

II.1. Kompleks birikmalar kimyosidan masalalarning ahamiyati va ularning yechimini topish yuzasidan tavsiyalar

Talabalar va o'quvchilar kompleks birikmalar kimyosiga oid nazariy materialni puxta bilib olish uchun turli mavzularga oid masalalarni yecha oladigan bo'lishi nixoyatda zarurdir. Kompleks birikmalar kimyosi nafaqat moddalar va ular ustida boradigan jarayonlarni nazariy sharxlash emas balki, ularning miqdoriy jixatdan o'zgarishlari haqidagi tasavvurlarni shakllantiradi. Bundan tashqari amalga oshirilayotgan kimyoviy xodisalarni nazariy asoslash ham kompleks birikmalar kimyosi bilan shug'ullanuvchi inson oldiga bir qator nazariy sifatga oid masala-muammolarni qo'yadi.

Kompleks birikmalar kimyosidan masalalarni yecha bilish oily o'quv yurti talabalariga, maktab, akademik litsey, kasb-hunar kollejlari o'quvchilariga ko'pgina kimyoviy protsesslar va qonuniyatlarni chuqur o'rganishlari va tushunib olishlariga imkon beradi. Kimyoviy masalalarning mohiyatini chuqur tushunib yetgan o'quvchi kimyoning mohiyatini teran anglabgina qolmay, balki, laboratoriya va amaliy mashg'ulot tajribalarini ongli bajarishi, bajarilayotgan ish davomida yuzaga kelgan muammolarni to'g'ri bartaraf etishi hamda xulosalarni ongli va aniq xisob-kitoblarga asoslangan xolda sharxlay olishi mumkin.

Afsuski, masalalar yechishga hamma vaqt ham yetarlicha e'tibor berilavermaydi. Bu esa bo'lajak kimyogarlarni yuzaki bilim olishlariga va kelajakda ta'limdagi faoliyati mobaynida kimyoviy masalalarni o'rgatishda ham bu jixatni chetlab o'tishlariga olib keladi. Bu jarayonga panja orasidan qarash oxir-oqibat bugungi kunda ustuvor siyosiy maqsadlardan biri bo'lgan yosh avlod tarbiyasini yuzaki shakllantirishga sabab bo'ladi.

Shuning uchun talabalar va o'quvchilar kompleks birikmalar kimyosiga oid nazariy materialni puxta bilib olish uchun tuli mavzularga oid masalalarni yecha olishi bugungi kunning dolzarb vasifalaridan biridir.

II.2. Kompleks birikmalar kimyosidan masalalarni yechishga doir ko'rsatmalar

Kompleks birikmalar kimyosidan masalalarni yechishdan asosiy maqsad – kimyoviy qonun va qoidalarni, ulardan foydalanishni kompleks birikmalar formulalarini tuzishni o'rgatish va ularni tobora rivojlanayotgan hozirgi zamon kimyo faniga, uning yutuqlariga tatbiq eta olishdan iboratdir. Masalalarni yechishga kirishishdan oldin zarur nazariy va faktik materialni takrorlash muhim ahamiyatga ega[14,15].

Kompleks birikmalar kimyosi masalalarni yechish usullari turlicha bo'lib, masalalarni yechishda qaysi usulni tanlash masalaning shartidan kelib chiqadi.

Masala yechish uchun uning aniq rejasini tuzib olish va imkoni boricha ixcham, qisqa yo'l bilan yechishga harakat qilish kerak. Har qanday holatda ham masala yechishda e'tiborni quyidagilarga qaratish zarur:

1. Masalani o'qib, tanishib chiqib ayni masala orqali hal qilinishi zarur bo'lgan muammoni aniqlash;
2. Masala shartida qaysi modda, qaysi element ishtirok etishini belgilash;
3. Masalada ishtirok etuvchi moddalarning molyar massasi, nisbiy molyar massasi, molyar hajmi, elementning tartib nomeri, nisbiy atom massasi va boshqa tushunchalarni aniqlash;
4. Masala kompleks birikmalar kimyosining qaysi bo'limiga ta'luqli ekanligini aniqlash;
5. Tuzilgan formula yoki reaksiya tenglamalarining va ularning koeffitsientlari to'g'ri ekanligini tekshirib ishonch hosil qilish kerak bo'ladi;
6. Formulalar va tenglamalar asosida hisoblashga doir masalalarni yechishda proporsiya, nisbat, formulalardan foydalaniladi;
7. Masalalarni grafik usulda yechishda koordinatalar sistemasidan foydalaniladi;
8. Moddalarning tuzilish formulalarini yozishda shu modda tarkibiga kiruvchi elementlarning valentliklari aniqlanadi;

9. Kompleks birikmalarning tuzilishi, oddiy moddalarning yadro tarkibi, atomlardagi elektronlarning holati va kompleks birikmalarning xossalarini o'rganishda D. I. Mendeleevning kimyoviy elementlar davriy sistemasidan foydalanish tartibini o'rganish zarur;

10. Eksperimental masalalarni yechishda kimyo laboratoriyalarida ishlash qonun-qoidalariga rioya qilish kerak.

II.3. Kompleks birikmalardan misollar yechish

1-misol. 1. $K[Co(NO_2)_4(NH_3)_2]$; 2. $K[Pt(NH_3)Cl_3]$,

3. $K_3[Cu(CN)_4]$; 4. $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ kompleks birikmalarni

nomlang.

Yechish. 1. $K[Co(NO_2)_4(NH_3)_2]$ - kaliy tetranitrodiaminkobal't (III).

2. $K[Pt(NH_3)Cl_3]$ - kaliy trixloroaminplatina (II),

3. $K_3[Cu(CN)_4]$ - kaliy tetratsianomis (I),

4. $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ - geksaakvaxrom (III)-xlorid.

2-misol. Quyidagi kompleks birikmalarni:

1. $[Co(NH_3)_4(H_2O)(CN)]Br_2$ 2. $[Cr(NH_3)_3PO_4]$, 3. $[Pt(NH_3)_4Cl_4]$,

4. $[Co(NH_3)_6]Cl_3$, 5. $[Pt(NH_3)_4Br_2]SO_4$, 6. $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2$

nomini ayting.

Yechish. 1- tsianoakvatetraaminkobal't (III) – bromid.

2 – fosfatotriaminoxrom (III).

3 - tetraxlorotetraaminplatina (IV),

4 – geksaaminkobal't (III) – xlorid,

5 – dibromotetraaminplatina (IV) – sulfat,

6 - xloropentaakvaxrom (III) – xlorid

3-misol: Quyidagi kompleks birikmalarni

1. $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$; 2. $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ nomlang.

Yechish 1- temir(II) geksaatsianoferat(III); 2- tetraaminmis (II)-sulfat.

4-misol. Quyidagi kompleks birikmani $[Ni(C_5H_5)NO]$ nomlang.

Yechish Bu birikmada metall to'yinmagan uglevodorodlar bilan kompleks birikma hosil qilgan, shuning uchun bunday komplekslarni nomlashda ligandning oldiga η (eta) harfi qo'yiladi va $[Ni(C_5H_5)NO]$ - nitrozil (η -tsiklopentadienil)nikel deb nomlanadi.

5-misol. Quyidagi kompleks birikmalarni 1. $[(C_2H_4)Rh(Cl)_2Rh(C_8H_{12})]$;

2. $[(en)_2Co(NH)(OH)Co(en)_2]^{3+}$ nomlang.

Yechish. Ma'lumki ko'p yadroli komplekslarda metallning atomlari bir-biri bilan ko'prik vazifasini bajarayotgan atomlar yoki guruhlar bilan bog'langan bo'ladi, shuning uchun bunday kompleks birikmalarni nomlashda ligandlarning oldiga « μ » harfi qo'yiladi va bu harf ikki tomonidan defis bilan chegaralanadi. Shuning uchun , 1. $[(C_2H_4)Rh(Cl)_2Rh(C_8H_{12})]$ - di- μ -xloro-(η -1,5-tsiklo-oktadien)(η -etilen) dirodiy; 2. $[(en)_2Co(NH)(OH)Co(en)_2]^{3+}$ - bis(etilendiamin)-kobalt(III)- μ -imido- μ -gidroksobis(etilendiamin)kobalt(III) deb nomlanadi.

6-misol. Quyidagi kompleks birikmalarni. 1. $[(C_2H_5)_3Pb - Pb(C_2H_5)_3]$;

2 $[(CO)_4Mo - Mo(CO)_4]$ nomlang.

Yechish. Ma'lumki bevosita metall-metall bog'i bor koordinatsion birikmalarni nomlashda ikkita usul ishlatiladi. Birinchi usulda avval ligandlarning umumiy soni, keyin ligandlarning nomi, so'ngra «di» qo'shimcha va nihoyat markaziy atomning nomi keltiriladi.:

1. $[(C_2H_5)_3Pb - Pb(C_2H_5)_3]$ - geksatildiqo'rg'oshin.

2. $[(CO)_4Mo - Mo(CO)_4]$ - oktakarbonildimolibden.

Ikkinchi usulda nomlanish avval «bis» qo'shimchadan boshlanadi, keyin molekulaning yarmi nomlanadi.

1. $[(C_2H_5)_3Pb - Pb(C_2H_5)_3]$ - bis-(uchetilqo'rg'oshin),

2. $[(CO)_4Mo - Mo(CO)_4]$ bis-(tetrakarbonilmolibden) deb o'qiladi.

7-misol. Quyidagi kompleks birikmalarning 1. sariq qon tuzi; 2. qizil qon tuzi; 3. turnbul zangorisi; 4, berlin lazuri formulasini yozing.

Yechish. 1. $K_4[Fe(CN)_6]$; 2. $K_3[Fe(CN)_6]$;



8-misol. Quyidagi kompleks birikmalardagi kompleks hosil qiluvchilarning zaryadini va koordinatsion sonini aniqlang.



Yechish. $[Ag(NH_3)_2]Cl$ kompleks birikmada kompleks hosil qiluvchi Ag bo'lib uni zaryadi +1, koordinatsion soni 2 ga teng. $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ kompleks birikmada kompleks hosil qiluvchi Cu bo'lib zaryadi +2, koordinatsion soni 4 ga teng. $K_4[Fe(CN)_6]$ kompleks birikmada kompleks hosil qiluvchi Fe bo'lib uni zaryadi +2, koordinatsion soni 6 ga teng $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ kompleks birikmada kompleks hosil qiluvchi Cr bo'lib uni zaryadi +3, koordinatsion soni 6 ga teng.

9-misol. Quyidagi kompleks ion $[Zn(CN)_4]$ ning zaryadining ishorasini va kattaligini aniqlang.

Yechish. Kompleks ionning zaryadini aniqlash uchun kompleks hosil qiluvchi ionning oksidlanish darajasi bilan ligandlar zaryadini qo'shish kerak.

$[Zn(CN)_4]$ ning zaryadining ishorasini va kattaligini aniqlashda $[Zn(CN)_4]$ kompleks ion bitta Zn^{2+} va 4ta CN^- ionlaridan iborat bo'lganligi uchun uning zaryadi $x = +2 + 4(-1) = -2$ ga teng bo'ladi.

10-misol. Quyidagi kompleks ion $[Ag(NH_3)_2]$ ning zaryadining ishorasini va kattaligini aniqlang.

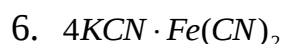
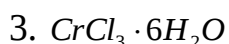
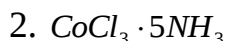
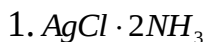
Yechish. Agarda ligandlar neytral molekula yoki atomdan iborat bo'lsa, ular kompleks ion zaryadiga ta'sir etmaydi, bunday kompleks ionning zaryadi kompleks hosil qiluvchi ionning oksidlanish darajasiga tengdir. $[Ag(NH_3)_2]$ ionining zaryadi $x = +1 + 2 \cdot 0 = +1$ teng bo'ladi, chunki NH_3 molekulasini elektrneytral bo'lganligi uchun uning zaryadi nolga teng.

11-misol. Kompleks ionlar zaryadining ishorasini va kattaligini aniqlang.



Yechish. $[Cr^{3+}(H_2O)_4Cl_2]$ - kompleks ionning zaryadi +1, $[Co^{3+}(NO_3)_6]^+$ - kompleks ionning zaryadi -3, $[Pt^{4+}(NH_3)Cl_3]$ - kompleks ionning zaryadi +1, $[Ag^+(CN)_2]^+$ - kompleks ionning zaryadi -1 ga teng.

12-misol. Quyidagi kompleks birikmalarning koordinatsion formulasini yozing va kompleks hosil qiluvchilarni ko'rsating.



Yechish 1. $AgCl \cdot 2NH_3$ birikmani koordinatsion formulasi $[Ag(NH_3)_2]Cl$, kompleks hosil qiluvchi Ag.

2. $CoCl_3 \cdot 5NH_3$ birikmani koordinatsion formulasi $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ kompleks hosil qiluvchi Co.

3. $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ birikmani koordinatsion formulasi $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ kompleks hosil qiluvchi Cr.

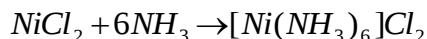
4. $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ birikmani koordinatsion formulasi $[Cu(H_2O)_4]H_2O \cdot SO_4$ kompleks hosil qiluvchi Cu.

5. $NiSO_4 \cdot 6NH_3$ birikmani koordinatsion formulasi $[Ni(NH_3)_6]SO_4$ kompleks hosil qiluvchi Ni.

6. $4KCN \cdot Fe(CN)_2$ birikmani koordinatsion formulasi $K_4[Fe(CN)_6]$ kompleks hosil qiluvchi Fe.

13-misol. Komplekslarning hosil bo'lishiga doir misollar keltiring.

Yechish. Masalan, $NiCl_2$ eritmasiga mo'l miqdorda ammiakning suvdagi eritmasidan qo'shamiz. Bu vaqtda quyidagi kompleks hosil bo'ladi:



Uning nomi-geksaaminnikel (II) – xlorid.

14-misol. Atsidokomplekslarni hosil bo'lishiga doir misollar keltiring va kompleks hosil qiluvchini ko'rsating.

Yechish.

$BF_3 + HF = H[BF_4]$, kompleks hosil qiluvchi - B

$PbCl_4 + 2HCl = H_2[PbCl_6]$, kompleks hosil qiluvchi - Pb

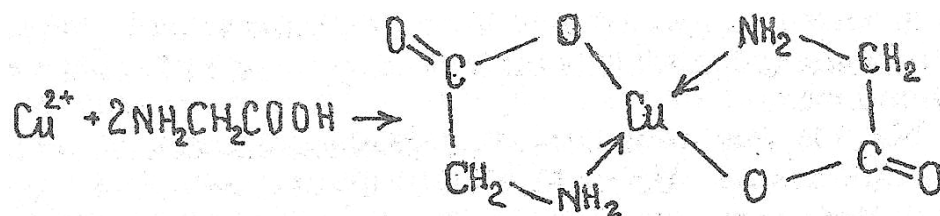
$AuCl_3 + HCl = H[AuCl_4]$, kompleks hosil qiluvchi - Au

$4KCN + Fe(CN)_2 = K_4[Fe(CN)_6]$, kompleks hosil qiluvchi - Fe.

15-misol. Mis glikogolyatni hosil bo'lish reaksiyasini yozing.

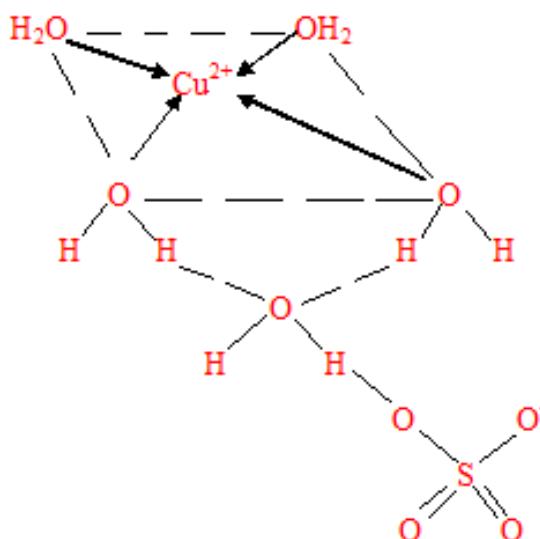
Yechish. Ley 1904 yilda ikki valentli mis tuzlari α -aminosirka kisloga glikogol (glitsin) bilan zangori rangli mis glikogolyat hosil qilishini kuzatdi. Mis glikogolyatning suvdagi eritmasi elektr tokini yomon o'tkazadi.

Leyning fikricha glikogolyat hosil bo'lish reaksiyasi quyidagicha boradi:



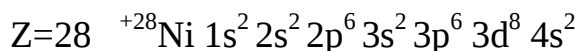
16-misol. $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ birikmani struktura formulasini yozing.

Yechish. Kristall holdagi mis (II)-sulfat pentagidratida ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) bitta mis atomiga 5 molekula suv to'g'ri keladi, ulardan faqat 4 tasi metall atrofida koordinatsiyalangan $[Cu(H_2O)_4]H_2O \cdot SO_4$, beshinchi suv molekulasini 2 ta vodorod bog'lanish orqali 2 ta suv molekulasini bilan birikadi.



17-misol. Molekulyar orbitallar usuliga muvofiq $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ tarkibli koordinatsion ionning elektron konfiguratsiyasini yozing.

Yechish. Nikel atomining elektron konfiguratsiyasi:



Ni^{2+} ionining elektron konfiguratsiyasi: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^0$

Ni^{2+} ionining elektron konfiguratsiyasini $3d^8$ dan boshlab yozsak:

Ni^{2+} ionining elektron konfiguratsiyasi.... $3d^8 4s^0 4p^0 4d^0$. $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$

koordinatsion ion hosil bo'lishida 20 ta elektron (8 tasi Ni^{2+} dan va 12 tasi esa 6 ta NH_3 dan) ishtirok etadi.

Kompleks ion oktaedrik tuzilishga ega. Bu koordinatsion birikmada 20 ta elektronni molekulyar orbitallarga joylashtirish uchun qabul qilaylikki, markaziy atom va ligandlar fazoda x,y,z o'qlari davomida joylashadi. Molekulyar orbitallar hosil bo'lishi uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalarning atom orbitallari energetik jihatdan bir-biriga yaqin bo'lishi kerak; ularning fazoda joylanishi ham bir-biriningiga mos kelishi kerak.

Ni^{2+} ionining 4s- orbitali 6 ta ligandning har bir orbitali bilan qoplanishi mumkin. Buning natijasida bog'lovchi va bo'shashtiruvchi molekulyar orbitallar ($\sigma^{bog'}$ va $\sigma^{bo'sh}$ lar) hosil bo'ladi. Ni^{2+} ionining 3 ta, 4p – orbitallarining har qaysisi ligandlarning orbitallari bilan ham qoplashishi kerak, chunki ligandlarning orbitallari markaziy atomning p – orbitallariga muvofiq keladigan fazoviy vaziyatni egallagan. Buning natijasida 3 ta bog'lovchi $\sigma_x^{bog'}$ -, $\sigma_y^{bog'}$ - va $\sigma_z^{bog'}$ - orbitallar, hamda 3 ta bo'shashtiruvchi σ_x^{*} -, σ_y^{*} - va σ_z^{*} -hosil bo'ladi.

Markaziy atomning d_{xy} -, d_{xz} - va d_{yz} - orbitallari ligandlarning orbitallari bilan bir-biriga mos yo'nalishda bo'lmagani uchun, ular kimyoviy bog'lanishda ishtirok etmaydi. Ular bog'lanmaydigan MO larni tashkil qiladi; ular sxemada π_{xy} , π_{xz} va π_{yz} - lar bilan ishoralanadi.

Shunday qilib, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ tarkibli koordinatsion ionning molekulyar orbitalida 6 ta bog'lovchi, 3 ta bog' hosil qilishda qatnashmaydigan va 6 ta bo'shashtiruvchi, jami 20 ta valent elektron ishtirok etadi. Ularning molekulyar orbitallariga joylanishini quyidagicha ko'rsatiladi:

$$((a_{lg}^{BMO})^2 (t_{lu}^{BMO})^6 (e_g^{BMO})^4 (t_{2g})^6 (e_g^{BO''MO})^2)$$

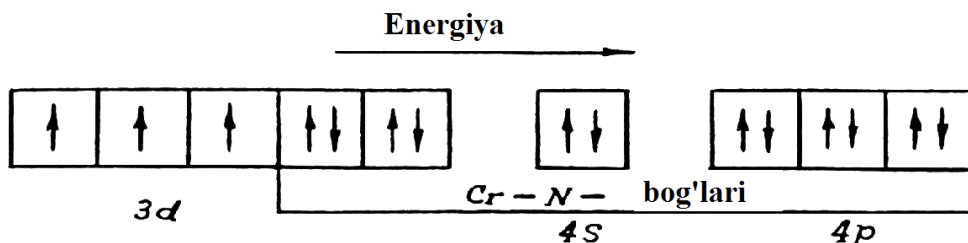
Eng yuqori energiyali e_g - bo'shashtiruvchi molekulyar orbitalda 2 ta toq elektron joylashadi.

18-misol. $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ kompleks ionni hosil bo'lish elektron konfiguratsiyasini, gibridlanishini va xossasini ko'rsating.

Yechish. Xrom (III) ionining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3d^3$. $3d$ -orbitallarda joylashgan uchta elektron, Xund qoidasiga binoan juftlashmagan holda bo'ladi. $3d$ - orbitaldan keyin joylashgan, energetik jihatdan yuqorida bo'lgan $4s$ - va $4p$ -orbitallar bo'sh:



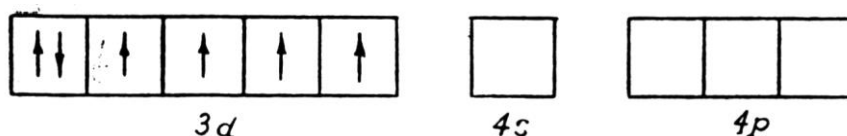
Demak, bu orbitallarga ammiak molekulalarini juft elektronlari joylashishi mumkin. Shunday qilib, Xund qoidasini nazarda tutib $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ kompleks ionning xosil bo'lishini valent bog'lanish usuli bilan quyidagi diagramma yordamida ko'rsatish mumkin:



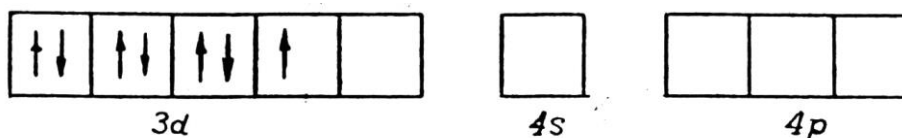
Bu diagrammadan oltita, ilgari ammiak molekulasida bo'lgan juft elektronlar xrom(III)-ionini d^2sp^3 gibridlangan orbitallarini egallaydi. d^2 -orbitalda uchta juftlashmagan elektron bo'lgani uchun modda paramagnit bo'lishi kerak. Haqiqatdan ham tajriba natijalari bo'yicha $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ birikmani paramagnit xossaga ega ekanligi aniqlangan.

19-misol. $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ va $[CoF_6]^{3-}$ kompleks ionni hosil bo'lish elektron konfiguratsiyasini, gibridlanishini va xossasini ko'rsating.

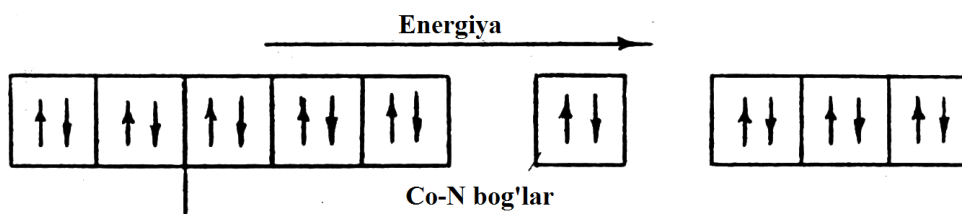
Yechish. $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ kompleks ionida Hund qoidasiga binoan $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3d^6$ elektron konfiguratsiyaga ega bo'lgan kobal't (III) ionida to'rtta juftlashmagan elektron bor:



Bu diagrammadan ko'rinib turibdiki, ammiak molekularining oltita juft elektronlarini to'rtta jufti 4s- va 4p- orbitallarda joylanishi mumkinligiga qaramay qolgan ikkita jufti bevosita 3d- orbitallarga joylasha olmaydi. Ularning joylanishi uchun ikkita imkoniyat bor. Birinchisi 3d-orbitallardagi to'rtta juftlashmagan elektronlar bir-biri bilan juftlashib ikkita bo'sh orbital hosil qiladi:

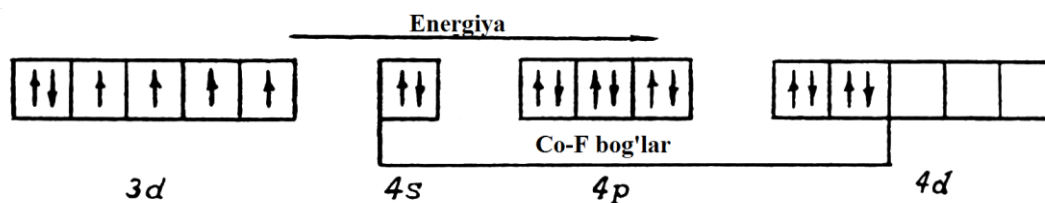


Bunday holat amalga oshishi uchun albatta energiya sarflanishi kerak. Bunday energiya juftlashtirish energiyasi deb nomlanadi. Ikkinchi imkoniyat-to'rtta 3d-orbitallardagi juftlashmagan elektronlarda ikkitasini qo'zg'altirib energetik jihatdan balandroq joylashgan 4d- yoki 5s -orbitallarga o'tkazish va natijada 3d-orbitallarda kerakli bo'lgan ikkita orbitalni bo'shatish kerak. Lekin energetik jihatdan birinchi imkoniyat osonroq amalga oshadi, ya'ni ikkita d va 1 ta s, 3 ta p orbitallar d^2sp^3 – gibrid orbitallarni hosil qiladi. Shuning uchun $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ionini valent bog'lanish usuli bo'yicha elektron tuzilishi quyidagicha bo'ladi:



Demak, valent bog'lanish usuliga ko'ra ionda $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ hamma elektronlar juftlashgan va modda diamagnit xossaga ega bo'lishi kerak. Haqiqatda, tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ birikmani diamagnitlik xossaga ega ekanligi aniqlangan.

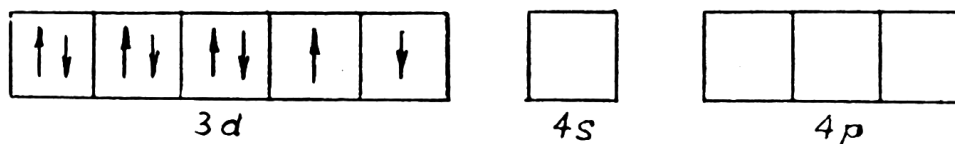
Tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ioni diamagnit xossaga ega bo'lsa, $[CoF_6]^{3-}$ paramagnit xossaga ega ekanligini ko'rsatadi. Bunday holatni tushuntirish uchun valent bog'lanish usuli, bog' hosil bo'lishda $4d$ - orbitallarni qatnashishiga yo'l qo'yadi, ya'ni sp^3d^2 gibrid orbitallar hosil bo'ladi. Suning uchun, $[CoF_6]^{3-}$ ionning paramagnitligini valent bog'lanish usuli qo'yidagi diagramma bilan tushuntiradi:



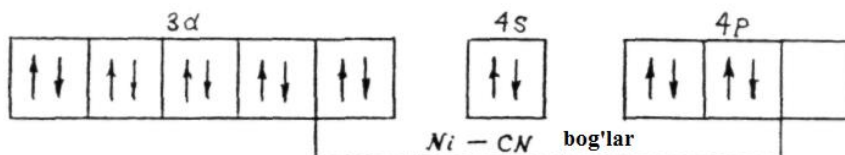
20-misol. $[NiCl_4]^{2-}$ va $[Ni(CN)_4]^{2-}$ kompleks ionni hosil bo'lish elektron konfiguratsiyasini, gibridlanishini va xossasini ko'rsating.

Yechish. Tajriba natijalari ko'rsatadiki $[Ni(CN)_4]^{2-}$ diamagnit, $[NiCl_4]^{2-}$ esa paramagnit holda uchraydi. Bu kompleks ionlarning magnit xossalarini tushuntirish uchun valent bog'lanish nazariyasini qo'llaymiz. Valent bog'lanish usuli bo'yicha $[NiCl_4]^{2-}$ va $[Ni(CN)_4]^{2-}$ ionlarining tuzilishi quyidagicha tushuntiriladi.

Nikel (II) ionining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8$:



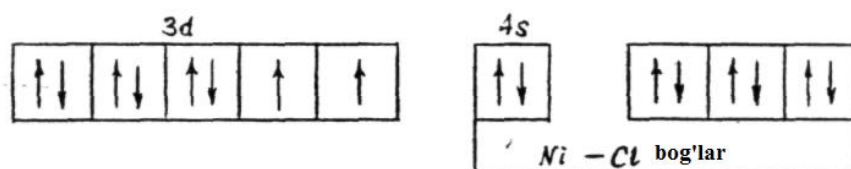
$[Ni(CN)_4]^{2-}$ ion hosil bo'lishida $3d$ - orbitallarda joylashgan ikkita elektron juftlashadi va 1 ta d , 1 ta s , 2 ta p orbitallar gibridlanib to'rtta dsp^2 orbitallarga 4 ta CN^- - ligandning juft elektronlari joylashadi:



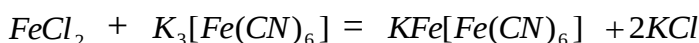
Markaziy nikel ioni dsp^2 - gibridlangan holatda bo'lib, kompleks ion kvadrat tuzilishga ega bo'lib qoladi va diagrammadan ko'rinib turgandek diamagnit

holatda bo'ladi. Tajriba valent bog'lanish usulidan kelib chiqqan natijalarni to'g'riligini isbot qiladi.

$[NiCl_4]^{2-}$ - ionining hosil bo'lishi $[Ni(CN)_4]^{2-}$ - ionining hosil bo'lishidan keskin farq qiladi. Yuqorida ko'rib chiqilgan $[CoF_6]^{3-}$ ionning hosil bo'lishiga o'xshab $[NiCl_4]^{2-}$ ioni paydo bo'lishi uchun ichki 3d-orbitallarda joylashgan ikkita juftlashmagan elektron kompleks ion hosil bo'lishida qatnashmaydi. Shuning uchun nikel ionidagi 1 ta s va 3 ta p orbitallardan sp^3 - to'rtta gibrid orbitallar hosil bo'ladi va 4 ta xlor ionining juft elektronlari nikelning to'rtta sp^3 - gibridlangan orbitallariga joylashadi. Shuning uchun ham $[NiCl_4]^{2-}$ ioni tetraedr konfiguratsiyaga ega bo'ladi. Ionning paramagnit xossasi diagrammadan yaqqol ko'rinadi:



21-misol. Kaliy-temir (II) geksatsianoferrat (III) kompleks birikmasini hosil bo'lish reaksiyasini yozing va kompleks hosil qiluvchining gibridlanishini ko'rsating.



$KFe[Fe(CN)_6]$ kompleks birikmada kompleks hosil qiluvchining gibridlanishi sp^3d^2

22-misol. Quyidagi $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ va $[Ag(NH_3)_2]^+$ kompleks ionlarning fazoviy tuzilishini ko'rsating.

Yechish. $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ kompleks ion hosil bo'lishida Cu^{2+} ionining tashqi 4s va 4p pog'onachalari bo'sh bolib, bu orbitallar o'zaro gibridlanib, 4 ta sp^3 gibrid orbitallarni hosil qiladi va ammiakdagi azotning bo'linmagan elektron juftlari shu orbitallarga joylashadi.

Kompleks ionning shakli tetraedrsimon bo'ladi. Tetraedrning markazida Cu^{2+} , uchlarida esa ammiak molekulalari joylashadi.

Kumush ammiakatida $[Ag(NH_3)_2]^+$ sp gibridlanish ro'y beradi, kompleks ion chiziqli shaklda bo'ladi.

23-misol. $[BeF_4]^{2-}$, $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ kompleks ionlarda markaziy ionning gibridlanishini va kompleks ionning fazoviy tuzilishini ko'rsating.

Yechish. $[BeF_4]^{2-}$ kompleks ioninig hosil bo'lishida Be^{2+} ning 2s va 2p orbitallari o'zaro gibridlanib, 4 ta sp^3 gibrid orbitallarni hosil qiladi va fluor ionining elektron juftlari shu orbitallarga joylashadi. Kompleks ionning fazoviy shakli tetraedrsimon bo'ladi.

$[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ kompleks ioninig hosil bo'lishida Cr^{3+} ning ikkita bo'sh 3d, 4s va 4p orbitallari o'zaro gibridlanib, 6 ta d^2sp^3 gibrid orbitallarni hosil qiladi va suvdagi kislorodning elektron juftlari shu orbitallarga joylashadi. Kompleks ionning fazoviy shakli oktaedrik tuzilishga ega bo'ladi.

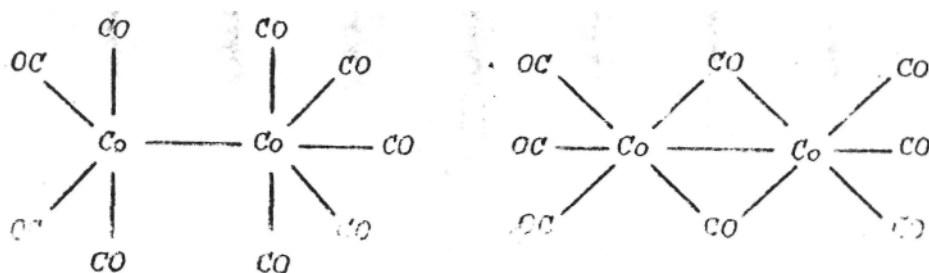
24-misol. $Ni(CO)_4$, $Fe(CO)_5$, $Cr(CO)_6$ kompleks birikmalarda kompleks hosil qiluvchining valent elektron qavatidagi elektronlar sonini ko'rsating.

Yechish. $Ni(CO)_4$ kompleks birikmada nikel atomini tashqi 3d-elektron qavatida 8 elektron, 4s-elektron qavatida 2 elektron, hammasi bo'lib 10 elektron bor. Bitta CO molekulasida hamma metall karbonillarda 2 elektronni bog' hosil qilish uchun sarflandi. Demak, 4CO molekula 8 elektronni metallga beradi. Shunday qilib, $Ni(CO)_4$ birikmada kompleks hosil qiluvchining valent qavatida $10+8=18$ elektron bo'ladi. Temir karbonilning formulasi $Fe(CO)_5$, xrom karbonilning formulasi $Cr(CO)_6$ bo'lishini ham qoida oson tushuntiradi. Temirning tashqi 3d va 4s -elektron qavatlarida hammasi bo'lib 8 ta elektron bor, shuning uchun, u faqat beshta CO molekulasini biriktirishi kerak. Natijada kompleksning valent elektron qavatlarida 18 elektron bo'ladi. Xromning tashqi 3d- va 4s-elektron qavatlarida 6 ta elektron bor va u oltita CO molekulani biriktirib elektronlar sonini 18 taga yetkazadi.

25-misol. $Co_2(CO)_8$ kompleks birikmani struktur izomeriyasini ko'rsating.

Yechish. Ma'lumki metall karbonillarining ko'p yadroli komplekslarida uglerod(II) oksidi ko'prik vazifasini bajarishiga yoki bajarmasligiga qarab struktur

izomerlarga bo'linadi. Bundan izomeriyaga $\text{Co}_2(\text{CO})_8$ kompleks birikmaga ham tegishlidir. Shuning uchun $\text{Co}_2(\text{CO})_8$ kompleks birikma quyidagi struktur izomerlarni hosil qiladi.

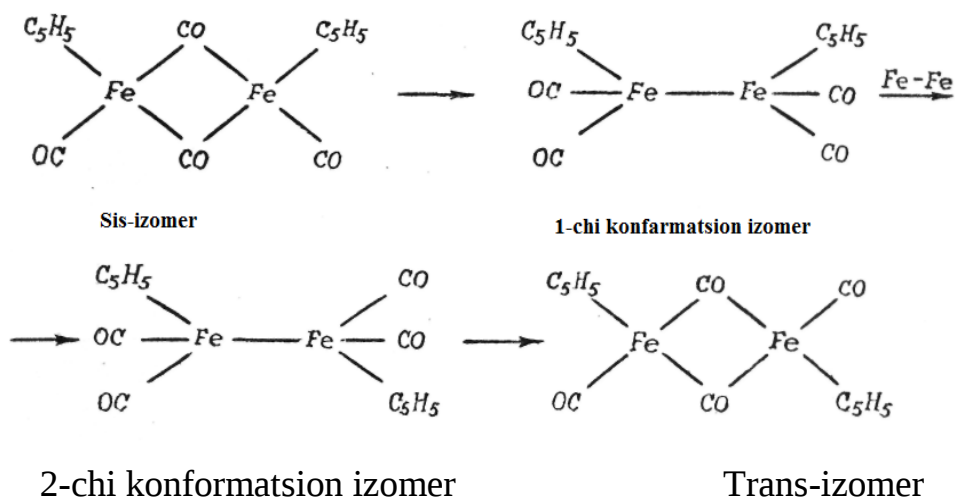


CO ko'prik vazifasini
bajarmaydi

CO ko'prik vazifasini
bajaradi

26-misol. $\text{Fe}_2(\text{CO})_4(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ kompleks birikma hosil qiladigan konformatsion izomerlarni ko'rsating.

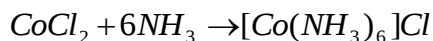
Yechish. Ma'lumki kompleks birikmalarda konformatsion izomerlar metall-ligand bog' atrofida ligandning burilishi natijasida paydo bo'ladi, chunki boshqa metall bilan bog'langan ligandlar burilishga xalaqit berib har xil energiyaga ega konformatsiyalarni hosil qilishi mumkin. Odatda har xil konformatsiyalarning energiyalari bir-biridan kam farq qiladi, shuning uchun sof holda konformatsion izomerlarni bir-biridan ajratib olish qiyin bo'ladi. Geometrik izomerlar bir-biriga o'tish paytida bir nechta konformatsion izomerlarga aylanadi. Bu hususiyatlarni $\text{Fe}_2(\text{CO})_4(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ kompleks birikmada ko'radigan bo'lsak, ikki yadroli tsis- $\text{Fe}_2(\text{CO})_4(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ kompleks trans-kompleksga o'tish uchun ikkita konformatsiyaga aylanadi:



II.4. Kompleks birikmalardan masalalar yechish

1-masala. 46,4 gr. Geksaaminkobalt (II)- xloridni sintez qilish uchun necha gramm tuz va necha litr (n,sh.) ammiak gazi kerak.

Yechish.



$$120\text{gr} \quad 6 \cdot 22,4 \text{ l} \quad 232\text{gr}$$

$$y=26\text{gr} \quad x=26,88 \text{ l} \quad 46,4\text{gr}$$

2-masala. Kompleks tuz tarkibida 12,64 % Na, 15,4 % N, 10,7 % K, 16,2 % Co, 1,1 % H va 43,96 % kislorod borligi ma'lum bo'lsa, kompleks tuzni formulasini toping va uni nomlang.

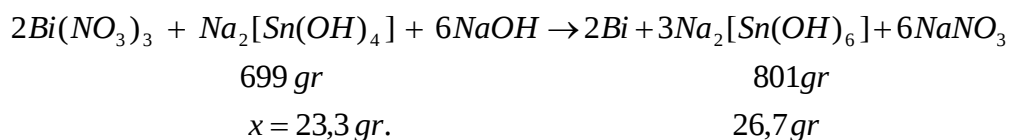
Yechish.

Na	N	K	Co	H	O
12,64	15,4	10,7	16,2	1,1	43,96
<u>23</u>	<u>14</u>	<u>39</u>	<u>59</u>	<u>1</u>	<u>16</u>
0,55	1,1	0,27	0,27	1,2	2,7
<u>0,27</u>	<u>0,27</u>	<u>0,27</u>	<u>0,27</u>	<u>0,27</u>	<u>0,27</u>
2	4	1	1	4	10

Demak, kompleks birikmani formulasi quyidagicha: $\text{Na}_2\text{K}[\text{Co}(\text{NO}_2)_4(\text{H}_2\text{O})_2]$ - dinatriy kaliy tetranitrodiakvakobalt (III).

3-masala. Vismut (III)-nitrat ishqoriy sharoitda natriy tetragidroksoqalay (II) bilan reaksiyaga kirishadi. 26,7 gr natriy tetragidroksoqalay (IV) ni olish uchun necha gram natriy tetragidroksoqalay (II) tuzidan olish kerak.

Yechish.



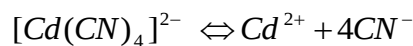
4-masala. Kadmiy tuzlari eritmasiga ishqor qo'shilsa kadmiy gidroksid $\text{Cd}(\text{OH})_2$, vodorod sulfid qo'shilsa CdS cho'kmaga tushadi. Tarkibida 0,1 mol/l KCN bo'lgan 0,05 M $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ eritmasiga ishqor qo'shilganda cho'kma hosil bo'lmasdan, vodorod sulfid qo'shilganida kadmiy sulfidning cho'kmaga tushishi sababini ko'rsating. $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$ beqarorlik konstantasi qiymati $7,8 \cdot 10^{-18}$

Yechish. $Cd(OH)_2$ va CdS cho'kmalarning hosil bo'lish shartlari :

$$[Cd^{2+}][OH^-]^2 > EK \text{ } Cd(OH)_2 = 4,5 \cdot 10^{-15}$$

$$[Cd^{2+}][S^{2-}] > EK (CdS) = 8 \cdot 10^{-27}$$

Berilgan sharoitda kompleks birikma eritmasidagi kadmiy ionlari konsentratsiyasini hisoblaymiz:



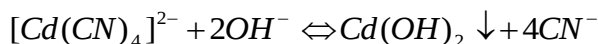
$$K_{beq.} = \frac{[Cd^{2+}][CN^-]^4}{[Cd(CN)]} = 7,8 \cdot 10^{-18}$$

$$[Cd^{2+}] = \frac{K_{beq.} \cdot [Cd(CN)_4]^{2-}}{[CN^-]^4} = \frac{7,8 \cdot 10^{-18} \cdot 0,05}{(0,1)^4} = 3,9 \cdot 10^{-15} \text{ mol/l}$$

Kadmiy gidroksid cho'kmasi hosil bo'lishi uchun zarur bo'lgan OH^- ionlari konsentratsiyasini hisoblaymiz:

$$[OH^-] > \sqrt{\frac{EK(Cd(OH)_2)}{[Cd^{2+}]}} = \frac{4,5 \cdot 10^{-15}}{3,9 \cdot 10^{-15}} = 1 \text{ mol/l}$$

Demak, eritmada OH^- ionlarining konsentratsiyasi 1 mol/l dan kam bo'lsa, cho'kma hosil bo'lmaydi. Quyidagi reaksiyada muvozanat kompleks ion hosil bo'lish tarafiga siljigan bo'ladi.

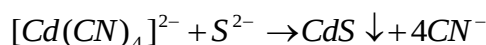


Kadmiy sulfid cho'kmasi hosil bo'lishi uchun zarur bo'lgan sulfid ionlari konsentratsiyasini hisoblaymiz.

$$[S^{2-}] = \frac{EK(CdS)}{[Cd^{2+}]} = \frac{8,0 \cdot 10^{-27}}{3,9 \cdot 10^{-15}} \approx 2 \cdot 10^{-12} \text{ mol/l}$$

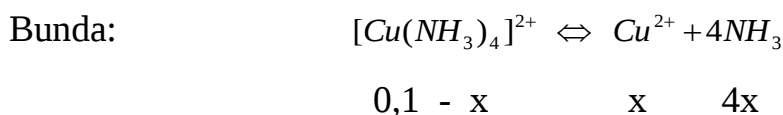
$2 \cdot 10^{-12}$ – juda kichkina son

Demak, eritmada ozgina sulfid ionlarining bo'lishi cho'kma hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Quyidagi reaksiyada cho'kma hosil bo'lish tarafiga siljigan bo'ladi.



5-masala. $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ ning 0,1 M eritmasi berilgan. Shu eritmada misni $Cu(OH)_2$ holida cho'ktirish mumkinmi? ($K_{be} = 2,1 \cdot 10^{-13}$).

Yechish. $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ionning dissotsilanishidan hosil bo'lgan mis ionining konsentratsiyasini mol/l hisobida x bilan ishoralaymiz.



NH_3 ning konsentrasiyasi $4x$ bo'ladi,

$$K_{be} = \frac{[Cu^{2+}] \cdot [NH_3]^4}{[Cu(NH_3)_4]^{2+}} = \frac{x(4x)^4}{0,1 - x} = 2,1 \cdot 10^{-13}$$

Dissotsilanish kuchsiz bo'lganligidan $0,1-x$ o'rniga $0,1$ ning o'zini olamiz.

U holda

$$\frac{x(4x)^4}{0,1} = 2,1 \cdot 10^{-13} \quad \text{yoki} \quad x^5 = 8,2 \cdot 10^{-17}$$

$$x = \sqrt[5]{8,2 \cdot 10^{-17}} = \sqrt[5]{8200 \cdot 10^{-20}} \quad x = 6,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

Eritmaga OH^- lar konsentrasiyasi $0,1$ mol/l ga yetguncha NaOH qo'shaylik.

Eritmadagi Cu^{2+} va OH^- ionlar konsentrasiyalarining ko'paytmasi:

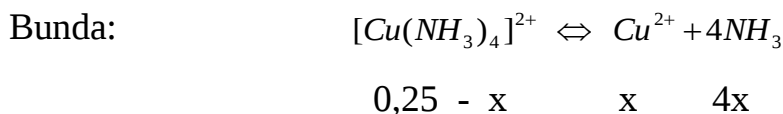
$$[Cu^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = 6,1 \cdot 10^{-4} \cdot (10^{-1})^2 = 6,1 \cdot 10^{-6}$$

Bu qiymat jadvaldan olingan $EK_{Cu(OH)_2} = 5,0 \cdot 10^{-19}$ qiymat bilan taqoslanadi.

Topilgan ko'paytma $EK_{Cu(OH)_2}$ dan ancha katta. Demak, cho'kma hosil bo'ladi.

6-masala. $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ ning $0,25$ M eritmasi berilgan. Shu eritmadan misni $Cu(OH)_2$ holida cho'ktirish mumkinmi? ($K_{be} = 2,1 \cdot 10^{-13}$).

Yechish. $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ionning dissotsilanishidan hosil bo'lgan mis ionining konsentrasiyasini mol/l hisobida x bilan ishoralaymiz.



NH_3 ning konsentrasiyasi $4x$ bo'ladi,

$$K_{be} = \frac{[Cu^{2+}] \cdot [NH_3]^4}{[Cu(NH_3)_4]^{2+}} = \frac{x(4x)^4}{0,25 - x} = 2,1 \cdot 10^{-13}$$

Dissotsilanish kuchsiz bo'lganligidan $0,25-x$ o'rniga $0,25$ ning o'zini olamiz. U holda quyidagicha bo'ladi.

$$\frac{x(4x)^4}{0,25} = 2,1 \cdot 10^{-13} \quad \text{yoki} \quad x^5 = 2,051 \cdot 10^{-16}$$

$$x = \sqrt[5]{2,051 \cdot 10^{-16}} ; \quad x = 7,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

Eritmaga OH^- lar konsentratsiyasi 0,25 mol/l ga yetguncha NaOH qo'shaylik.
Eritmadagi Cu^{2+} va OH^- ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi:

$$[Cu^{+2}] \cdot [OH^{-}]^2 = 7,3 \cdot 10^{-4} \cdot (2,5 \cdot 10^{-1})^2 = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

Bu qiymat jadvaldan olingan $EK_{Cu(OH)_2} = 5,0 \cdot 10^{-19}$ qiymat bilan taqoslanadi. Topilgan ko'paytma $EK_{Cu(OH)_2}$ dan ancha katta. Demak, bu eritmada ham cho'kma hosil bo'ladi.

7-masala. $[Zn(NH_3)_4]Cl_2$ ning 0,1 M eritmasi berilgan. Shu eritmadan $Zn(OH)_2$ holida cho'ktirish mumkinmi? ($K_{hs} = 3,46 \cdot 10^{-10}$).

Yechish. $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ ionning dissotsilanishidan hosil bo'lgan rux ionining konsentratsiyasini mol/l hisobida x bilan ishoralaymiz.

Bunda:

$$[Zn(NH_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons Zn^{2+} + 4NH_3$$

0,1 - x x 4x

NH_3 ning konsentratsiyasi 4x bo'ladi,

$$K_{be} = \frac{[Zn^{2+}] \cdot [NH_3]^4}{[Zn(NH_3)_4]^{2+}} = \frac{x(4x)^4}{0,1-x} = 3,46 \cdot 10^{-10}$$

Dissotsilanish kuchsiz bo'lganligidan $0,1-x$ o'rniga $0,1$ ning o'zini olamiz. U holda tenglamani yechimi quyidagicha:

$$\frac{x(4x)^4}{0,1} = 3,46 \cdot 10^{-10} \quad \mathbf{yoki} \quad x^5 = 1,35 \cdot 10^{-13}$$

$$x = \sqrt[5]{1,35 \cdot 10^{-13}} ; \quad x = 2,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

Eritmada OH^- lar konsentrasiyasi 0,1 mol/l ga yetguncha NaOH qo'shaylik.
Eritmadagi Zn^{2+} va OH^- ionlar konsentrasiyalarining ko'paytmasi:

$$[Zn^{+2}] \cdot [OH^{-}]^2 = 2,67 \cdot 10^{-3} \cdot (10^{-1})^2 = 2,67 \cdot 10^{-5}$$

Bu qiymat jadvaldan olingan $EK_{Zn(OH)_2} = 2,3 \cdot 10^{-17}$ qiymat bilan taqoslanadi. Topilgan ko'paytma $EK_{Zn(OH)_2}$ dan ancha katta. Demak, cho'kma hosil bo'ladi.

8-masala. $K_2[Ni(CN)_4]$ ning 0,1 M eritmasida Ni^{2+} ionlari kontsentratsiyasini hisoblang.

$$K_{he} [Ni(CN)_4]^{2-} = 3 \cdot 10^{-26}$$

Yechish. $[Ni(CN)_4]^{2-}$ ionning dissotsilanishidan hosil bo'lgan nikel ionining konsentrasiyasini mol/l hisobida x bilan ishoralaymiz.

Bunda: $[Ni(CN)_4]^{2-} \rightleftharpoons Ni^{2+} + 4CN^-$

0,1 - x x 4x

CN^- ning konsentrasiyasi 4x bo'ladi,

$$K_{be} = \frac{[Ni^{2+}] \cdot [CN^-]^4}{[Ni(CN)_4]^{2+}} = \frac{x(4x)^4}{0,1-x} = 3 \cdot 10^{-26}$$

Dissotsilanish kuchsiz bo'lganligidan 0,1-x o'rniga 0,1 ning o'zini olamiz.
U holda

$$\frac{x(4x)^4}{0,1} = 3 \cdot 10^{-26} \quad \textbf{yoki} \quad x^5 = 1,172 \cdot 10^{-29}$$

$$x = \sqrt[5]{1,172 \cdot 10^{-29}}; \quad x = 1,635 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l}$$

9-masala. $[Ni(NH_3)_4]Cl_2$ ning 0,1 M eritmasi berilgan. Shu eritmadan $Ni(OH)_2$ holida cho'ktirish mumkinmi? ($K_{be} = 1,12 \cdot 10^{-8}$).

Yechish. $[Ni(NH_3)_4]^{2+}$ ionning dissotsilanishidan hosil bo'lgan nikel ionining konsentrasiyasini mol/l hisobida x bilan ishoralaymiz.

Bunda: $[Ni(NH_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons Ni^{2+} + 4NH_3$

0,1 - x x 4x

NH_3 ning konsentrasiyasi 4x bo'ladi,

$$K_{be} = \frac{[Ni^{2+}] \cdot [NH_3]^4}{[Ni(NH_3)_4]^{2+}} = \frac{x(4x)^4}{0,1-x} = 1,12 \cdot 10^{-8}$$

Dissotsilanish kuchsiz bo'lganligidan 0,1-x o'rniga 0,1 ning o'zini olamiz.
U holda

$$\frac{x(4x)^4}{0,1} = 1,12 \cdot 10^{-8} \quad \textbf{yoki} \quad x^5 = 4,375 \cdot 10^{-12}$$

$$x = \sqrt[5]{4,375 \cdot 10^{-12}}; \quad x = 5,35 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

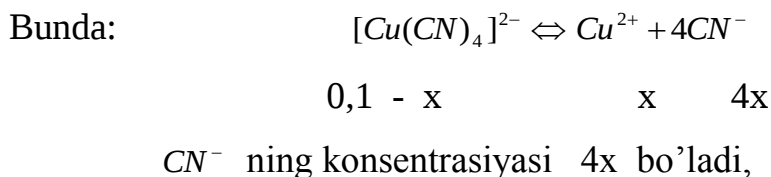
Eritmaga OH^- lar konsentrasiyasi 0,1 mol/l ga yetguncha NaOH qo'shaylik.
Eritmadagi Ni^{2+} va OH^- ionlar konsentrasiyalarining ko'paytmasi:

$$[Ni^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = 5,35 \cdot 10^{-3} \cdot (10^{-1})^2 = 5,35 \cdot 10^{-5}$$

Bu qiymat jadvaldan olingan $EK_{Ni(OH)_2} = 2,0 \cdot 10^{-15}$ qiymat bilan taqqoslanadi. Topilgan ko'paytma $EK_{Ni(OH)_2}$ dan ancha katta. Demak, cho'kma hosil bo'ladi.

10-masala. $K_2[Cu(CN)_4]$ ning 0,1 M eritmasidagi kompleks hosil qiluvchi ionning va ligandning konsentrsiyalarini hisoblang. $K_{beq.}[Cu(CN)_4]^{2-} = 5 \cdot 10^{-26}$

Yechish. $[Cu(CN)_4]^{2-}$ ionning dissotsilanishidan hosil bo'lgan Cu^{2+} va CN^- ionlari konsentrsiyasini mol/l hisobida x bilan ishoralaymiz.



$$K_{beq.} = \frac{[Cu^{2+}] \cdot [CN^-]^4}{[Cu(CN)_4]^{2-}} = 5 \cdot 10^{-28}$$

$$Cu^{2+} = \frac{[Cu(CN)_4]^{2-} \cdot K_{beq.}}{[CN^-]^4} = \frac{0,1 \cdot 5 \cdot 10^{-28}}{[0,1]^4} = 5 \cdot 10^{-25} \text{ mol/l}$$

$$[Cu(CN)_4]^{2-} \Leftrightarrow Cu^{2+} + 4CN^-$$

$$1 \qquad 4$$

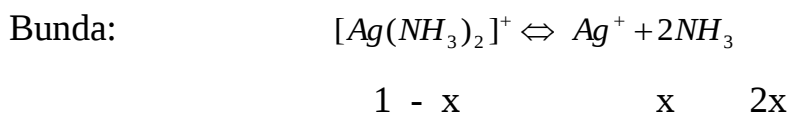
$$5 \cdot 10^{-25} \qquad x = 2 \cdot 10^{-24}$$

Demak, Cu^{2+} konsentrsiyasi $5 \cdot 10^{-25} \text{ mol/l}$ ga, CN^- konsentrsiyasi esa $2 \cdot 10^{-24} \text{ mol/l}$ ga teng ekan.

11-masala. 1. $[Ag(NH_3)_2]^+$, 2. $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ kompleks ionlarning 1 M eritmasidagi kompleks hosil qiluvchi kumush ionining va ligandning konsentrsiyalarini hisoblang.

$$K_{beq.}[Ag(NH_3)_2]^+ = 9,31 \cdot 10^{-8}, K_{beq.}[Cu(NH_3)_4]^{2+} = 2,14 \cdot 10^{-13}$$

Yechish. 1. $[Ag(NH_3)_2]^+$ ionning dissotsilanishidan hosil bo'lgan kumush ionining va ligand NH_3 ning konsentrsiyasini mol/l hisobida x bilan ishoralaymiz.

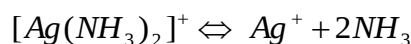


NH_3 ning konsentrasiyasi $2x$ bo'ladi,

$$K_{be} = \frac{[Ag^+][NH_3]^2}{[Ag(NH_3)_2]^+} = \frac{x(2x)^2}{1-x} = 9,31 \cdot 10^{-8}$$

Dissotsilanish kuchsiz bo'lganligidan $1-x$ o'rniga 1 ning o'zini olamiz. U holda

$$\frac{x(2x)^2}{1} = 9,31 \cdot 10^{-8} \quad x = \sqrt[3]{2,3 \cdot 10^{-8}} \quad x = 2,855 \cdot 10^{-3}$$



1 2

$$2,855 \cdot 10^{-3} \quad x = 5,7 \cdot 10^{-3}$$

Demak, Ag^+ konsentrasiyasi $x = 2,855 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ ga, NH_3 konsentrasiyasi esa $x = 5,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ ga teng ekan.

2. $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ionning dissotsilanishidan hosil bo'lgan Cu^{2+} ioni va NH_3 konsentrasiyasini mol/l hisobida x bilan ishoralaymiz.



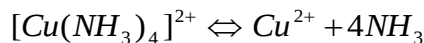
1 - x x 4x

NH_3 ning konsentrasiyasi $4x$ bo'ladi,

$$K_{beq} = \frac{[Cu^{2+}][NH_3]^4}{[Cu(NH_3)_4]^{2+}} = \frac{x \cdot (4x)^4}{1-x} = 2,14 \cdot 10^{-13}$$

Dissotsilanish kuchsiz bo'lganligidan $1-x$ o'rniga 1 ning o'zini olamiz. U holda

$$\frac{x(4x)^4}{1} = 2,14 \cdot 10^{-13} \quad x = \sqrt[5]{8,36 \cdot 10^{-16}} ; \quad x = 9,65 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$



1 4

$$9,65 \cdot 10^{-4} \quad x = 38,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

Demak, Cu^{2+} konsentrasiyasi $9,65 \cdot 10^{-4}$, NH_3 konsentrasiyasi esa $38,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$ teng ekan.

12-masala. Quyidagi 1. $[Cd(CN)_4]^{2-}$, 2. $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$ kompleks ionlarning beqarorlik konstantalari tegishli ravishda $1,4 \cdot 10^{-17}$ va $2,5 \cdot 10^{-14}$ ga teng. Bu kompleks ionlarning 0,1 M eritmasidagi kadmiy va kumush ionlarining konsentratsiyalarini aniqlang.

Yechish. 1. $[Cd(CN)_4]^{2-}$ ionning dissotsilanishidan hosil bo'lgan Cd^{2+} ionining va ligand CN^- ning konsentratsiyasini mol/l hisobida x bilan ishoralaymiz.

Bunda: $[Cd(CN)_4]^{2-} \Leftrightarrow Cd^{2+} + 4CN^-$

0,1 - x x 4x

CN^- ning konsentratsiyasi 4x bo'ladi,

$$K_{beq} = \frac{[Cd^{2+}] \cdot [CN^-]^4}{[Cd(CN)_4]^{2-}} = \frac{x(4x)^4}{0,1 - x} = 1,4 \cdot 10^{-17}$$

Dissotsilanish kuchsiz bo'lganligidan 0,1-x o'rniga 0,1 ning o'zini olamiz.

U holda

$$\frac{x(4x)^4}{0,1} = 1,4 \cdot 10^{-17} \quad x = \sqrt[5]{5,47 \cdot 10^{-21}} \quad x = 8,863 \cdot 10^{-5}$$

$[Cd(CN)_4]^{2-} \Leftrightarrow Cd^{2+} + 4CN^-$

1 4

$8,863 \cdot 10^{-5}$ $x = 3,55 \cdot 10^{-4}$

Demak, Cd^{2+} konsentratsiyasi $x = 8,863 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$ ga, CN^-

konsentratsiyasi esa $x = 3,55 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$ ga teng ekan.

2. $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$ ionning dissotsilanishidan hosil bo'lgan Ag^+ va $S_2O_3^{2-}$ ionlari konsentratsiyasini mol/l hisobida x bilan ishoralaymiz.

Bunda: $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-} \Leftrightarrow Ag^+ + 2S_2O_3^{2-}$

0,1 - x x 2x

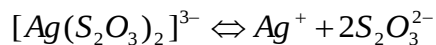
$S_2O_3^{2-}$ ning konsentratsiyasi 2x bo'ladi,

$$K_{beq} = \frac{[Ag^+] \cdot [S_2O_3^{2-}]^2}{[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}} = \frac{x \cdot (2x)^2}{0,1 - x} = 2,5 \cdot 10^{-14}$$

Dissotsilanish kuchsiz bo'lganligidan 0,1-x o'rniga 0,1 ning o'zini olamiz.

U holda

$$\frac{x(2x)^2}{0,1} = 2,5 \cdot 10^{-14} \quad x = \sqrt[3]{6,25 \cdot 10^{-16}}; \quad x = 1,842 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$



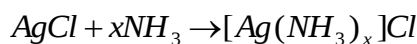
1 2

$$1,842 \cdot 10^{-5} \quad x = 3,68 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

Demak, Ag^+ konsentrasiyasi $1,842 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$, $S_2O_3^{2-}$ konsentrasiyasi esa $3,68 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$ ga teng ekan.

13-masala. 7,17 gr. kumush xloridni eritish uchun 8,5 % li ammiak eritmasidan 20 gr. sarflandi. Hosil bo'lgan kompleks birikmaning tarkibini aniqlang.

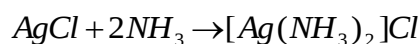
Yechish.



$$20 \cdot 0,08 = 1,7 \text{ g } NH_3 \text{ yoki } 0,1 \text{ mol}$$

$$7,17 \text{ g } AgCl \text{ yoki } n = \frac{7,17}{143,5} = 0,05 \text{ mol}$$

Demak, $AgCl$ bilan NH_3 orasidagi nisbat 1:2

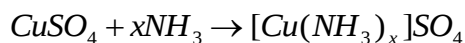


14-masala. Mis sulfatning 150 gr. 1,067 % eritmasini to'la kompleks birikma eritmasiga o'tkazish uchun 0,896 l (n.sh.) ammiak gazi sarf bo'ldi. Hosil bo'lgan eritma tarkibida $[NH_4^+]$ ionlari yo'qligi tekshirib ko'rildi. Hosil bo'lgan eritma qaysi kompleks birikmaning eritmasi ekanligini aniqlang.

Yechish. $CuSO_4 + xNH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_x]SO_4$

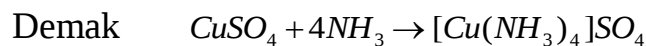
$$m_{CuSO_4} = 150 \cdot 0,01067 = 1,6 \text{ gr.} \quad n_{CuSO_4} = \frac{m}{M_r} = \frac{1,6}{160} = 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{NH_3} = \frac{V}{V_M} = \frac{0,896}{22,4} = 0,04$$



0,01 0,04

1 4



15-masala. Quyidagi kompleks birikmalarda:



xromning oksidlanish darajasi +3 ga teng. Bu birikmalardagi kompleks ionning zaryadini va kompleks hosil qiluvchining koordinatsion sonini aniqlang.

Yechish.

1. $[Cr(H_2O)_3(NH_3)_3]Br_3$ kompleks birikmada kompleks ionning zaryadi +3, koordinatsion soni 6 ga teng.

2. $[Cr(NH_3)_5NO_2]J_2$ kompleks birikmada kompleks ionning zaryadi +2, koordinatsion soni 6 ga teng.

3. $[Cr(H_2O)_4(NH_3)_2]PO_4$ kompleks birikmada kompleks ionning zaryadi +3, koordinatsion soni 6 ga teng.

4. $[Cr(NH_3)_5CN]SO_4$ kompleks birikmada kompleks ionning zaryadi +2, koordinatsion soni 6 ga teng.

16-masala. Quyidagi oksidlanish darajasi +2 ga teng bo'lgan palladiy, platina, temir va nikel bilan hosil qilingan kompleks birikmalardagi



kompleks ionlar zaryadining miqdorini va ishorasini aniqlang.

Yechish. 1. $[Pt(NH_3)_3Cl]Cl$ kompleks birikmaning tashqi sferasida 1 ta Cl^- ion bo'lganligi uchun $[Pt(NH_3)_3Cl]$ ionning zaryadi +1 ga teng.

2. $[Pd(NH_3)_3NO_2]Cl$ kompleks birikmaning tashqi sferasida 1 ta Cl^- ion bo'lganligi uchun $[Pd(NH_3)_3NO_2]$ ionning zaryadi +1 ga teng

3. $K_4[Fe(CN)_6]$ kompleks birikmaning tashqi sferasida 4 ta K^+ ion bo'lganligi uchun $[Fe(CN)_6]$ ionning zaryadi -4 ga teng.

4. $[Pd(H_2O)(NH_3)_2Cl]Br$ kompleks birikmaning tashqi sferasida 1 ta Br^- ion bo'lganligi uchun $[Pd(H_2O)(NH_3)_2Cl]$ ionning zaryadi +1 ga teng.

5. $[Fe(NH_3)_3CN]Br$ kompleks birikmaning tashqi sferasida 1 ta Br^- ion bo'lganligi uchun $[Fe(NH_3)_3CN]$ ionning zaryadi +1 ga teng.

6. $[Ni(CN)(H_2O)_3]Cl$ kompleks birikmaning tashqi sferasida 1 ta Cl^- ion bo'lganligi uchun $[Ni(CN)(H_2O)_3]$ ionning zaryadi +1 ga teng.

17-masala. Quyidagi kompleks birikmalarda

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. $K_4[Fe(CN)_6]$ | 5. $[Ni(NH_3)_6]SO_4$ |
| 2. $Zn[Ni(CN)_4]$ | 6. $K[AuCl_4]$ |
| 3. $Cu_2[Fe(CN)_6]$ | 7. $[Cu(NH_3)_4]Cl_2$ |
| 4. $K_2[Cu(CN)_4]$ | 8. $K_3[Fe(CN)_6]$ |

kompleks hosil qiluvchining oksidlanish darajasini va koordinatsion sonini aniqlang.

Yechish. 1. Kompleks birikmadagi kompleks hosil qiluvchi ionning oksidlanish darajasi kompleks ion bilan ligandlar zaryadlari asosida aniqlanadi, masalan $K_4[Fe(CN)_6]$ kompleks birikmadagi ion $[Fe(CN)_6]$ ning zaryadi -4 ga teng, ligand $(CN^-)_6$ lar zaryadlarining yig'indisi esa -6 ga teng. Agar kompleks hosil qiluvchi temir ionining oksidlanish darajasini x bilan belgilasak, kompleks ionning zaryadi, kompleks hosil qiluvchi ionning oksidlanish darajasi bilan ligand zaryadining algebraik yig'indisiga teng bo'lgani uchun: $x + (-6) = -4$ bo'ladi. Bunda

$x = +2$. Demak, kompleks hosil qiluvchi temir ionning oksidlanish darajasi +2 ga (Fe^{2+}) teng ekan.

2. $Zn[Ni(CN)_4]$ kompleks birikmada kompleks hosil qiluvchi rux ionning oksidlanish darajasi +2 ga (Zn^{2+}) teng.

3. $Cu_2[Fe(CN)_6]$ kompleks birikmada kompleks hosil qiluvchi temir ionning oksidlanish darajasi +2 ga (Fe^{2+}) teng.

4. $K_2[Cu(CN)_4]$ kompleks birikmada kompleks hosil qiluvchi mis ionning oksidlanish darajasi +2 ga (Cu^{2+}) teng.

5. $[Ni(NH_3)_6]SO_4$ kompleks birikmada kompleks hosil qiluvchi nikel ionning oksidlanish darajasi +2 ga (Ni^{2+}) teng.

6. $K[AuCl_4]$ kompleks birikmada kompleks hosil qiluvchi oltin ionning oksidlanish darajasi +3 ga (Au^{3+}) teng

7. $[Cu(NH_3)_4]Cl_2$ kompleks birikmada kompleks hosil qiluvchi mis ionning oksidlanish darajasi +2 ga (Cu^{2+}) teng.

8. $K_3[Fe(CN)_6]$ kompleks birikmada kompleks hosil qiluvchi temir ionning oksidlanish darajasi +3 ga (Fe^{3+}) teng

18-masala. Tarkibida



bo'lgan kompleks birikmalarning formulalarini yozing, bu birikmalardagi kompleks ion zaryadining miqdori va ishorasini aniqlang.

Yechish.

1. $KCN \cdot AgCN$ birikmani koordinatsion formulasi $K[Ag(CN)_2]$, kompleks ion zaryadi -1 ga teng.

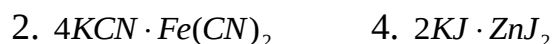
2. $2KCN \cdot Cu(CN)_2$ birikmani koordinatsion formulasi $K_2[Cu(CN)_4]$, kompleks ion zaryadi -2 ga teng.

3. $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ birikmani koordinatsion formulasi $[Fe(H_2O)_6]Cl_3$, kompleks ion zaryadi +3 ga teng.

4. $2KJ \cdot HgJ_2$ birikmani koordinatsion formulasi $K_2[HgJ_4]$, kompleks ion zaryadi – 2 ga teng.

19-masala. Quyidagi kompleks birikmalarning:





koordinatsion formulalarini yozing va bu birikmalar suvdagi eritmalarida qanday ionlarga dissotsiyalanadi.

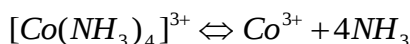
Yechish.

1. $CoBr_3 \cdot 4NH_3$ birikmani koordinatsion formulasi $[Co(NH_3)_4]Br_3$. Kompleks birikmalar suvdagi eritmalarida kompleks ionga va tashqi sferadagi ionga dissotsiyalanadi. Shuning uchun $[Co(NH_3)_4]Br_3$ kompleks birikmani dissotsiyalanishi quyidagicha:

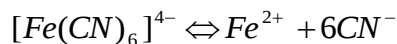
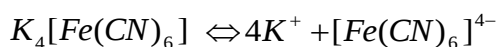


Bu jarayon xuddi kuchli elektrolitlarning dissotsiyalanishi kabi bo'ladi.

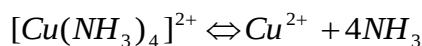
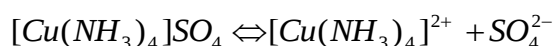
Kompleks ionning o'zi ham eritmada xuddi kuchsiz elektrolitlar kabi o'zining tarkibiy qismlariga dissotsiyalana oladi:



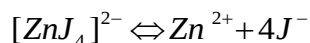
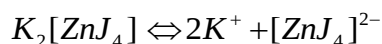
2. $4KCN \cdot Fe(CN)_2$ birikmani koordinatsion formulasi $K_4[Fe(CN)_6]$



3. $CuSO_4 \cdot 4NH_3$ birikmani koordinatsion formulasi $[Cu(NH_3)_4]SO_4$



4. $2KJ \cdot ZnJ_2$ birikmani koordinatsion formulasi $K_2[ZnJ_4]$



20-masala. 1. $[Ni(CN)_4]^{2-}$, 2. $[Hg(CN)_4]^{2-}$, 3. $[Cd(CN)_4]^{2-}$ kompleks ionlarning beqarorlik konstantalari tegishli ravishda $3 \cdot 10^{-16}$; $4,0 \cdot 10^{-41}$; $1,4 \cdot 10^{-17}$ ga teng. Bu ionlardan qaysi biri eng barqaror? Bu ionlardagi kompleks hosil qiluvchining oksidlanish darajasini aniqlang.

Yechish. Ma'lumki kompleksning beqarorlik konstantasi K_{be} katta bo'lsa, kompleks shuncha beqaror bo'ladi. $\frac{1}{K_{be}} = \beta$ -kompleksning barqarorlik konstantasi deyiladi. Shuning uchun yuqoridagi ionlardan eng barqarori $[Hg(CN)_4]^{2-}$, chunki bu ionning beqarorlik konstantasi $4,0 \cdot 10^{-41}$ qiymati eng kichikdir. Bu $[Ni(CN)_4]^{2-}$, $[Hg(CN)_4]^{2-}$, $[Cd(CN)_4]^{2-}$ ionlardagi kompleks hosil qiluvchining oksidlanish darajasi +2 ga teng.

21-masala. Ushbu kompleks ionlarning 1. $[HgJ_4]^{2-}$, 2. $[Zn(CN)_4]^{2-}$, 3. $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, 4. $[Ag(CH_3COO)_2]^-$ beqarorlik konstantalarini matematik ifodalarini yozing. Bu ionlardagi kompleks hosil qiluvchilarning oksidlanish darajasi va koordinatsion sonini aniqlang.

Yechish.

1. $[HgJ_4]^{2-}$ ion uchun $K_{be} = \frac{[Hg^{2+}] \cdot [J^-]^4}{[HgJ_4]^{2-}}$, kompleks hosil qiluvchining oksidlanish darajasi +2, koordinatsion soni esa 4 ga teng.

2. $[Zn(CN)_4]^{2-}$ ion uchun $K_{be} = \frac{[Zn^{2+}] \cdot [CN^-]^4}{[Zn(CN)_4]^{2-}}$, kompleks hosil qiluvchining oksidlanish darajasi +2, koordinatsion soni esa 4 ga teng.

3. $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ion uchun $K_{be} = \frac{[Cu^{2+}] \cdot [NH_3]^4}{[Cu(NH_3)_4]^{2+}}$, kompleks hosil qiluvchining oksidlanish darajasi +2, koordinatsion soni esa 4 ga teng.

4. $[Ag(CH_3COO)_2]^-$ ion uchun $K_{be} = \frac{[Ag^+] \cdot [CH_3COO^-]^2}{[Ag(CH_3COO)_2]^-}$, kompleks hosil qiluvchining oksidlanish darajasi +1, koordinatsion soni esa 2 ga teng.

22-masala. Ushbu kompleks ionlarning $[Ag(CN)_2]^-$, $[Ag(NH_3)_2]^+$ 0,1 M eritmalaridagi beqarorlik konstantalari tegishli ravishda $1,0 \cdot 10^{-21}$; $6,8 \cdot 10^{-8}$ ga teng. Qaysi eritmada Ag^+ ionlari ko'p. Bu ionlarning beqarorlik konstantasining matematik ifodasini yozing.

Yechish. Ma'lumki kompleksning beqarorlik konstantasi K_{be} katta bo'lsa, kompleks shuncha beqaror bo'ladi. $\frac{1}{K_{be}} = \beta$ -kompleksning barqarorlik konstantasi deyiladi. Shuning uchun yuqoridagi ionlardan eng beqarori $[Ag(NH_3)_2]^+$, chunki bu ionning beqarorlik konstantasi $6,8 \cdot 10^{-8}$ qiymatga teng bo'lib, $[Ag(CN)_2]^-$ beqarorlik konstantasidan katta bo'lganligi uchun $[Ag(NH_3)_2]^+$ eritmasida Ag^+ ionlari ko'pdir. Bu ionlarning beqarorlik konstantasining matematik ifodasi quyidagicha:

$$K_{be} = \frac{[Ag^+] \cdot [CN^-]^2}{[Ag(CN)_2]^-} \quad K_{be} = \frac{[Ag^+] \cdot [NH_3]^2}{[Ag(NH_3)_2]^+}$$

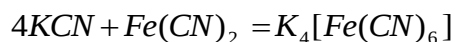
23-masala. Keltirilgan kompleks ionlarning $[Cu(CN)_4]^{2-}$, $[Hg(CN)_4]^{2-}$, $[Cd(CN)_4]^{2-}$ beqarorlik konstantalari tegishli ravishda $5,0 \cdot 10^{-31}$, $4,0 \cdot 10^{-42}$, $1,4 \cdot 10^{-19}$ ga teng. Eritmalar bir xil molyar kontsentratsiyalarga ega bo'lganda qaysi tuz eritmasida CN^- ionlarining kontsentratsiyasi yuqori bo'ladi. Ko'rsatilgan kompleks ionlarning beqarorlik konstantalarining matematik ifodasini yozing.

Yechish. . Ma'lumki kompleksning beqarorlik konstantasi K_{be} katta bo'lsa, kompleks shuncha beqaror bo'ladi. $\frac{1}{K_{be}} = \beta$ -kompleksning barqarorlik konstantasi deyiladi. Shuning uchun yuqoridagi ionlardan eng beqarori $[Cd(CN)_4]^{2-}$, chunki bu ionning beqarorlik konstantasi $1,4 \cdot 10^{-19}$ qiymatga teng bo'lib, $[Cu(CN)_4]^{2-}$, $[Hg(CN)_4]^{2-}$ beqarorlik konstantalaridan katta bo'lganligi uchun $[Cd(CN)_4]^{2-}$ eritmasida CN^- ionlari ko'pdir. Bu ionlarning beqarorlik konstantasining matematik ifodasi quyidagicha:

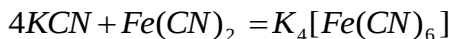
$$K_{be} = \frac{[Cu^{2+}] \cdot [CN^-]^4}{[Cu(CN)_4]^{2-}} \quad K_{be} = \frac{[Cd^{2+}] \cdot [CN^-]^4}{[Cd(CN)_4]^{2-}}$$

24-masala. Kaliy sianid eritmasiga temir (II) – sianid qo'shilganda 1,014 gr. Kompleks tuz hosil bo'lganligi aniqlandi. Reaksiya tenglamasini yozing va reaksiyaga qatnashgan moddalarning massalarini hisoblang.

Yechish. Reaksiya tenglamasini tuzamiz.



Reaksiyada ishtirok etgan moddalarni nazariy jixatdan massalarini hisoblaymiz va hosil bo'lgan moddaning massasi bo'yicha dastlabki moddalardan necha gramdan reaksiyaga qatnashganligini hisoblab topamiz.



$$260 \text{ gr.} \quad 108 \text{ gr.} \quad 368 \text{ gr.}$$

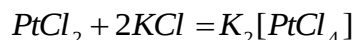
$$x \text{ gr.} \quad y \text{ gr.} \quad 1,014 \text{ gr.}$$

$$x = 0,7 \text{ gr. } KCN, \quad y = 0,297 \text{ gr. } Fe(CN)_2$$

25-masala. $PtCl_2$ eritmasini 150 gr. miqdorini to'la kompleks birikma holatiga o'tkazish uchun KCl ning 10 % li eritmasidan 29,8 gr. sarf bo'ladi. Dastlabki eritmadagi $PtCl_2$ ning foiz konsentratsiyasini hisoblang va dastlabki massadagicha eritma uchun sarf bo'ladigan ammiak gazini hajmini (n.sh.) hisoblang.

Yechish.

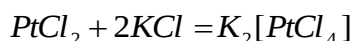
1). Reaksiya tenglamasini tuzamiz.



2). 29,8 gr. eritma tarkibidagi KCl massasini hisoblaymiz.

$$\frac{29,8}{x} = \frac{100\%}{10\%} \quad x = 2,98 \text{ yoki } n = \frac{2,98}{74,5} = 0,04 \text{ mol.}$$

3). KCl miqdori bo'yicha $PtCl_2$ ning massasini hisoblaymiz.



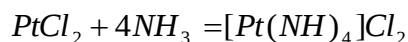
$$266 \text{ gr.} \quad 2 \text{ mol}$$

$$x \text{ gr.} \quad 0,04 \text{ mol} \quad x = 5,32 \text{ gr.}$$

4). Dastlabki tuz eritmasi massasiga nisbatan konsentratsiyani hisoblaymiz.

$$\frac{150}{5,32} = \frac{100\%}{x} \quad x = 3,55\% \quad PtCl_2$$

5). $PtCl_2$ ni ammiak bilan reaksiyasi tuziladi va 5,32 gr. $PtCl_2$ ga sarflanadigan ammiak hajmini hisoblab topiladi.



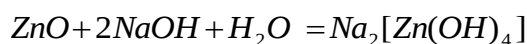
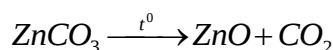
266 gr. 89,6l

5,32 gr. x l x=1,792l. javob. 3,55% $PtCl_2$, 1,792 l NH_3

26-masala. Nomalum massali $ZnCO_3$ qizdirildi. Bu jarayon massa o'zgarmay qolguncha amalga oshirildi. Olingan qattiq qoldiq to'la erishi uchun 200 gr. 20 % NaOH eritmasi sarflandi. Dastlabki $ZnCO_3$ massasi va hosil bo'lgan kompleks tuzning konsentratsiyasini hisoblang.

Yechish.

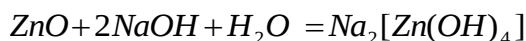
1). Masala shartiga ko'ra reaksiya tenglamasini tuzamiz.



2). Ishqorning massasi hisoblanadi.

$$\frac{200}{x} = \frac{100\%}{10\%} \quad x = 20 \text{ gr. NaOH.}$$

3). Sarflangan ishqor bo'yicha ZnO va u asosida parchalangan $ZnCO_3$ ning massasi hisoblanadi.



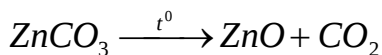
61gr 80gr 179gr

x 20gr y

$$x = 15,25 \text{ gr.} \quad y = 44,75 \text{ gr.}$$

x 15,25

x 15.25 gr



135 gr 61 gr

$$x = 33,75 \text{ gr.}$$

4). Hosil bo'lgan eritma massasi hisoblanadi va $Na_2[Zn(OH)_4]$ ning konsentratsiyasi topiladi.

$$a) 200 + 15,25 = 215,25 \text{ gr. eritma.}$$

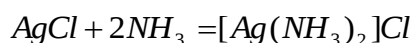
$$b) \frac{215,25}{44,75} = \frac{100\%}{x} \quad x = 20,8\%$$

javob: 33,75 gr $ZnCO_3$ va 20,8% $Na_2[Zn(OH)_4]$

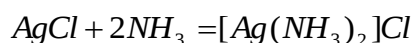
27-masala. Diaminargento xlorid kompleksini olish uchun 67,2 l ammiak sarflandi. Reaksiyaning unumi 80 % ni tashkil etsa, xosil bo'lgan kompleks tuzning massasini hisoblang.

Yechish.

1. Reaksiya tenglamasini tuzamiz.



2. Masala shartidagi ammiakning xajmi bo'yicha nazariy jixatdan ya'ni 100 % unum bilan xosil bo'ladigan tuz massasini hisoblaymiz.



$$44,8 \text{ l} \quad 177,5 \text{ gr.}$$

$$67,2 \text{ l} \quad x \text{ gr.} \quad x = 266,25 \text{ gr.}$$

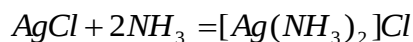
3. Berilgan unum bo'yicha amalda xosil bo'lgan tuz massasi hisoblanadi.

$$\frac{100\%}{80\%} = \frac{266,25}{x} \quad x = 213 \text{ gr.} \quad \text{Javob: } 213 \text{ gr. } [Ag(NH_3)_2]Cl \text{ xosil bo'lgan.}$$

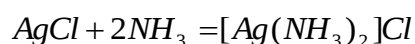
28- masala. $AgCl$ cho'kmasini to'la eritish uchun NH_3 gazidan normal sharoitda 134,4 l sarflandi. Bunda hosil bo'lgan tuzning massasini va eritmaga o'tgan cho'kmaning massasini hisoblang.

Yechish.

1. Reaksiya tenglamasi tuziladi.



2. Berilgan ammiakning xajmi bo'yicha cho'kmaning va hosil bo'lgan tuzning massasi hisoblanadi.



$$143,5 \quad 44,8 \text{ l} \quad 177,5 \text{ gr}$$

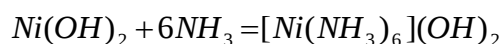
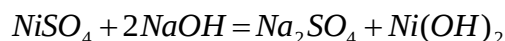
$$x \quad 134,4 \text{ l} \quad y \quad x = 430,5 \text{ gr; } y = 532,5 \text{ gr.}$$

Javob; 430,5 gr. $AgCl$ cho'kmasi erigan va 532,5 gr. kompleks tuz hosil bo'lgan.

29-masala. Nikel (II)-sulfat eritmasi cho'kma tushishi to'xtaguncha $NaOH$ eritmasidan qo'shildi, cho'kma ajratildi va uni eritish uchun 25 % li amiak eritmasidan 34 gr. sarf bo'ldi. Bunda xosil bo'lgan kompleks tuzning va dastlabki $NiSO_4$ ning massasini hisoblang.

Yechish.

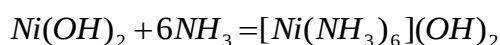
1. Reaksiya tenglamasi tuziladi.



2. Sarflangan amiakning massasi hisoblanadi.

$$\frac{34}{x} = \frac{100\%}{25\%} \quad x = 8,5 \text{ gr. } NH_3$$

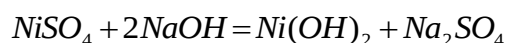
3. Ammiakning massasi bo'yicha kompleks tuzning va $Ni(OH)_2$ ning massasi hisoblanadi.



$$\begin{array}{ccc} 93 \text{ gr.} & 102 \text{ gr.} & 192 \text{ gr.} \\ x & 8,5 & y \end{array}$$

$$x = 7,75 \text{ gr}; y = 16 \text{ gr.}$$

4. $Ni(OH)_2$ bo'yicha $NiSO_4$ ning massasi hisoblab topiladi.



$$\begin{array}{ccc} 155 \text{ gr.} & & 93 \text{ gr} \\ x & & 7,75 \text{ gr.} \end{array}$$

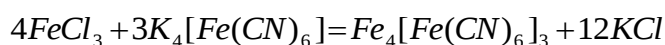
$$x = 12,92 \text{ gr.}$$

Javob: 12,92 gr. $NiSO_4$; 16 gr. $[Ni(NH_3)_6](OH)_2$

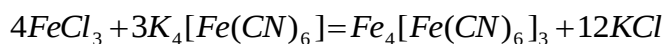
30-masala. Temir +3 ionlarini aniqlash uchun sariq qon tuzi eritmasidan foydalaniladi. Agar 400 ml ($d = 1,25 \text{ gr/ml}$) eritmasini to'la cho'ktirish uchun tarkibida 23 gr. sariq qon tuzi mavjud bo'lgan eritma sarflandi. Dastlabki tuzning konsentratsiyasini va berlin lazurini massasini hisoblang.

Yechish.

1. Reaksiya tenglamasi tuziladi.



2. Reaksiya tenglamasidan 23 gr. sariq qon tuzi bo'yicha berlin lazuri massasi va temir (III)-xlorid massasi hisoblanadi.



$$650 \text{ gr.} \quad 1104 \text{ gr.} \quad 860 \text{ gr.}$$

$$x \quad 23 \text{ gr.} \quad y$$

$$x = 13,54 \text{ gr.} \quad y = 17,92 \text{ gr.}$$

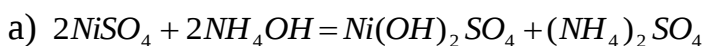
3. Dastlabki eritmani massasi hisoblanib tuzning foizi hisoblanadi.

$$m = v \cdot d = 400 \cdot 1,25 = 500 \text{ gr.} \quad \frac{500}{13,54} = \frac{100}{x} \quad x = 2,708\%$$

$$\text{Javob: } 17,92 \text{ gr. } Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \quad 2,708\% \text{ } FeCl_3$$

31-masala. $NiSO_4$ eritmasiga yashil cho'kma hosil bo'lguncha amiakning 1 N eritmasidan tomchilatildi. Bunda $NiSO_4$ ning asos tuzi hosil bo'ldi. Bu tuz erib ketguncha amiakning 25 % li eritmasidan tomchilatildi. Eritma rangi och ko'kimtir rangga kirdi. Agar dastlabki eritma tarkibida 4 mol $NiSO_4$ bo'lgan bo'lsa xosil bo'lgan kompleks tuzning massasini hisoblang.

1. Masala shartiga kerakli bo'lgan barcha reaksiya tenglamalari tuziladi.



2. $NiSO_4$ molidan foydalanib kompleks tuzning massasi hisoblanadi.

Buning uchun genetik bog'lanish tuziladi.



$$2 \text{ mol} \quad 257 \text{ gr.}$$

$$4 \text{ mol} \quad x \quad x = 514 \text{ gr.}$$

Javob: 514 gr. tuz xosil bo'lgan.

32-masala. $[Cu(H_2O)]SO_4 \cdot H_2O$ suvda eritidi, natijada eritmada kompleks ionlari borligi aniqlandi. Sulfat ionlarini to'la cho'ktirish uchun $BaCl_2$ tuzining 25 % ($d=1,04 \text{ gr./sm}^3$) bo'lgan eritmasidan 200 ml sarflandi. Dastlabki olingan eritmada kompleks tuzning massasini hisoblang.

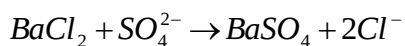
Yechish.

1). $BaCl_2$ eritmasining tarkibidagi tuzning massasi xisoblanadi.

$$m = v \cdot d = 200 \cdot 1,04 = 208 \text{ gr. (eritma)}$$

$$\frac{208}{x} = \frac{100\%}{25\%} \quad x = 52 \text{ gr. } BaCl_2$$

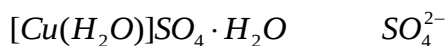
2). $BaCl_2$ ni sulfat ionlari bilan oq rangli cho'kma hosil qiladi va sulfat ionlari massasi hisoblanadi.



$$208 \quad 96$$

$$52 \quad x \text{ gr.} \quad x = 24 \text{ gr.}$$

3). $[Cu(H_2O)]SO_4 \cdot H_2O$ massasi topiladi.



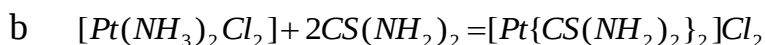
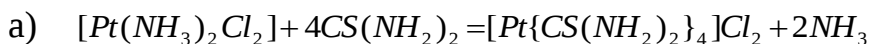
$$250 \text{ gr.} \quad 96 \text{ gr.}$$

$$x \quad 24 \quad x = 62,5 \text{ gr.}$$

33-masala. Reyze tuzining 30 gr. miqdori 15,2 gr. tiomomochevina bilan qoldiqsiz reaksiyaga kirishgan bo'lsa xosil bo'lgan maxsulotning massasini xisoblang.

Yechish.

1). Reyze tuzining tiomomochevina bilan boradigan reaksiya tenglamasini tuzamiz.



Ushbu reaksiyalar Reyze tuzining cis – (a) va trans – (b) holatlari uchun tegishli.

2). Dastlabki moddalardan nisbat olamiz.

$$M_r (Pt(NH_3)_2Cl_2) = 300 \quad n = \frac{30}{300} = 0,1 \text{ mol}$$

$$M_r (CS(NH_2)_2) = 76 \quad n = \frac{15,2}{76} = 0,2 \text{ mol}$$

Demak bundan ko'rinib turibdiki, reaksiya 1: 2 nisbatda amalga oshgan. Bu Reyze tuzining trans – izomeridir.

3). Reaksiya birikish reaksiyasi bo'lganligi uchun dastlabki moddalar qoldiqsiz reaksiyaga kirishganligi uchun dastlabki modda massalarini qo'shsak xosil bo'lgan modda kelib chiqadi.

$$30 + 15,2 = 45,2 \text{ gr.}$$

34-masala. Reyze tuzining izomerlari to'la reaksiyaga kirishish uchun 76 gr. tiomochevina sarflandi. Bunda 159,2 gr. kompleks tuzlar aralashmasi xosil bo'ldi. Dastlabki kompleks tuz izomerlarini massa ulushini xisoblang.

Yechish.

1). Reaksiya tenglamasi yoziladi.



2). Reyze tuzining sis – izomeri: x, trans – izomeri: y, ularga sarflangan tiomochevina 4x va 2y, ulardan hosil bo'lgan moddalarni ikki noma'lumli tenglamadan x va y larni qiymatini xisoblanadi.

1 – usul. Algebraik usul (ayrish).

$$n = \frac{76}{76} = 1 \text{ mol } CS(NH_2)_2$$

$$4x + 2y = 1 / \cdot 226$$

$$570x + 452y = 159,2$$

$$904x + 452 = 226$$

$$334x = 66,8 \quad x = 0,2 \quad y = \frac{1 - 0,2 \cdot 4}{2} = 0,1$$

Demak, dastlabki aralashmada 0,2 mol sis va 0,1 mol trans izomer bo'lgan. Ularni massasi $0,1 + 0,2 = 0,3 \cdot 300 = 90 \text{ gr.}$ 60 gr. sis-izomer va 30 gr. trans-izomer bo'lib, 66,67 % sis va 33,33 % trans izomerlardan iborat.

2-usul. Algebraik usul (qo'shish).

$$4x + 2y = 1 / :2$$

$$570x + 452y = 159,2$$

$$2x + y = 0,5$$

$$570x + 452y = 159,2 \quad y = 0,5 - 2x$$

$$570x + 452(0,5-2x)=159,2$$

$$334x = 66,8 \quad x = 0,2 \quad y = 0,5 - 2 \cdot 0,2 = 0,1$$

Demak, dastlabki aralashmada 0,2 mol sis va 0,1 mol mol trans isomer bo'lgan. Ularni massasi $0,1+0,2=0,3 \cdot 300=90 \text{ gr}$. 60 gr. sis-izomer va 30 gr. trans-izomer bo'lib, 66,67 % sis va 33,33 % trans izomerlardan iborat.

3-usul. Determinant usuli.

$$\begin{cases} 4x + 2y = 1 \\ 570x + 452y = 159,2 \end{cases}$$

$$d = \begin{vmatrix} 4 & 2 \\ 570 & 452 \end{vmatrix} = 4 \cdot 452 - 2 \cdot 570 = 1808 - 1140 = 668$$

$$d_x = \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 159,2 & 452 \end{vmatrix} = 1 \cdot 452 - 2 \cdot 159,2 = 133,6$$

$$x = \frac{d_x}{d_A} = \frac{133,6}{668} = 0,2 \quad \text{sis - izomer}$$

$$d_y = \begin{vmatrix} 4 & 1 \\ 570 & 159,2 \end{vmatrix} = 4 \cdot 159,2 - 570 \cdot 1 = 66,8$$

$$y = \frac{d_y}{d_A} = \frac{66,8}{668} = 0,1 \quad \text{trans - izomer}$$

$$0,1 \cdot 300 = 30 \text{ gr trans-izomer}$$

$$0,2 \cdot 300 = 60 \text{ sis-izomer}$$

$$30+60=90 \text{ umumiy massa}$$

$$C_{\%(\text{trans})} = \frac{30}{90} \cdot 100 = 33,33\%$$

$$C_{\%(\text{sis})} = \frac{60}{90} \cdot 100 = 66,67\%$$

34-masala. $K_4[Fe(CN)_6]$ va $K_3[Fe(CN)_6]$ aralashmasidan 0,3 mol. borligi ma'lum bo'lib undagi temir 15,775 % ni tashkil etsa, aralashmani massasini va undagi har bir tuzning massa ulushini toping.

Yechish.

1-usul. Algebraik usul (ayrish).

Bizga ma'lumki ikkala tuzda ham temir atomlari soni bir xil, shuning uchun 0,3 mol aralashma tarkibida 0,3 mol temir atomi bor. Bundan temirni massasini va undan aralashmani massasini aniqlaymiz.

$$1). 0,3 \cdot 56 = 16,8 \text{ gr. Fe}$$

$$2). \frac{16,8}{x} = \frac{15,775\%}{100\%} \quad x = 106,5 \text{ gr.}$$

Ikki nomalumli tenglama tuzamiz.



$$\begin{array}{cc} x & y \\ 329x & 368y \end{array}$$

$$x + y = 0,3 / \cdot 329$$

$$329x + 368y = 106,5$$

$$329x + 329y = 98,7$$

$$39y = 7,8 \quad y = 0,2 \quad x = 0,3 - 0,2 = 0,1$$

Har bir moddani massasini hisoblaymiz.

$$0,2 \cdot 368 = 73,6 \text{ gr. } K_4[Fe(CN)_6]$$

$$0,1 \cdot 329 = 32,9 \text{ gr. } K_3[Fe(CN)_6]$$

Tuzlarni massa ulushini hisoblaymiz.

$$\frac{106,5}{73,6} = \frac{100\%}{x} \quad x = 69,1\% \quad K_4[Fe(CN)_6], \quad 100 - 69,1 = 30,9\% \quad K_3[Fe(CN)_6]$$

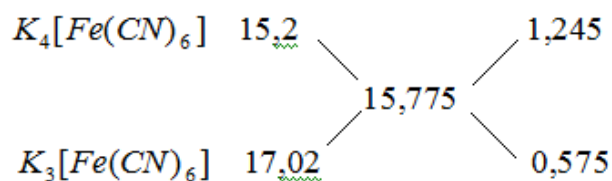
Javob: 106,5 gr. aralashma 69,1 % $K_4[Fe(CN)_6]$ va 30,9 % $K_3[Fe(CN)_6]$.

2-usul. Diagonal usuli.

Har bir kompleksdagi temirning foizi topiladi.

$$1). \frac{368}{56} = \frac{100\%}{x} \quad x = 15,2\% \quad 2). \frac{329}{56} = \frac{100\%}{x} \quad x = 17,02\%$$

Masala shartidagi va topilgan foizlardan foydalanib diagonal usulini qo'llaymiz.



Olingan ayrimlarni mol ko'rinishga o'tkazamiz.

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{1,245}{368} = 0,0034 \text{ mol. } K_4[Fe(CN)_6]$$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{0,575}{329} = 0,00175 \text{ mol } K_3[Fe(CN)_6]$$

Mollar bir-biriga qo'shiladi: $0,0034 + 0,00175 = 0,00515 \text{ mol}$.

Bu natijadan foydalanib 0,3 mol tarkibni hisoblaymiz.

$$0,00515 \text{ ----- } 0,0034 \text{ ----- } 0,00175$$

$$0,3 \text{ ----- } x = 0,2 \text{ ----- } y = 0,1$$

Har bir moddani massasini hisoblaymiz.

$$0,2 \cdot 368 = 73,6 \text{ gr. } K_4[Fe(CN)_6]$$

$$0,1 \cdot 329 = 32,9 \text{ gr. } K_3[Fe(CN)_6]$$

Tuzlarni massa ulushini hisoblaymiz.

$$\frac{106,5}{73,6} = \frac{100\%}{x} \quad x = 69,1\% \quad K_4[Fe(CN)_6], \quad 100 - 69,1 = 30,9\% \quad K_3[Fe(CN)_6]$$

Javob: 106,5 gr. aralshma 69,1 % $K_4[Fe(CN)_6]$ va 30,9 % $K_3[Fe(CN)_6]$.

3-usul. Determinant usuli.

Birinchi usulda keltirilgan ikki noma'lumli tenglamani determinant usulda ishlaymiz.

$$\begin{cases} x + y = 0,3 \\ 329x + 368y = 106,5 \end{cases}$$

$$d_A = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 329 & 368 \end{vmatrix} = 1 \cdot 368 - 1 \cdot 329 = 39$$

$$d_x = \begin{vmatrix} 0,3 & 1 \\ 106,5 & 368 \end{vmatrix} = 0,3 \cdot 368 - 1 \cdot 106,5 = 3,9$$

$$x = \frac{d_A}{d_x} = \frac{3,9}{39} = 0,1 \quad K_3[Fe(CN)_6];$$

$$y = 0,3 - 0,1 = 0,2 \quad K_4[Fe(CN)_6]$$

Har bir moddani massasini hisoblaymiz.

$$0,2 \cdot 368 = 73,6 \text{ gr. } K_4[Fe(CN)_6]$$

$$0,1 \cdot 329 = 32,9 \text{ gr. } K_3[Fe(CN)_6]$$

Tuzlarni massa ulushini hisoblaymiz.

$$\frac{106,5}{73,6} = \frac{100\%}{x} \quad x = 69,1\% \quad K_4[Fe(CN)_6], \quad 100 - 69,1 = 30,9\% \quad K_3[Fe(CN)_6]$$

Javob: 106,5 gr. aralshma 69,1 % $K_4[Fe(CN)_6]$ va 30,9 % $K_3[Fe(CN)_6]$.

III. Ta'lim sohasini rivojlanishida investitsiyani ro'li

O'zbekiston va jahon iqtisodiyotining kelgusi taraqqiyoti, asosan investitsiyalarga bog'liqligini bugungi kunda deyarli har bir mutahasis va xo'jalik yurituvchi sub'ekt anglab yetganligini nazarda tutsak, hozirgi kunda respublikamiz iqtisodiyotiga investitsiyalarni, xorijiy investitsiyalarni kengroq jalb etish ularning mamlakatimizda o'tkazilgan iqtisodiy islohotlarni samarali ijrosini ta'minlashning muhim asosiga aylanganligi bilan bog'liqligini tushunib olish qiyin emas.

Investitsiya to'g'risida so'z ketganda O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Islom Karimovning mamlakatimizni 2013-yilda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlari va 2014-yilga mo'ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan Vazirlar Mahkamasining majlisidagi ma'ruzalarida takidlab o'tilgan quyidagi so'zlari juda muhimdir.

“Biz oddiy bir haqiqatni doimo esda tutishimiz darkor. Ya'ni, sarmoyasiz taraqqiyot yo'q, ishlab chiqarishni va umuman, mamlakatimizni modernizatsiya qilish, texnik va texnologik yangilashni investitsiyalarsiz tasavvur etib bo'lmaydi”. [1,2]

SHuning uchun xorijiy investitsiyalarni jalb etmay, ayniqsa, yetakchi tarmoqlarda chet el investitsiyalari ishtirokini kengaytirmay turib, iqtisodiyotda tarkibiy o'zgarishlarni amalga oshirish va modernizatsiyalash, korxonalarni zamonaviy texnika bilan qayta jihozlash hamda raqobatbardosh mahsulot ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish mumkin emas. Mamlakat iqtisodiyotiga xorijiy investitsiyalarni jalb etilishi uning iqtisodiy imkoniyatlarini kengayishini tezlashtirib, barcha sohalarda ichki imkoniyatlar va rezervlarni ishga solish, yangi texnika va texnologiyani, eksportbop tovarlarni o'zlashtirishga, ularni ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish orqali davlatimiz qudratini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kelajagimiz bo'lgan yosh avlodni bilimli, yuksak salohiyatli qilib tarbiyalashda muhim ahamiyatga ega bo'lgan ta'limni rivojlantirish uchun investitsiyalarni jalb etish kerakligi dolzarbdir.

Ma'lumki, O'zbekiston Respublikasining mustaqillikka erishishi bilan ta'limni rivojlantirish uchun tub islohotlar amalga oshirildi. Mazkur islohotlarning asosiy mohiyati, yosh avlodni har tomonlama rivojlanishi, ularning ma'naviy boy, yuksak salohiyatli, bilim, ko'nikma malakalarga ega bo'lishini nazarda tutadi.

O'quvchilarning bunday yuksak kamoli uzluksiz ta'lim - tarbiya jarayonining tashkil qilishiga, boshqarilishiga bog'liq bo'ladi. Har tomonlama rivojlangan shaxsning tarkib topishi uchun avvalo, ham ma'nan ham jismonan sog'lom bo'lishi, yuksak saviyadagi, sifatli ta'lim-tarbiya olgan bo'lishi kerak. Organik olam doimo taraqqiyotda bo'lar ekan, inson ham doimo izlanishda, tadqiqotda bo'ladi, yangiliklarni ochishga, hayot farovonligini yaxshilashga harakat qiladi. Shunday ekan, hozirgi zamon o'quvchilari ham fan asoslari bo'yicha chuqur bilim olish, fan yangiliklarini egallash, mustaqil fikrlash, ta'lim jarayonining faol ishtirokchisi bo'lishga harakat qiladi. O'quvchilarning qiziqishlarini orttirish, bilim olishga bo'lgan ehtiyojlarini qondirish, ularning bilish faoliyatini faollashtirishda ya'ni talimning samaradorligini oshirish uchun investitsiyalarni jalb qilish amaliy ahamiyatga egadir.

Xulosa

Kompleks birikmalardan misol va masalalar yechish mavzusini o'rganish vaqtida quyidagi xulosalarga kelindi.

1. Kompleks birikmalar kimyosining nazariy asoslari bo'yicha adabiyotlar va intrnet ma'lumotlari to'plandi va taxlil qilindi.
2. Kompleks birikmalar kimyosidan misol va masalalar yechish va ularning ahamiyati, kimyoviy masalalar va ularning yechimini topish yuzasidan tavsiyalar, kimyoviy masalalarni yechishga doir ko'rsatmalari bo'yicha adabiyot va internet ma'lumotlari jamlandi va tahlil qilindi.
3. Kompleks birikmalar kimyosining turli mavzulariga oid misollar tuzildi va yechish usullari ko'rsatildi.
4. Kompleks birikmalar kimyosining turli mavzulariga oid masalalar tuzildi va yechish usullari ko'rsatildi.
5. Kompleks birikmalar kimyosidan algebraik va geometrik qonunlarga asoslangan masalalar tuzildi va ularni yechish usullari ko'rsatildi.
6. Kompleks birikmalardan misol va masalalar yechish mavzusiga investitsiya jalb qilish xaqida ma'lumotlar keltirildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Karimov I.A. "2013-yilda respublikani ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlari va 2014-yilga mo'ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor vazifalari to'g'risida". Xalq so'zi, 2014 yil, 21-yanvar № 14.
2. mt.uz/uz/kutubxona/---/1141-doklad-2014.html O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Islom Karimovning mamlakatimizni 2013 yilda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlari va 2014 yilga mo'ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan Vazirlar Mahkamasining majlisidagi ma'ruzasi.
3. Parpiyev N.A, Rahimov H.R, Muftaxov A.G. Anorganik kimyo nazariy asoslari. Toshkent, "O'zbekiston", 2000. 479 b.
4. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия, Москва, "Высшая школа", 1998. 742 с.
5. Костромина Н.А, Кимок В.Н, Скорик Н.А. Химия координационных соединений, Москва, "Высшая школа", 1990. 431 с.
6. Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия, Москва. Академия, Т.3, 2007. 352с.
7. Yusupov B.G, Toshev M.T, Parpiyev N.A. Koordinatsion birikmalar kimyosi. T. "Universitet". 1996. 297 b.
8. Киселев Ю. М. Химия координационных соединений. М.: Интеграл-Пресс, 2008. 728 с.
9. Fayzullaev O. Analitik kimyo asoslari. Toshkent. A.Qodiriy nashiryoti. 2003, 444b.
10. Костромина Н.А, Кимок В.Н, Скорик Н.А. Химия координационных соединений, Москва, "Высшая школа", 1990. 431 с.
11. Немухин А.В. Многообразие кластеров. Российский химический журнал. 1996. т.40, 48-56 с.
12. Глинка Н. Л. Общая химия. М.: Высшая школа, 2003. 743 с.
13. Губин С.П. Химия кластеров. Москва. Наука, 1987. 426 с.
14. Будруджак П. Задачи по химии. Москва. Мир. 1989. 340 с.

15. Muftaxov A. G. Kimyodan olimpiada masalalari va ularning yechimlari. Toshkent "O'qituvchi" 1993. 308 b.
16. Rahmatullaev N.G', Omonov X.T, Iskandarov O.Y, Mirkomilov Sh.M. Kimyodan olimpiada masalalari. Toshkent "O'qituvchi" 2007.142 b.
17. Tursunova D.J, Tursunova F.J. Kimyodan dasturlashtirilgan masala va mashqlar to'plami. Toshkent. "Bilim". 2004. 256 b.
18. Asqarov I, Qayumova M, Rahimov X. Anorganik va umumiy kimyodan masalalar yechish. Toshkent "O'qituvchi" 1995.
19. Abdulhaeva M.M, Mardonov O'.M -Akademik litsey va kasb hunar kollejlari uchun darslik T. O'zbekiston 2002-yil. 672 b.
20. Шиманович.И.А Химия. Методический указания, программа, решение типовых задач М. Висшая школа, 2003, 128с.
21. www.alleng.ru/edu/chem2.htm
22. reshebniik.narod.ru/himiya.html
23. chemistlab.ru/forum/20-3-1
24. www.ph4s.ru/book_ab_him_zad.html