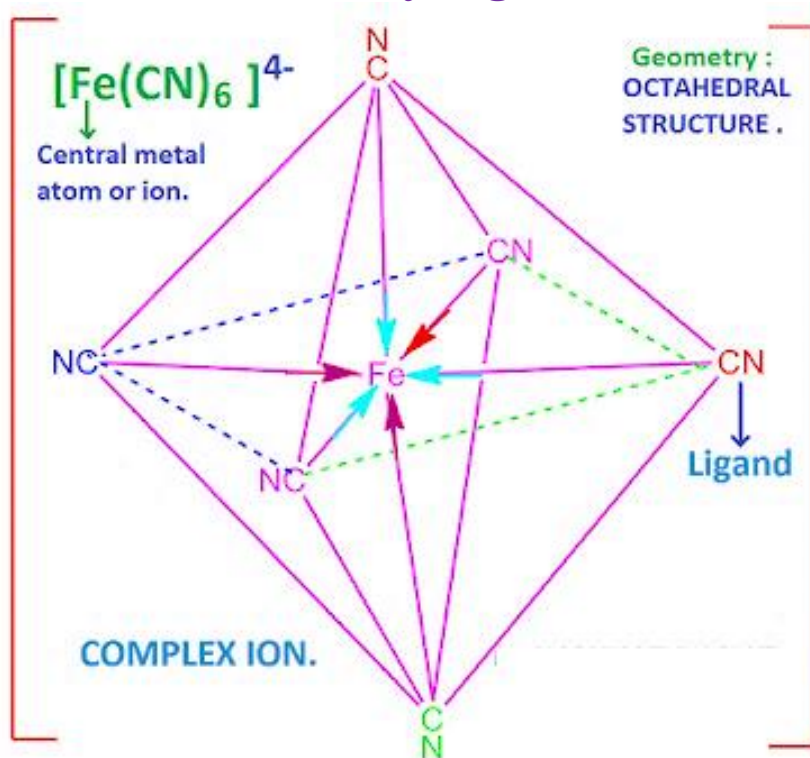


**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
MAKTABGACHA VA MAKTAB TA’LIMI VAZIRLIGI
CHIRCHIQ DAVLAT PEDAGOGIKA UNIVERSITETI**

**O.X.Tursunmuratov, M.M.Jo‘rayev, N.M.Qutlimuratov,
M.S.Xudayberganov**



KOMPLEKS BIRIKMALAR KIMYOSI

fanidan o‘quv qo‘llanma

**Pedagogika oliygohlari “Kimyo” yo‘nalishidagi taxsil oluvchi talabalari
uchun**

CHIRCHIQ – 2026

Mazkur o'quv qo'llanma Chirchiq davlat pedagogika universiteti "Kimyo" kafedrasida rejasiga asosan tayyorlangan bo'lib, pedagogika oliy ta'lim muassasalari "Kimyo" ta'lim yo'nalishi uchun belgilangan namunaviy o'quv reja va namunaviy fan dasturlari asosida tayyorlandi, o'quv qo'llanma o'z ichiga nazariy jihatdan kompleks birikmalar sintezi, fizik va kimyoviy xossalari, ishlatilishi hamda tuzilishlari, shuningdek kompleks birikmalar sintezi va kimyoviy xossalari bo'yicha laboratoriya mashg'ulotlarini o'tkazish bo'yicha izohlarni qamrab olgan.

Har bir bo'lim bo'yicha nazariy qism va laboratoriya ishlarini olib borish bo'yicha izohlar berilgan.

O'quv qo'llanma kompleks birikmalar kimyosi o'qitiladigan boshqa oliy o'quv yurtlarining talabalari, magistrantlari, doktorantlar va shu soha ilmiy xodimlari uchun ham foydadan holi emas.

Tuzuvchilar:

Tursunmuratov O.X. - Chirchiq davlat pedagogika universiteti « Kimyo » kafedrasida PhD., dotsent v.b.

Jo'rayev M.M. - Chirchiq davlat pedagogika universiteti « Kimyo » kafedrasida PhD., dotsent, kafedra mudiri.

Qutlimuratov N.M. - Chirchiq davlat pedagogika universiteti « Kimyo » kafedrasida PhD., dotsent.

Xudayberganov M.S. - Chirchiq davlat pedagogika universiteti « Kimyo » kafedrasida PhD., dotsent v.b.

Taqrizchilar:

M.E.Ziyadullayev - Chirchiq davlat pedagogika universiteti « Kimyo » kafedrasida PhD., dotsent v.b.

B.B.Bobojonov - O'zbekiston Milliy pedagogika universiteti « Kimyo » kafedrasida PhD., dotsent v.b.)

Mazkur o'quv qo'llanma "Kimyo" kafedrasida majlisida (Bayonnoma № 5, 2025 yil 16-dekabr)

Tabiiy fanlar fakulteti ilmiy-uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan (Bayonnoma № 5, 2025 yil 22-dekabr)

Chirchiq davlat pedagogika universiteti Uslubiy kengashining 2025 yil 28-dekabrda 17-sonli majlisi qarori bilan nashrga tavsiya qilingan.

O'quv qo'llanma universitetlarning "Kimyo" ta'lim yo'nalishi bo'yicha tahsil olayotgan bakalavriatura talabalari uchun mo'ljallangan.

	MUNDARIJA	
T/r	Mavzuning nomi	Bet
	Soʻz boshi	
	Kompleks birikmalar kimyosi fanidan maʼruza mashgʻulotlari	
M1	1-mavzu: Kompleks birikmalar kimyosi fani, uning vazifalari	
M2	2-Mavzu: Kompleks birikmalarning sinflanishi, turlari	
M3	3-mavzu: Kompleks birikmalar tasnifi.	
M4	4-mavzu: Kompleks birikmalarda izomeriya hodisasi va uning turlari	
M5	5-mavzu: Kompleks birikmalar uchun kimyoviy jihatdan bogʻlanish tabiati. Valent bogʻlanish nazariyasi (Verner nazariyasi)	
M6	6-mavzu: Kristall maydon nazariyasi, molekulyar orbitallar nazariyasi, kompleks birikmalarda dativ bogʻlanishlar	
M7	7-mavzu: Koordinatsion birikmalar kimyosining muhim qoidalari	
M8	8-mavzu: Kompleks birikmalar va ularni olinish usullari	
M9	9-mavzu: Kompleks birikmalar reaksiyasining kinetikasi.	
M10	10-mavzu: Kompleks birikmalarning asos-kislota nazariyasi.	
M11	11-mavzu: Kompleks birikmalarning eritmalarida boradigan oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari.	
M12	12-mavzu: Kompleks birikmalar va ularning ahamiyati. Kompleks birikmalar qoʻllanilishida analitik va organik kimyodan foydalanish.	
	Kompleks birikmalar kimyosi fanidan laboratoriya ishlari	
L1	I-laboratoriya ishi: Kompleks birikmalar kimyosi laboratoriyasida ishlash qoidalari va laboratoriyada ishlatiladigan asbob-uskunalar bilan tanishish.	
L2	II-laboratoriya ishi: Kompleks birikmalardan akva komplekslar va atsidokomplekslarning olinishi.	
L3	III-laboratoriya ishi: Kompleks birikmalardan akva komplekslar va atsidokomplekslarning xossalari.	
L4	IV-laboratoriya ishi: Nessler reaktivi bilan bajariladigan reaksiyalar.	
L5	V-laboratoriya ishi: Kompleks hosil boʻlish jarayonini pH ga bogʻliqligini tekshirish.	
L6	VI-laboratoriya ishi: Metallarning ammiakatli kompleks birikmalarni olinishi va xossalari	
L7	VII-Laboratoriya ishi: Polikislotalar va ularning tuzlarini olinishi hamda xossalari	
L8	VIII. Laboratoriya ishi: Qoʻsh tuzlarni olinishi, xossalari va ularning dissotsiyanishi	
L9	IX. Laboratoriya ishi: Akva komplekslarda gidrat izomeriyasini hosil qilish. Gidrat izomerlarning elektr oʻtkazuvchanligini oʻlchash orqali kompleks ion tuzilishini aniqlash.	
L10	X. Laboratoriya ishi: Kompleks ion tuzilishini elektr oʻtkazuvchanlik qiymatlari asosida aniqlash. Kompleks birikmalarning dissotsiyanishi va kompleks ionlarning barqarorligini solishtirish.	
L11	XI-Laboratoriya ishi: Kompleks birikmalarda sodir boʻladigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari	

SO'Z BOSHI

Kompleks birikmalar kimyosi ko'p jihatdan tajribalarga asoslangan fandır. Bu fanni o'zlashtirish uchun faqat nazariy bilimlar yetarli bo'lmay, balki amaliy laboratoriya ishlarini olib borish, olingan natijalar asosida xulosalar chiqarish va nazariy bilimlar bilan taqqoslash muhim ahamiyat kasb etadi. Kompleks birikmalar kimyosi bo'yicha amaliy mashg'ulotlarning asosiy vazifasi talabalarni kompleks birikmalar olinishi va fizik kimyoviy xossalarini o'rganish asosida tajribalar o'tkazishga, kompleks birikmalarning olinish usullarini o'rgatib, ularning xossalari ustida izlanishlar olib borishga tayyorlashdan iborat.

Ushbu o'quv qo'llanma kompleks birikmalar kimyosi fanidan laboratoriya mashg'ulotlari, mavzuga oid nazariy ma'lumotlar hamda nazorat savollarini o'z ichiga oladi. Ular talabalarga kompleks birikmalar kimyosidan o'zining bilimini mustaqil ravishda tekshirib ko'rishga hamda tayyorgarlik darajasini aniqlashga yordam beradi. Ushbu o'quv qo'llanma adabiyotlar bilan mustaqil ishlash malakasini oshirish, o'z bilim darajasini o'zi baholash, mustaqil fikrlash, shaxsiy tashabbuskorlikni kuchaytirishga undaydi.

Mazkur o'quv qo'llanma kimyo yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan bo'lib, Chirchiq davlat pedagogika universiteti "Ilmiy va metodologik kimyo" kafedrasida professor-o'qituvchilari tomonidan ishlab chiqildi.

O'quv qo'llanmada laboratoriya ishi mavzusiga doir nazariy ma'lumotlar va tajribalarni bajarishga doir bo'lgan rasmlar va jadvallar berilgan.

Ushbu o'quv qo'llanma Kimyo yo'nalishidagi Maktabgacha va maktab ta'limi vazirligi tomonidan tasdiqlangan o'quv dasturiga asosan yozilgan bo'lib, unda o'quv materialining ketma-ketligi, hajmi, bayon etilishi, nazariy jihatdan chuqurligi va amaliy tomondan talabalar tanlangan mutaxassisliklari doirasida egallashlari lozim bo'lgan kimyoviy bilim va ko'nikmalar hisobga olingan.

1-MAVZU. KOMPLEKS BIRIKMALAR KIMYOSI FANI, KOMPLEKS BIRIKMALAR KIMYOSI FANINING VAZIFALARI

Reja

- 1. Fanga kirish, Kompleks birikmalar fani vazifa va maqsadlari*
- 2. Kompleks birikmalar fani eng muhim tayanch tushunchalari.*
- 3. Kompleks birikmalar bog'lanish tasnifi, donor akseptor bog'lanish.*

Tayanch iboralar: *kompleks birikma, ligand, kovalentlik, markaziy zarra, tashqi sfera, koordinatsion son, elektrovalentlik, ichki sfera, koordinatsion birikma, dentatlik*

Kompleks birikmalar kimyosi fanining maqsadi

Kompleks birikmalar kimyosi fani barcha kimyo mutaxassisleri va o'qituvchilarida kimyo fanining fundamental nazariy asoslarini chuqur hamda izchil shakllantirishga yo'naltirilgan. Mazkur fan doirasida talabalar Davlat ta'lim standartlari va belgilangan malaka talablariga muvofiq bo'lgan zarur bilimlar, kasbiy ko'nikmalar hamda kompetensiyalarni o'zlashtiradi.

Fan mazmunida mamlakatimiz hududida mavjud tabiiy resurslar, ulardan olinadigan kimyoviy mahsulotlar va ularning amaliy qo'llanilishi yoritilib, ta'lim jarayonining ilmiy, tarbiyaviy hamda kasbiy yo'naltiruvchi jihatlari uyg'un holda aks ettiriladi. Shu bilan birga, mazkur fan umumta'lim maktablari, akademik litseylar va kasb-hunar ta'lim muassasalarida o'qitiladigan kimyo fanlari bilan mantiqiy bog'liqlikda bayon qilinib, talabalarni kelgusidagi kasbiy faoliyatga tayyorlashga xizmat qiladi.

Kompleks birikmalar kimyosi fanining vazifalari

Ushbu fan doirasida ta'lim olayotgan talabalar **Kadrlar tayyorlash milliy dasturida** belgilangan talablar asosida zarur bilim, amaliy ko'nikma va kasbiy malakalarni egallashi lozim. Xususan, kompleks birikmalar kimyosi fanining tajribaviy yo'nalishi keng qamrovli bo'lgani sababli, talabalar laboratoriya mashg'ulotlari jarayonida kimyoviy idishlar va reaktivlar bilan to'g'ri ishlash, gaz va elektr energiyasi asosida ishlovchi qizdirish moslamalaridan foydalanish, shuningdek zamonaviy analitik tarozilar yordamida yuqori aniqlikdagi o'lchovlarni amalga oshirishni o'rganadilar.

Bundan tashqari, turli laboratoriya tajribalarini mustaqil rejalashtirish va bajarish, shisha naychalar hamda idishlardan foydalangan holda tajriba qurilmalarini yig'ish, o'quv-uslubiy va ilmiy manbalarni tahliliy o'rganish hamda kimyoviy formulalar va tenglamalar asosida zarur hisob-kitoblarni bajarish ko'nikmalarini shakllantirish mazkur fanning asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi.

Koordinatsion, ya'ni kompleks birikmalar markazida markaziy atom yoki ion joylashadi va u bilan ligandlar deb ataluvchi ionlar yoki molekulalar bog'langan bo'ladi. Kompleks hosil qiluvchi markaziy zarra odatda elektron juftini qabul

qiluvchi sifatida namoyon bo'lsa, ligandlar elektron juftini beruvchi vazifasini bajaradi. Shu jarayonda ular orasida koordinatsion (donor–akseptor) bog‘lanish shakllanadi.

Hosil bo‘lgan komplekslar zaryadiga ko‘ra neytral, musbat zaryadlangan kompleks kationlar yoki manfiy zaryadlangan kompleks anionlar bo‘lishi mumkin. Masalan, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ va $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ shular jumlasidandir. Agar koordinatsion birikma eritma yoki gaz holatida bir xil ligandlar ishtirokida shakllangan bo‘lsa, undagi bog‘lanishlar bir xil xususiyatga ega bo‘ladi. Turli ligandlardan tashkil topgan komplekslarda esa bog‘lanish turlari va mustahkamligi ligandlarning kimyoviy xossalriga bog‘liq ravishda farqlanadi. Masalan, $[\text{W}(\text{CH}_3\text{CN})(\text{O})\text{F}_4]$ kompleksida koordinatsion, oddiy kovalent hamda qo‘sh bog‘lanishlar birgalikda mavjud bo‘ladi.

Koordinatsion birikmalar kimyosi fani murakkab tuzilishga ega bo‘lgan moddalarni o‘rganadi. Uning asosiy diqqat markazida **markaziy zarra (odatda metall ion yoki atomi)** va uning yonida joylashgan **ligand** (addend) lardan iborat ion hamda erkin molekular hisoblanadi. *”Koordinatsion birikma”* iborasi *”Kompleks birikma”* tushunchasiga nisbatan tor doiradagi tushunchadir. Bu tushuncha markaziy ionni aniqlash qiyin hisoblangan kompleks birimlarni va Shuningdek, bu fan tarkibiga tuzilishi murakkab bo‘lgan boshqa modda turlari ham kiradi. Shu bilan birga, markaziy zarra va uning atrofida joylashgan ligandlardan tashkil topgan bunday tizimlar odatda umumiy holda **kompleks birikmalar** nomi bilan yuritiladi.

A.Vernerning koordinatsion nazariyasi. 1893-yilda A. Verner tomonidan kompleks birikmalarning tuzilishini izohlovchi yangi ilmiy ta’limot ishlab chiqildi. Ushbu nazariya uchta asosiy qoidadan iborat bo‘lib, ular quyidagilardan iborat:

- ☑ ayrim kimyoviy elementlar o‘zining asosiy valentligiga qo‘shimcha ravishda yana ikkilamchi (qo‘shimcha) valentlikni ham namoyon etish qobiliyatiga ega bo‘ladi.
- ☑ har bir kimyoviy element o‘ziga xos bo‘lgan asosiy hamda qo‘shimcha valentliklarini maksimal darajada to‘ldirishga intiladi;
- ☑ markaziy atom tomonidan namoyon qilinadigan qo‘shimcha valentlik fazoviy jihatdan aniq yo‘nalish va joylashuvga ega bo‘ladi.

Verner nazariyasiga ko‘ra, birinchi darajali birikmalar elementning asosiy valentligi orqali hosil bo‘ladi, koordinatsion birikmalar esa qo‘shimcha valentlik asosida yuzaga keladi. Misol uchun, PtCl_4 va KCl birikib, $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{KCl}$ kompleksini hosil qilganda, Pt va Cl ionlari o‘zlarining asosiy valentligidan tashqari qo‘shimcha valentlik ko‘rsatadi. Bu yerda to‘liq chiziqlar asosiy valentlikni, uzlukli chiziqlar esa qo‘shimcha valentlikni ifodalaydi. Zamonaviy atama bilan aytganda, asosiy valentlik elementning ayni birikmadagi oksidlanish darajasini bildirsa, qo‘shimcha valentlik uning koordinatsion sonini ko‘rsatadi. $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{KCl}$ misolida platinaning asosiy valentligi 4, qo‘shimcha valentligi esa 6 ga teng bo‘ladi.

Koordinatsion birikmalarda markaziy atom bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'langan ligandlar o'rtasidagi barcha bog'lanishlar soni **markaziy atomning koordinatsion soni** deb ataladi. Bunday birikmalarda barcha bog'lanishlar bir xil kuchga ega bo'ladi.

Markaziy ionning ligand soni odatda **1 dan 12 gacha** bo'lishi mumkin, ammo 8 dan yuqori sonlar kam uchraydi.

Misol sifatida quyidagi moddalarni keltirish mumkin:

- ✓ **Bir valentlik elementlar:** koordinatsion son ko'pincha **2**, masalan, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ yoki $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$.
- ✓ **Ikki valentlik elementlar:** koordinatsion son odatda **4**, ba'zan **3 yoki 6**, masalan, $\text{Na}[\text{PbI}_3]$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$.
- ✓ **Uch va to'rt valentlik elementlar:** koordinatsion son asosan **6**, masalan, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.
- ✓ **Besh valentlik elementlar:** koordinatsion son **7**, masalan, $\text{K}_2[\text{NbF}_7]$.

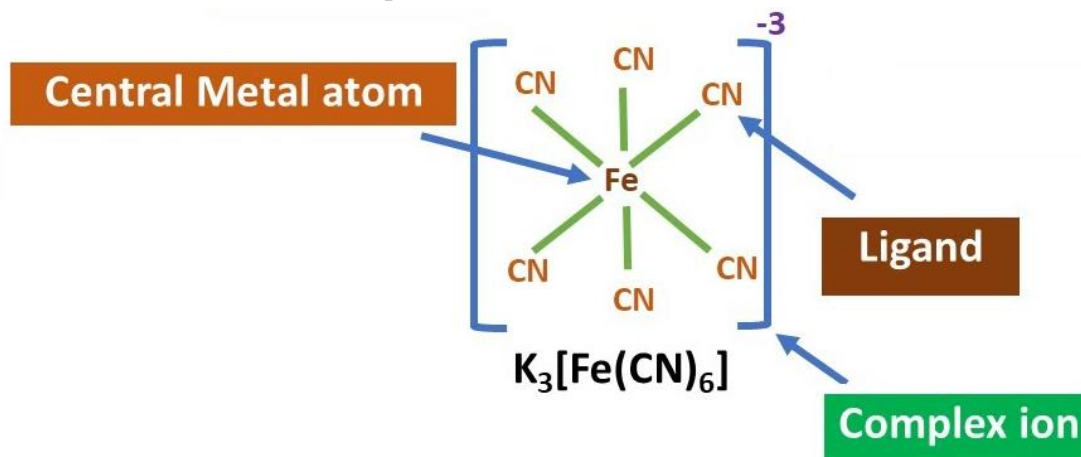
Umuman olganda, elementning koordinatsion soni uning valentligiga, ligandlar eritmasi konsentratsiyasiga va markaziy ion radiusining ligand radiusiga nisbati bilan belgilanadi.

Magnus qoidasiga ko'ra:

- Agar **Rm:RI** = **0,155** → metallning koordinatsion soni = 2
- **0,155–0,225** → koordinatsion soni = 3
- **0,225–0,414** → koordinatsion soni = 4
- **0,414–0,732** → koordinatsion soni = 6
- **0,732–1,37** → koordinatsion soni = 8

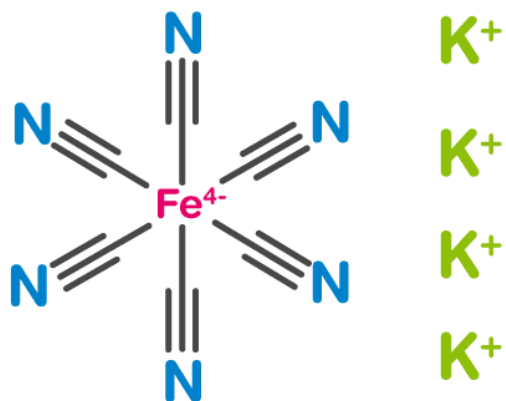
(Bunda **Rm** – markaziy ion radiusi, **RI** – ligand radiusi)

Standart bo'yicha Magnus qoidasiga ko'ra, **markaziy yadro** (koordinatsion markaz) sifatida metall kationi yoki UO_2^{2+} shaklidagi oksokation qabul qilinadi, ligandlar esa anorganik, organik yoki elementga oid ionlar va molekular bo'lishi mumkin. Ligandlar o'zaro kimyoviy bog'lanmagan holda, molekulararo tortishish kuchlari, masalan, **vodorod bog'lari** yoki o'zaro itarilish orqali markaziy atomga birikadi. Markaziy yadro bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'langan ligandlar **ichki koordinatsion sferani** hosil qiladi.



1.1-rasm. Kompleks birikmalar tarkibiy qismlari

Ligandlar markaziy atom bilan turli usullar orqali bog‘lanadi: ular oddiy ikki atomli bog‘ hosil qilishi yoki bir vaqtning o‘zida bir nechta markazga ulanib, ko‘p markazli tuzilmalar yaratishi mumkin. Bunday bog‘lanishlar, odatda, ligand tarkibidagi faol donor atomlar hisobiga yuzaga keladi. Metall va ligand o‘rtasidagi bog‘lanish ko‘pincha donor–akseptor mexanizmi bilan izohlanadi: ya’ni ligand o‘zidagi erkin elektron juftini markaziy ionga beradi, metall esa uni qabul qiluvchi sifatida ishtirok etadi.



1.2-rasm. Sariq qon tuzi tuzilishi

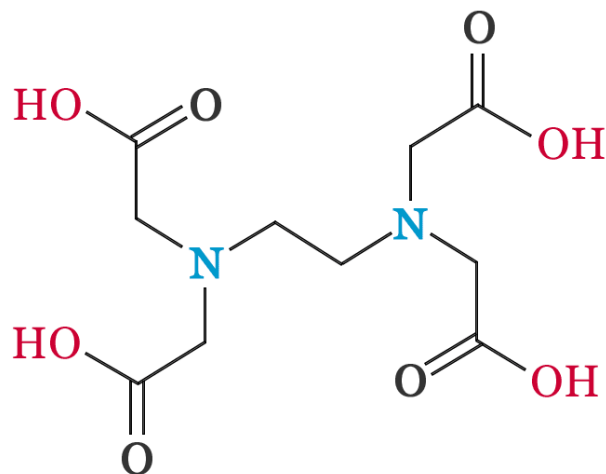
Uglerod orqali markaziy atom bilan ulanadigan ligandlar ko‘pincha organik kelib chiqishga ega bo‘lgan guruhlar sifatida qaraladi (masalan, metil, etil, propil). Ularning metall bilan bog‘lanishi elektron juftlarning umumiy foydalanilishi asosida yuzaga kelib, odatda kovalent xarakterda talqin etiladi. Bu yondashuv metallorganik birikmalarni tushuntirishda muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Koordinatsion son — bu markaziy zarra bilan bevosita tutashgan atom yoki guruhlar sonini ifodalovchi kattalikdir. Agar bog‘lanishlar oddiy ikki markazli ko‘rinishda bo‘lsa, koordinatsion son aynan markaziy atom bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri birikkan ligandlar miqdoriga teng bo‘ladi.

Ligandning nechta bog‘ hosil qila olishi uning **dentatligi** (ya’ni koordinatsion imkoniyati) deb ataladi. Ko‘p markazli bog‘lanishlar ishtirok etgan tizimlarda bu tushunchalarni aniqlash murakkabroq bo‘ladi. Masalan, $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ kabi birikmalarda ligand ichidagi donor nuqtalarni aniq ajratish yoki markaziy atomning koordinatsion sonini belgilash oson emas. Ba’zi hollarda, ayniqsa to‘yinmagan bog‘larga ega ligandlarda, ushbu bog‘lar shartli ravishda donor markaz sifatida qaraladi va shu orqali dentatlik hamda koordinatsion son tushunchalari qo‘llanadi.

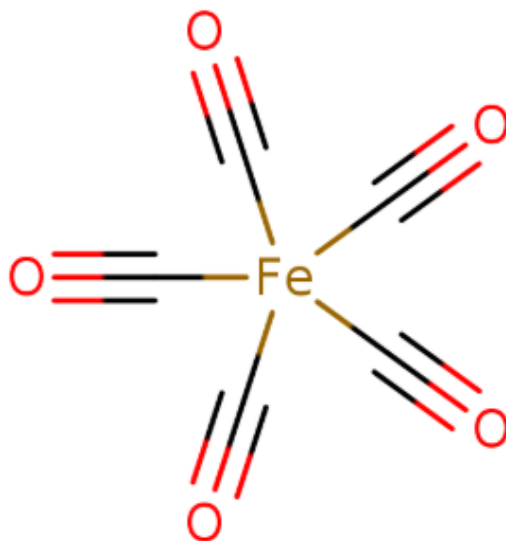
Monodentat ligandlar esa faqat bitta donor atom orqali markaziy atomga ulanadi va natijada bitta koordinatsion joyni egallaydi. Bunday ligandlarga galogen ionlari (F^- , Cl^- , Br^- , I^-), shuningdek SCN^- , CN^- , CO , H_2O va NH_3 kabi zarrachalar kiradi.

Polidentat ligandlarga misol tariqasida oksalat ioni ($^{-}\text{OOC}-\text{COO}^{-}$), etilendiamin ($\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$), etilendiamin-tetraasetat kislotasi anioni (EDTA) va boshqa shunga o‘xshash birikmalarni ko‘rsatish mumkin.



1.3-rasm. EDTA ya'ni Etilendiamin tetraatsetat kislotasi tuzilish formulasi

Koordinatsion birikmalarni tavsiflashda dastlab bog‘lanish xossalarini ifodalash uchun “valentlik” tushunchasidan foydalanilgan. Ushbu atama bir jihatdan atomlar orasida hosil bo‘ladigan kovalent bog‘lar sonini va oksidlanish darajasi ma’nosida qo‘llanilgan. Biroq, keyinchalik koordinatsion birikmalarda qarama-qarshi vaziyatlar yuzaga kelgani bois, ushbu tushunchadan foydalanish to‘xtatilgan.



1.4-rasm Temir pentakarbonilning tuzilish formulasi

Misol tariqasida, $\text{Fe}(\text{CO})_5$, $\text{Ni}(\text{CN})_4^{4-}$ va $\text{Ca}(\text{NH}_3)_6$ kabi “nol valentli” metall markazlar atrofida ligandlar bilan bir nechta **kovalent bog‘lanishlar** hosil bo‘ladi. Bu holatda metall markaz ligandlar bilan elektron juftliklarini bo‘lishadi, natijada kuchli **donor-akseptor** munosabatlar yuzaga keladi va komplekslar barqaror tuzilishga ega bo‘ladi.

Hozirgi vaqtda koordinatsion birikmalarda **valentlik nisbatlarini** aniqlash avvalgidek oddiy “valentlik” tushunchasi orqali emas, balki aniqroq va standartlashtirilgan tushunchalar yordamida amalga oshiriladi. Bular quyidagilar:

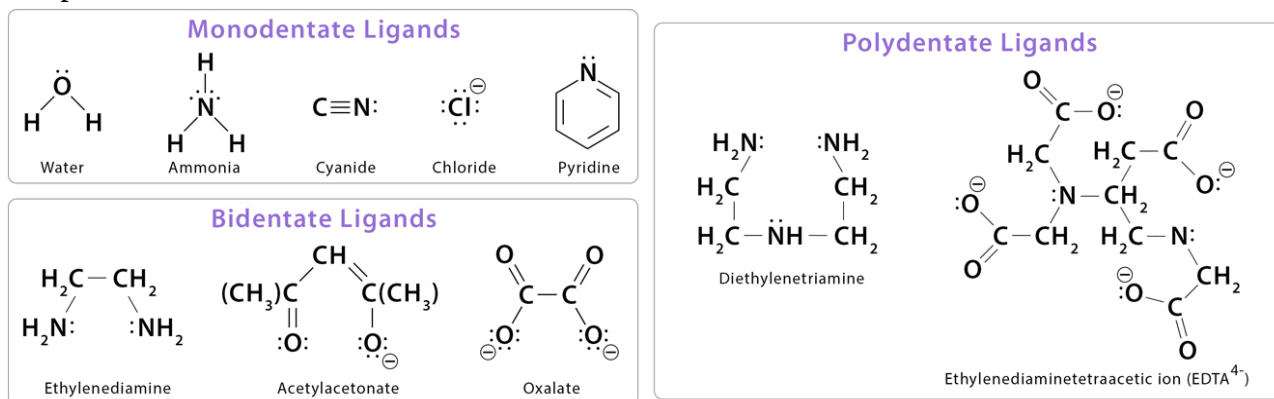
1. **oksidlanish darajasi,**
2. **kovalentlik darajasi,**
3. **koordinatsion son.**

1. **Markaziy elementning oksidlanish darajasi**— kompleks zaryadidan ligandlarning zaryadlari yig'indisini ayirish orqali hisoblanadi. Shu yordamida birikmalarni guruhlar bo'yicha tasniflash mumkin.

2. Oksidlanish darajasini hisoblashda koordinatsiyalangan ligandlarning **standart zaryadlari** o'zgarmas deb olinadi. Misollar:

3. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} \rightarrow \text{Co}^{3+}$ va neytral NH_3 ligandlar,
4. $[\text{Co}(\text{NCS})_4]^{2-} \rightarrow \text{Co}^{2+}$ va -1 zaryadli SCN^- ligandlar.

5. Agar ligand bir nechta **strukturaviy izomeriya shakllarda** mavjud bo'lsa, uning **oksidlanish darajasi yoki elektrovalentligini** aniqlash murakkablashadi. Bunday holatga misol sifatida NO va O_2 komplekslarini keltirish mumkin, chunki ularning elektron taqsimoti va donor-akseptor xossalari turli shakllarda ifodalanishi mumkin.



1.5-rasm. Ligandlar dentantligi (mono,di,tri va polidentant ligantlar)

☑ **Nitrozil ligandlar (NO)** markaziy atom bilan **azot atomlari orqali koordinatsiyalanadi**. NO molekulasida **toq elektronli** (15 elektron) bo'lib, **radikal** xususiyatga ega. NO bilan hosil bo'lgan komplekslar NO^- , NO yoki NO^+ shaklida talqin qilinishi mumkin. Misol uchun, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{NO})(\text{CN})_5]$ **kaliy nitroprussidi** birikmasida:

- Fe(IV) ioni NO^- bilan,
- Fe(III) kationi NO bilan,
- Fe(II) ioni NO^+ bilan bog'lanish hosil qilgan deb hisoblash mumkin.

☑ **O_2 -dioxygen kompleks birikmalari:**

➡ Juftlashmagan ikki elektronga ega bo'lgan kislorod molekulasida bir nechta ko'rinishda uchrashi mumkin: oddiy O_2 holatida, shuningdek elektron qo'shib olgan O_2^- (superoksid) yoki O_2^{2-} (peroksid) shakllarida.

➡ Shunday tizimlarda markaziy atomning oksidlanish darajasini aniqlash har doim ham sodda bo'lmaydi. Bunda faqat formal zaryadlar emas, balki kompleksning

tuzilish xususiyatlari — markaziy atom va ligand o'rtasidagi masofa, bog' burchaklari hamda boshqa geometrik parametrlar ham muhim rol o'ynaydi.

☑ **Ko'p yadroli komplekslar:**

➡ Masalan, CsAuCl_3 birikmasida oltin atomining oksidlanish darajasi +2 ga teng deb qaraladi. Bu holatda chiziqli tuzilishga ega $[\text{AuCl}_2]^-$ hamda kvadrat tekis geometriyalik $[\text{AuCl}_4]^-$ kompleks ionlari bilan izohlanadi.

⊗ $[\text{Fe}_3\text{O}(\text{CH}_3\text{COO})_6(\text{H}_2\text{O})_3]$ kompleksida ikki temir ionining oksidlanish darajasi +3, uchinchi esa +2 bo'lib hisoblanadi. Biroq Fe^{2+} (d^6) ionidagi oltinchi d-elektron barcha uch markazda **ko'prikchi vazifasini** bajargani sababli delokalizatsiyalanadi va xona haroratida temir ionlarining oksidlanish darajasi II ga teng bo'lib, harorat pasaytirilganda, xususan taxminan -100 K atrofida, elektronlarning delokalizatsiyasi susayadi. Natijada tizimda zaryadlar aniqroq taqsimlanib, Fe^{2+} va Fe^{3+} holatlarini alohida ajratib kuzatish imkoniyati paydo bo'ladi.

⊗ **Oksidlanish darajalarining diapazoni:**

Ko'pchilik d-og'ir oraliq metallarda oksidlanish darajalari 8 birlikgacha, ba'zi hollarda 10 birlikgacha o'zgaradi. Masalan: Mn +7 (KMnO_4) dan -3 ($[\text{Mn}(\text{CO})_4]^{3-}$), Os +8 (OsO_4) dan -2 ($[\text{Os}(\text{PF}_3)_4]^{2-}$).

⊗ **Oksidlanish darajasini magnit xossalari asosida ham baholash mumkin.**

Masalan, Fe^{3+} ionida elektron konfiguratsiya d^5 bo'lib, beshta elektron besh xil d-orbitalda juftlashmagan holatda joylashadi, bu esa yuqori magnit momentni hosil qiladi. Biroq koordinatsion muhitga qarab bu holat o'zgaradi: masalan, $[\text{FeF}_6]^{3-}$ kompleksida Fe^{3+} yuqori spinli holatda saqlanadi va juftlashmagan elektronlar soni katta bo'lib, umumiy spin qiymati taxminan 2,5 ga teng bo'ladi. Aksincha, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ kompleksida ligandlarning kuchli maydoni ta'sirida elektronlar juftlashadi va natijada past spinli holat yuzaga keladi, bu holatda umumiy spin taxminan 0,5 ga teng bo'ladi.

⊗ **Markaziy ionning koordinatsion soni:**

Rentgenostruktura, neytronografiya yoki elektronografiya usullari yordamida aniqlanadi. Koordinatsion son markaziy atom atrofida eng yaqin masofada joylashgan va u bilan bevosita bog'langan qo'shni atomlar yoki guruhlar sonini bildiradi.

⊗ **Kovalentlik** esa markaziy ionning shu eng yaqin qo'shnilar bilan hosil qilgan kimyoviy bog'lari miqdori orqali aniqlanadi. Agar barcha bog'lanishlar oddiy, ya'ni ikki markaz o'rtasida yuzaga kelgan bir martalik bog'lar bo'lsa, unda kovalentlik qiymati koordinatsion songa teng bo'ladi. Agar molekulada karrali bog'lar (qo'sh yoki uch bog') mavjud bo'lsa, markaziy atom ishtirok etadigan bog'lanishlar soni ortadi va natijada kovalentlik koordinatsion sondan katta bo'lishi mumkin.

Bog'lar karraligi:

Masalan, $\text{Cl}-\text{SeOCl}_3$ birikmasida bog' karraligi **nol**, gaz holatidagi Mo_2 zarrasida esa **6** ga teng. Bog' karraligi odatda **rentgenostruktura** orqali aniqlangan bog' uzunligiga bog'liq. Misol: **Mo—O bog'i** uchun:

Bog'ning karraligi, n(Mo–O)	Bog' uzunligi, d(Mo–O), nm	Izoh
0,5	0,205	Juda zaif bog'lanish. Bog' karraligi past bo'lgani uchun Mo va O orasidagi masofa uzun. Elektronlar kam miqdorda taqsimlangan.
1,0	0,180	Oddiy bir bog' kuchi bilan bog'langan. Bog' uzunligi qisqaradi, elektronlar ko'proq markazlashadi.
1,5	0,177	Bog'ning qisman kovalent xarakteri oshgan. Masofa biroz qisqaradi, qisman delokalizatsiya mavjud.
2,0	0,169	To'liq kovalent bog' xossasi mavjud. Mo va O orasidagi masofa eng qisqa, bog' juda barqaror va kuchli.

Koordinatsion birikmalar nomenklaturasining asosi oddiy moddalarnikiga o'xshash. Nazariy va amaliy kimyoning xalqaro birlashmasi (IYUPAK) tavsiya etgan qoidalari qisqacha quyidagilardan iborat:

1. Oldin kation, oxirida anion nomi aytiladi.
2. Ligandlarni nomlash tartibi quyidagicha bo'ladi: oldin manfiy zaryadlisi, keyin neytral holdagisi, oxirida esa musbat zaryadli ligandlar nomlanadi (ularni har birining chegarasida oldin soddalari, keyin murakkablariga o'tiladi).
3. Kislota qoldig'i nomiga «O» harfi qo'shiladi.
4. Markaziy atomning oksidlanish darajasini uning nomidan keyin qavs ichida rim raqami bilan yoziladi.
5. Ligandlar sonini yunoncha raqamlar orqali ifodalanadi. Kompleks ion nomi bitta so'z holida yoziladi.

1. Kompleks birikmalarning zaryadiga ko'ra turlari

Kompleks birikmalar kompleks ionning zaryadiga ko'ra uchta asosiy guruhga bo'linadi:

Kationli komplekslar

Kompleks ion musbat zaryadga ega bo'ladi. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

Anionli komplekslar-Kompleks ion manfiy zaryadga ega bo'ladi.

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow 4\text{K}^+ + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

Neytral komplekslar

Ichki sfera zaryadsiz bo'ladi, shuning uchun ionlarga ajralmaydi va tashqi sferaga ega emas. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$, $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$

Kompleks birikmalarni nomlash tartibi (IUPAC)

Kompleks birikmalar nomlanishida markaziy atom nomi ligandlardan keyin aytiladi va uning oksidlanish darajasi rim raqamlari bilan qavs ichida ko'rsatiladi.

Asosiy qoidalar:

- **Algebraik summa:** kompleks ionning umumiy zaryadi barcha qismlar zaryadlari yig'indisiga teng.
- **Ligandlar tartibi:** ligandlar alifbo tartibida yoziladi (sonidan qat'i nazar).
- **Anion ligandlar:** -id, -it, -at qo'shimchalari o'rniga **-o** qo'llaniladi:
 - $F^- \rightarrow$ fluoro
 - $Cl^- \rightarrow$ chloro
 - $CN^- \rightarrow$ cyano
- **Neytral ligandlar:**
 - $H_2O \rightarrow$ akva
 - $NH_3 \rightarrow$ amin
- **Maxsus ligandlar:**
 - $CO \rightarrow$ karbonil
 - $NO \rightarrow$ nitrozil

1.1-jadval**Ayrim kompleks birikmalar**

№	Formulasi	Nomlanishi
1	$[Zn(NH_3)]Cl_2$	Tetraamminzux (II) xlorid
2	$[Al(H_2O)_6]Cl_3$	Geksaakvoalyuminiy (III) xlorid
3	$(NH_4)_3[FeF_6]$	Ammoniy geksaftoferrat (III)
4	$K_4[Fe(CN)_6]$	Kaliy geksasianoferat (III)
5	$Na_3[Co(NO_2)_6]$	Natriy geksanitrokobaltat (III)
6	$[Zn(NH_3)_4Cl_2]$	Dixlorotetraaminrux (II)
7	$[Pt(NH_3)_4Br_2]Cl_2$	Dibromotetraaminplatina (IV) nitrat
8	$[Cr(H_2O)_3(NH_3)Cl_2]NO_3$	Dixlortriakvoamminxrom (III) nitrat
9	$K[Co(NO_2)_4(H_2O)_2]$	Kaliy tetranitrodiaqua kobaltat (III)
10	$[Cu(NH_3)_4]SO_4$	Tetraamminmis (II) sulfat
11	$K_2[HgJ_4]$	Kaliy tetrayodsimob (II)
12	$K[Au(CN)_2]$	Kaliy disianooltin (I)
13	$Na[Au(OH)_4]$	Natriy tetragidroksooltin (III)
14	$H[Au(NO_2)_4]$	Tetranitrooltin (III) kislota
15	$H[AuCl_4]$	Tetraxloroltin (III) kislota
16	$[Ag(NO_2)_2]Cl$	Dinitrokumush xlorid
17	$Na_2[Zn(CN)_4]$	Natriy tetrasianorux (II)
18	$Ag_3[SbS_3]$	Kumush tritiosurma (III)
19	$Na_2[Cu(OH)_4]$	Natrit tetragidroksomis (II)
20	$[Cu(NH_3)_4](OH)_2$	Tetraamminmis (II) gidroksid
21	$Ag_3[AsS_3]$	Kumush tritioarsenat (III)

22	$K_2[Zn(OH)_4]$	Kaliy tetragidroksorux (II)
23	$[Zn(NH_3)_4]Cl_2$	Tetraamminrux (II) xlorid
24	$Na_2[Pt(OH)_6]$	Natriy geksagidroksoplatinat (IV)
25	$K_2[PdCl_4]$	Kaliy tetraaxloropalladat (II)
26	$K_2[PdCl_6]$	Kaliy geksaxloropalladat(IV)
27	$Na[Ga(OH)_4]$	Natriy tetragidroksogalliy (III)
28	$[Ba(NH_3)_6]J_2$	Geksaamminbariy yodid
29	$Na_2[Be(OH)_4]$	Natriy tetragidroksoberilliy
30	$Na_2[Be(SO_4)_2]$	Natriy disulfatoberilliy

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Koordinatsion birikmalar deb nimani tushunasiz? Ularning tarkibi va markaziy atom bilan ligandlar o'rtasidagi bog'lanish qanday amalga oshadi?
2. Kompleks birikma va koordinatsion birikma tushunchalari o'rtasidagi farq nimada? Qaysi holatlarda koordinatsion birikma kompleks birikma sifatida talqin qilinadi?
3. Qaysi elementlar markaziy ion sifatida ishlatiladi va ularning koordinatsion xossalari qanday bo'ladi?
4. Ligandlarga misollar keltiring. Ularning monodentat, polidentat va radikal shakllari qanday farqlanadi?
5. Markaziy ionning koordinatsion soni nima va u qanday usullar yordamida aniqlanadi?
6. Ligandning dentatligi (koordinatsion sig'imi) deganda nimani tushunasiz va u koordinatsion son bilan qanday bog'liq?
7. Valentlik va koordinatsion son tushunchalari o'rtasidagi farq va ularning birikmalar kimyosida ahamiyati nimada?
8. Elektrovalentlik (oksidlanish darajasi) tushunchasini sharhlang va uni kompleks birikmalarda qanday aniqlash mumkin?
9. Kovalentlik deganda nimani tushunasiz va metall-ligand bog'larining kovalentligi koordinatsion son bilan qanday bog'liq?
10. Murakkabligiga qarab markaziy atomning oksidlanish darajasini aniqlashda qaysi faktorlarga e'tibor berish kerak?
11. Ko'p yadroli komplekslarda oksidlanish darajasini aniqlashning o'ziga xos qiyinchiliklari nimalardan iborat?
12. Magnit xossalari markaziy ionning elektron konfiguratsiyasini aniqlashda qanday yordam beradi?

2-MAVZU:KOMPLEKS BIRIKMALARNING SINFLANISHI, TURLARI

Reja:

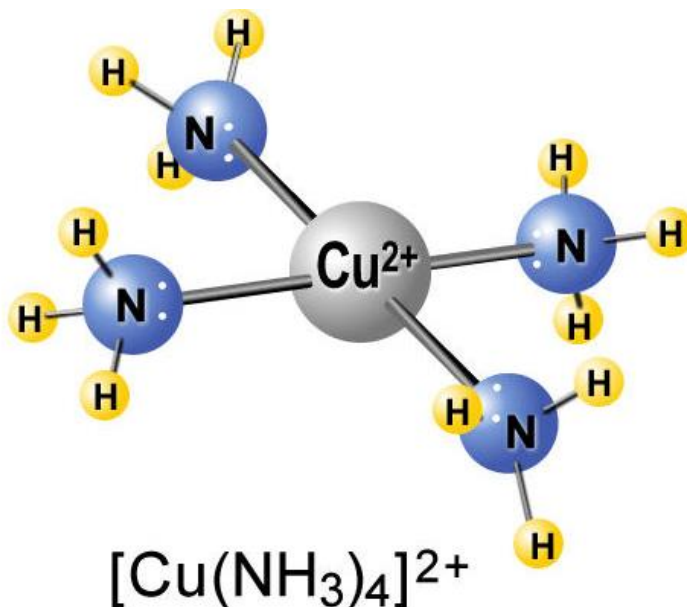
Reja

1. Neytral ligandlar ishtirokidagi koordinatsion komplekslar
2. Zaryadlangan ligandlar bilan hosil bo'ladigan kompleks birikmalar
3. Halqasimon tuzilishga ega koordinatsion tizimlar
4. π -bog'li ligandlar asosidagi sendvichsimon komplekslar

Tayanch tushunchalar: Neytral ligandli komplekslar, anion yoki kation ligandli komplekslar, halqali ligandli koordinatsion birikmalar, xelat tuzilishli komplekslar, ichki koordinatsion tuzilmalar, sendvich tipidagi birikmalar, ferrotsen qatori birikmalar, metallotsen sinfidagi komplekslar.

Hozirgi zamonaviy tasnifga muvofiq koordinatsion birikmalar odatda to'rtta asosiy sinfga bo'linadi.

1. Molekulyar monodentat ligandli koordinatsion birikmalar- Bu turdagi komplekslarda markaziy metall ioniga neytral tabiatli molekulalar bir dona donor atom orqali ulanadi. Ya'ni har bir ligand metall bilan faqat bitta koordinatsion bog' hosil qiladi. Ushbu sinfga **ammikatlar**, **gidrat komplekslar** hamda **metall karbonillar** kiradi. Masalan, ruxning ammiak bilan hosil qilgan kompleksi $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$, temirning suv molekulalari bilan koordinatsiyalangan birikmasi $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$, shuningdek xrom geksakarbonil $[\text{Cr}(\text{CO})_6]$ va temir pentakarbonil $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ molekulyar monodentat ligandli koordinatsion birikmalarga misol bo'la oladi.



2.1-rasm. Tetraamin mis(II) sulfatning tuzilishi

B) Ion ligandli koordinatsion birikmalar. Ion ligandli koordinatsion birikmalarda ligand vazifasini asosan **kislota qoldig'idan hosil bo'lgan anionlar** bajaradi. Shu sababli bu turdagi komplekslar ko'pincha **atsidokomplekslar** deb ataladi. Bunday birikmalarda metall markaziga ftorid, xlorid, bromid, yodid, sianid kabi ionlar bog'lanadi.

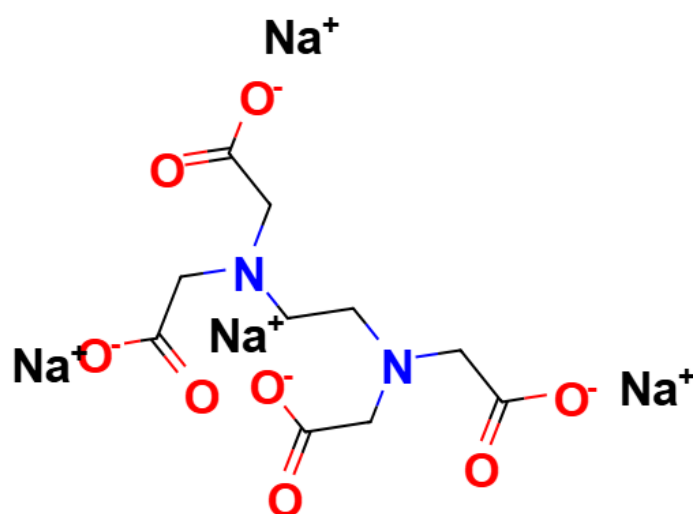
Masalan, natriy geksafluoroalyuminat $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$, natriy tetrayodsimobat $\text{Na}_2[\text{HgI}_4]$ natriy tetrabromopalladat $\text{Na}_2[\text{PdBr}_4]$, kaliy geksatsianoferroat(II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ hamda kaliy tetrafluoroberyllat $\text{K}_2[\text{BeF}_4]$ ion ligandli koordinatsion birikmalarga misol bo'la oladi. Shuningdek, tarkibida kislородli anionlar qatnashgan **okso-** va **gidrokso-komplekslar** ham ushbu sinfga mansub hisoblanadi.

C) Siklik koordinatsion birikmalar. Siklik koordinatsion birikmalar tarkibida ikki yoki undan ortiq donor atomlariga ega ligandlar — ya'ni bidentat yoki polidentat ligandlar qatnashadi. Bunday ligandlar metall ionini halqa shaklida o'rab olib, barqaror komplekslar hosil qiladi.

Atsetilasetonat anioni ham metall atrofida besh a'zoli halqa hosil qilib koordinatsiyalanadi. Shu kabi halqali tuzilishga ega komplekslar xelat koordinatsion birikmalar deb ataladi. Siklik komplekslarning yana bir turi — ichki koordinatsion birikmalar hisoblanadi. Agar polidentat ligandning bir donor atomi metall bilan kovalent (ba'zan ion) bog' orqali, ikkinchi donor atomi esa donor–akseptor mexanizmi asosida bog'lansa, bunday turdagi komplekslar ichki koordinatsion birikmalar deb ham ataladi. Masalan, glitsin aminokislota mis(II) sulfat bilan reaksiyaga kirishganda, natijada bis(glitsinato)mis(II) kompleksi hosil bo'ladi.

$$2\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + [\text{Cu}(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO})_2]$$

komplekslar va π -komplekslar ham ko'pincha siklik koordinatsion birikmalar qatoriga kiritiladi. Etilendiamintetraatsetat kislotaning anioni (EDTA yoki EDTUK) kuchli polidentat ligand bo'lib, u oltita donor atomi orqali metall ioniga ulanadi. Uning ikki natriyli tuzi — trilon-B — analitik kimyoda metall ionlarini miqdoriy aniqlashda keng qo'llaniladi. Agar metallning koordinatsion soni oltidan katta bo'lsa, qolgan koordinatsion o'rinlar erituvchi molekulalari bilan to'ldiriladi.



2.1-rasm. Trilon B (Etilendiamintetraatsetat kislotaning natriyli tuzi)

Gemoglobin va xlorofill ichki koordinatsion birikmalar qatoriga kiradi. Ushbu moddalar tuzilish jihatidan o'xshash bo'lgan **makrotsiklik yadroga** ega. Gemoglobin molekulasida ba'zi komplekslarda markaziy ion sifatida temir(II) ishtirok etadi, xlorofillda esa magniy(II) ion markaziy atom hisoblanadi.

D) Sendvich birikmalar: Dastlab ferrotsen birikmasi $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ XX asrning 50-yillarida sintez qilingan bo'lib, u sendvich tipidagi koordinatsion birikmalarga misol bo'ladi. Keyinchalik bu birikmaning o'ziga xos **sendvichsimon (buterbrodga o'xshash)** tuzilishga ega ekanligi aniqlangan. Ferrotsen molekulasida temir ion ikki dona **siklopentadienil (C_5H_5)** ligandi orasida joylashgan bo'ladi. Ushbu tuzilmani aniqlagan olimlar **E. Fisher** va **J. Uilkinson** Nobel mukofoti bilan taqdirlangan. Ferrotsenda temir atomining koordinatsion soni **6** ga teng.

Ferrotsen tarkibidagi temir atomini boshqa metall bilan almashtirish mumkin. Masalan, temir o'rnini **nikel** egallaganida **nikellotsen** — $\text{Ni}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ hosil bo'ladi. Shuningdek, ferrotsen molekulasidagi siklopentadienil halqalari turli **almashinish reaksiyalarida** ishtirok etadi.

Sendvich tipidagi koordinatsion birikmalar qatoriga **dibenzolxrom** — $\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2$ ham kiradi. O'tish d-metallari bilan hosil bo'ladigan karbotsiklik komplekslar orasida Dibenzolxrom koordinatsion birikmasi 1919-yilda sintez qilingan bo'lsada, uning aniq tuzilishi 1954-yilgacha to'liq o'rganilmagan. Bu birikma Xayn tomonidan xrom(III) xlorid va $\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr}$ reagentlari o'rtasidagi reaksiyalar natijasida xrom bilan sendvich tarzida bog'langan benzol (C_6H_6) yoki difenil ($\text{C}_6\text{H}_5\text{—C}_6\text{H}_5$) molekulariga ega birikmalar olingan. Dibenzolxromni olishning muqobil yo'li xrom galogenidlarini aromatik uglevodorodlar bilan Al kukuni va AlCl_3 ishtirokida to'g'ridan-to'g'ri reaksiyaga kiritishga asoslanadi.

U 284°C atrofida eriydigan, suvda deyarli erimaydigan, lekin organik erituvchilarda yaxshi eruvchi jigarrang qattiq modda bo'lib, diamagnetik xossaga ega. Tuzilishida benzol halqalarining π -elektronlari xrom atomining bo'sh orbitallari bilan donor–akseptor ta'sir orqali bog'langan.

Shuningdek, Fe, Co, Ni, Mn, Cr va boshqa metallar siklopentadienil (C_5H_5) ligandlari bilan sendvich tipidagi komplekslar hosil qiladi. Ular metall yoki uning karbonillarini siklopentadien bilan reaksiyaga kiritish orqali olinadi (masalan, $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ — ferrotsen).

Bunday birikmalarda metall atomi aromatik yoki siklik ligandlar orasida joylashgan bo'ladi. Ferrotsen molekulasida esa jami 18 ta valent elektron mavjud: 8 tasi Fe atomiga, 10 tasi ikkita C_5H_5 halqasiga tegishlidir.

Siklopentadienil ligandlar o'zining π -elektronlari hisobiga koordinatsion bog' hosil qilgani sababli, o'tish metallarning sendvich tipidagi birikmalari **π -koordinatsion komplekslar** jumlasiga kiradi.

Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Koordinatsion birikmalar qaysi belgilarga asoslanib guruhlariga ajratiladi?
2. Qanday tuzilishga ega bo'lgan komplekslar xelat koordinatsion birikmalar deb ataladi?
3. Ichki koordinatsion birikmalarga qaysi moddalarni misol sifatida keltirish mumkin?

4. EDTA ning Fe^{3+} ioni bilan hosil qilgan kompleksida nechta xelat halqa shakllanadi?
5. Gemoglobin va xlorofill molekulalarining tarkibi hamda tuzilishiga xos umumiy va farqli jihatlarni bayon qiling.
6. Sendvich tipidagi koordinatsion birikmalarning tarkibi va fazoviy tuzilishidagi o'ziga xos tomonlarni tushuntiring.
7. Ferrotsenning kimyoviy tarkibi, tuzilishi va asosiy fizik-kimyoviy xossalari haqida ma'lumot bering.
8. π -koordinatsion birikmalar qanday xususiyatlari bilan ajralib turadi?
9. Ferrotsen molekulasida temir atomining koordinatsion soni nechaga teng?
10. Ferrotsenda ligandlar va markaziy ion o'rtasida bog'lanish qanday mexanizm asosida yuzaga kelishini izohlang.

3-MAVZU: KOMPLEKS BIRIKMALAR TASNIFI.

Reja

1. *Kompleks ionning zaryadiga qarab, kompleks birikmalar tasniflanishi*
2. *Kationli kompleks birikmalar*
3. *Anionli kompleks birikmalar*
4. *Neytral kompleks birikmalar*

Tayanch iboralar: Kationli, anionli, neytral, kompleks birikmalar, Kompleks ionning zaryadi.

Kompleks ionning elektr zaryadiga qarab koordinatsion birikmalar uch turga ajratiladi.

1) Kation komplekslar Bunday birikmalarda ichki koordinatsion sfera musbat zaryadga ega bo'ladi. Masalan: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

2) Anion komplekslar Ichki sfera manfiy zaryadlangan bo'ladi. Masalan: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow 4\text{K}^+ + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

3) Neytral komplekslar

Ichki qism umumiy zaryadsiz bo'ladi va ionlarga parchalanmaydi. Masalan: $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$, $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$

Nomlash qoidalari Anion ligandlar nomida -id, -it va -at o'rniga -o qo'shimchasi ishlatiladi: ftorid $\rightarrow$ ftoro, xlorid $\rightarrow$ xloro, tsianid $\rightarrow$ tsiano.

Suv va ammiak kabi neytral ligandlar mos ravishda **akva** va **amin** deb ataladi va odatda anion ligandlardan oldin joylashtiriladi. $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]\text{Cl}_2$ — pentaakvagidroksoaluminium(III)-xlorid $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ — pentaaminxlorokobalt(III)-xlorid

CO va NO guruhlar metall bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'langan bo'lsa, ular mos ravishda karbonil va nitrozil deb yuritiladi.

Komplekslarni nomlash tartibi

Kation komplekslar: Avval ligandlar soni va nomi, keyin metall nomi va uning oksidlanish darajasi, so'ng tashqi sfera aytiladi. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ — tetraaminmis(II)-sulfat $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ — geksaaakvaalyuminiy(III)-xlorid $[\text{CrCl}(\text{H}_2\text{O})_5]\text{Cl}_2$ — xloropentaakvaxrom(III)-xlorid

Anion komplekslar: Avval tashqi ion, keyin ligandlar, so'ng metall “-at” qo'shimchasi bilan va oksidlanish darajasi ko'rsatiladi. $\text{K}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$ — kaliy tetragidroksoberillat(II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ — kaliy geksatsianoferat(II) $\text{Na}[\text{BiI}_4]$ — natriy tetraiodovismutat(III)

Neytral komplekslar: Ligandlar soni va nomi aytiladi, keyin metall nomi keladi. $[\text{Fe}(\text{CO})_4]$ — tetrakarboniltemir $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$ — diamindixlorplatina

Tuzilishini aniqlash usullari

Koordinatsion birikmalarning ichki tuzilishi turli kimyoviy reaksiyalar yordamida o'rganiladi. Masalan, platina ammiakatlariga kumush nitrat qo'shilganda hosil bo'ladigan AgCl cho'kmasi orqali xlor ionlarining qaysi sferada joylashgani aniqlanadi. Natijalar asosida platina ammiakatlarida ichki va tashqi sferaning joylashuvi quyidagicha tushuntiriladi:

- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_4$ — xlor ionlari faqat tashqi sferada
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$ — xlorning bir qismi ichki, bir qismi tashqi sferada
- $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ — barcha ligandlar ichki sferaga kiradi

Ligand turlariga ko'ra tasnif

1. Aminat va ammiakatlar Ichki koordinatsion qismda ammiak yoki amin guruhleri bo'lgan komplekslar shu guruhga kiradi. Metall ion bilan bog'lanish azot atomlari orqali amalga oshadi. Kobalt, nikel va mis bunday birikmalarni barqaror hosil qiladi.

2. Gidrat va akvakomplekslar Tarkibida suv molekulalari mavjud bo'lgan komplekslar gidratlar deb yuritiladi. Agar suv ligand sifatida qatnashsa, ular akvakomplekslar hisoblanadi.

3. Atsidokomplekslar Ichki sferasi kislota qoldiqlari bilan to'ldirilgan koordinatsion birikmalar atsidokomplekslar deb ataladi. Masalan, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$: atsidokomplekslarda bir necha xil kislota qoldig'i ham bo'lishi mumkin. Masalan, $\text{K}_2[\text{Pt}(\text{NO}_2)_4\text{Br}_2]$. Atsidokomplekslar tarkibiga **qo'sh tuzlar** ham kiradi. Biroq ular koordinatsion komplekslardan ayrim xususiyatlari bilan farq qiladi. Qo'sh tuzlar suvli muhitda eriganda oddiy ionlarga to'liq dissotsilanadi, koordinatsion birikmalarda esa markaziy kompleks qism saqlanib qoladi. Masalan, karnalit moddasini $\text{K}[\text{MgCl}_3]$ tipidagi kompleks birikma deb qarash mumkin.

4. Polikislotalar — bu bir kislota molekulasi bilan boshqa kislotalarning angidridi qo'shilishi natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar. **Misol:** $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_7$ polikislota hisoblanadi, chunki u H_2SO_4 ni SO_3 bilan reaksiyaga kirishishida hosil bo'ladi.

5. Poligogenidlar – markaziy metall ionlari va u bilan birikkan ligandlar faqat gologendan iborat bo‘lgan koordinatsion komplekslardir.

Misollar:

- $K[JJ_2]$
- $K[JCl_4]$
- $K[BrCl_2]$

6. Siklik komplekslar Ichki koordinatsion sfera tarkibida tsiklii ligandlar mavjud bo‘lgan komplekslar **siklik komplekslar** deb ataladi.

Koordinatsion birikmalar turlari kislota, asos, tuz, ba’zilar esa neytral (noelektrolit) va boshqa xususiyatlarga ega bo‘lishi mumkin. Quyida bir necha misollar keltiramiz:

- kislotalar: $H_4[Fe(CN)_6]$, $H_2[BeF_4]$, $H[BF_4]$, $H[PF_6]$, $H_2[SiF_6]$;
- asoslar: $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$, $[Ag(NH_3)_2]OH$, $[Ni(NH_3)_6](OH)_2$
- tuzlar: $K_3[AlF_6]$, $Na_4[PICl_6]$, $K_3[Fe(CN)_6]$, $K_4[Fe(CN)_6]$;
- noelektrolitlar: $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$, $[Pt(NH_3)_2Cl_4]$, $[Ni(CO)_4]$;
- gidroksibirikmalar: $Na[Be(OH)_4]$, $K_3[Al(OH)_6]$, $Na_2[Sn(OH)_6]$ va boshqalar;
- aralash turlar: $[Pt(NH_3)_4Cl_2]SO_4$, $[Co(NH_3)_2Cl]NO_3$, $[Pt(NH_3)_2(H_2O)_2]Cl_4$, va hokazo.
- ko‘p yadroli birikmalar:

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Kompleks ion zaryadiga ko‘ra koordinatsion birikmalar qanday guruhlarga ajratiladi?
2. Kation(musbat zaryadli) komplekslarga misollar va ularning nomlanishi
3. Neytral kompleks birikmalarga misollar keltiring vaularni nomlang?
4. Anion kompleks birikmalarga misollar keltiring vaularni nomlang?
5. Aminat va ammiakat kompleks birikmalarga misollar keltiring vaularni nomlang?
6. Gidratlar va akvakompleks kompleks birikmalarga misollar keltiring vaularni nomlang?
7. Atsidokompleks Kation kompleks birikmalarga misollar keltiring vaularni nomlang?.

4-MAVZU:KOMPLEKS BIRIKMALARDA IZOMERLIK HODISASI VA UNING TURLARI

Reja:

1. Koordinatsion birikmalarda izomerlik hodisasi va uning namoyon

bo'lish shakllari

2 Kordinatsion birikmalarda izomeriya turlari

3 Kordinatsion birikmalarda tuzilish izomeriyasi

4 Komplekslarda stereoizomeriya hodisasi

Tayanch tushunchalar: koordinatsion izomerlik, ionlanish izomerligi, gidratlanish izomerligi, koordinatsion polimerlanish, bog'lanish turi izomerligi, o'rin almashinish izomerligi, ligand izomerligi, konformatsion izomerlik, fazoviy holat izomerligi, elektron izomeriyasi.

Koordinatsion birikmalarda ham organik moddalar singari izomerlik hodisasi keng uchraydi. Bunday izomeriyalar odatda ikki asosiy turga bo'linadi: tuzilish izomeriyasi va stereoizomeriya.

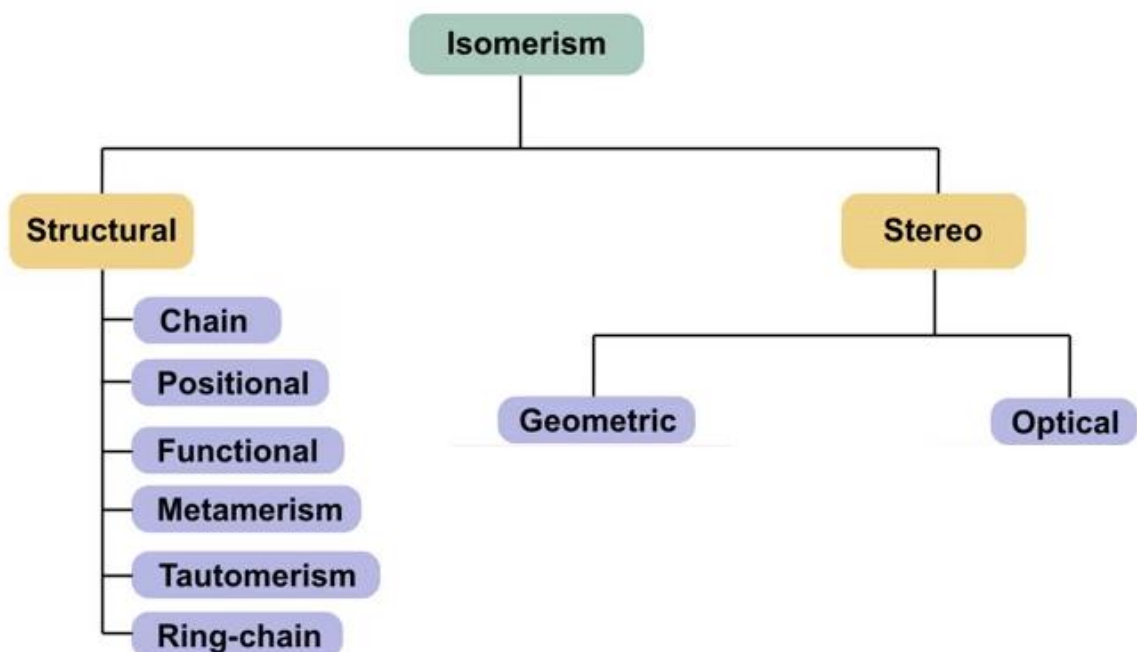
Tuzilish izomeriyasiga quyidagi ko'rinishlar kiradi:

I-guruhga

- koordinatsion izomerlik;
- konformatsion izomerlik;
- holat izomerligi;
- elektron izomeriyasi;
- ionlanish izomerligi;
- gidratlanish izomerligi;
- koordinatsion polimerlanish;
- transformatsion izomerlik;
- bog'lanish turi izomerligi;
- o'rin almashinish izomerligi;
- ligand izomerligi;
- formal izomeriyalar.

II-guruhga:

- geometrik izomerlikning *cis* va *trans* shakllari;
- optik izomerlik.



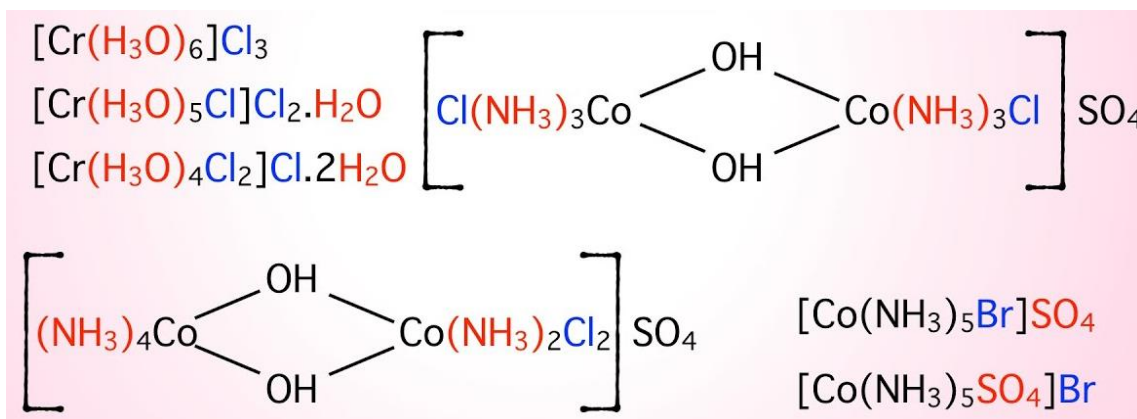
4.1-rasm.Kompleks birikmalar izomeriyasi va uning klasifikatsiyasi

Koordinatsion izomeriya hodisasi. Kompleks birikmalar tarkibidagi markaziy ionlar va ligandlar turlicha joylashishi mumkin. Shu sababli, birikmaning ichki qavatlaridagi atomlar yoki ligandlar turlicha tartibda joylashgan hollarda **koordinatsion izomeriya** paydo bo‘ladi. Bu izomeriya turli metall ionlari va ligandlari mavjud bo‘lgan kompleks ionlardan tashkil topgan birikmalarda kuzatiladi.

Misol:

- $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ — geksaminoxrom(III)-trioksalatkobalt(III), och yashil rangli kristallar holida uchraydi.
- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ — geksaminkobalt(III)-trioksalatchrom(III), yashil tusli tikonsimon kristallar hosil qiladi.

Ionlanish(dissotsiyalanish) izomeriyasi- tarkibi bir xil bo‘lgan, biroq eritmada ionlarga ajralganda turlicha ionlar hosil qiladigan koordinatsion



4.2-rasm. Koordinatsion va ion izomeriya

birikmalarga xos hodisa hisoblanadi.

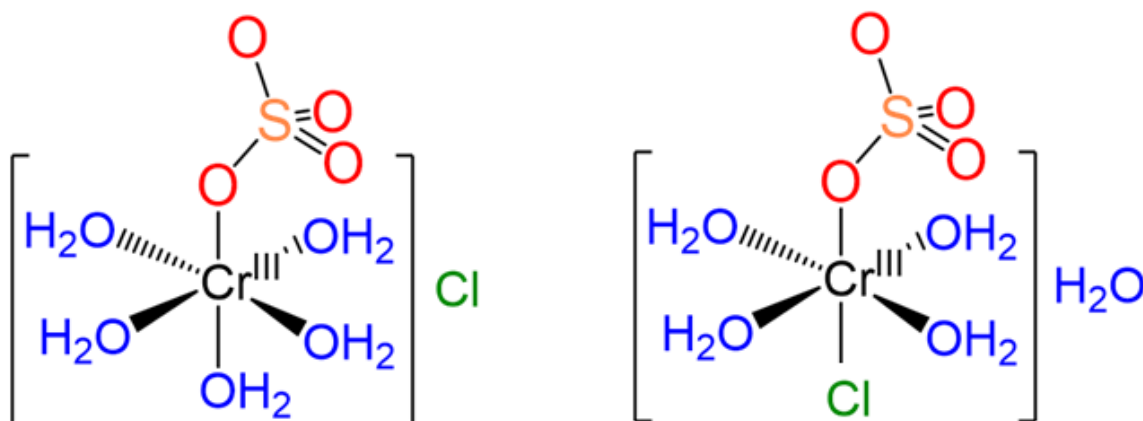
Masalan: Ionlanish (**dissotsiyanish**) izomeriyasiga ega birikmalar $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$ hamda $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{Br}$ moddalarini hisoblanadi.

• Birinchi birikma eritmasiga BaCl_2 qo'shilganda BaSO_4 cho'kmasi hosil bo'ladi, ikkinchi birikmada esa bunday cho'kma kuzatilmaydi, chunki sulfat ion tashqi sferada emas.

Gidrat izomeriyasi — tarkibi bir xil bo'lsa ham, suv molekulalarining ichki va tashqi sferada turlicha joylashishi natijasida hosil bo'ladigan izomerlik turidir.

Masalan, xrom(III) xlorid geksagidratini $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ uch xil shaklda uchraydi:

1. $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ -Eritmasi och binafsha rangda bo'ladi. AgNO_3 qo'shilganda barcha Cl^- ionlari cho'kadi. Bu holatda xlor ionlari tashqi sferada, suv esa ichki sferada joylashgan.
2. $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -Eritmasi yashil rangda. AgNO_3 ta'sirida xlor ionlarining faqat bir qismi cho'kadi. Bu tuzilishda xlorning bir qismi ichki sferada bo'ladi.
3. $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ -Eritmasi ham yashil rangli. Kumush nitrat bilan ishlov berilganda xlor ionlarining faqat bir qismi cho'kadi.



4.3.-rasm. Gidrat (aqua) izomeriya

Koordinatsion polimerlanish hodisasi shundan iboratki, bir xil empirik tarkibga ega bo'lgan komplekslar o'zaro nafaqat ligandlarning joylashuvi, balki molekulalarning birikish darajasi (polimerlanish darajasi) bilan ham farqlanishi mumkin. Bunday holat natijasida turli molekulyar massaga ega bo'lgan komplekslar hosil bo'ladi. Bu jarayon kobalt, xrom, rodiiy va ayrim boshqa metallarning koordinatsion birikmalarida uchraydi.

Masalan, empirik formulasi $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ bo'lgan birikma turli strukturaviy shakllarda namoyon bo'ladi:

1. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$
2. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$
3. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_3]_2$
4. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}]_2[\text{PtCl}_4]$

Bog‘lanish izomeriyasi- CN^- , SCN^- , NO_2^- kabi ligandlar ikki donor atom mavjud bo‘lib, ular turlicha bog‘lanish mexanizmi orqali komplekslarda turli izomerlarni hosil qiladi.



4.4-rasm. Sianid va tiosianid (rodanid) anionlarining elektron tuzilishi

Shuning uchun ligandlar markaziy atom bilan har xil koordinatsion bog‘lanish shakllarini hosil qilishi mumkin. Natijada paydo bo‘ladigan izomerlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari o‘zaro farqlanadi. Masalan, rodanid ionining ikki xil bog‘lanish usuli mavjud bo‘lib, aynan shu holatlar asosida hosil bo‘lgan izomerlarning infraqizil spektrlari bir-biridan sezilarli darajada farq qiladi.



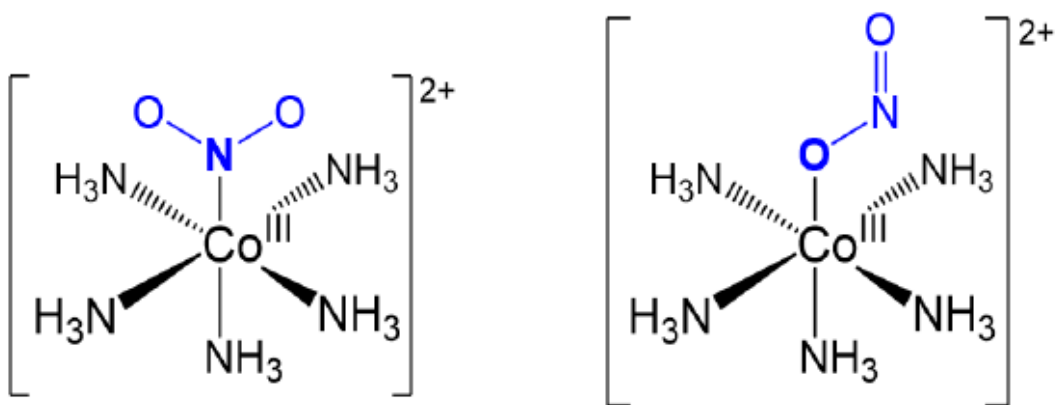
4.5-rasm Rodanid ionlarining 2 xil ko‘rinishi

Bunday ligandlar kompleks markazga turli donor atomlari orqali ulanib, bir nechta koordinatsion variantlarni hosil qiladi. Shu sababli hosil bo‘lgan izomerlar o‘zining fizik hamda kimyoviy xossalari bilan bir-biridan sezilarli darajada farq qiladi. Masalan, rodanid ionining turlicha bog‘lanish shakllari infraqizil spektr tahlilida aniq farqlanadi.

Bunga misol qilib kobalt(III) komplekslarini keltirish mumkin: sariq rangli ksanto birikma $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]\text{Cl}_2$ va izoksanto birikma $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{ONO}]\text{Cl}_2$. Ksanto izomerida NO_2 guruhi metallga azot atomi orqali ulanadi (N-bog‘lanish), izoksanto shaklida esa kislorod atomi orqali bog‘lanish amalga oshadi (O-bog‘lanish).

Bunday ligandlar **ambidentat ligandlar** deb ataladi, chunki ular metall bilan ikki xil atom orqali bog‘lanish imkoniyatiga ega. Mineral kislotalar ta’siriga Ksanto birikmalar nisbatan barqaror bo‘lib, rangini saqlab qoladi. Izoksanto birikmalar esa kislota ta’sirida parchalanib, nitrit kislota (HNO_2) ajralib chiqishiga olib keladi. Bu holat kompleks tarkibida O–N–O tuzilishining mavjudligini ko‘rsatadi.

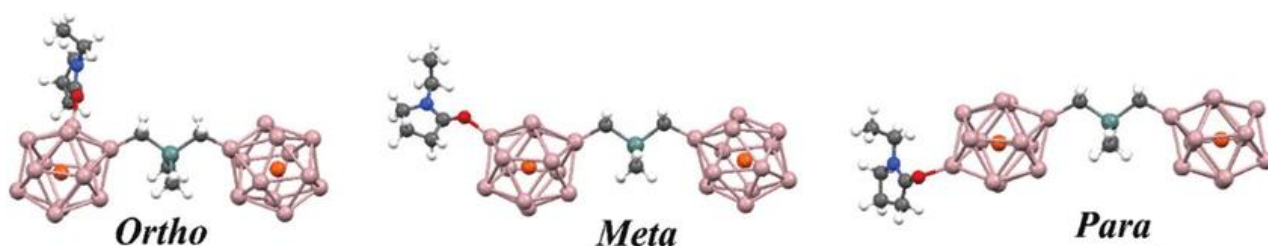
• **O‘rinbosarlar izomeriyasi (yig‘indi izomeriyasi)** shuni anglatadiki, bunday birikmalarda koordinatsion qavatdagi ligandlarning ayrim kompleks birikmalarda atomlar soni bir xil bo‘lsa ham, ularning tarkibida ligandlarning joylashuvi yoki turi turlicha bo‘lishi mumkin. Natijada bir xil tarkibli, lekin turli tuzilishga ega izomerlar hosil bo‘ladi. Masalan:• $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{ClO}_3)(\text{NO}_3)]^+$ va $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{ClO}_4)(\text{NO}_2)]^+$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{SO}_3)(\text{SCN})]$ va $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{S}_2\text{O}_3)(\text{CN})]$



4.6-rasm. O‘rinbosarlar izomeriyasi

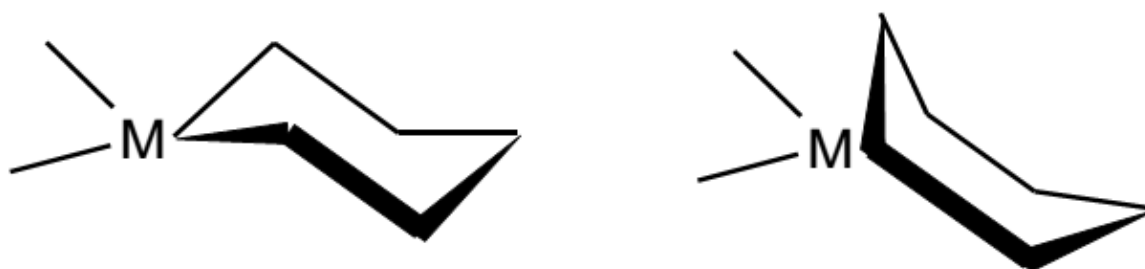
Bu turdagi izomeriyalarda molekulardagi ligandlar bir-biridan farqli atomiy tarkibga ega bo'lishi mumkin, lekin markaziy ion bilan koordinatsion bog'lanish soni bir xil qoladi.

Ligandlar izomeriyasi-Koordinatsion qavatdagi markaziy atomga bog'langan ligandlar turli izomer shakllarda mavjud holatlar ham uchraydi.



4.7-rasm. Ligandlar izomeriyasi.

Masalan, amino benzoy kislotaning orto, meta hamda para shakllari kompleks hosil qilish jarayonida turlicha koordinatsion xulq-atvor namoyon etadi. Natijada hosil bo'lgan koordinatsion birikmalar ham tuzilishi va xossalari jihatidan bir-biridan farqlanadi. Shuningdek, propilendiamin va trimetildiamin, yoki piridinkarboksil kislota hosilalari kabi birikmalarda ham fazoviy tuzilishning o'zgarishi komplekslarning turlicha shakllanishiga olib keladi.

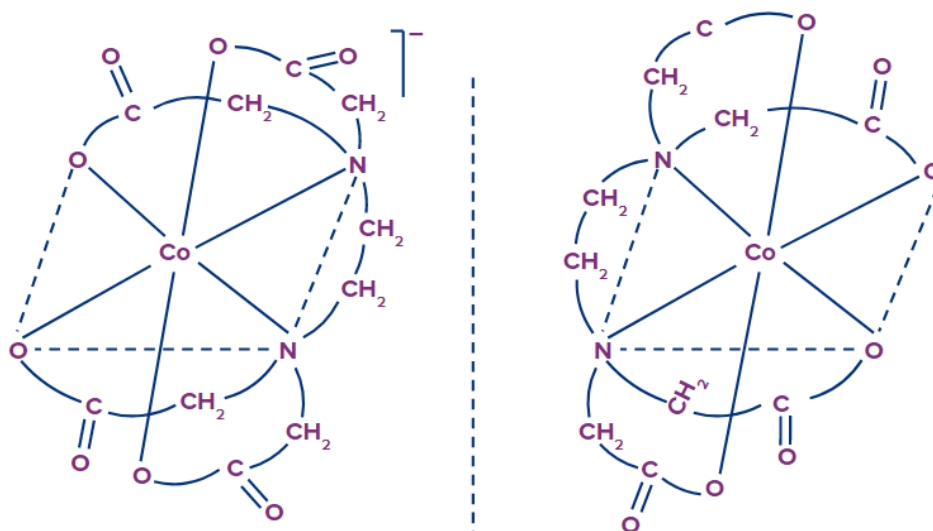


4.8-rasm. Konformatsion izomeriya.

Konformatsiya izomeriya turida kompleksning kimyoviy tarkibi bir xil bo'lib qoladi, ammo ligandlarning markaziy atom atrofida fazodagi joylashuvi turlicha

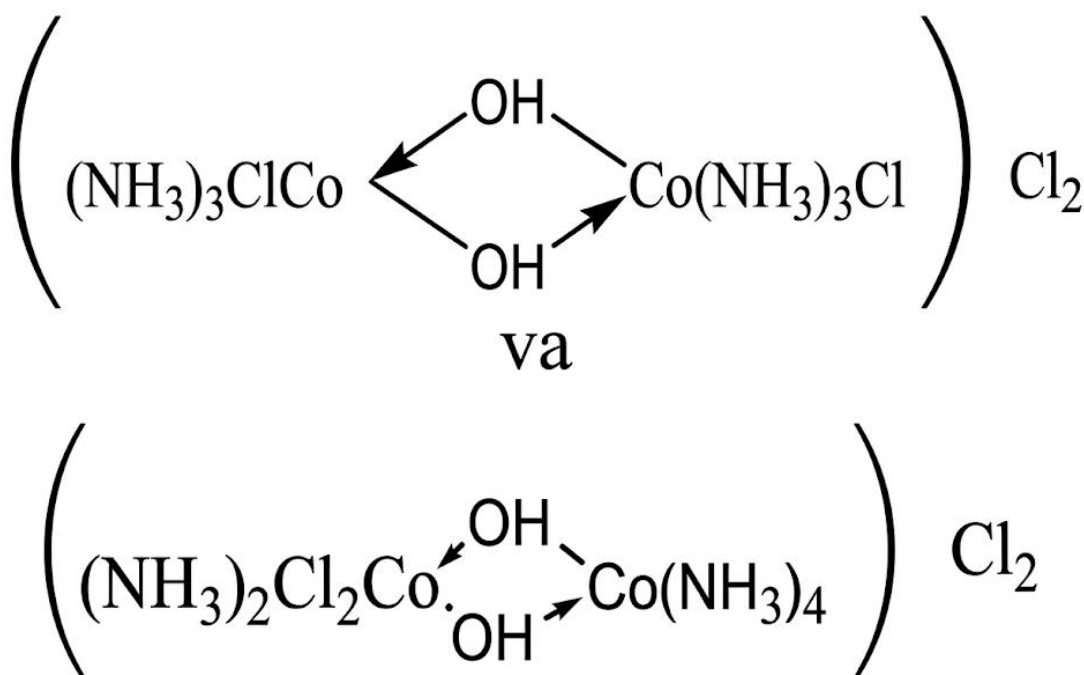
bo'ladi. Ya'ni molekula ichki tuzilishi aylanish yoki egilish hisobiga turli fazoviy shakllarni qabul qiladi.

Masalan, $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ - 1,3-propilendiamin ligand sifatida metall markaziga bog'langanda, u turli fazoviy holatlarda joylashishi mumkin. Natijada "kreslosimon" yoki "vannasimon" konfiguratsiyaga ega konformatsion izomerlar hosil bo'ladi.



4.9-rasm. Fazoviy Optik izomeriya

Holat izomeriyasi Bu izomer tur geometrik izomeriyaga o'xshash, ammo o'ziga xos xususiyatlarga ega. Misol uchun:



4.10-rasm. Holat izomeriyasi.

Elektron izomeriyasi. Yagona misol sifatida $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]\text{Cl}_2$ birikmasi keltiriladi. Uning bir izomeri qora rangli va paramagnit, ikkinchisi qizil rangli va

diamagnit xossalarga ega. Farq markaziy iondagi elektronlar sonida bo'lib, birikmalarning kobalt ionining oksidlanish darajasi +2 va +3 bo'lishi mumkin.

Formal (rasmiy) izomeriyasi. Bunday izomerlar hosil bo'lishida ligandlarning atomlari rasmiy jihatdan teng miqdorda bo'lishi mumkin. Misol uchun: $[\text{Pt}(\text{NH}_3)(\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2)\text{Cl}_2]$ hamda $[\text{Pt}(\text{CH}_3\text{NH}_2)_2\text{Cl}_2]$ komplekslarini keltiradi adabiyotlarda.

Transformatsion izomeriyalari. Ligandlar soni bir xil bo'lsa ham, ularning metall bilan bog'lanish turi o'zgarsa, kompleks xossalari ham farq qiladi. Masalan, $(\text{NH}_4)_2[\text{Pd}(\text{SCN})_4]$ tarkibidagi SCN^- ligandlar o'rniga qisman tiomochevina kirgizilganda hosil bo'ladigan $[\text{Pd}(\text{H}_2\text{N}-\text{C}(=\text{S})-\text{NH}_2)(\text{CN})_2]$ kompleksi elektr o'tkazmaydigan xususiyatga ega bo'ladi. Shunga o'xshash boshqa birikmalar: $[\text{PtH}(\text{C}_2\text{H}_4)(\text{PPh}_3)_2]\text{ClO}_4$ va $[\text{PtC}_2\text{H}_5(\text{PPh}_3)_2]\text{ClO}_4$.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

- 1. Koordinatsion izomeriya, ionlanish izomeriyasi haqida tushuncha bering hamda misollar keltiring?*
- 2. Gidrat izomeriya, koordinatsiyali polimerlanish haqida tushuncha bering hamda misollar keltiring?*
- 3. Bog'lanish izomeriyasi, o'rinbosar izomeriya haqida tushuncha bering hamda misollar keltiring?*
- 4. Ligandlar izomeriyasi, konformatsion izomeriya haqida tushuncha bering hamda misollar keltiring?*
- 5. Holat izomeriyasi, elektron izomeriya haqida tushuncha bering hamda misollar keltiring?*

5-MAVZU:KOMPLEKS BIRIKMALARDA KIMYOVİY BOG'LANISH TABIATI.

VALENT BOG'LAR NAZARIYASI

Reja:

- 1. Kossel va Magnusning elektrostatik qarashlari*
- 2. Kovalent bog'lanish konsepsiyasi*
- 3. Valent bog'lanish nazariyasi*

Tayanch tushunchalar: gibrid orbitalar, tashqi orbital komplekslar, ichki orbital komplekslar, elektrostatik model, kovalent bog'lanish modeli, valent bog'lanish nazariyasi

Verner nazariyasi nuqtai nazaridan qo'shimcha valentlik tushunchasi asosida koordinatsion birikmalarni shakllanish sabablarini va ularning stereokimyosini tushuntirish mumkin. Shu bilan birga, Koordinatsion bog'lanishdagi asosiy va qo'shimcha valentlik tushunchalari elektron nazariya asosida tushuntiriladi. Ko'plab komplekslarda H_2O , NH_3 , CO , C_2H_4 , C_6H_6 kabi neytral ligandlar ham qatnashib, markaziy atom bilan donor–akseptor (dativ) bog' hosil qiladi. Ba'zi komplekslarda markaziy atomning oksidlanish darajasi 0 bo'lib, $\text{Cr}(\text{CO})_6$, $\text{Fe}(\text{CO})_5$, $\text{Ni}(\text{CO})_4$ kabi birikmalarda bog'lanish asosan dativ xarakterga ega.

Elektrostatik (Kossel va Magnus) nazariyasi

Bu nazariyaga ko'ra, kompleks hosil bo'lishi markaziy ion va ligandlar orasidagi elektrostatik tortishish kuchlari bilan izohlanadi. Musbat ion ligandlarni Kulon kuchi orqali o'ziga tortadi, ligandlar esa bir-birini itaradi. Ionlar elastik shar sifatida qaralib, ular orasidagi masofa radiuslar yig'indisiga teng deb olinadi ($r_1 + r_2$).

Masalan, AgI va $[\text{AgI}_2]^-$ koordinatsion komplekslari

1. Ag^+ va I^- ionlari orasidagi tortishuv kuchi:

$$F_1 = e^2 / r^2$$

Sistemning potensial energiyasi:

$$E_1 = e^2 / r$$

2. $[\text{AgI}_2]^-$ kompleksida bitta Ag^+ ionining I^- ioniga ko'rsatadigan tortishuv kuchi:

$$F_2 = e^2 / 4 r^2$$

Bunga mos potensial energiya:

$$E_1 = e^2 / 2 r$$

Umumiy potensial energiya:

$$E_2 = e^2 / r - e^2 / 2 r = -1.5 e^2 / r$$

$[\text{AgI}_2]^-$ tizimi energetik jihatdan barqarorroq bo'lib, AgI tizimiga qaraganda afzallikka ega. Bu sistema energiyasining minimumga intilish qoidasi bilan mos keladi. Niqoblanish (ekranlanish) koeffitsienti (NK):

Ta'rif: Manfiy zaryadli ionlar o'rtasidagi itarilish kuchining markaziy ion va ligandlar orasidagi tortishish kuchiga nisbati.

Qoidasi: Niqoblanish (ekranlanish) koeffitsienti qiymati qanchalik kichik bo'lsa, koordinatsion kompleks shunchalik barqaror hisoblanadi.

- $[\text{AgI}_2]^-$ misolida NK shu prinsiplarga muvofiq hisoblanadi.

Niqoblanish (ekranlanish) koeffitsienti (NK) quyidagicha hisoblanadi:

$$\text{NK} = F_2 : F_1 = (e^2 / 4 r^2) : (e^2 / r^2) = 0.25$$

Koordinatsion kompleks hosil bo'lganda ajralib chiqadigan energiya miqdori niqoblanish koeffitsientiga bog'liq bo'ladi va quyidagi ifoda bilan ifodalanadi:

$$U = p (n - \text{NK}) e^2 / r$$

Bu yerda:

- U — kompleks hosil bo'lishida ajraladigan energiya
- p — bir valentli ligandlar soni
- n — markaziy ionning valentligi
- NK — niqoblanish koeffitsienti
- e — elektron zaryadi
- r — ionlar orasidagi masofa

Qoidaga ko'ra, U **qiymati ortgan sari kompleksning barqarorligi ham oshadi.**

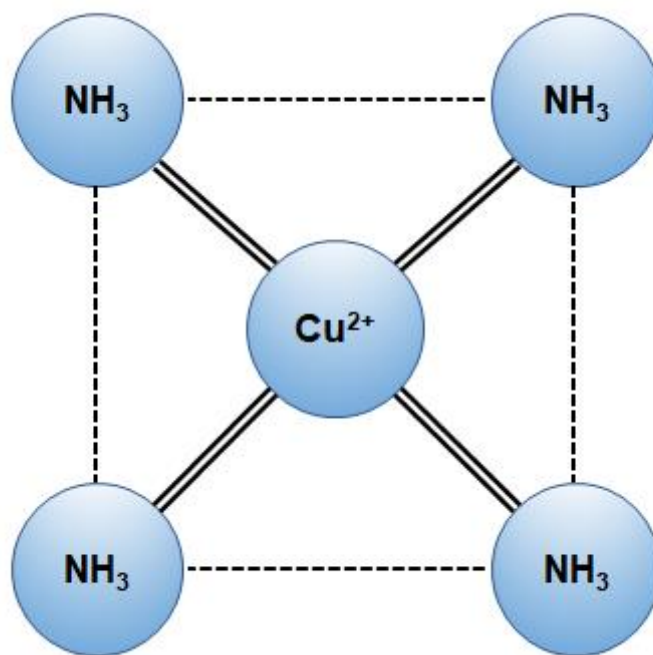
Bu ifoda Kossel va Magnus tomonidan taklif qilingan elektrostatik yondashuvga asoslangan hisoblanadi. Biroq ayrim o'tish metallari komplekslarida nazariy hisob-kitoblar tajriba natijalari bilan to'liq mos kelmagan. Shu sababli Bete va Van-Vlek tomonidan elektrostatik model o'rniga **kristall maydon nazariyasi** ishlab chiqilgan.

Kovalent bog'lanish nazariyasi (Lyuis nazariyasi)

Lyuis qarashiga ko'ra oddiy kovalent bog' hosil bo'lganda atomlar o'zaro **umumiy elektron juftini** bo'lishadi va shu juftlik orqali bog'lanish yuzaga keladi.

Koordinatsion (donor–akseptor) kovalent bog‘lanishda esa umumiy elektron juft dastlab faqat bitta atomga tegishli bo‘ladi. Keyinchalik u ikkinchi zarracha bilan umumlashib, koordinatsion bog‘ hosil qiladi.

Masalan, ammiak (NH_3) kislotalar bilan reaksiyaga kirishganda, azot atomidagi erkin elektron jufti vodorod ioniga beriladi. Natijada NH_4^+ hosil bo‘ladi va undagi barcha N–H bog‘lar tenglashadi. Bu jarayonda azot — **donor**, vodorod ioni esa **akseptor** hisoblanadi. Shuningdek, NH_3 molekulasini o‘zining erkin elektron juftini boshqa ionlar yoki molekulalar bilan ham koordinatsion bog‘ hosil qilishda bera oladi.



5.1.-rasm. Tetraamino mis (II) ion- $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ tuzilishi

G. Lyuis kislota–asos nazariyasi. G.Lyuis nazariyasiga ko‘ra, kislota va asos o‘rtasidagi reaksiyalar elektron juftining uzatilishi bilan bog‘liq jarayon sifatida qaraladi. Bu ta’rifga muvofiq, **kislota elektron juftini qabul qiluvchi zarracha, asos esa elektron juftini beruvchi modda** hisoblanadi. Masalan, Cu^{2+} ioni Lyuis kislotasi vazifasini bajarsa, NH_3 molekulasini Lyuis asosi sifatida ishtirok etadi.

Sidjvikning elektron nazariyani rivojlantirishi

Lyuis g‘oyalarini Sidjvik yanada kengaytirib, koordinatsion birikmalar hosil bo‘lishini “effektiv atom raqami” (EAR) tushunchasi orqali tushuntirdi. Uning fikricha, markaziy ion elektronlari va ligandlar tomonidan berilgan elektronlar yig‘indisi hisoblanadi va bu qiymat ko‘pincha eng yaqin inert gazning elektron konfiguratsiyasiga mos keladi.

Masalan, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ kompleksida Fe^{2+} 24 ta elektron, oltita CN^- esa 12 ta elektron beradi. Natija: $24 + 12 = 36$ elektron bo‘lib, bu kripton (Kr) inert gaziga mos keladi.

Shunga qaramay, ushbu yondashuv ayrim komplekslarning tuzilishini to‘liq izohlab bera olmaganligi sababli keyinchalik uning o‘rnini yanada mukammal nazariyalar egallagan.

Valent bog‘lanish nazariyasi

Valent bog‘lanishlar nazariyasiga binoan, koordinatsion komplekslarda markaziy ion bilan ligandlar orasida donor–akseptor turidagi bog‘lanish vujudga keladi. Bunda ligandlar elektron juftini taqdim etuvchi donor, markaziy ion esa uni qabul qiluvchi akseptor sifatida qatnashadi. Shu jarayonda markaziy ion orbitallari gibridlanib, kompleksning fazoviy shakli shakllanadi.

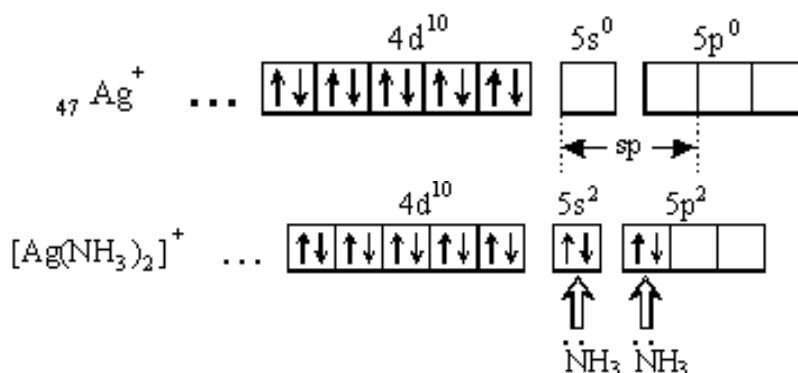
Gibridlanish tushunchasi koordinatsion birikmalarning tuzilishini izohlashda asosiy omillardan biri bo‘lib, u L. Poling tomonidan ishlab chiqilgan. Ushbu yondashuv komplekslarning geometriyasini valent bog‘lanishlar modeli asosida tushuntirish imkonini beradi.

Masalan, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ kompleksi valent bog‘lanishlar nazariyasi nuqtai nazaridan ko‘rilganda, Ag^+ ionining gibrid orbitallari hosil qilishi natijasida chiziqli fazoviy tuzilishga ega bo‘lgan kompleks shakllanishi tushuntiriladi.

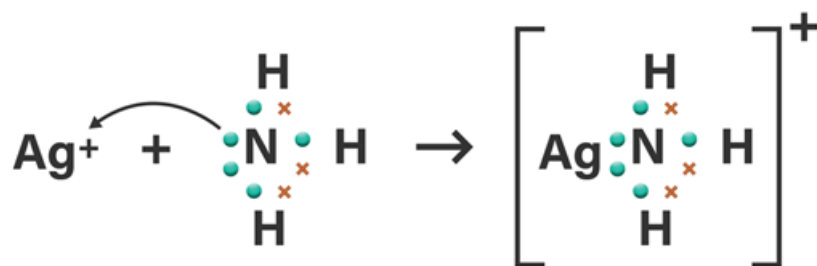


5.2-rasm. diamin argentum(I) ion hosil bo‘lishi

Ag^+ ionining atom raqami $Z = 47$ bo‘lib, uning elektron konfiguratsiyasi $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^0 5p^0$ ko‘rinishida ifodalanadi. Agar faqat **tashqi valent qavat** hisobga olinsa, Ag^+ ionining bu qavatida bir nechta bo‘sh orbitalar mavjud bo‘ladi.

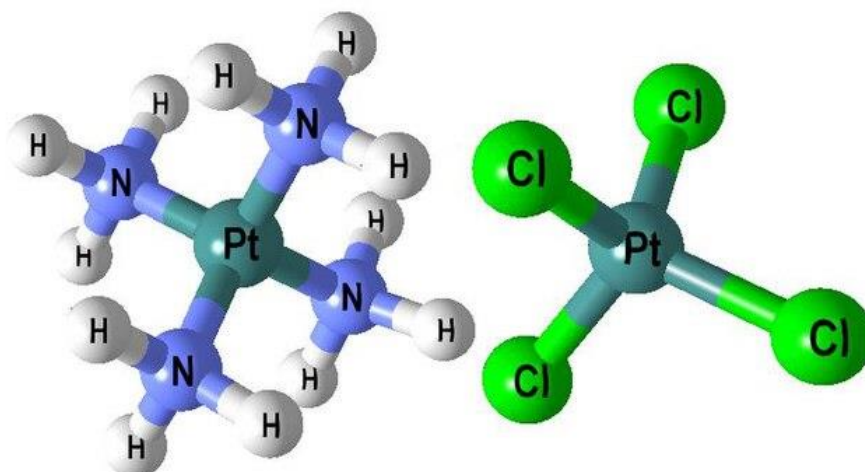


Valent qavatdagi to‘rtta bo‘sh orbitaldan faqat ikkitasi — ya’ni bitta 5s va bitta 5p orbital elektron juftlarini qabul qilish qobiliyatiga ega bo‘lib, akseptor orbitalar sifatida ishtirok etadi. Kumush ionining 5s va 5p orbitallari o‘zaro gibridlanib, natijada ikkita sp-gibrid orbital hosil qiladi. Ushbu ikki gibrid orbitalga ikki dona ammiak (NH_3) molekulası yaqinlashadi va o‘zlarining taqsimlanmagan elektron juftlari joylashgan orbitallari orqali kumush ionining gibrid orbitallarini qoplaydi. Natijada donor–akseptor bog‘lanishlar shakllanadi.



Natijada ammiak molekulasidagi taqsimlanmagan juft elektroni kumush ioni va azot atomi o'rtasida umumiy elektron juftga aylanadi. Bunday vaziyat elektron juft uchun energiya jihatidan ancha barqaror holat hisoblanadi. Natijada hosil bo'lgan koordinatsion bog'lanish o'z xossalari bo'yicha oddiy kovalent bog'lanishdan deyarli farq qilmaydi.

Shuningdek, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ koordinatsion ionini ko'rib chiqish mumkin. Platina atomi ($Z = 78$) ning elektron konfiguratsiyasi $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^9 6s^1$ ko'rinishida bo'ladi. Platina(II) ioni esa elektron yo'qotishi natijasida $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^8 6s^0 6p^0$ tuzilishga ega bo'ladi. Endi faqat valent qavatni ifodalaymiz:



Valent qavatida ham elektron juftlari, ham bo'sh orbitallari mavjud bo'lgan ligandlar bir vaqtning o'zida donor hamda akseptor sifatida ishtirok etishi mumkin. Tasavvur qilaylik, ma'lum bir metall atomida $d(x^2-y^2)$ orbitali bo'sh, $d(xy)$ orbitali esa elektronlar bilan to'lgan bo'lsin. Ushbu metall atomi ammiak molekullari bilan o'zaro ta'sirlashganda, ammiakdagi erkin elektron jufti metallning bo'sh $d(x^2-y^2)$ orbitaliga joylashadi va natijada metall atomi bilan ammiak molekulasidagi azot atomi o'rtasida donor–akseptor tipidagi bog'lanish vujudga keladi.

Fosfin (PH_3) molekulasida fosfor atomi taqsimlanmagan elektron juftlariga, shuningdek bo'sh d-orbitallarga ega bo'ladi. Agar $d(x^2-y^2)$ orbitallari bo'sh bo'lgan metall atomlari PH_3 molekullari bilan reaksiyaga kirishsa, bir juft elektron liganddagi fosfor atomidan metall atomiga o'tadi. Shu bilan bir vaqtda esa metall atomidagi d-orbitaldan bir juft elektron fosfor atomiga uzatiladi. Metall atomidan ligand atomiga elektron juftining o'tishi natijasida yuzaga kelgan bog'lanish donor–akseptor bog'lanishning alohida turi bo'lib, u dativ π -bog'lanish (yoki π -donor

bog‘lanish) deb ataladi. Dativ π -bog‘lanish p-orbitallar ishtirokida ham yuzaga kelishi mumkin, biroq d-orbitallar orqali amalga oshadigan π -donor bog‘lanishlar nisbatan mustahkamroq bo‘ladi. 5.1-jadvalda sof σ -donor, sof π -donor hamda σ , π -aralash donor xususiyatga ega bo‘lgan ligandlar misol tariqasida keltirilgan.

5.1.-jadval

Donor–akseptor (dativ) bog‘lanishlar yuzaga kelish imkoniyati

№	Ligandlar	Misol	Ligandlarning xossalari		
			y-donor	p-donor	p-akseptor
1.	y-donorlik	NH ₃ , NF ₃	+	—	—
2.	y, p -donorlik	F ⁻ , OH ⁻ , H ₂ O, ROH, R ₂ O, aminokislotalar, kompleksonlar		+	—
3.	y, p -donorlik (kuchsiz p-akseptorlik xossalari bilan birga)	Cl ⁻ , Br ⁻ , I ⁻ , S ²⁻ , CN ⁻ , R ₂ S	+	+	+
4.	y-donor, p -akseptorlik	CN ⁻ , SO, NO, PR ₃	+	—	+
5.	p-donorlik, y-akseptorlik	C ₆ H ₅ ⁻ , C ₂ H ₄ , C ₆ H ₆	—	+	+

Jadvalning 1- va 2-raqamli qatordagi ligandlar “universal ligandlar” guruhiga kiradi, chunki ularning π -akseptor xususiyati juda kuchsiz bo‘lib, ular deyarli barcha markaziy metall ionlari bilan kompleks hosil qila oladi.

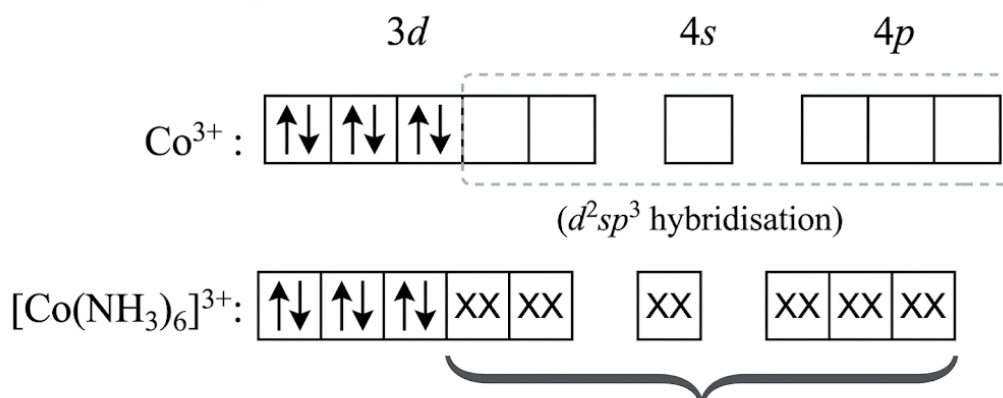
3-qatorga mansub ligandlar ko‘proq I, II va III yonaki guruh metallari bilan barqaror koordinatsion birikmalar hosil qiladi. 4- va 5-qator ligandlari esa d-orbitallari qisman yoki to‘liq to‘lgan metall atomlari bilan oson koordinatsiyalanib, barqaror komplekslar hosil qiladi.

Shuni alohida ta’kidlash lozimki, davr bo‘ylab chapdan o‘ngga qarab harakatlenganda ikkita o‘zaro qarama-qarshi jarayon kuzatiladi. Birinchidan, bo‘sh orbitallar soni kamayib boradi, bu esa metall atomining maksimal koordinatsion sonini pasaytiradi va natijada koordinatsion birikmalar hosil bo‘lish imkoniyatini ma’lum darajada cheklaydi. Ikkinchi jihatdan qaralganda, metall atomining energetik darajalari yanada pastlashadi, ya’ni markaziy ionning valent orbitallari energiyasi kamayib, ligand orbitallari energiya qiymatiga yaqinlashadi.

Buning natijasida metall va ligand o'rtasidagi o'zaro ta'sir kuchayadi va hosil bo'lgan bog'lanish asta-sekin yanada barqaror hamda mustahkam tus oladi.

Ushbu ikki qarama-qarshi omilning o'zaro muvozanati shunday xulosaga olib keladiki, davrlarning o'rta qismida joylashgan elementlar koordinatsion birikmalar hosil qilish qobiliyati eng yuqori bo'lgan elementlar hisoblanadi. Ayniqsa, metall ionining elektron konfiguratsiyasi d^6 ga yaqin bo'lganda, oktaedrik tuzilishga ega Koordinatsion birikmalar tabiatda va kimyoviy tizimlarda juda keng tarqalgan.

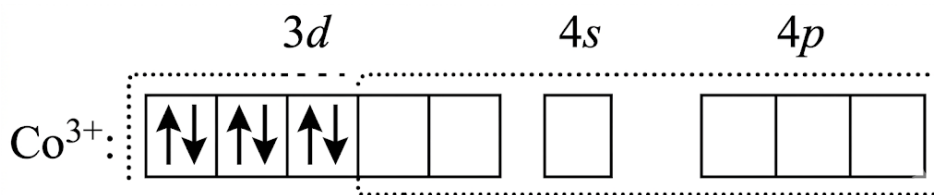
Masalan, $[\text{CoF}_6]^{3-}$ va $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ kompleks ionlarini tahlil qilamiz. Bu birikmalarda kobalt atomining umumiy elektronlar soni 27 ta ekanligi bilan tavsiflanadi, uning elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^7 4s^2$ tarzida ifodalanadi. Co^{3+} ionida esa 24 ta elektron bo'lib, u $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^0$ elektron tuzilishga ega bo'ladi. Uning valent qavatini va tashqi elektron orbitallari quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:



$[\text{CoF}_6]^{3-}$ -kobalt geksafторо anioni koordinatsion kompleks hosil bo'lishida Co^{3+} ionining bitta 4s, uchta 4p hamda ikkita 4d orbitallari bir-biri bilan qo'shilib, oltita teng energiyali gibrid orbitallarni hosil qiladi. Hosil bo'lgan bu oltita gibrid orbital oktaedrning cho'qqilari yo'nalishida joylashadi va ular sp^3d^2 -gibrid orbitallar deb ataladi.

Mazkur gibrid orbitallarning har birini bittadan F^- ioni egallaydi va har bir fluor ioni ikkitadan elektron beradi. Natijada Co^{3+} ioni jami oltita taqsimlanmagan elektron juftini qabul qiladi va $[\text{CoF}_6]^{3-}$ koordinatsion ioni shakllanadi. Bu kompleks tashqi elektron qavatga mansub 4s, 4p va 4d orbitallarining gibridlanishi natijasida hosil bo'lganligi uchun u tashqi orbital (outer orbital) koordinatsion birikmalar turiga kiradi. Shuningdek, ushbu koordinatsion ionda juftlashmagan to'rtta elektron mavjud bo'lib, u shu sababli paramagnit xususiyatni namoyon etadi. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ kompleks ionining hosil bo'lishini tahlil qilamiz. Bu jarayonda ham Co^{3+} ioniga tegishli valent orbitallar gibridlanish jarayonida qatnashadi, biroq gibridlanish boshqacha yo'l bilan amalga oshadi. Ya'ni ikkita 3d, bitta 4s va uchta 4p orbital o'zaro qo'shilib, oltita d^2sp^3 -gibrid orbitalni hosil qiladi. Ushbu gibrid orbitallarning har biriga bittadan ammiak molekulasi taqsimlanmagan elektron jufti joylashadi, natijada Co^{3+} ioni

oltita elektron juftini qabul qiladi va barqaror $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ koordinatsion ion shakllanadi.

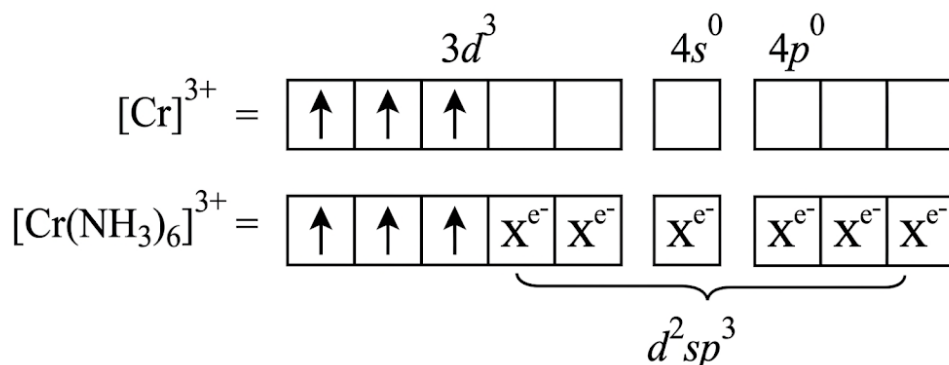


Bunday koordinatsion ion shakllanishida markaziy ionning tashqi valent qavatidagi s- va p-orbitallari bilan bir qatorda ichki qavatga mansub d-orbitallar ham ishtirok etgani sababli, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ koordinatsion ion ichki orbital komplekslar turkumiga kiradi. Ushbu koordinatsion ion tarkibida juftlashmagan (toq) elektronlar mavjud emas, shu bois u diamagnit xususiyat namoyon etadi.

Valent bog‘lanishlar nazariyasi yordamida koordinatsion birikmalarning kimyoviy reaksiyalarda ishtirok etish faolligini oldindan baholash mumkin. Xususan, koordinatsion birikmaning ichki sferasida joylashgan ligandlarning eritmada boshqa ligandlar (ionlar yoki molekulalar) bilan almashinish tezligi Kompleksning ichki yoki tashqi orbital turga mansubligi, shuningdek markaziy ionning d-orbitallarining elektronlar bilan to‘lish darajasiga bog‘liq bo‘ladi.

Tashqi orbital koordinatsion birikmalarda ligandlar markaziy ion bilan nisbatan zaifroq bog‘lanadi, ichki orbital komplekslarda esa bu bog‘lanish ancha mustahkam bo‘ladi. Shu sababli tashqi orbital komplekslarda ligandlarning eritmadagi boshqa ligandlar bilan almashinishi osonroq va tezroq kechadi, ichki orbital komplekslarda esa bu jarayon ancha sust sodir bo‘ladi.

Agar markaziy ionning ichki d-orbitallari to‘liq elektronlar bilan to‘lmagan bo‘lsa, eritmada ionlardan biri qo‘shimcha ligand sifatida vaqtinchalik ravishda kompleks tarkibiga ulanib qolishi mumkin, undan so‘ng esa avvalgi ligandlardan biri ajralib chiqadi. Natijada ligand almashinish jarayoni amalga oshadi. Masalan, $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ va $[\text{V}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ koordinatsion ionlari aynan shunday tuzilishga ega bo‘ladi:



Ikkinchi koordinatsion ion tarkibida ichki d-orbitallardan birining bo‘sh bo‘lishi sababli, ushbu kompleksning kimyoviy reaksiyalarga kirishish qobiliyati $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ioniga nisbatan yuqoriroq bo‘ladi.

Valent bog‘lanishlar usuli koordinatsion birikmalarning ko‘plab fizik-kimyoviy xossalarini to‘g‘ri talqin qilish imkonini berdi. Biroq bu nazariya koordinatsion birikmalarning optik xususiyatlarini tushuntirish, ularning stereokimyoviy tuzilishini chuqur tahlil qilish, shuningdek barqarorligini miqdoriy jihatdan baholash masalalarida yetarli imkoniyatlarga ega emas.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

- 1. Koordinatsion bog‘lanishning hosil bo‘lish mexanizmi qanday tushuntiriladi?**
- 2. Markaziy ion va ligand o‘rtasidagi donor–akseptor bog‘lanish nimani anglatadi?**
- 3. Kompleks birikmalarning barqarorligiga qanday omillar ta’sir qiladi?**
- 4. Gibrirlanish tushunchasi koordinatsion birikmalar tuzilishini qanday izohlaydi?**
- 5. Ichki orbital va tashqi orbital komplekslar o‘rtasidagi asosiy farq nima?**
- 6. Paramagnit va diamagnit xususiyatlar komplekslarda qanday paydo bo‘ladi?**
- 7. Ligandlarning kuchi (kuchli va kuchsiz maydon ligandlari) kompleks geometriyasiga qanday ta’sir qiladi?**
- 8. Effektiv atom raqami (EAR) tushunchasi nimani bildiradi?**
- 9. Koordinatsion birikmalarda geometrik tuzilish qanday omillarga bog‘liq?**
- 10. Valent bog‘lanishlar nazariyasi komplekslarning rangini tushuntira oladimi?**

6-MAVZU:KRISTALL MAYDON NAZARIYASI, MOLEKULAR ORBITALLAR NAZARIYASI, KOMPLEKS BIRIKMALARDA DATIV BOG‘LANISHLAR

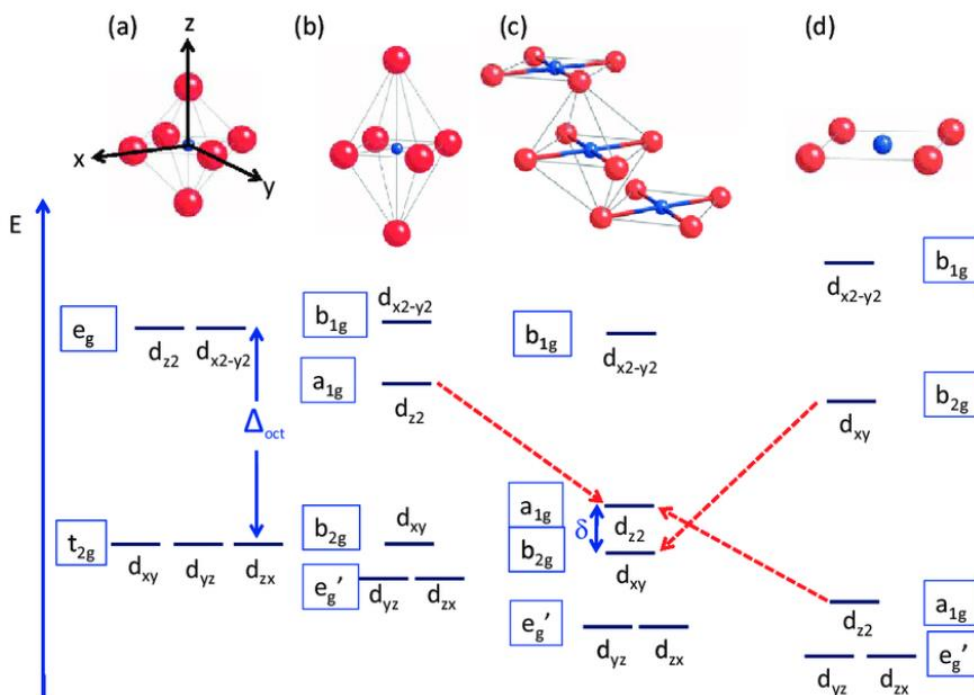
Reja:

- 1. Kristall maydon nazariyasi.**
- 2. Koordinatsion birikmalar uchun molekulyar orbitallar nazariyasi.**

Tayanch iboralar. Molekulyar orbitallar nazariyasi, Kristall maydon nazariyasi, G. Bete va Van-Flek, Oktaedr, Tetraedr,

Ushbu konsepsiyani fizik olimlar G. Bete va Van-Flek 1930-yillarda ilgari surishgan bo‘lsa-da, kimyo fanida uning amaliy tatbiqi faqat 1951 yildan boshlangan. Kristall maydon nazariyasi markaziy ionning d-orbitallariga ligandlar tomonidan ko‘rsatiladigan ta’sirlarni aniqlashga mo‘ljallangan. Bu nazariya markaziy ion va uning atrofidagi ligandlar o‘rtasidagi elektron o‘zaro ta’sirlari natijasida d-orbitallarning energiya darajalarining qanday o‘zgarishini, ularning bo‘linish

(splitting) xususiyatini, shuningdek koordinatsion komplekslarning rang, magnit xususiyatlari va barqarorlik darajasini tushuntirishga yordam beradi.



6.1-rasm. Metall ionlarining d-orbitallari turli simmetriyadagi maydonlar ostida energiya darajalarini qanday taqsimlashi

a — ikosaedr shakl, b — antiprizma shakl, s — kub shakl, d — tetraedr shakl, ye — sferik shakl, j, z — oktaedr shakl, i — oktaedr shakl (trans-izomer), k — tekis kvadrat shakl.

Kristall maydon nazariyasi markaziy ionning elektron konfiguratsiyasini va ligandlar bilan bog‘lanish mexanizmini chuqur tahlil qilish imkonini beradi, bu esa kimyoviy reaksiyalarni oldindan prognoz qilish va stereokimyoviy tuzilishni aniqlash imkoniyatini yaratadi. Bundan tashqari, nazariya ligandlar turiga, ularning simmetriyasi va elektron ta‘siriga qarab komplekslarning energetik xususiyatlarini farqlash imkonini beradi.

Erkin atom yoki ion holatida d-orbitallar beshta teng energiyali holatda bo‘ladi va ular faqat fazoda turlicha yo‘nalganligi bilan farqlanadi. Bunday teng energiyali orbitallar **degeneratsiyalangan orbitallar** deb ataladi.

Ligandlar markaziy ionga yaqinlashganda d-orbitallardagi elektron bulutlar bilan elektrostatik o‘zaro ta‘sir yuzaga keladi. Natijada itarilish kuchlari hosil bo‘lib, d-orbitallarning energiya darajalari o‘zgaradi va ular ikki guruhga ajraladi.

Oktaedrik tuzilishda ligandlar fazoda ma‘lum yo‘nalishlarda joylashgani uchun **d_z^2 va dx^2-y^2** orbitallar ularga to‘g‘ridan-to‘g‘ri yo‘nalgan bo‘lib, yuqori energiyali (e_g) holatni egallaydi. **d_{xy} , d_{xz} va d_{yz}** orbitallar esa ligandlar orasida joylashgani sababli nisbatan kam ta‘sirilanadi va past energiyali (t_{2g}) holatda qoladi.

Shu tariqa d-orbitallar ikkita energetik pog‘onaga ajraladi va ular orasidagi farq Δ_o (**oktaedrik ajralish energiyasi**) bilan ifodalanadi. Bu yerda t_{2g} orbitallar energiyasi boshlang‘ich darajadan pastroq ($\approx 0,4\Delta_o$), e_g orbitallar esa yuqoriroq ($\approx 0,6\Delta_o$) bo‘ladi.

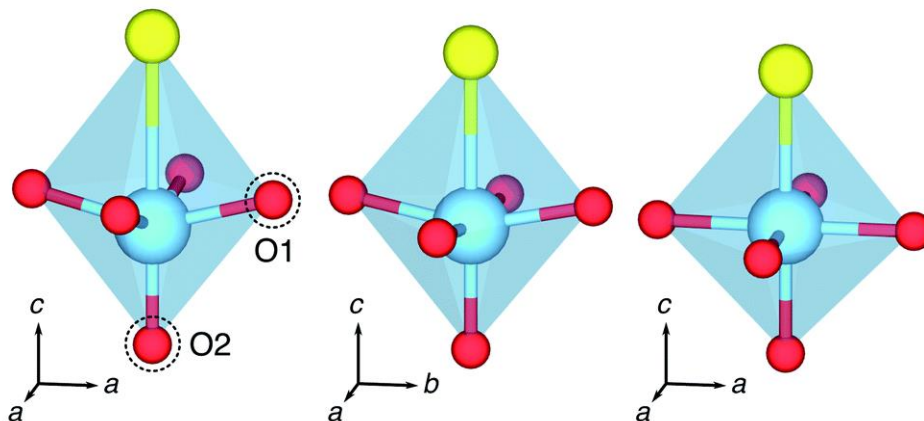
Masalan, $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ kompleksida bitta d-elektron t_{2g} orbitallarda joylashadi. Kristall maydon nazariyasiga ko'ra, bu holat elektron energiyasini kamaytiradi va kompleksning barqarorligini oshiradi (qo'shimcha barqarorlashuv $\approx 0,4\Delta_0$).

Kristall maydon nazariyasi markaziy ion va ligandlar o'rtasidagi ta'sirni asosan elektrostatik yondashuv asosida tushuntiradi va ligandlarni nuqtaviy zaryad sifatida qaraydi. Shu jihatdan u elektrostatik (Kossel–Magnus) modelining kvant-mexanik asosda rivojlangan ko'rinishi hisoblanadi. Barqarorlik energiyasi ko'pincha **0,4 D_0 qiymati** bilan ifodalanadi va bu **bittagina d-elektronli oktaedrik kompleksdagi kristall maydon ta'sirida energiyaning barqarorlanishini** anglatadi.

Markaziy iondagi d-elektronlar miqdori ortishi bilan kompleksning barqarorlik energiyasi ham o'zgaradi. Masalan, agar metall ionida ikkita d-elektron t_{2g} orbitallarda joylashgan bo'lsa, oktaedrik kompleksda barqarorlashuv $0,8 D_0$ ga teng bo'ladi. Aksincha, e_g orbitallarda joylashgan elektronlar kompleks barqarorligini pasaytirib, taxminan $0,6 D_0$ ga kamayishiga olib keladi.

Umumiy holda, t_{2g} va e_g orbitallardagi elektronlar soni ma'lum bo'lsa, oktaedrik kompleksning barqarorlik o'zgarishini hisoblash mumkin bo'ladi. Masalan, t_{2g} orbitallarda uchta va e_g orbitallarda ikkita elektron mavjud bo'lsa, kompleksning barqarorlik qiymati shu elektronlar taqsimotiga ko'ra aniqlanadi.

Ba'zi misollarni ko'rib chiqamiz. Ligandlar **oktaedr markaziy ion atrofida joylashgan** deb faraz qilaylik (X1.7-rasm). Rasmdan ko'rinib turibdiki, ligandlar **$d\{x^2-y^2\}$ va $d\{z^2\}$ orbitalariga** eng kuchli elektrostatik ta'sirni ko'rsatadi, shu bilan birga, **$d\{xy\}$ orbitaliga** ligandlarning ta'siri nisbatan kamroq. Qolgan d-orbitallar esa **pastki energetik darajani egallaydi**.



6.2-rasm. Oktaedrik maydondagi koordinatsion birikmaning fazoviy tuzilishi va koordinat o'qlarining joylashuvi

Tetraedrik geometriyaga ega komplekslarda ligandlar markaziy ionning **d_{xy} , d_{yz} va d_{xz}** orbitalari bilan kuchliroq elektrostatik o'zaro ta'sirga kirishadi. Shu bilan birga, **$d\{x^2-y^2\}$ va $d\{z^2\}$ orbitalar** nisbatan kamroq ta'sirlanadi va pastki energetik darajani egallaydi. Bu taqsimot **tetraedrik maydonning simmetriyasi va ligandlarning markaziy ionga bo'lgan pozitsiyasiga** bog'liq bo'lib, kompleksning barqarorligi va fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqlashda muhim rol o'ynaydi.

Yuqorida (6.2.-rasm) markaziy atom atrofida joylashgan ligandlar hosil qilgan maydonning simmetriyasiga qarab d-orbitallarning energiya darajalari turlicha taqsimlanishi ko'rsatilgan.

Kristall maydon nazariyasiga ko'ra, koordinatsion birikmalarda ligandlar va markaziy ion o'rtasidagi bog'lanish asosan elektrostatik (ion) tabiatga ega deb qaraladi. Bunda ligand elektron bulutlarining markaziy ion elektron bulutlari bilan qisman qoplanishi, ya'ni kovalent xususiyat ham mavjud bo'lishi to'liq hisobga olinmaydi. Ammo elektron paramagnit rezonans (EPR) tadqiqotlari ko'plab komplekslarda kovalent bog'lanish ham mavjudligini tasdiqlaydi.

Haqiqiy tizimlarda markaziy ionning d-orbitallari bilan bir qatorda s- va p-orbitallari ham, shuningdek ligand orbitallari ham o'zaro ta'sirlashadi. Shu sababli kristall maydon nazariyasi keyinchalik kengaytirilib, ligand maydon nazariyasi shakllangan va u molekulyar orbitallar yondashuvi bilan boyitilgan.

Kristall maydon nazariyasining muhim yutuqlaridan biri — koordinatsion birikmalarning rangini tushuntira olishidir. t_{2g} va e_g orbitallar energiyalari orasidagi farq (Δ_0) spektroskopik ma'lumotlar yordamida aniqlanadi. Bu jarayon $E = h\nu$ tenglamaga asoslanib hisoblash imkonini beradi.

$$\Delta = \frac{hC \cdot N_A}{\lambda}$$

Molekulyar orbitallar (MO) usuli va nazariyasi

Molekulyar orbitallar (MO) metodi metall ionlari va ligandlar o'rtasida kovalent, ionik hamda boshqa turdagi bog'lanishlar hosil bo'lishini mantiqan tushuntirishga xizmat qiladi. Shu sababli, molekulyar orbitallar konsepsiyasida har bir zarracha to'liq kvant-mexanik tizim sifatida ko'riladi.

Molekulyar orbitallar konsepsiyasining bir necha shakllari mavjud. Ulardan eng keng qo'llaniladigani —atom orbitallarining chiziqli birikmasi- AOCHB deb ataladi. Ushbu shaklga ko'ra, hosil bo'layotgan molekulyar orbitallar dastlabki atom orbitallarining Ma'lum ketma-ketlik va tartib asosida birikishi hamda parchalanishi natijasida yuzaga keladi.

Molekulyar orbitallar usuli moddaning elektron tuzilishini aniqlashdan oldin uning kristall tuzilishi rentgen nurlari yordamida o'rganilishini nazarda tutadi va olingan strukturaviy ma'lumotlar nazariy modelni qurishda asos bo'lib xizmat qiladi.

Agar tizimda **bog'lovchi molekulyar orbitallar (BMO)** hosil bo'lsa, atom orbitallari bir-biri bilan samarali va konstruktiv tarzda qoplanadi. Natijada elektronlar pastroq energiyali holatga o'tadi va tizim barqarorlashuvi kuchayadi.

Aksincha, **bo'shashtiruvchi molekulyar orbitallar (BO'MO)** hosil bo'lganda, orbitallar qoplanishi sustlashadi yoki qarama-qarshi fazada bo'ladi. Bu esa elektronlarning yuqoriroq energiya holatlariga o'tishiga olib keladi va tizimning barqarorligini kamaytiradi.

Uchinchi holatda, ya'ni bog'lanmaydigan MO (non-bonding MO) mavjud bo'lganda, dastlabki atomlardagi elektron bulutlar energiyasida hech qanday o'zgarish yuz bermaydi.

Ushbu holatlar matematik nuqtai nazardan ham tahlil qilingan bo'lib, Koordinatsion birikmalarda hosil bo'ladigan BMO (bog'lovchi molekulyar orbital) va BO'MO (bo'shashtiruvchi molekulyar orbital) uchun quyidagi ifodalar yoziladi:

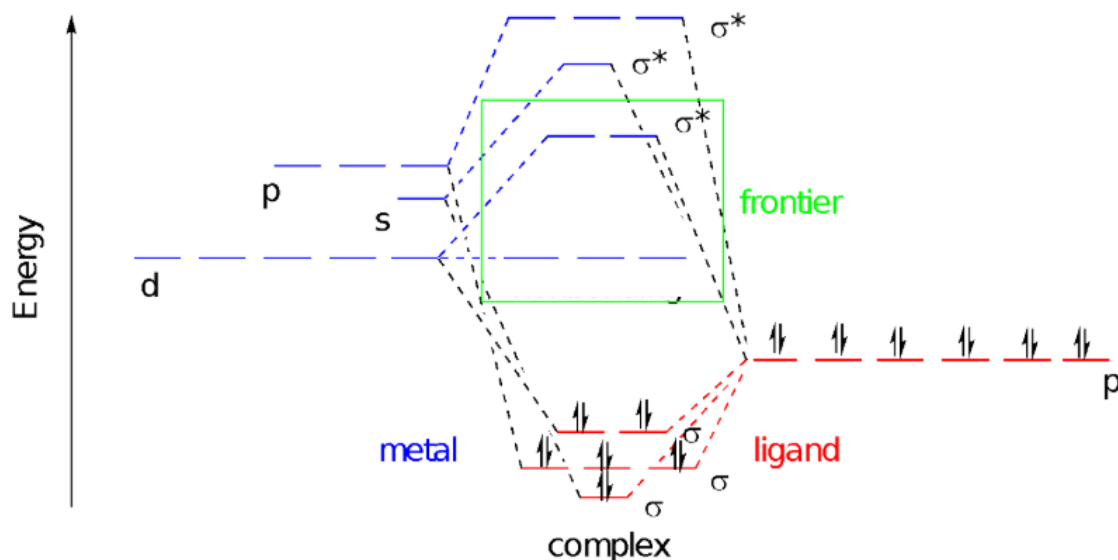
$$\Psi = \frac{a\Psi_K + \sqrt{1-a^2}\varphi}{1+2a\sqrt{1-a^2}s}; \quad \Psi^* = \frac{\sqrt{1-a^2}\Psi_K - a\varphi}{1+2a\sqrt{1-a^2}s}$$

Koordinatsion bog'lanish tabiatining tahlili. Ushbu modelda quyidagi kattaliklar muhim hisoblanadi:

- Ψ_K va φ — mos ravishda markaziy ion hamda ligandlarning to'liq funksiyalari
- s — orbitallar qoplanish (overlap) integrali
- a — bog'lanish xarakterini belgilovchi koeffitsient ($0 \leq a \leq 1$)

Bog'lanish turlari:

1. Ionli bog'lanish ($a = 0$): Bu holatda $\psi = \varphi$ munosabat kuzatiladi va elektronlar asosan ligandlarda joylashadi, markaziy ion esa bo'sh orbital sifatida



6.3-rasm. Oktaedrik tuzilishga ega koordinatsion birikmalarda MO (molekulyar orbitallar) usuli asosida orbitallarning joylashuvi

a - sferik simmetriyaga ega maydonda markaziy atomning energetik qavatlar tasviri, *b* - metall va ligand orbitallarining bir-biri bilan o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'lgan umumiy energiya pog'onalari, *v* - ligandlarga tegishli bo'lgan dastlabki energetik sathlar diagrammasi

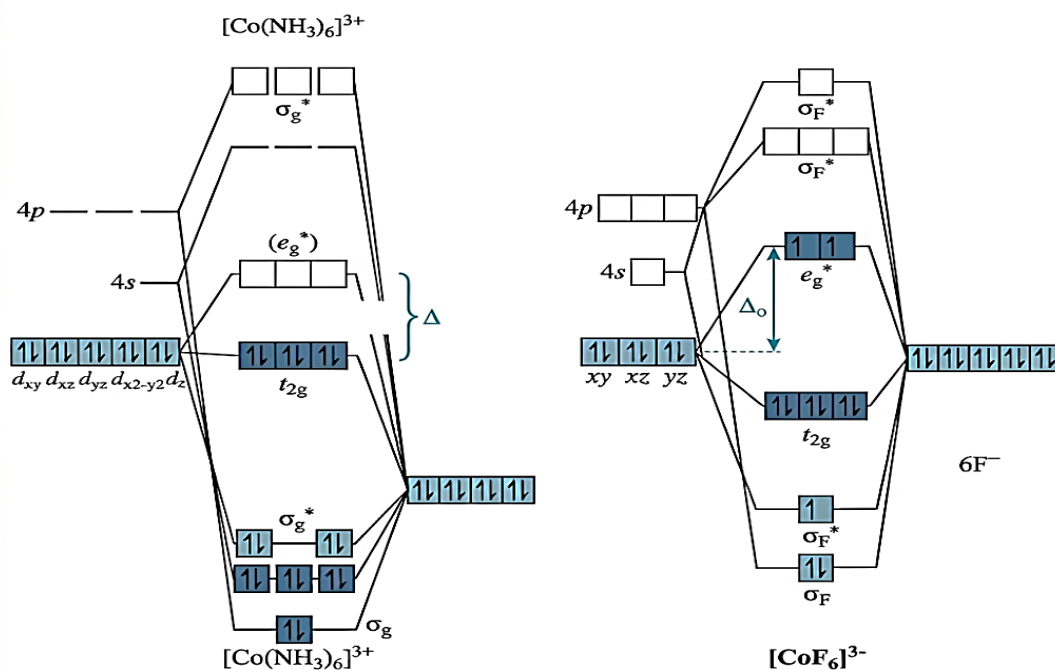
ishtirok etadi.

2. Kovalent xarakter ($\alpha^2 = 0,5$): Elektron zichligi metall va ligand o'rtasida nisbatan teng taqsimlanadi va barqaror bog'lovchi molekulyar orbital (BMO) hosil bo'ladi.

3. Qayta ionlashuv holati ($\alpha = 1$): Bunda bog'lovchi elektronlar asosan markaziy ion tomon siljiydi va natijada bog'lanish yana ion xarakterga ega bo'ladi.

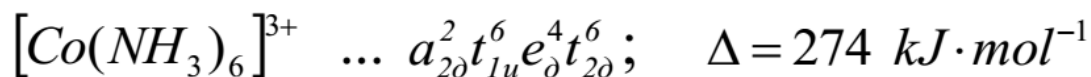
Molekulyar orbitalar usuli asosida koordinatsion birikmaning energetik diagrammasini tuzish

Oktaedrik geometriyaga ega koordinatsion zarrachaning to'liq energetik diagrammasi 6.3-rasmda tasvirlangan. Bunday diagrammalar dastlabki komponentlar ya'ni markaziy metall ionining va ligandlarning atom orbitalari hamda hosil bo'lgan kompleksdagi molekulyar orbitalar o'rtasidagi energetik munosabatlarni sifat jihatdan ifodalaydi.



6.4-rasm. Past spinli $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ hamda yuqori spinli $[\text{CoF}_6]^{3-}$ birikmalarda MOlarning energiya taqsimot diagrammasi

Ushbu rasmdan foydalanib, $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$ ning MO asosida electron formulasi quyidagicha:



Umumiy hisobda molekulyar orbitallarda 18 ta elektron mavjud bo'lib, shundan 12 tasi ligandlar tomonidan, 6 tasi esa markaziy ion hisobiga to'g'ri keladi. Bunday elektron tuzilishga ega kompleks diamagnit xossani namoyon qiladi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Kristall maydon nazariyasi kim tomonidan kashf etilgan?
2. Kristall maydon nazariyasi haqida ma'lumot bering?
3. Molekulyar orbitallar nazariyasi haqida ma'lumot bering?
4. Kompleks birikmalarda molekulyar orbitallar nazariyasini tushuntiring?

7-MAVZU:KOORDINATSION BIRIKMALAR KIMYOSINING MUHIM QOIDALARI

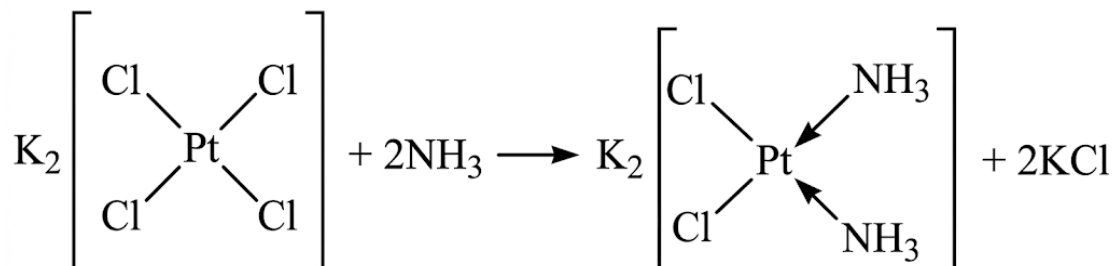
Reja:

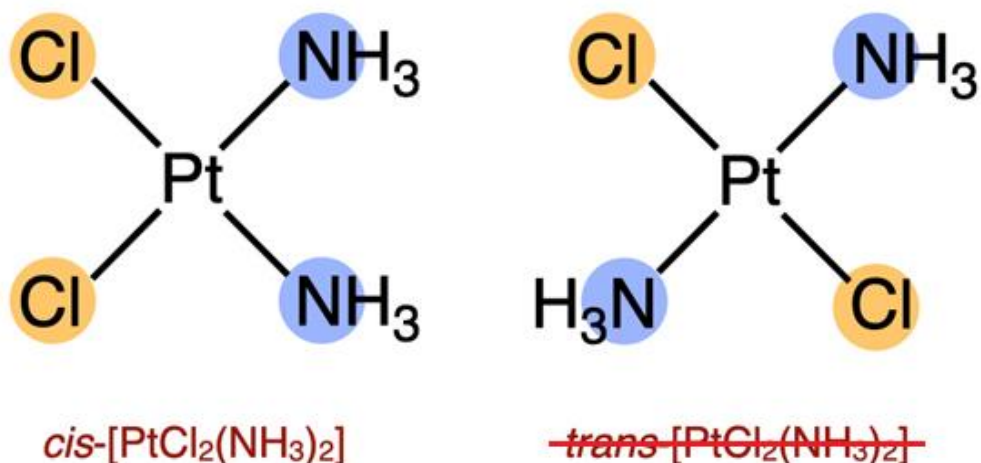
1. Peyrone qoidasi-koordinatsion birikmalarda ligandlarning joylashuvi hamda Iorgensen qoidasi- reaksiyaga kirishish tartibini belgilovchi asosiy qoidalar.
2. Chugaevning sikl qoidasi – metall komplekslaridagi halqa tuzilishining barqarorligini va reaksiyaga moyilligini tushuntiruvchi qoida.
3. Kurnakov qoidasi – birikmalarda izomerlar orasidagi farqni aniqlash va reaksiyalar natijasida hosil bo'ladigan mahsulotlarni oldindan prognoz qilishga xizmat qiladi.
4. Chernyaevning qoidasi – ligandlarning markaziy ionga ta'sirini trans pozitsiyada joylashgan ligandlar orqali baholash va reaksiyalar mexanizmini tushuntirish.

Tayanch iboralar. Kompleks birikmalardagi muhim qoidalar: Peyrone, Iorgensen, Chugaevning metall halqa birikmalaridagi ahamiyati, Kurnakovning izomerlarni farqlashdagi roli, Chernyaev va trans-ta'sir mexanizmi, Ligandlarning trans-ta'sir qatori qonuniyatlari

1. Jean Peyrone qoidasi ta'rifi– bu metall komplekslar kimyosida kuzatiladigan **geometrik izomeriyaga oid tamoyil** bo'lib, u **ammiak (NH₃) yoki amin ligandlari bilan bog'langan atsido komplekslarda cis-izomerlarning afzalligini tushuntiradi.**

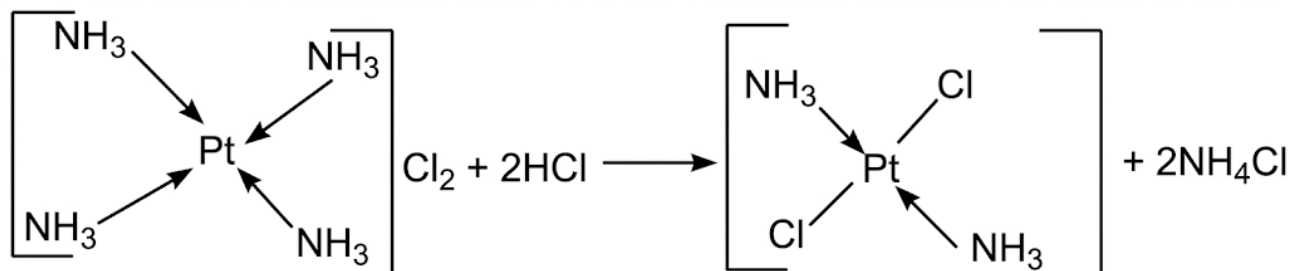
Masalan, agar eritmada kaliy tetraxloroplatina (II) - K₂[PtCl₄]ning 1 mol miqdoriga 2 mol ammiak qo'shilsa, *sis*-dixlorodiamminplatina hosil bo'lib, KCl ajralib chiqadi.





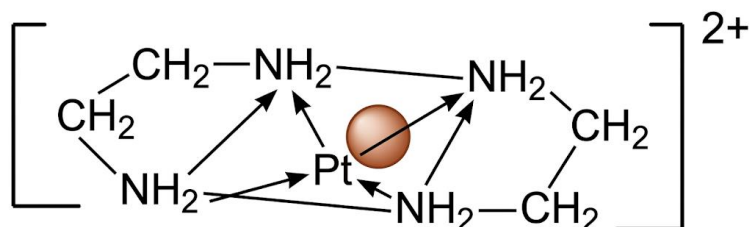
7.1-rasm. Peyrone qoidasi asosida sis-izomer xolatidagi mahsulotlar hosil bo'lishi

2. Iorgensen qoidasi. Ammiakat komplekslar kislotalar ta'sirida parchalanganda ko'pincha trans-izomer ko'rinishidagi atsidokomplekslar hosil bo'ladi. Masalan, tetramminplatina(II) xlorid $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ ni HCl bilan ishlov berilganda trans-dixlordiamminplatina(II) hosil bo'ladi.

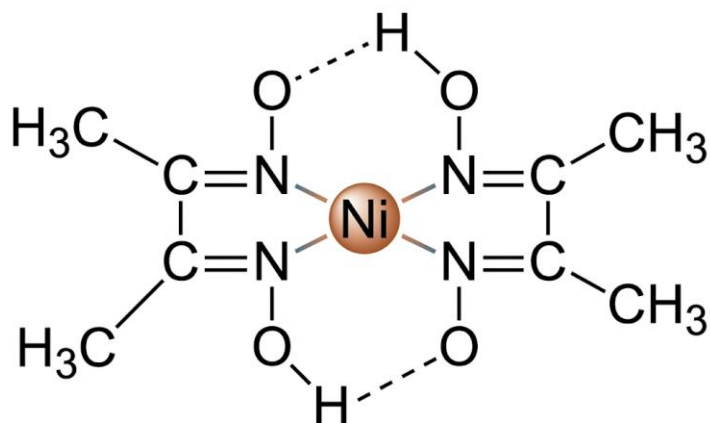


3. L. A. Chugayev 1906-yilda tarkibida besh va olti a'zoli halqalari bo'lgan koordinatsion birikmalar eng barqaror bo'ladi, degan qoidani tarfladi.

To'rt a'zoli halqaga ega bo'lgan koordinatsion birikmalar kamroq mustahkam bo'ladi, uch a'zoli halqasi bo'lgan koordinatsion birikmalar beqarordir. Masalan, platinaning etilendiaminli birikmasi $[\text{Pt}(\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2)_2]\text{Cl}_2$ tarkibida ikkita besh a'zoli halqa bor:

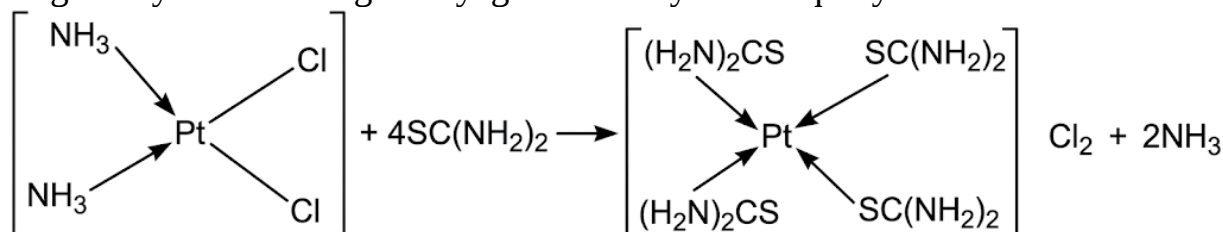


Ushbu birikma nihoyatda barqaror hisoblanadi; hatto unga HCl ta'sir qilinsa ham parchalanmaydi. Ikkivalent nikelning glioksimli kompleksi ikkita besh a'zoli va ikkita olti a'zoli halqa tarkibiga ega bo'lgani sababli, bu birikma juda yuqori barqarorlikka ega.

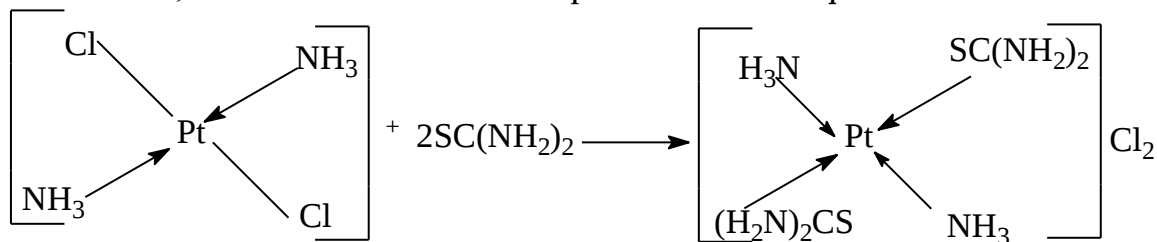


U faqat konsentrlangan nitrat kislota hamda “zar suvi” ($3\text{HCl} + \text{HNO}_3$) aralashmasi ta’sirida eriydi.

4. N. S. Kurnakov qoidasi ta’rifi Trans va cis shakldagi koordinatsion birikmalarni bir-biridan ajratib o’rganish katta amaliy va nazariy ahamiyatga ega. Tekshiruvlar shuni ko’rsatdiki, bir xil koordinatsion birikmaning trans-konfiguratsiyasi cis-konfiguratsiyaga nisbatan yomonroq eriydi.



Trans hamda cis shakllarni farqlashda N. S. Kurnakov tamoyili muhim vosita hisoblanadi. U cis- va trans-diaminlarning tiokarbamid ($\text{SC}(\text{NH}_2)_2$) bilan reaksiyasini o’rganib, natijada cis-izomerdagi ligandlarning tiokarbamid bilan to’liq almashtirilishini, trans holatda esa bu to’liqsiz borishini aniqladi.



L. A. Chugayev halqali kompleks moddalar tuzilishi qonuniyatni tajribada olingan mahsulotlarni sifat tahlili asosida ishlab chiqqan. XX asrning 40-yillaridan boshlab esa ushbu sohada aniq miqdoriy natijalar olish usullari ham rivojlana boshladi. Shvarsenbax 1952-yilda amaliy natijalarni umumlashtirib, xelat effekt qoidasini quyidagicha tarfladi. Siklik koordinatsion birikma $\text{M}[\text{AA}]$ ning hosil bo’lish konstantasidan nosiklik koordinatsion birikma $[\text{MA}^{1-}_2]$ ning hosil bo’lish konstantasidan bir necha marta kattadir (A^- -xossalari AA ning xossalarga yaqin bo’lgan monodentat ligand, AA esa- bidentat ligand). Misol tariqasida 2 ta

koordinatsion birikmani ko'rib chiqamiz; biri nosiklik koordinatsion birikma $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ uning suvdagi eritmada hosil bo'lish konstantasi $K=5 \cdot 10^9$, ikkinchisi siklik koordinatsion birikma $[\text{NiEn}_3]\text{Cl}_2$, uning ayni sharoitda hosil bo'lish konstantasi $K=2 \cdot 10^{19}$. Binobarin, xelat koordinatsion birikma noxela koordinatsion birikmaga qaraganda deyarlik 10^{10} marta barqarordir.

Mavzuni mustahkamlash savollari

1. Koordinatsion kimyoda asosiy tamoyil va qonuniyatlar sifatida qaysi qoidalar muhim hisoblanadi?
2. Peyroni qoidasining asosiy mazmuni va qo'llanish sohasi nima?
3. Iorgensen qoidasida qanday kimyoviy bog'lanish xususiyatlari tushuntiriladi?
4. Chugaevning halqali komplekslar haqidagi qoidasi qanday hodisaga asoslanadi?
5. Kurnakov qoidasi koordinatsion birikmalarda nimani aniqlashga yordam beradi?
6. Shvarsenbax qaysi nazariy yondashuv asosida xelat effektini izohlab bergan?
7. Chernyaev tomonidan kiritilgan trans-ta'sir qoidasi qanday jarayonni tushuntiradi?
8. Ligandlarning trans-ta'sir kuchi qanday tartibda o'zgaradi?
9. Xelat effekti va entropiya effekti o'zaro qanday bog'langan?
10. Trans-ta'sir qoidasining koordinatsion kimyoda ahamiyati nimada?

8-MAVZU:KOMPLEKS BIRIKMALAR VA ULARNI OLINISH USULLARI

Reja

1. Kompleks birikmalar va ularni olinish usullari haqida
2. Suvli eritmada o'rin olish reaksiyalari
3. Suvsiz eritmada o'rin olish reaksiyalari
4. Erituvchisiz o'rin olish reaksiyalari
5. Sis-trans izomerlar sintezi
6. Templat sintezi

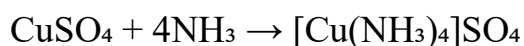
Tayanch so'zlar: O'rin olish reaksiyalari, Templat sintezi, Sis-trans izomerlar sintezi, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

Kompleks hosil bo'lishining asosiy usullari

2.1. To'g'ridan-to'g'ri sintez (reaksiya orqali olish)

Metall tuzlari eritmasiga ligand qo'shilganda kompleks hosil bo'ladi.

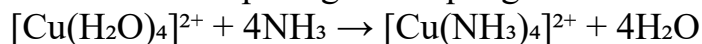
Misollar:





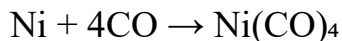
Almashinish reaksiyasi orqali olish

Ba'zan bir kompleksga boshqa ligandlar ta'sir qilib, ularning o'rnini egallaydi.



Ligandlar bilan bevosita qo'shilish

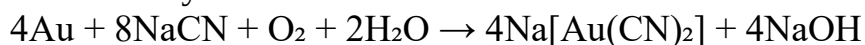
Ba'zi hollarda metall bevosita ligand bilan qo'shib, kompleks beradi.



Elektrolitik usul

Elektroliz jarayonida markaziy metall ionlari ligandlar bilan birikib kompleks hosil qiladi.

Masalan: siyanid eritmasida oltin olish:

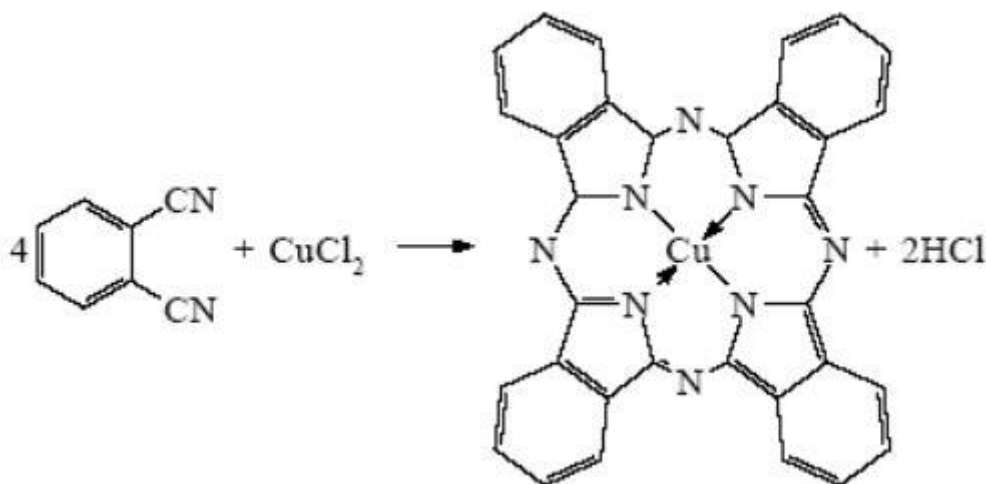


Kompleks hosil bo'lishiga ta'sir qiluvchi omillar

- Metall ionining zaryadi va radiusi
- Ligandning donor qobiliyati
- Erituvchining tabiati
- Harorat va bosim

Kompleks birikmalar olishning amaliy ahamiyati

- Tibbiyotda: platina komplekslari (sisplatin) – saraton kasalligini davolashda
- Sanoatda: katalizator sifatida (Ziegler–Natta katalizatori)
- Qimmatbaho metall olishda: oltin va kumushni siyanid eritmalarda eritib olishda
- Biologiyada: gemoglobin (Fe^{2+}), xlorofill (Mg^{2+}) komplekslar sifatida mavjud



8.1-rasm. Mis (II) xlorid va 1,2-disiyanobenzoldan Cu(II) ftalosiyaninat olinishi

Templat sintezi: Murakkab hosil bo'lish jarayoni, unda ma'lum bir stereokimyoviy va elektron holatga ega bo'lgan metall ionlari asosiy funktsiyasidan (murakkablashtiruvchi vositadan) tashqari, tegishli boshlang'ich materiallardan ligandlar hosil qilish uchun o'ziga xos matreza vazifasini bajaradi, metall ionlari yo'qligida sintezi qiyin yoki umuman amalga oshirilmaydi. Uning xarakterli xususiyati shundaki, aksariyat hollarda qo'shimcha metallotsikllarning paydo bo'lishiga olib keladi va makrosiklik koordinatsion birikmalar sintezida - bu tsikllarning yopiq konturga o'zaro bog'lanishiga olib keladi. Sintezlangan materialni shablon shaklini takrorlaydigan shaklda o'z-o'zidan yig'ish ma'lum o'lcham va

shakldagi nanostrukturalarni olish imkonini beradi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

- 1. Kompleks birikmalar va ularni olinish usullari haqida ma'lumot bering?**
- 2. Suvli eritmada o'rin olish reaksiyalari haqida ma'lumot bering?**
- 3. Suvsiz eritmada o'rin olish reaksiyalari haqida ma'lumot bering?**
- 4. Erituvchisiz o'rin olish reaksiyalari haqida ma'lumot bering?**
- 5. Sis-trans izomerlar sintezi haqida ma'lumot bering?**
- 6. Templat sintezi haqida ma'lumot bering?**

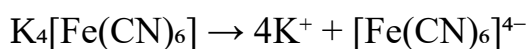
9-MAVZU:KOMPLEKS BIRIKMALAR REAKSIYASINING KINETIKASI.

Reja:

- 1. Eritma muhitida koordinatsion birikmalarning ionlarga parchalanish jarayoni.**
- 2. Kompleks birikmalarda barqarorlik va beqarorlik konstantalarining mazmuni.**
- 3. Koordinatsion komplekslarning mustahkamligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar.**
- 4. Koordinatsion kimyo rivojiga hissa qo'shgan O'zbekiston olimlarining ilmiy ishlari.**
- 5. Koordinatsion birikmalarning fan va amaliyotdagi ahamiyati va qo'llanilishi.**

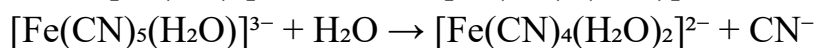
Tayanch so'zlar: kinetika, reaksiya tezligi, aktivlanish energiyasi, mexanizm, ligand almashinuvi, elektron uzatish, stabil kompleks, tranzitsiya holati, reaksiya tartibi, tezlik konstantasi, kataliz, temperaturaning ta'siri, solvent effekti, redoks reaksiyalar

Masalan, $K_4[Fe(CN)_6]$ suvda eritilganda avvalo tashqi sferadagi ionlar va kompleks ionga ajralish kuzatiladi:

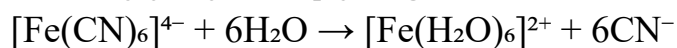


Bu bosqich kuchli elektrolitlarning oddiy ionlanishiga o'xshash tarzda sodir bo'ladi.

Keyingi bosqichda esa kompleks ion ketma-ket parchalanishi (ligand almashinuvi) orqali davom etadi:



Umumiy jarayonni quyidagicha ifodalash mumkin:



Muvozanat qaror topganda hosil bo'lgan konstantaga kompleks ionning **beqarorlik konstantasi** deyiladi.

Buning teskari kattaligi kompleksning barqarorligini ifodalaydi va **barqarorlik konstantasi** sifatida qoraladi.

- Beqarorlik konstantasi katta bo'lsa $\rightarrow$ kompleks kam barqaror
- Beqarorlik konstantasi kichik bo'lsa $\rightarrow$ kompleks juda barqaror bo'ladi

Masalan, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ uchun beqarorlik konstantasi juda kichik ($\approx 10^{-37}$), bu uning yuqori darajada barqaror ekanini ko'rsatadi.

Kompleks birikmalarning barqarorligi markaziy ion va ligandlar orasidagi bog'lanish tabiatiga, ionlarning zaryadi va radiusiga (z/r nisbati), erituvchi xususiyatiga, haroratga hamda elementning davriy sistemadagi o'rniga bog'liq bo'ladi.

Qo'shimcha guruh elementlari bosh guruh elementlariga nisbatan barqaror kompleks hosil qilishga yordam beradi. Buning sababi shundaki, ionlar radiuslari bir-biriga yaqin bo'lsa ham, qo'shimcha guruh elementlarining tashqi valent qobiq elektronlari yadro ta'siridan zaif niqoblangan bo'ladi, shuning uchun ular markaziy ion bilan mustahkam bog'lanadi.

Masalan, Na^+ va Cu^+ ionlari: ularning radiuslari yaqin ($r_{\text{Na}^+} = 0,95 \text{ nm}$, $r_{\text{Cu}^+} = 0,93 \text{ nm}$), lekin ionlanish energiyalari farq qiladi: $\text{Na}^+ = 495,8 \text{ kJ/mol}$, $\text{Cu}^+ = 744,8 \text{ kJ/mol}$. Bu shuni ko'rsatadiki, Cu^+ ionining elektronlarni tortish qobiliyati Na^+ ga qaraganda yuqori, shuning uchun Cu-ligand bog'lanishi mustahkam bo'ladi.

Ionlanish energiyasining radiusga nisbati ionning zaryad zichligi deb ataladi va bu qiymat elektrostatik tortishish energiyasiga deyarli to'g'ri proporsional.

Barqarorlik tartibi: Mn^{2+} , Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} va Zn^{2+} ionlari bir xil ligand bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalarda quyidagicha:



Koordinatsion birikmalarning barqarorlik va beqarorlik konstantalari tajriba yo'li bilan turli fizik-kimyoviy usullar yordamida aniqlanadi. Azot va kislorod donorli ligandlar bilan hosil bo'lgan komplekslar bo'yicha O'zMU olimlari — N. A. Parpiev, X. R. Rahimov, R. G. Muxtaxov, K. G. Nikay, K. A. Asamov, A. A. Tursunov va boshqalar ilmiy tadqiqotlar olib borgan. Ularning ishlari komplekslarning suvli va organik muhitlardagi barqarorligini hamda tuzilish xususiyatlarini aniqlashga va yangi sintez usullarini ishlab chiqishga imkon bergan.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Eritmada koordinatsion birikmalarning ionlarga ajralish jarayoni.
2. Kompleks birikmalarda barqarorlik va beqarorlik konstantalarining mazmuni.

3. Koordinatsion komplekslarning mustahkamligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar.
4. Koordinatsion kimyo rivojiga hissa qo'shgan O'zbekiston olimlari va ularning ishlari.
5. Koordinatsion birikmalarning fan va amaliyotdagi ahamiyati va qo'llanilishi.

10-MAVZU: KOMPLEKS BIRIKMALARNING ASOSLI-KISLOTALI NAZARIYASI.

Reja

1. Kislota-asos nazariyalari
 - Arrenius nazariyasi (qisqacha)
 - Bronsted-Lowry nazariyasi (proton almashinuvi)
 - Lewis nazariyasi (elektron juft asosida)
2. Kompleks hosil bo'lishida Lewis nazariyasining roli
 - Lewis kislota ta'rifi (elektron qabul qiluvchi markaziy ion)
 - Lewis asosi ta'rifi (elektron juftini donor sifatida beruvchi ligand)
 - Donor-akseptor bog'lanish mexanizmi

Tayanch so'zlar: Kislota-asos nazariyasi, Arrenius nazariyasi, Bronsted-Lowry nazariyasi, Lewis kislota, Lewis asosi

1. Kirish

Kompleks birikmalar — markaziy atom (odatda metall ion) va uning atrofida joylashgan molekula yoki ionlar (ligandlar)dan tashkil topgan murakkab tuzilmalardir. Ularning barqarorligi va hosil bo'lish mexanizmini tushuntirishda turli nazariyalar qo'llanadi. Ulardan biri — kislota-asos nazariyasi, xususan Lewis nazariyasi hisoblanadi.

2. Lewis kislota-asos nazariyasi

- Lewis kislota – erkin elektron juftini qabul qila oladigan zarracha (elektron yetishmovchi).
 - Lewis asosi – erkin elektron juftini bera oladigan zarracha (elektron boy).
- Shunday qilib, kompleks hosil bo'lishida markaziy atom/ion Lewis kislota, ligandlar esa Lewis asoslari sifatida ishtirok etadi.

3. Kompleks hosil bo'lish mexanizmi

Kompleks hosil bo'lish jarayoni donor-akseptor bog'lanish orqali tushuntiriladi:

- Ligand erkin elektron juftini beradi (donor),
- Metall ion elektron juftini qabul qiladi (akseptor).

Umumiy sxema: $\text{Metall}^{n+} + \text{Ligand} \rightarrow [\text{Metall}(\text{Ligand})_x]^{n+}$

4. Misollar

1. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightarrow \text{Cu}^{2+}$ (Lewis kislota), NH_3 (Lewis asosi)
2. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ (Lewis kislota), CN^- (Lewis asosi)
3. $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} \rightarrow \text{Co}^{3+}$ (Lewis kislota), H_2O (Lewis asosi)

5. Kompleks hosil bo'lishining ahamiyati

- Metall ionlarining fizik-kimyoviy xossalari o'zgaradi.
- Rangli eritmalar hosil bo'ladi.
- Ko'plab biologik jarayonlarda muhim (gemoglobinda Fe^{2+} , xlorofilda Mg^{2+}).

- Katalizator sifatida qo'llanadi.

Kompleks birikmalar kislota-asos nazariyasi asosida tushuntirilganda, markaziy atom Lewis kislota, ligandlar esa Lewis asoslari hisoblanadi. Bu yondashuv komplekslarning hosil bo'lishi, barqarorligi va kimyoviy xossalarini chuqurroq tushunishga imkon beradi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

- 1. Kompleks birikmalarni asosli-kislotali nazariya nuqtai nazaridan qanday tushuntirish mumkin?**
- 2. Lewis kislotali va asosining ta'rifini keltiring va kompleks birikmalarda ularning roli nima?**
- 3. Ligandning kislotali yoki asosli xususiyati kompleksning barqarorligiga qanday ta'sir qiladi?**
- 4. Metal ionning elektronegativitysi yoki zaryadi kompleksning kislotali-asosli xususiyatlariga qanday ta'sir qiladi?**

11-MAVZU:KOMPLEKS BIRIKMALAR ERITMALARDA BORADIGAN OKSIDLANISH – QAYTARILISH REAKSIYALARI.

Reja

- 1. Ferri-ferri sianid sistemi**
- 2. Mis (II) va temir (II) komplekslarining reaksiyasi**
- 3. Kobalt komplekslarini reaksiyalari**

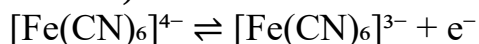
Tayanch so'zlar: Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, ligand, metal markaz, oksidlanish darajasi, elektron uzatish, stabil kompleks, Xelat birikma, redoks potentsiali, koordinatsion ionlar

Oksidlanish-qaytarilish jarayoni

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi (redoks) elektron almashinish jarayonidir. Kompleks birikmalarda metall ionlari oksidlanishi yoki qaytarilishi mumkin, ligantlar esa elektron almashinishga ta'sir ko'rsatadi.

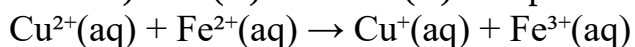
Misollar va tenglamalar

1) Ferri-ferri sianid sistemi



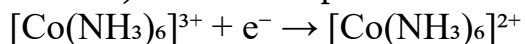
Bu yerda Fe(II) Fe(III) ga oksidlanadi, elektron ligant orqali almashiladi.

2) Mis (II) va temir (II) komplekslarining reaksiyasi



Bu reaksiyada temir qaytaruvchi, mis esa oksidlovchi sifatida harakat qiladi.

3) Kobalt komplekslari



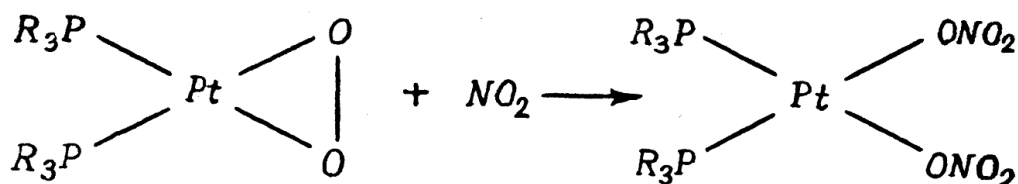
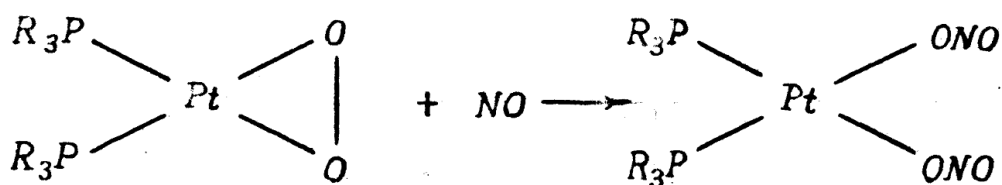
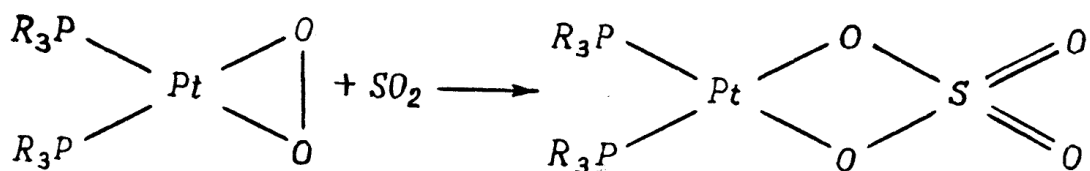
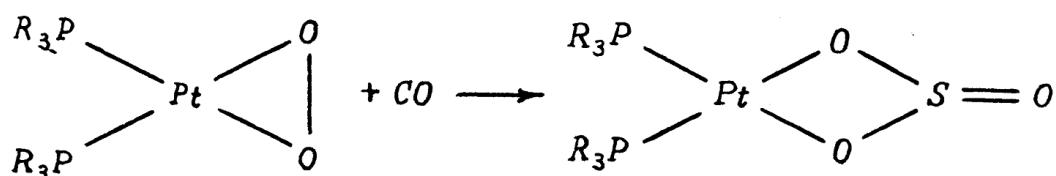
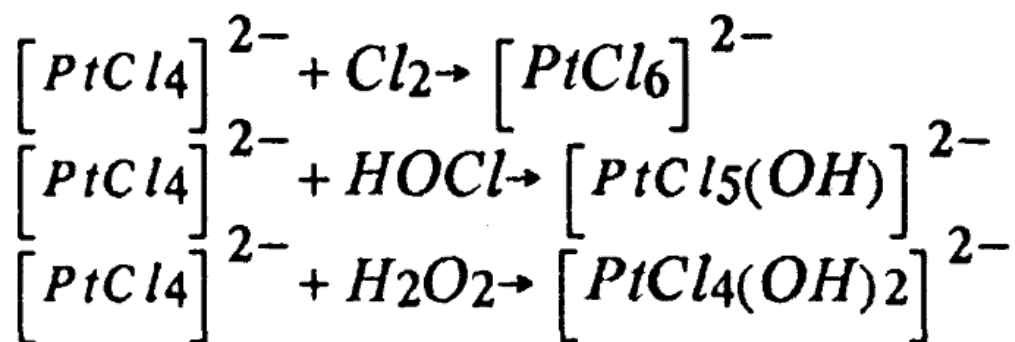
Bu jarayon laboratoriyada elektron almashinish tadqiqotlarida qo'llaniladi.

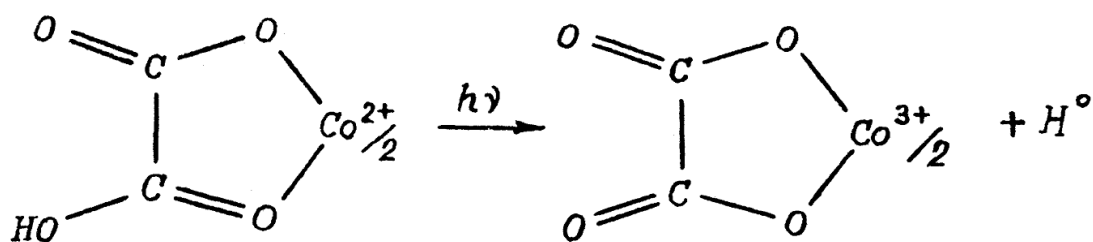
Reaksiyaning tezligiga ta'sir qiluvchi omillar

- Ligant turi va kuchi
- Markaziy metall ionning oksidlanish darajasi
- Eritmadagi ion kuchi va pH

Kompleks birikmalar eritmalarida redoks reaksiyalarida faol bo'lib, elektron almashinish jarayonlarini osonlashtiradi. Bu xususiyatlar sanoat va laboratoriya kimyosida keng qo'llaniladi.

Kompleks birikmalar eritmalarida boradigan oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari quyidagilar sodir bo'ladi:





Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida kompleks birikma hosil bo‘lishi:

1. $4\text{CoCl}_2 + 4\text{NH}_4\text{Cl} + 20\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 4[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
2. $8\text{Al} + 3\text{KNO}_3 + 5\text{KOH} + 18\text{H}_2\text{O} \rightarrow 8\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{NH}_3$
3. $3\text{KOH}_{(\text{kons.mol})} + \text{Co}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{K}_3[\text{Co}(\text{OH})_6]$
4. $\text{N}_2\text{H}_4 + 4\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 4\text{KOH} \rightarrow 4\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Kompleks birikmalarda oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi qanday jarayonlarni o‘z ichiga oladi? Misol keltiring.
2. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ va $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ komplekslari orasidagi elektron almashinish reaksiyasini yozing va bu reaksiyada qaysi atom oksidlanadi, qaysi atom qaytariladi, aniqlang.
3. Kompleks birikmalarda oksidlovchi va qaytaruvchi agent tushunchalarini izohlang va misollar bilan ko‘rsating.
4. Cu(II) va Fe(II) kompleks eritmaları bir-biri bilan reaksiyaga kirganda sodir bo‘ladigan elektron almashinish reaksiyasini ifodalovchi tenglamani yozing.
5. Kompleks birikmalarda elektron almashinish tezligini qanday omillar ta’sir qiladi? Kamida 3 omilni sanab bering va tushuntiring.
6. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ va $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ komplekslarining oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini yozing va bu jarayonning sanoat yoki laboratoriyada qo‘llanilishiga qisqacha izoh bering.

12-MAVZU:KOMPLEKS BIRIKMALARNING AHAMIYATI.KOMPLEKS BIRIKMALAR QO‘LLANILISHIDA ANALITIK VA ORGANIK KIMYODAN FOYDALANISH.

Reja:

1. Koordinatsion kimyo rivojiga katta hissa qo‘shgan O‘zbekiston olimlari va ularning ilmiy yo‘nalishlari.
2. Koordinatsion birikmalarning ilm-fan, sanoat va amaliyotdagi o‘rni hamda ahamiyati.

Tayanch iboralar. tashqi va ichki koordinatsion qatlamlarning dissotsiatsiyasi, kompleks ionning parchalanish muvozanat koeffitsienti, koordinatsion birikmalarning turg'unlik darajasini ifodalovchi doimiy, kompleks barqarorligiga ta'sir etuvchi fizik-kimyoviy omillar, analitik kimyoda koordinatsion birikmalardan foydalanish, galvanotexnik jarayonlarda kompleks tizimlarning ahamiyati, metallarning korroziyadan himoyalanihida komplekslarning roli, biologik tizimlarda metall komplekslarning ishtiroki, metall ionlari tutuvchi fermentlar.

Kompleks Birikmalar Analitik Kimyoda

- Kompleks birikmalar **selektivlik va sezgirlik** xossalari tufayli analitik kimyoda keng qo'llaniladi.
- Ular yordamida **metall ionlarini aniqlash va ajratish** mumkin.
- Asosiy metodlar:
 - **Kompleksonometriya** – metall ionlarini EDTA kabi ligantlar bilan titrlash.
 - **Spektrofotometriya** – kompleks hosil bo'lganda rang o'zgarishi orqali aniqlash.
 - **Gravimetrik metodlar** – metall komplekslarini ajratib olib, og'irlik bo'yicha hisoblash.
 - **Elektrokimyoviy metodlar** – polarografiya va voltametriya orqali tahlil.
- Misollar:
 - Fe^{3+} ni SCN^- bilan qizil rangli kompleks hosil qilib aniqlash.
 - Ca^{2+} va Mg^{2+} ni EDTA bilan kompleks hosil qilib titrlash.
 - Cu^{2+} ni amonyak bilan ko'k rangli kompleks orqali spektrofotometrik aniqlash.
- Kompleks birikmalar analitik kimyoda **tezkor, selektiv va sezgir** tahlil imkonini beradi.

Kompleks Birikmalar Organik Kimyoda

- Kompleks birikmalar organik kimyoda **katalizator** va **substrat aktivatori** sifatida ishlatiladi.
- Metall ionlari organik molekulalar bilan kompleks hosil qilib, ularning **reaktivligini oshiradi**.
- Komplekslar orqali organik reaksiyalar **tezlashadi** va **mahsulot selektivligi oshadi**.
- Keng qo'llaniladigan metall komplekslari:
 - **Pd(II) komplekslari** – cross-coupling reaksiyalarida (C–C bog'lanishlari) katalizator.
 - **Cu(II) komplekslari** – alkinlar va organik substratlar bilan reaksiyalarda substrat aktivatori.
 - **Ti(IV) va Zr(IV) komplekslari** – asymmetric epoksidatsiya va boshqa stereo-selektiv reaksiyalarda.
- Komplekslar organik sintezda yangi molekulalar hosil qilish, reaksiyalarni tezlashtirish va mahsulotni tanlab olish imkonini beradi.

Toshkent davlat universiteti olimlari — N. A. Parpiev, X. R. Rahimov, A. G. Muftaxov, K. G. Nigay, K. A. Asamov, A. A. Tursunov va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar koordinatsion birikmalarning suvli va organik erituvchilardagi barqarorligi hamda ularning ichki tuzilishi haqida yangi ma'lumotlar olishga va yangi sintez usullarini ishlab chiqishga imkon bergan.

Fermentlar esa tirik organizmlarda muhim biologik jarayonlarni tezlashtiradi va oziq-ovqat sanoati, tibbiyot hamda farmatsevtikada keng qo'llaniladi. Amilaza fermenti kraxmalni parchalaydi.

Koordinatsion kimyo va fermentlar sohasining rivojiga A. Ya. Danilevskiy, A. N. Bax, A. I. Oparin, I. Berezin hamda O'zbekistonda N. A. Parpiev, X. R. Rahimov va boshqa olimlar katta hissa qo'shgan. Ularning ishlari hozirgi kunda turli sohalarda amaliy ahamiyatga ega.

Koordinatsion birikmalarning ishlatilishi

— «qattiq» suvlarni yumshatish uchun kalsiy va magniy ionlarini bog'lash maqsadida turli kompleksonlar qo'llanadi;

— alkenlarni alkanlarga gidrogenlashda, dikarbon kislotalarni dekarboksillashda, alkenlarni polimerlashda (masalan, etilenni polimerlashda Sigler-Natt katalizatori $\text{TiCl}_4 \text{ Al}(\text{CH}_3)_3$, turli metallar qo'llanadi. Ular reaksiyaga qatnashuvchi boshlang'ich moddalar bilan oraliq aktiv komplekslar hosil qilishadi;

— atsetilenni sirka aldegidga aylantirishda, alkenlarni va alkanlarni izomerlashda, ketonlarni va vinil efirlarni olishda Ru, Rh, Co, Pt, Pd, Hg va boshqa ko'plab metallarning aktiv birikmalari qo'llanadi;

— dorivor moddalar vitamin B12, kobaltamin, sitoxrom C, temir(III) ionining glitserofosfati, temir(II) ionining laktati, feramid, ferrotseron, koamid, oltin ionini tutgan birikma krizanol va boshqa ko'pgina birikmalarning tibbiy ahamiyati juda katta;

— analitik maqsadlarda ko'pchilik kimyoviy elementlar miqdorini kolorimetrik usulda aniqlashda;

— bo'yoq moddalar tayyorlashda;

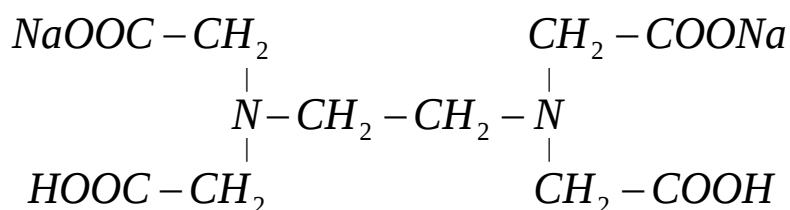
— metallarni bir-biridan ajratishda va ularni yuqori darajada toza hoida (VIII gruppadagi nodir metallar, lantanoidlar, oltin, kumush va boshqa metallar) olishda;

— galvanoplastika va galvanostegiyada ishlatiladi. Koordinatsion birikmalarning kimyoviy xossalari oddiy birikmalarnikiga qaraganda tubdan farq qilishi quyidagilar bilan bog'liq:

Analitik kimyoda ushbu birikmalar modda tarkibida muayyan elementlarning mavjud yoki mavjud emasligini aniqlashda (sifat tahlili), ularning miqdoriy ulushini belgilashda (miqdoriy tahlil) hamda elementlarni o'zaro ajratish jarayonlarida, jumladan ekstraksiya va niqoblash amaliyotlarida keng qo'llaniladi. Kompleks hosil qilish usullari kompleks hosil qilish reaksiyalarining qo'llanishiga asoslangan.

Masalan: Kompleks hosil qilish usulini qo'llab, kompleks hosil qilishga moyil bo'lgan kationlarni (Ag^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , Ni^{2+}) va anionlarni (CN^- , F^- , Cl^- va hokazo) miqdorini aniqlash mumkin.

Oxirgi yillarda ko'pchilik kationlar bilan kompleks hosil qiladigan organik moddalar keng yoyildi. Bu moddalar komplekslar deyiladi. Ulardan eng muhimi ko'p sonli kationlarni aniqlash uchun ishlatiladigan "Trilon B" (etilendiamintetrasirka kislotaning ikki natriyli tuzi) dir. "Trilon B" ning ishchi eritmasi yordamida suvning umumiy qattiqligini aniqlash mumkin. Komplekslar ba'zi aminopolikarbon kislotalar yoki ularning tuzlaridir. Etilendiamintetrasirka kislota (EDTA) va uning tuzi – etilendiamintetrasirka kislotaning ikki natriyli tuzi (Trilon-B) turli kationlarni aniqlashda ishlatiladigan kompleksondir (komplekson-III): Uning formulasi:



"Trilon-B" boshea komplekslar kabi turli metallar bilan suvda eriydigan ancha barqaror ichki kompleks birikmalar hosil qiladi. Bunda metall - ionlari karboksil guruh ($-COOH$) dagi vodorod atomlari o'rnini egallaydi va shu bilan bir qatorda azot atomlari bilan koordinatsion bog' orqali birikadi:

pH=8-9 teng bo'lganda eritmaning rangi keskin o'zgaradi. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan H^+ ionini bog'lab olish uchun titrlashni ammiakli bufer eritma ishtirokida olib boriladi.

A) Koordinatsion birikmalar galvanik qoplamalar olish jarayonida keng qo'llaniladi. Oddiy tuzlar eritmalaridan foydalanilganda metall cho'kmasi yirik kristallar ko'rinishida ajralib chiqadi, natijada hosil bo'lgan qoplama mustahkam bo'lmay, oson ajralib ketadi. Aksincha, agar ushbu maqsad uchun kompleks tuzlar eritmaları qo'llansa, metall mayda kristalli, bir tekis va zich tuzilmada cho'kadi hamda qoplamaning sifat va mustahkamligi sezilarli darajada oshadi. Galvanik qoplamalar olishda $K_2[Cu(CN)_3]$, $Na_2[Zn(CN)_4]$, $K[Au(CN)_4]$ kabi sianidli komplekslar qo'llaniladi. Biroq ularning zaharliligi sababli xavfsizroq birikmalar bilan almashtirilgan, masalan misning etanolaminli kompleksi $K_2[Cu(H_2NCH_2CH_2OH)_4]$.

Metall korroziyasiga qarshi koordinatsion birikmalar ham muhim rol o'ynaydi. Metall yuzasida hosil bo'ladigan kompleks qatlami uni tashqi muhitdan himoya qiladi, masalan po'latda $Fe(C_6H_5COOH)_6(OH)_3$ himoya qatlami hosil bo'ladi.

Tirik organizmlarda metall komplekslar keng tarqalgan. Aminokislotalar bilan hosil bo'lgan xelat komplekslar metall ionlarining transporti va biokimyoviy jarayonlarda ishtirok etadi.

Oqsillar tarkibidagi porfirin tizimi gem va gemoglobin hosil qiladi, u kislorod tashishda muhim rol o'ynaydi. O'simliklarda esa xlorofill magniy markazli bo'lib, fotosintezni amalga oshiradi.

Metall-fermentlar biologik katalizatorlar bo'lib, Fe, Cu, Zn, Mn kabi elementlarni o'z ichiga oladi va reaksiyalarni tezlashtiradi. Bu sohada ko'plab olimlar, jumladan O'zbekistonda ham N. A. Parpiev va M. M. Rahimovlar katta hissa qo'shgan.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Koordinatsion birikmalar eritma muhitida qanday ionlash jarayonidan o'tadi?
2. Beqarorlik konstantasi deganda nimani tushunasiz?
3. Beqarorlik konstantasi va barqarorlik konstantasi o'rtasidagi matematik va mazmuniy bog'liqlik qanday?
4. Kompleks birikmalar barqarorligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar nimalardan iborat?
5. Markaziy ionning zaryad zichligi ortishi kompleks birikmalar mustahkamligiga qanday ta'sir qiladi?
6. O'zbekistonda koordinatsion kimyo rivojiga hissa qo'shgan yetakchi olimlar kimlar?
7. Koordinatsion birikmalarning analitik kimyodagi amaliy qo'llanishi nimalarda ko'rinadi?
8. Galvanik qoplamalar olish jarayonida kompleks birikmalar qanday rol o'ynaydi?
9. Metallarning korroziyadan himoyalanişhida koordinatsion birikmalarning ahamiyati nimadan iborat?
10. Koordinatsion birikmalar tirik organizmlar va o'simliklar hayotida qanday biologik funksiyalarni bajaradi?

LABORATORIYA ISHLARI (KOMPLEKS BIRIKMALAR KIMYOSI FANIDAN)

I-LABORATORIYA ISHI: KOMPLEKS BIRIKMALAR KIMYOSI LABORATORIYASIDA ISHLASH QOIDALARI VA LABORATORIYADA ISHLATILADIGAN ASBOB-USKUNALAR BILAN TANISHISH.

1. Laboratoriyada ishlash vaqtida rioya qilinadigan ehtiyot choralari
2. Kimyoviy idishlar va ular bilan ishlash malakalari.

Umumiy qoidalar:

Laboratoriya ishlarini boshlashdan oldin talaba laboratoriyada ishlash qoidalari va havfsizlik choralari bilan yaqindan tanishib, chiqishi hamda maxsus jurnalga qo'l

qo'yishi va har doim oq halatda bo'lishi lozim. Laboratoriya ishlarini mazmun-maqсадini tushunib bajarilgandagina ko'zlangan maqsadga erishiladi. Shuning uchun har bir laboratoriya ishining mazmuni bilan tanishib chiqqan va o'g'zaki topshirgan talabaga laboratoriya ishlarini bajarishga ruxsat beriladi.

Kimyo laboratoriyasida ishlashda amal qilinishi lozim bo'lgan asosiy qoidalar:

1. Talaba kimyo laboratoriyasida oq xalatda bo'lishi lozim. Kimyo laboratoriyasida talaba ovqatlanish (tanaffus vaqtida ham), stakanlardan foydalangan holda suv ichish qattiyani taqiqlanadi;
2. Ishning asosiy maqsadi aniqlanmasdan, tajribani o'tkazish uchun lozim bo'lgan idishlar, asbob-uskunalar, reaktivlar tayyor bo'lmasdan va o'qituvchining ruxsatisiz tajribani boshlamaslik;
3. Laboratoriya darsida talaba, ishni boshlashdan oldin, bajarishi kerak bo'lgan laboratoriya ishining asosiy maqsadi, nazariy asoslarini puxta o'rganganligini o'qituvchiga bayon qilishi lozim;
4. O'qituvchi savol havobidan keyin ish boshlashga ruxsat berilgandagina laborant yoki o'qituvchi nazorati asosida ishni boshlashi mumkin;
5. Tajribani o'tkazishda ko'rsatilgan tartib va ketma-ketlikni aniq bajarish va barcha xavfsizlik qoidalariga rioya qilish;
6. Ayni laboratoriya ishlari uchun tayyorlangan reaktivlardan foydalanish. Tajriba uchun qancha reaktiv olinishi aytilmagan hollarda iloji boricha reaktivlarni tejash.
7. Reaktivlarni ishlatishdan oldin uni bajarilayotgan tajriba uchun ishlatish mumkinligiga ishonch hosil qilish; Agar idishda yozuv bo'lmasa o'qituvchining ruhsatisiz ishlatmaslik.
8. Ortiqcha olingan reaktivni qaytarib o'z idishiga quyimaslik va uning uchun ajratilgan mahsus idishga quyish;
9. Reaktiv olingan zahotiyog uning idishini qopqog'ini yopib, o'z o'rniga qo'yish;
10. Quruq reaktivlarni farfor, metall yoki shisha qoshiqchalarda olish va ishlatilgandan so'ng qoshiqchalarni filtr qog'oz bilan tozalab qo'yish;
10. Agar reaktiv pipetka yordamida olingan bo'lsa, undan boshqa idishdagi reaktivni olish uchun ishlatmaslik;
11. Laboratoriya ishini bajarishda tinchlik va tartibni saqlash;
12. Tajribani diqqat bilan kuzatishi va barcha o'zgarishlarga sinchkovlik bilan nazar tashlash;
13. Tajriba davomida olingan kuzatuv natijalari hamda tegishli reaksiya tenglamalari tajriba yakunlanishi bilan darhol laboratoriya daftariga qayd etilishi lozim.
14. Laboratoriya daftarida quyidagi ma'lumotlar to'liq va aniq aks ettirilishi shart: ish bajarilgan sana, mavzuning nomi, tajribaning nomlanishi, uning qisqacha tavsifi, qo'llanilgan asbob-uskunalarining sxemasi yoki tasviri, kuzatilgan natijalar, reaksiya tenglamalari, hisob-kitoblar hamda umumiy xulosalar.

15. Laboratoriya mashg'uloti yakunlangach, talaba ish jarayonida foydalanilgan barcha kimyoviy idishlarni tozalab yuvishi, ish joyini tartibga keltirishi va laborantga topshirishi talab etiladi.

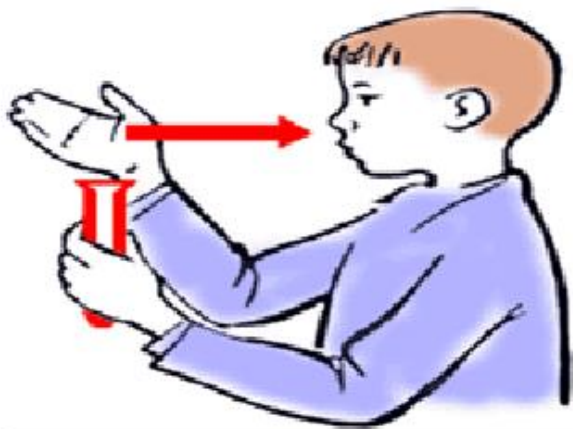
Xavfsizlik texnikasi

Kimyo laboratoriyasida ish olib borishda talaba har bir tajriba yuqori darajadagi ehtiyotkorlik va mas'uliyat talab qilishini doimo yodda tutishi lozim.

1. Reaktivlar bilan ishlash jarayonida ularning yonuvchanlik darajasi, zaharliligi hamda boshqa moddalar bilan xavfli yoki portlovchi aralashmalar hosil qilish ehtimoli oldindan hisobga olinishi zarur.

2. Kuchli hidga ega zaharli moddalar, shuningdek kislota va ishqorlarning konsentrlangan eritmalari hamda ishqoriy metallar bilan bog'liq tajribalar faqat mo'rili shkafda bajarilishi lozim.

3. Mo'rili shkafda ishlash vaqtida uning eshikchasi to'liq ochilmay, balandligining taxminan $1/5-1/4$ qismi miqdorida ko'tarilgan holatda saqlanishi kerak; ish yakunlangach esa eshikcha mahkam yopilishi lozim.



Gazning hidini bilish

4. Xavf darajasi yuqori bo'lgan moddalar bilan yangi yoki takroriy tajribalar o'tkazishdan oldin, albatta o'qituvchidan ruxsat olinishi talab etiladi.

5. Moddaning xossasini o'qituvchining ruhsatisiz o'rganish va kimyoviy idishda suv ichish qat'iyan man qilinadi.

6. Laboratoriya xonasida ovqatlanish qat'iyan man etiladi.

7. Iflos idishda tajriba o'tkazish man qilinadi.

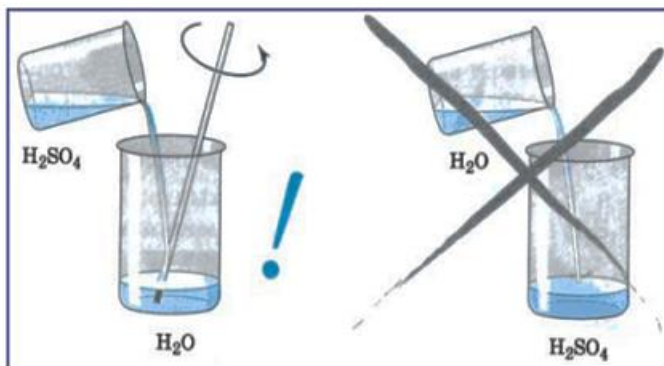
8. O'qituvchining ruhsatisiz hech qanday qo'shimcha tajriba o'tkazish mumkin emas.

9. Ajralib chiqayotgan gazni idishning ustiga engashib xidlash mumkin emas. Gaz yoki suyuqlikning xidini bilish uchun idish tomonidan ehtiyotlik bilan kaftning yengil xarakati yordamida havo oqimini burunga yuborish kerak.

Gaz hidini aniqlash-Gaz va suyuq moddalar hidini tekshirish jarayonida gaz to'plangan idish ustiga egilish yoki uni yuzga yaqinlashtirish qat'iyan man etiladi. Hidni aniqlash uchun kaft yordamida gaz oqimini sekinlik bilan o'z tomonga yo'naltirib, uni ehtiyotkorlik bilan sezish lozim.

10. • Reaktivlar quyilayotganda yuz va kiyimlarga sachramasligi uchun idish ustiga engashish mumkin emas.

11. Qizdirilayotgan suyuqlik ustiga egilish qat'iy taqiqlanadi, chunki u sachrab ketishi mumkin.
12. Probirkadagi suyuqlikni qizdirishda uning og'zi o'ziga yoki boshqalarga qaratilmasligi kerak.



Sulfat kislota eritmasini tayyorlash tartibi

qo'shish kerak; rezina qo'lqop kiyish shart.

16. Qattiq ishqorlarni eritishda ularni suvga oz-ozdan qo'shib borish lozim.
17. Kuchli ishqorlar bilan ishlashda juda ehtiyot bo'lish zarur.
18. Ochiq alanga bilan ishlaganda yonuvchan moddalar kamida 1 metr uzoqlikda bo'lishi kerak.
19. Yonuvchan suyuqliklarni boshqa idishga quyish ochiq alangadan kamida 3 metr uzoqlikda bajariladi.
20. Konsentrlangan nitrat kislota organik moddalarni oson yondirishi mumkinligini doimo yodda tutish kerak.
21. Elektroliz jarayonida barcha elektr kontaktlar izolyatsiya qilingan bo'lishi shart. Gaz gorelkalaridan foydalangandan so'ng barcha kranlar yopilganligi tekshirilishi kerak.
22. Portlovchi va oson yonuvchi moddalar chiqindi idishlariga tashlanmaydi, maxsus idishlarda yig'iladi.
23. Ishlatilgan kislota va ishqorlar kanalizatsiyaga quyilmaydi, maxsus chiqindi idishlariga solinadi.
24. Ishqoriy metallar bilan ishlashda juda katta ehtiyotkorlik talab etiladi.
25. 2 g gacha bo'lgan ishqoriy metall qoldiqlari spirt yordamida zararsizlantiriladi. Ishqoriy metall qoldiqlari faqat kerosin ostida, shisha idishda saqlanadi.
26. Yong'in sodir bo'lganda gaz va elektr manbalari darhol o'chiriladi. Yong'inni o'chirish uchun qum, asbest qog'oz yoki qalin mato bilan yopish usuli qo'llaniladi. b) yonayotgan fosforni nam qum yoki suv yordamida o'chirish.
27. Agar inson ustidagi kiyim yonib ketgan bo'lsa, uni katta mato, xalat yoki palto bilan o'rab, alangani bo'g'ish orqali o'chirish lozim.

13. Qizdirilgan probirkani darhol sovuq suvga tushirish mumkin emas.

14. Issiq suyuqlik bo'lgan idishni tashishda bir qo'l sochiq bilan pastki qismni, ikkinchi qo'l esa yuqori qismini ushlab yurishi lozim.

15. Konsentrlangan sulfat kislotani suyultirishda uni suvga asta-sekin, aralashtirib turgan holda

28. Elektr simlari yonayotgan holatda zudlik bilan elektr ta'minoti rubilnigi o'chiriladi va yong'in laboratoriyada mavjud vositalar — qum, suv yoki asbest materiallar yordamida bartaraf etiladi.

Birinchi tibbiy yordam ko'rsatish qoidalari

1. Kuyish (alanga yoki qizigan buyum ta'siri) sodir bo'lsa, zararlangan joyni tezda kaliy permanganatning kuchli eritmasi bilan ishlash kerak. Zarurat tug'ilganda teri biroz jigarrang tus olguncha kaliy permanganat kristallari bilan ehtiyotkorlik bilan surtish mumkin. Kuchli kuyishlarda esa darhol tibbiy yordam chaqiriladi.
2. Vodorod sulfid, xlor, brom bug'lari, azot oksidlari yoki is gazi bilan zaharlanish holatida jabrlangan odamni zudlik bilan toza havoga olib chiqish va shifokorga yetkazish lozim.
3. Kislota teriga yoki yuzga tegib qolsa, avval joy ko'p miqdordagi suv bilan yaxshilab yuviladi, keyin esa suyultirilgan natriy gidrokarbonat eritmasi bilan neytrallanadi.
4. ☐ Ishqor tushgan hollarda zararlangan joy suv bilan to'liq yuviladi, so'ngra 2% li sirka kislotasi eritmasi bilan ishlov beriladi. bilan neytrallanadi.

Foydalaniladigan asboblari va jihozlar

O'lchov asboblari

O'lchov tarozilar. Og'irligi noma'lum bo'lgan modda dastlab **texnik tarozi** yordamida **0,01 g aniqlikda** taxminiy o'lchanadi, shundan keyin esa **analitik tarozida 0,0001 g gacha aniqlik bilan** aniq massa belgilanadi.



I.1-rasm. Turli tipdagi analitik tarozi namunalari

Analitik tarozi — moddalarni aniq tortadigan noziq tarozi; ki-myoviy analizlarda ishlatiladi. Analitik tarozida og'irligi 2 g dan 200 g gacha bo'lgan moddalar 0,04 mg gacha aniqlikda tortiladi. Analitik tarozining to'liq analitik (100-500 g li, 1-5 mg aniqlikda tortadigan), yarim mikroanalitik (20-50 g li, 0,2-0,25 mg aniqlikda), mikroanalitik (20-30 g li, 0,01 mg aniqlikda), probirka (1-2 mg li, 0,04 mg aniqlikda); teng yelkali va bir yelkali xillari bor. Bir yelkalida posangi bo'ladi. Ko'pincha, teng yelkali va ikki pallali Analitik tarozi ishlatiladi. Analitik tarozini chang, shamol, kishi nafasidan saqdash uchun u oynali shkaf ichiga o'rnatiladi.

TAROZIDA TORTISH QOIDALARI

1. Tarozi bir joydan ikkinchi joyga ko'chirishga ruxsat etilmaydi.
2. Tarozi tortishdan avval uning to'g'ri ekanligiga ishonch hosil qilish kerak; buning uchun arretir dastasini (diskini) sekin, siltamasdan o'ngga burab, ko'rsatkich harakati kuzatiladi. Agar ko'rsatkichning nol nuqtaga nisbatan o'ng va chap tomonga harakat qilishi bir xil bo'lsa yoki bir-biridan yarim darajaga farq qilsa, uni «to'g'ri tarozi» deyish mumkin. Agar tarozi muvozanat holatga kelmasa, uni qo'l bilan ushlab nolga keltirish yaramaydi, bunday holatda tarozi ostidagi maxsus vintlarni burab, tarozini gorizontal vaziyatga keltirish tavsiya etiladi.
3. Tarozi bilan ishlashda qizigan yoki iflos buyumlarni qo'yish, shuningdek toshlarni qo'l bilan ushlash qat'iyan man etiladi. Og'irlik toshi o'ng pallaning markaziga, tortilayotgan modda esa chap palla markaziga joylashtiriladi. Modda hech qachon bevosita palla ustiga qo'yilmaydi — buning uchun maxsus idish, byuks, soat oynasi yoki qog'ozdan foydalanish lozim.
4. Yuk va toshlarni qo'yish yoki olish jarayonida tarozi arretirovka holatida bo'lishi shart. Aks holda prizma qirrasi tez yeyilib, o'lchash aniqligi pasayadi.
5. Toshlar palla ustiga belgilangan ketma-ketlikda, eng kattasidan boshlab qo'yiladi va xuddi shu tartibda olinadi.
6. Bitta tajriba davomida bir xil tarozi va bitta toshlar qutisidan foydalanish maqsadga muvofiq.
7. Tortish yakunlangach, tarozining arretirovkasi mahkamlanadi va himoya g'ilofi eshigi yopiladi.

3. Absolyut hamda nisbiy xatoliklar

Agar moddaning **nazariy massasi** V va **tajribada o'lchangan massasi** v orasida farq mavjud bo'lsa, bu **absolyut xatolik** deb ataladi:

Amaliyotda esa **nisbiy xatolik** ko'proq ishlatiladi. Nisbiy xatolik — bu **absolyut xatolikning haqiqiy miqdorga nisbati**, 100 ga ko'paytirilgan holda ifodalanadi:

4. Buyumlarni tortish

Laborantdan **nazorat maqsadida buyum olib**, uni **0,01 g aniqlikdagi tarozida** torting. Olingan natijalarni **jurnalga quyidagi shaklda** yozing:

Buyumning nomi	Massa
17 raqamli plastmassa disk	8,74

Buyum massasini laboratoriya tarozisidagi rasmiy qiymat bilan solishtiring. Agar farq mavjud bo'lsa, nisbiy xatolikni hisoblang.

Isitish jihozlari (asboblari)

Ko'plab kimyoviy jarayonlar qizdirish orqali tezlashtiriladi. Qizdirish usuli jarayon tavsifi va laboratoriyada mavjud jihozlarga qarab tanlanadi. Shu maqsadda quyidagi asboblari ishlatiladi:

- Elektr asboblari: elektr pechlar, plitalar.
- Gorelkalar: spirtli, benzinli yoki gazli.

Spirt lampasi- laboratoriyada isitish, sterilizatsiya va yonish uchun ishlatiladi. Spirtli chiroq yoqilg'i sifatida etil spirti yoki ruhdan foydalanadi. Odatda shisha yoki alyuminiydan tayyorlanadi.



I.2-rasm. Spirt lampasi tarkibiy qismlari, ularning o'lchamlari, gaz gorelkasi

Spirt lampasining tuzilishi. Spirt lampasi spirt quyiladigan idish (1), metall disk (2), pilik (3) va qalpoqcha (4)dan iborat.

Spirt lampasini yoqishga tayyorlash.

1. Spirt lampasi yaroqli ekaniga ishonch hosil qilinadi.
2. Spirt lampasi idishining 1/2 qismiga qadar voronka yordamida ehtiyotkorlik bilan spirt quyiladi.
3. Disksimon metall nayga ipli pilik o'rnatiladi, pilik uchi qaychi bilan qirqib tekislanadi va spirt bilan ho'llanadi.
4. Spirt lampasining qalpoqchasi berkitiladi. Spirt lampasi doimo qalpoqchasi bilan berkitilgan holda turishi kerakligini unutmang!

Hammomlar. 100-300°C da uzoq vaqt qizdirish uchun hammomlar qo'llaniladi: suvli, qumli va b. Suv hammomi metall idishidan iborat bo'lib, turli diametrdagi metall xalqalaridan iborat qopqog'i bilan berkitiladi. Suv hammomidan foydalanilganida uning 2/3 hajmi suv bilan to'ldiriladi, uch oyoqqa qo'yib qaynaguncha qizdiriladi. Suv to'la qaynamasligini nazorat qilib turish kerak. Yuqoriroq temperaturani hosil qilish uchun suv o'rniga yog' yoki birorta tuzning konsentrlangan eritmasidan foydalaniladi (NaCl, CaCl₂ va b.). Qum hammomi laboratoriyada asta-sekin qizdirish uchun qo'llaniladi. Uning uchun metall idishga toza qum solinadi (organik aralashmalardan kuydurib tozalangan) va suv hammomi gaz gorelkasi alangasida qizdiriladi. Elektr toki yordamida ham qizdirish mumkin.



a



b

I.3-rasm. Kimyo laboratoriyasi suv hamda qum hammomlari (a- suv hammomi, b-qum hammomi).

Mufel va sushel pechlar. 600–1000 °C oralig'idagi haroratlarni ta'minlash uchun mufel pechi ishlatiladi (I.4-rasm). Mufel pechi to'rtburchak shaklidagi karkasdan tashkil topgan bo'lib, uning bir tomoni ochiq bo'ladi va u o'tga chidamli loydan tayyorlanadi. Karkas tashqi tomondan metall simlar bilan mustahkamlanib, asbest bilan qoplangan bo'lib, metall qobiq ichiga joylashtirilgan. Ichki qismida istalgan haroratni barqaror ushlab turuvchi qurilma o'rnatilgan. Pech elektr tarmog'iga ulanadi, lekin ulashdan oldin tizimning kuchlanishi mufel klemmlarida ko'rsatilgan qiymatga mosligini tekshirish zarur.



a



b

I.4-rasm Quritish va qizdirish uchun sushel va mufel pechlari

Elektroplitalar. Laboratoriyada **gaz mavjud bo'lmaganda** yoki **qizdirish jarayonida gazdan foydalanish imkoni bo'lmaganda** (masalan, oson yonuvchi yoki uchuvchan moddalarni qizdirishda) **elektroplitkalardan** foydalaniladi (I.5-rasm).

- **Yopiq spiralli plitkalar** oson yonuvchi va uchuvchan moddalarni qizdirish uchun mo'ljallangan. Spirallarning ustki qatlamiga **metall, asbest yoki yupqa shamot plastinka** joylashtiriladi. So'nggi ikki material **kimyoviy ta'sirga chidamli** bo'ladi.
- **Ochiq spiralli plitkalar** esa spiralga qizdirilayotgan moddalar tushish xavfi bo'lmagan hollarda ishlatiladi. Bu turdagi plitkaning afzalligi shundaki, **spiralning ishlash holati osongina aniqlanishi mumkin.**

Dumaloq tubli shisha idishlarni qizdirish uchun kolbaqizdiruvchilardan (rasm.I.5.) foydalaniladi. Ular konussimon uyimchaga ega. Qizdiruvchi spiral keramik konus bo'ylab joylashgan.



a

b

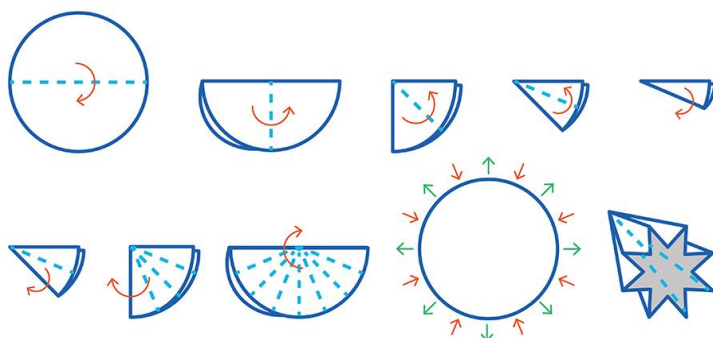
I.5-rasm. Elektr plita va kolba qizdirgichlar

Temperaturani boshqarish uchun elektrqizdirgich asboblarni reostat orqali ulash mumkin.

Filtrlash qurilmasi

Suyuqliklarni mayda qattiq zarrachalardan tozalash uchun filtrlashdan foydalaniladi. Filtrlash suyuqlikni mayda g'ovakli materiallar–filtr orqali o'tkazishdan iborat bo'lib, filtr suyuqlikni o'tkazib qattiq zarrachalarni o'zining sirtida qoldiradi. Filtrdan o'tgan va qattiq qo'shimchalardan tozalangan suyuqlik **filtrat** deyiladi.

Laboratoriyalarda ko'p xollarda vakuumda filtrdash usulidan foydalaniladi. Bu usul filtrlashni tezlatish va eritmani cho'kmadan to'liqroq ajratish uchun ishlatiladi. Vakuumda filtrlash asbobi Bunzen kolbasi, Byuxner chini voronkasi, ehtiyot idishi va suv vakuum–nasosidan iborat. Byuxner voronkasining o'lchami cho'kma miqdoriga qarab tanlanadi. Ehtiyot idishini qo'yish shart, chunki u nasosdagi suvni kolbaga o'tib ketishining oldini oladi. Suvning bunday o'tib ketishi vodoprovoddagi suv bosimi o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. Byuxner voronkasi tubiga ikki qavat qilib filtr qog'oz doiralari qo'yiladi.



I.6-rasm Filtr qog'oz tayyorlash usullari hamda past bosimli vakuumda filtrlash

2–qog'oz birinchisidan 3-4 mm ga kichikroq bo'lishi kerak. Voronka tubiga dastlab kichik diametrli filtr, keyin katta filtr qo'yiladi va distillangan suv qo'llaniladi. Filtrlar voronka tubi va devorlariga zich bo'lib turishi kerak. Filtrlash davomida kolbada yig'ilayotgan filtrat idishga probka orqali o'tkazilgan naychaga etib bormasligi kerak. Agar filtrat miqdori oshib ketsa filtrlashni to'xtatib kolbani bo'shatish zarur. Shunday keyingina ishni qaytadan boshlash mumkin. Filtrlashni to'xtatganda dastlab kolba ehtiyotlik bilan idishidan ajratib olinadi. Keyin suv nasosining krani ilinadi.

Kimyoviy laboratoriya idishlari

Laboratoriyada ishlatiladigan shisha idishlarga qo'yiladigan asosiy talab ularning kimyoviy va termik barqarorligidir.

- Kimyoviy barqarorlik – bu shishaning ishqor, kislota va boshqa eritmalar ta'siriga chidamliligi, ya'ni ularni parchalashga qarshi turish qobiliyatidir.
- Termik barqarorlik – idishning tez harorat o'zgarishlariga chidamliligini bildiradi. Eng maqbul shisha turi – pireks hisoblanadi. U:
- Kimyoviy va termik barqaror;
- Kengayish koeffitsienti kichik;
- Tarkibida 80% kremniy (IV) oksid mavjud;
- Eritish harorati: 620 °C.

Agar tajriba 620 °C dan yuqori haroratda amalga oshirilsa, kvars shishasidan tayyorlangan idishlar ishlatiladi. Kvars shishasining tarkibi 99,95% kremniy (IV) oksid va u 1650 °C da eriydi.

Laboratoriyada eng ko'p ishlatiladigan idishlar:

- TB – termik barqaror;
- KB-1 va KB-2 – kimyoviy barqaror.

Shuningdek, oddiy va kalibrovka qilingan probirkalar kichik hajmdagi reaktivlar bilan ishlashda qo'llaniladi. Quyidagi rasmlarda laboratoriya amaliyotida keng ishlatiladigan shisha idishlar tasvirlangan.

2-rasm. Probirkalar: a - oddiy;



b- kalibrovka qilingan



Reaktivning egallagan hajmi probirka hajmining yarmidan ortmasligi kerak Laboratoriya stakanlari (rasm 3) turli o'lchamlarda chiqariladi (burunli yoki burunsiz, oddiy yoki o'lchamli belgilari bilan) Stakanlar turli laboratoriya ishlarini bajarishga mo'ljallangan.



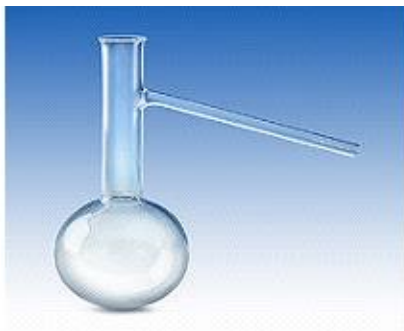
3-rasm. Kimyoviy stakanlar: a - burunchali; b – kalibrovka qilingan.

Laboratoriya amaliyotlarida turli o'lcham va shakldagi kolbalar keng qo'llaniladi (tubi yassi, tubi yumaloq va konussimon) (4-rasm).



4-rasm. Kolbalar: a-konussimon. b-tagi dumaloq; v – tagi yassi kolba

Vyurs kolbasi 60-80° burchakda egilgan shisha trubkali tubi yumaloq kolba (5-rasm).



5-rasm. Vyurs kolbasi.



6-rasm. Retortalar.

Retorta (6-rasm) – bu kimyoviy preparatlar tayyorlash va tajriba jarayonlarida ishlatiladigan shisha idish.

- U gaz olishda va atmosfera bosimida suyuqliklarni qizdirish va haydashda qo'llaniladi.
- Retorta turli preparat ishlarida samarali, masalan, nitrat kislota (HNO_3) olishda va boshqa kimyoviy reaksiyalarda ishlatiladi.



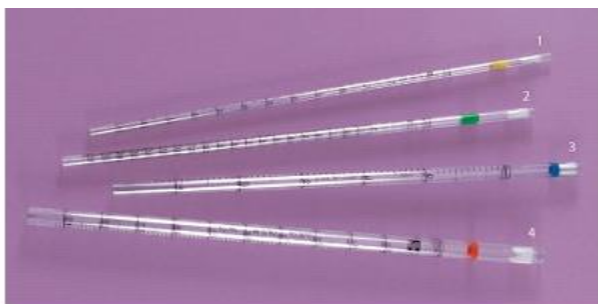
7-rasm. Voronkalar: a — kimyoviy; b — tomizgich; v - ajratkich.

Voronkalar (7-rasm) Voronkalar laboratoriyada turli maqsadlarda ishlatiladi:

- Oddiy voronka – kimyoviy suyuqliklarni bir idishdan ikkinchisiga quyinganda qo'llaniladi.
- Tomchilatgich voronka – reaktivlarni reaksiya muhitga oz-oz miqdorda qo'shishda ishlatiladi.
- Ajratkich voronka – o'zaro aralashmaydigan suyuqliklarni ajratishda samarali.

Tomizgichlar (pipetkalar) (8-rasm) Pipetkalar – suyuq reaktivlarni aniq va nazoratli ravishda tomchilatib qo'shish uchun ishlatiladi.

Byukslar (9-rasm) Byukslar – suyuq va qattiq moddalarni tortish, saqlash va o'lchashda qo'llaniladi.



8-rasm. Tomizgichlar.



9-rasm. Byuks.

Soat oynasi (10-rasm) qattiq moddalarni tortish uchun ishlatiladi. **Sovitgichlar (11-rasm)** turli moddalarni qizdirganda hosil bo'lgan parlarni sovitish va kondensatlash uchun ishlatiladigan asboblardir. **Shisha vannalar (12-rasm)** gazlarni suv ostida yig'ish uchun ishlatiladi.



10-rasm. Soat oynasi;



11-rasm. Suvli sovitgich



12-rasm: Suv hammomi idishi;

Kristallizatorlar (13-rasm) – bu eritmalaridan moddalarni kristall shaklida ajratib olish uchun ishlatiladigan idishlardir.

Alonjlar (14-rasm) – moddalarni qizdirish yoki haydash jarayonida ishlatiladigan qurilma elementlarini birlashtirish uchun mo'ljallangan vositalardir.

Eksikatorlar (15-rasm)– havodagi namlikni tez yutuvchi moddalarni quritish va saqlash uchun ishlatiladi.

- Eksikatorning pastki qismi suvni yutuvchi modda bilan to'ldiriladi, masalan: kuydirilgan kalsiy xlorid, konsentrlangan sulfat kislota yoki fosfor(V) oksid.
- Eksikatorning yuqori qismiga esa byuks yoki tigellarda saqlanishi yoki quritilishi lozim bo'lgan moddalar joylashtiriladi.



13-rasm Kristallizator.



14-rasm. Allonj.



15-rasm. Eksikator.



Chinni idishlar. Shisha idishlarga nisbatan chinni idishlar issiqlikka, kislota va ishqorlarning ta'siriga chidamliroq bo'ladi. Chinni idishlar ham o'z shakli va qo'llanilishiga ko'ra turli-tumandir. Chinni kosacha (16-rasm) eritmalarini bug'latishda ishlatiladi.



16-rasm. Chinni kosacha;

Chinni tigellar (17-rasm) moddalarni qattiq qizdirish uchun qo'llaniladi. Qizdirilayotgan chinni tigellar chinni trubka kiygazilgan uchburchakli simga o'rnatiladi (18-rasm). Chinni xovoncha (19-rasm) qattiq moddalarni maydalash uchun ishlatiladi. Ishlashdan oldin xovoncha yaxshilab yuvilishi va quritilishi kerak.



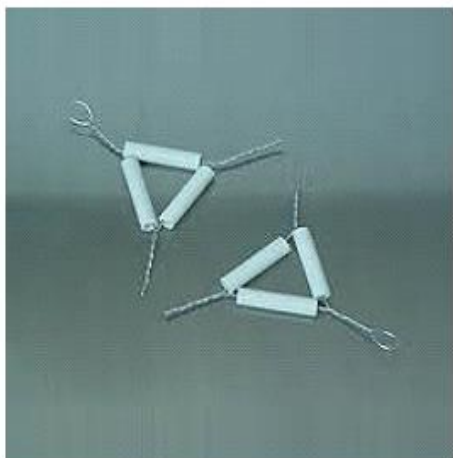
17-rasm. Qopqoqli chinni tigel;

Moddalar xovonchani to'liq hajmining $\frac{1}{3}$ qismigacha solinishi tavsiya etiladi, aks holda maydalanish jarayonida eritma yoki qattiq moddalar tarqalib ketishi mumkin.

Agar qattiq moddani eritish zarur bo'lsa, jarayon quyidagicha amalga oshiriladi:

1. Avvalo qattiq modda xavfsiz tarzda xovonchaga solinadi.
2. So'ngra suyuqlik oz-ozdan qo'shiladi, bir vaqtning o'zida barcha suyuqlik solinmaydi.
3. Suyuqlikning taxminan $\frac{1}{3}$ qismi ajratib olinadi, bu qism bilan xovoncha va dastasining uchi yuvilib, qolgan qismi bilan moddalar eritiladi.

Bu tartib moddani xavfsiz eritilishini ta'minlaydi va laboratoriyada tarqalish xavfini kamaytiradi.



18-rasm. Chinni trubkali simli uchburchak;



19-rasm. Chinni xovoncha dastasi bilan;

Plastmassa idishlar. Laboratoriya amaliyotlarida polimer materiallardan yasalgan idishlar keng qo'llaniladi, masalan: polietilen, polipropilen, ftoroplast va shunga o'xshashlar.

- Bu idishlar kimyoviy ta'sirlarga nisbatan barqaror bo'lishiga qaramay,
- Yuqori harorat ta'siriga chidamsizdir.

Shu sababli, plastik idishlar faqat qizdirishni talab qilmaydigan ishlarda ishlatiladi va issiqlik bilan bevosita ta'sirlanmasligi kerak.



20-rasm. Laboratoriya shtativi

Polietilendan voronkalar, yuvgichlar, tomizgichlar, flakonlar, bankalar (kimyoviy reaktivlarni tashish va saqlash uchun) tayyorlanadi. Ish vaqtida idishlarni mahkamlash uchun temir shtativlar ishlatiladi (20-rasm). Shisha idishlar (stakanlar, kolbalar) qizdirilayotganda sinmasligi uchun asbest bilan qoplangan metall setka ustiga o'rnatiladi (21-rasm).

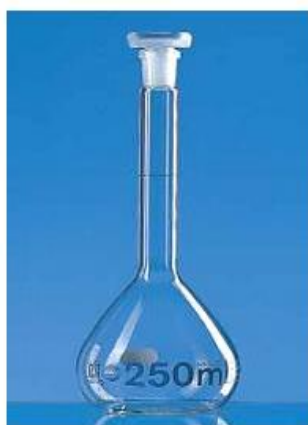


21-rasm. Asbest to'r.

O'lchov idishlari. Suyuqliklarning hajmini aniq o'lchash uchun laboratoriyada turli o'lchov idishlar ishlatiladi: o'lchov kolbalar, silindrlar, menzurkalar va pipetkalar.

O'lchov kolbalari (22-rasm) – bu aniq konsentratsiyali eritmalar tayyorlashda ishlatiladigan idishlardir.

- Kolba yassi tubli va uzun bo'yinli bo'lib, ustida nozik chiziqlar bilan aylana shaklida o'lchov belgisi mavjud.
- Belgilar eritma hajmini ml ko'rinishida ko'rsatadi va suyuqlikning qancha miqdori kolbaga quyilganini bildiradi.
- O'lchov kolbalari qopqoqli bo'lib, odatda 50, 100, 250, 500 va 1000 ml hajmlarga mo'ljallangan.



22-rasm. O'lchov kolbalari.

O'lchov silindrlari (23-rasm) qalin devorli shisha idishlardan iborat bo'lib, mustahkam turishi uchun keng tubga ega. Tashqarisidan hajmni ml da ko'rsatuvchi chiziqlari bor. O'lchov silindrlari turli xil hajmga ega: 10 ml dan 2 l gacha. Ular (ma'lum hatolikka yo'l qo'yilgan holda) har xil hajmdagi suyuqliklarni o'lchashga

mo'ljallangan. Silindr o'rniga ba'zi hollarda menzurkalar qo'llaniladi (24-rasm). Ular konussimon shaklli idishlar bo'lib, devorlarida shkalalari bor. Ular ham o'lchagich silindrlar kabi qo'llaniladi.



23-rasm. O'lchov silindri.

Pipetkalar (25-rasm) Laboratoriyada aniq hajmdagi suyuqliklarni o'lchash uchun pipetkalardan foydalaniladi.

- Pipetkalar diametri katta bo'lmagan va o'rtasi biroz kengaygan shisha trubkalardan tashkil topgan.
- Pastki uchi cho'zilgan bo'lib, shu joyda ichki diametri taxminan 1 mm ga teng.
- Tepa qismida chiziqli belgi mavjud bo'lib, suyuqlik shu belgigacha to'ldirilishi kerakligini bildiradi.



24-rasm. Menzurkalar.

Pipetkalar 1 dan 100 ml gacha hajmda bo'ladi. Turli hajmdagi suyuqliklarni o'lchash uchun hajmlari belgilangan (gradirlangan) pipetkalar qo'llaniladi (25-rasm).

Kimyoviy idishlarni yuvish

Tajriba uchun ishlatiladigan idishlar toza, quruq bo'lishi kerak. Uni vodoprovod suvi bilan mahsus tozalagich (yershik) yordamida yuviladi (26-rasm) va bir necha marotaba suv bilan chayiladi. Agar idish nihoyatda iflos bo'lsa, suvga ozroq xlorid kislotasi solinadi yoki xromli aralashma (kaliy bixromat bilan kons. sulfat kislotasi

aralashmasi) bilan chayqaladi. Yuvilgan idishni qurituvchi diskka osib qo'yiladi. Agar idishni tez quritish kerak bo'lsa, uni qurutuvchi shkafga qo'yiladi. O'lchov idishlarini ishlatib bo'lgan zahotiyoyq yuvib qo'yiladi. O'lchov idishlarini qurituvchi shkafda quritib bo'lmaydi.

Idish yuvish usulini tanlashda har bir holatda quyidagilar zarur:

1. Idishni ifloslantirgan moddalarning xossalarini bilish;
2. Ifloslikni suvda (issiq va sovuq), ishqor, har xil tuzlar va kislota eritmalarida eruvchanligidan foydalanish;
3. Oksidlovchilarning xossalaridan foydalanish, ma'lum sharoitda organik va noorganik ifloslarni oksidlab, parchalab, eruvchan birikmalarga aylantirish;
4. Yuvish vositasi sifatida sirt-faol xossasiga ega har qanday moddalardan foydalanish mumkin (sovun, sun'iy yuvuchi vositalar, yuvuchi gilmoyalar va x.k.);
5. Idishni ifloslantiruvchi cho'kma barqaror bo'lsa, undan tozalash uchun mexanik usullarni qo'llash mumkin;
6. Yuvish uchun arzon kimyoviy reaktivlardan foydalanish maqsadga muvofiq;
7. Idishlarni yuvishda baxtsiz xodisalar kuzatilishiga yo'l qo'ymaslik va texnika xavfsizligi qoidalariga rioya qilish kerak. Laboratoriyaning har bir xodimi texnika xavfsizligi qoidalari bilan tanishgan bo'lishi shart.

Idish devorlaridan ifloslikni har xil usullar bilan yo'qotish mumkin: mexanik, fizik, kimyoviy, fizik-kimyoviy yoki qo'shma usullar



26-rasm. Maxsus tozalagichlar

1. Idishni mexanik hamda fizik usullar orqali

1. Suv bilan tozalash Idishlar smola, yog'simon yoki suvda erimaydigan iflosliklardan holi bo'lsa, ularni issiqqina suv bilan yuvish mumkin. Agar devorlarda tuz yoki cho'kma qoldiqlari bo'lsa, idish oldin suv bilan namlanib, yershik yoki

cho'tka yordamida tozalanadi. Cho'tkaning uchi idish devorlari yoki tubiga tegmasligiga e'tibor berish lozim, aks holda idish sindirilishi mumkin.

Suv bilan tozalangan idish 2–3 marta distillangan suv bilan chayilishi kerak. Tarkibida simob, kumush, oltin, platina yoki boshqa qimmatbaho elementlar saqlovchi eritmalar mavjud bo'lsa, ularni alohida idishga to'plash zarur. Shu tarzda yig'ilgan eritmalar va cho'kmalar qayta ishlanib, kerakli moddalar olinadi.

Eslatma: Konsentrlangan kislota va ishqor, xrom aralashmasi, yoqimsiz hidli yoki zaharli moddalar, natriy metali kabi xavfli moddalarni rakvinaga to'kib yuborish qat'iy man etiladi. Ularni oldindan suyultirish yoki neytrallashtirish shart. Xidli yoki zaharli moddalarni esa zararsizlantirish kerak, aks holda bug'lanish orqali laboratoriya havosi zaharlanishi mumkin.

2. Bug' bilan yuvish Suvda yuvib bo'lmaydigan, ayniqsa yog'simon moddalar uchun idishlarni suv bug'i orqali yuvish tavsiya etiladi. Bu usul samarali bo'lishiga qaramay, vaqt talab qiladi: oddiy yuvish 5–10 daqiqa, bug' bilan yuvish esa taxminan bir soat davom etadi.

Jarayon:

- Kolbani yarim suv bilan to'ldirib, suvni barqaror qaynashi uchun shisha donachalar yoki ingichka naychalar solish.
- Kolba voronkaga joylanib, bug' chiqish naychasi tozalanadigan idishga kiritiladi va shtativga mahkamlanadi.
- Shu usulda bug' orqali kolbadagi moddalar samarali tozalanadi.

3. Organik erituvchilar bilan yuvish Suvda erimaydigan smola yoki organik moddalarni (dietilefir, atseton, spirtlar, benzin, skipidar, to'rtxloruglerod va hokazo) olib tashlash uchun ishlatiladi. Eng yaxshi natija izopropil spirti va ultratovush to'liqini yordamida erishiladi.

E'tibor: Ko'pchilik organik erituvchilar yonuvchan bo'lganligi sababli, olovdan ehtiyot bo'lish shart. Ifloslangan erituvchilarni alohida idishlarda saqlash va kerak bo'lganda qayta ishlash tavsiya etiladi.

4. Boshqa yuvuvchi vositalar Idishlarni yuvishda sovun yoki 10% natriy fosfat eritmasi ishlatilishi mumkin. Bu vositalar bilan yuvishda idish ichiga toza filtr yoki qog'oz bo'lakchalar solish tavsiya etiladi. Tebrantirish jarayonida qog'oz bo'laklari devorlardagi iflosliklarni olib tashlaydi.

Muhim: Shisha idishlarni qum bilan yuvish mumkin emas, chunki qum idish devorlarini tirnaydi va keyinchalik qizdirilganda sindirish xavfi oshadi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Kimyo laboratoriyada ishqorlar va kislotalar bilan ishlash qoidalarini tushuntiring?.
2. Shisha idishlar va ularning turlari haqida ma'lumot bering?
3. Chinni idishlar va ularning turlari haqida ma'lumot bering?
4. Idishlarni tozalash usullari: kimyoviy, mexanik va fizik usullar

II-LABORATORIYA ISHI: KOMPLEKS BIRIKMALARDAN AKVA KOMPLEKSLAR VA ATSIDOKOMPLEKSLARNING OLINISHI.

Koordinatsion birikmalarni ma'lum harorat sharoitida hosil qilish jarayonini o'rganishda ko'pincha termogravimetrik usuldan foydalaniladi. Bu usulda sistemadan uchuvchan ligandlar ajralib chiqishi natijasida modda massasining vaqt va haroratga bog'liq holda kamayishi kuzatiladi.

Koordinatsion birikmalar hosil bo'lishiga misollar:

1. Suvsiz tuzlar (CuSO_4 , NiSO_4 , CoCl_2) suv bilan ta'sirlashganda kristallgidratlarga aylanadi: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Ularning suvli eritmalarida $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ kabi kompleks ionlar mavjud bo'ladi.
2. Al^{3+} , Cr^{3+} , Sn^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} va Co^{2+} ionlari eritmalariga NaOH qo'shilganda avval gidroksid cho'kmalar hosil bo'ladi. Ortikcha NaOH ta'sirida esa ular erib, gidroksokompleks ionlarga aylanadi: $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$, $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$, $[\text{Sn}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Pb}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Co}(\text{OH})_4]^{2-}$.
3. Cu^{2+} , Zn^{2+} va Ni^{2+} tuzlari eritmalariga ammiak qo'shilganda avval gidroksidlar hosil bo'ladi, so'ng ortiqcha NH_3 ta'sirida ular erib, ammiak komplekslari paydo bo'ladi, masalan: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$.
4. Zn^{2+} va Cd^{2+} tuzlari eritmalariga Na_2SO_3 qo'shilganda avval ZnSO_3 va CdSO_3 cho'kmaga tushadi. Keyin ortiqcha sulfid eritmasi ta'sirida ular erib, $[\text{Zn}(\text{SO}_3)_2]^{2-}$ va $[\text{Cd}(\text{SO}_3)_2]^{2-}$ kompleks ionlari hosil bo'ladi.

Koordinatsion birikmalar hosil bo'lishi ko'pincha eritma rangining o'zgarishi yoki cho'kma erishi orqali aniqlanadi.

Tajriba: Akva kompleks olish

1. 50 ml suvli beakerga 2 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ni soling.
2. Eritmani yaxshilab stiring qiling, Cu^{2+} ionlarining rangini kuzating.
 - o Hosil bo'lgan eritma **ko'k rangli** bo'ladi $\rightarrow$
 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ akva kompleksi hosil bo'ldi.
3. Shu kabi $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ bilan ham tajriba o'tkazing.
 - o Co^{2+} akva kompleksi **pushti rangda** bo'ladi $\rightarrow$
 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$.

Tajriba: Atsido kompleks olish

1. Hosil bo'lgan akva kompleksga 2–3 tomchi HCl yoki ligand eritmasi (NH_3 yoki en) qo'shing.
2. Eritmani stiring qiling va kompleksning rangini kuzating:
 - o $\text{Cu}^{2+} + \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, rang **chuqur ko'k** bo'ladi.

- $\text{Co}^{2+} + \text{en} \rightarrow [\text{Co}(\text{en})_3]^{2+}$, rang **to‘q ko‘k** yoki **yashil** bo‘ladi.
- 3. Kompleks barqaror bo‘lgach, zarur bo‘lsa, sovutish orqali kristall shaklida ajratish mumkin.

III-LABORATORIYA ISHI: KOMPLEKS BIRIKMALARDAN AKVA KOMPLEKSLAR VA ATSIDOKOMPLEKSLARNING XOSSALARI.

Maqsad: Metall ionlarining suv bilan hosil qiladigan kompleks birikmalarining kimyoviy xossalarini o‘rganish.

Kerakli asbob va moddalar:

- Metallar tuzlari: mis ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), nikel ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kobalt ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
- Distillangan suv
- 0,1 M HCl va NaOH eritmalari
- Probirkalar
- Pipetka, stakan, aralashtirgich

Tajribalar:

1. Mis (II) sulfatining akva kompleksi

Jarayon:

1. Probirkaga 2-3 ml CuSO_4 eritmasini soling.
2. Rangni kuzating – **ko‘k rang** paydo bo‘ladi (Cu^{2+} ionlari suv bilan kompleks hosil qiladi: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$).
3. 1 tomchi NaOH qo‘shing, **ko‘k suv rangli qattiq $\text{Cu}(\text{OH})_2$ hosil bo‘ladi.**
4. 1 tomchi HCl qo‘shing, **eritma yana ko‘k rangga qaytadi.**

Kuzatish:

- NaOH qo‘shilganda suvli kompleks barqaror emas, qattiq gidroksid hosil bo‘ladi.
- HCl qo‘shilganda kompleks qayta hosil bo‘ladi.

Xulosa:

- Mis (II) ionlari suv bilan akva kompleks hosil qiladi.
- Kompleks kimyoviy reaksiyalarda barqarorlik ko‘rsatadi, lekin asos yoki kislota bilan reaksiyaga kiradi.

2. Kobalt (II) xloridining akva kompleksi

Jarayon:

1. Probirkaga CoCl_2 eritmasini soling – rang **ko‘k-sarg‘ish** bo‘ladi.
2. Issiqlik qo‘shing yoki suv qo‘shing – rang o‘zgaradi (**ko‘k** → **pushti**), bu $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ kompleksini bildiradi.
3. NaOH qo‘shing – **$\text{Co}(\text{OH})_2$ qattiq hosil bo‘ladi.**

Kuzatish:

- Rang o‘zgarishi suv molekulari bilan kompleks hosil bo‘lishini ko‘rsatadi.
- Kislota yoki asos qo‘shilganda gidroksid yoki boshqa kompleks hosil bo‘lishi mumkin.

3. Nikel (II) sulfatining akva kompleksi

Jarayon:

1. Probirkaga NiSO_4 eritmasini soling – **yashil rang** hosil bo‘ladi
2. NaOH qo‘shing – **Ni(OH)_2 qattiq** hosil bo‘ladi.
3. HCl qo‘shing – **eritma yana yashil rangga qaytadi.**

Kuzatish:

- Nikel ham suv bilan akva kompleks hosil qiladi.
- Asos yoki kislota qo‘shilganda gidroksid yoki boshqa kompleks hosil bo‘ladi.

Umumiy xulosalar:

1. Metall ionlari suv bilan **akva kompleks** hosil qiladi Akva komplekslar ko‘pincha rangli bo‘ladi (Cu^{2+} – ko‘k, Ni^{2+} – yashil, Co^{2+} – pushti/ko‘k).
2. Asoslar qo‘shilganda gidroksid qattiq hosil bo‘ladi.
3. Kislotalar qo‘shilganda gidroksid eriydi va kompleks qayta hosil bo‘ladi.
4. Akva komplekslarning kimyoviy xossalari: **rang berish, gidroksid bilan reaksiyaga kirish, kislotalar bilan reaksiyaga kirish.**

Maqsad:

Metall ionlarining **asid (atsid) bilan hosil qiladigan komplekslarining kimyoviy xossalarini** o‘rganish.

Kerakli asbob va moddalar:

- Metall tuzlari: mis ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), nikel ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kobalt ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
- Ammoniyak (NH_3) va turli anionlar: KCN , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, KSCN
- 0,1 M HCl
- Probirkalar, pipetka, aralashtirgich

Tajribalar:

1. Mis (II) sulfatining sianid (CN^-) bilan kompleks hosil qilishi

Jarayon:

1. Probirkaga 2 ml CuSO_4 eritmasini soling.
2. 1 tomchi KCN qo‘shing – **rangsiz, shaffof eritma hosil bo‘ladi**, bu $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$ – $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$ kompleksini bildiradi.

Kuzatish:

- Rang o‘zgarishi kompleks hosil bo‘lishini ko‘rsatadi.
- Kompleks barqaror, ammo kuchli kislota qo‘shilganda eriydi va Cu^{2+} ionlariga qaytadi.

Xulosa:

- Mis (II) ionlari anionlar bilan kuchli kompleks hosil qiladi.
- Kompleks kimyoviy xossalari: rangsizlanish va kislota bilan reaksiya.

2. Kobalt (II) sulfatining tiocianat (SCN^-) bilan reaksiyasi

Jarayon:

1. Probirkaga CoCl_2 eritmasini soling.
2. 1-2 tomchi KSCN qo‘shing – **qizil rang hosil bo‘ladi**, bu $[\text{Co}(\text{SCN})_4]^{2-}$ – $[\text{Co}(\text{SCN})_4]^{2-}$ kompleksini bildiradi.

Kuzatish:

- Rang intensivligi kompleks hosil bo‘lganini ko‘rsatadi.
- Kislota qo‘shilganda rang pasayadi, ya’ni kompleks buziladi.

Xulosa:

- Kobalt ionlari anionlar bilan rangli atsido komplekslar hosil qiladi.
- Kompleks kislota bilan reaksiyaga kiradi.

3. Nikel (II) sulfatining ammiak (NH₃) bilan kompleks hosil qilishi

Jarayon:

1. Probirkaga NiSO₄ eritmasini soling – yashil rang hosil bo‘ladi.
2. 1-2 tomchi NH₃ eritmasi qo‘shing – **rangni chuqur yashilga o‘zgartiradi**, bu [Ni(NH₃)₆]²⁺ kompleksini bildiradi.

Kuzatish:

- Rangning o‘zgarishi kompleks hosil bo‘lganini ko‘rsatadi.
- Kislota qo‘shilganda rang asl holatga qaytadi – kompleks buziladi.

Umumiy xulosalar:

1. Metall ionlari anionlar yoki ligandlar bilan **atsido kompleks** hosil qiladi.
2. Komplekslar rang berishi yoki shaffoflanishi bilan ajralib turadi.
3. Komplekslar kislota yoki asos qo‘shilganda **barqarorligini yo‘qotishi** mumkin.
4. Akva komplekslarga nisbatan atsido komplekslar ko‘pincha **rangli va kuchli ligandlar bilan barqaror** bo‘ladi.

IV-LABORATORIYA ISHI: NESSLER REAKTIVI BILAN BAJARILADIGAN REAKSIYALAR.

Nessler reaktivi (kompleks tuz K₂[HgI₄] ning KOH eritmasi bilan aralashmasi) orqali ammiakni aniqlash: Ammoniy tuzlari eritmasi bilan ta’sirlashib, oksidimerkur ammoniy yoditning qizil-qo‘ng‘ir rangli cho‘kmasini hosil qiladi :



Shisha plastinkaga bir tomchi ammoniy tuzi eritmasidan olib ustiga 2 tomchi Nessler reaktivi qo‘shiladi. Analizda Nessler reaktividan mo‘lroq qo‘shish kerak, eritmada Fe²⁺, Cr³⁺, Co²⁺, Ni²⁺ kationlari xalaqit berganligi uchun tekshiriladigan eritmaga KNaC₄H₄O₆ eritmasi qo‘shilib ko‘rsatilgan ionlar kompleks birikmalarga aylantiriladi.

Nessler reaktivi – K₂[HgJ₄] eritmasiga 3-4 tomchi SbCl₃ eritmasi va 1-2 tomchi ishqor eritmasi ta’sir ettirilsa, K₂[HgJ₄] simobgacha qaytariladi (qora cho‘kma). Bu reaksiyaga Sn²⁺ ionlari xalaqit beradi, shuning uchun undan Sn²⁺ ionlari ajratilgach, foydalanish mumkin. Surma (V) bunday reaksiyada qatnashmaydi.

V-LABORATORIYA ISHI: KOMPLEKS HOSIL BO‘LISH JARAYONINI pH GA BOG‘LIQLIGINI TEKSHIRISH.

Kerakli moddalar va asboblari:

- Metall tuzlari: CuSO₄·5H₂O, NiSO₄·6H₂O, CoCl₂·6H₂O
- Distillangan suv
- 0,1 M HCl va 0,1 M NaOH
- Probirkalar, pipetka, aralashtirgich

Tajribalar:

1. Mis (II) akva kompleksining pH ga bog'liqligi

Jarayon:

1. Probirkaga 2 ml CuSO_4 eritmasini soling – **ko'k rangli eritma hosil bo'ladi**
2. 1 tomchi NaOH qo'shing – **ko'k gidroksid $\text{Cu}(\text{OH})_2$ hosil bo'ladi** (barqarorlik pasaydi).
3. 1 tomchi HCl qo'shing – eritma yana **ko'k rangga qaytadi**.

Kuzatish:

- pH oshganida (asosli muhit) gidroksid hosil bo'ladi, kompleks buziladi.
- pH kamayganda (kislotali muhit) kompleks tiklanadi.

2. Kobalt (II) kompleksining pH ta'siri

Jarayon:

1. CoCl_2 eritmasini probirkaga soling – **ko'k-sarg'ish rang hosil bo'ladi**.
2. NaOH qo'shing – **$\text{Co}(\text{OH})_2$ qattiq hosil bo'ladi**, rang o'zgaradi.
3. HCl qo'shing – eritma yana **pushti rangga qaytadi**.

Kuzatish:

- Kompleks kislota muhitida barqaror, asos muhitida gidroksid hosil bo'ladi.

3. Nikel (II) kompleksining pH ga bog'liqligi

Jarayon:

1. NiSO_4 eritmasini soling – **yashil rangli kompleks hosil bo'ladi**.
2. NaOH qo'shing – **$\text{Ni}(\text{OH})_2$ qattiq hosil bo'ladi**, rang o'zgaradi.
3. HCl qo'shing – kompleks yana **yashil rangga qaytadi**.

Kuzatish:

- Nikel kompleksining barqarorligi ham pH ga bog'liq: kislotali muhit kompleksni saqlaydi, asos muhitida gidroksid hosil bo'ladi.

Umumiy xulosalar:

1. **pH oshishi (asosiy muhit):** kompleks barqarorligini yo'qotadi, gidroksid hosil bo'ladi.
2. **pH kamayishi (kislotali muhit):** kompleks tiklanadi, rang qaytadi.
3. Kompleks birikmalar **pH ga sezgir** bo'lib, akva yoki atsido komplekslarida ham bu xususiyat kuzatiladi.
4. Tajriba metall ionlari bilan komplekslarning **kislotali va asosli muhitda kimyoviy xossalarini** ko'rsatadi.

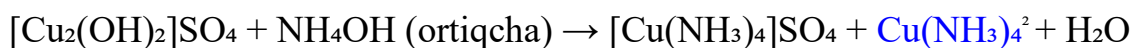
VI-LABORATORIYA ISHI:METALLARNING AMMIAKATLI KOMPLEKS BIRIKMALARNI OLINISHI VA XOSSALARI

Mis tetroammiakatining hosil bo'lishi.

Probirka olib, unga mis(II) sulfatning 1 n eritmasidan 2–3 tomchi olinadi va ustiga ammiakning 25% li eritmasidan ham 2–3 tomchi qo'shiladi. Natijada havorang tusli mis(II) gidroksisulfat cho'kmasi hosil bo'ladi:



Keyin ammiak eritmasi asta-sekin qo'shib boriladi. Dastlab hosil bo'lgan cho'kma ortiqcha ammiak ta'sirida eriy boshlaydi. Natijada mis(II) ning to'q ko'k rangli ammiakli kompleks birikmasi hosil bo'ladi:

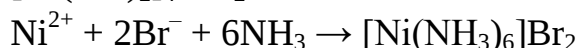
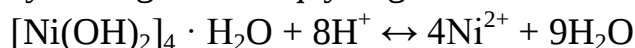


Geksaammin nikel (II)-bromid sintezi.

Jarayon $\text{Ni}(\text{OH})_2 \cdot \frac{1}{4} \text{H}_2\text{O}$ dan NiBr_2 , undan esa kompleks tuz olishga asoslangan.

Kerakli asbob va reaktivlar: voronka, filtr qog'oz, probirkalar, stakan, shisha tayoqcha, eksikator, $\text{Ni}(\text{OH})_2 \cdot \frac{1}{4} \text{H}_2\text{O}$, 40% li issiq HBr kislota, NaNO_2 tuzi, 25% li NH_3 eritmasi, etil spirti, distillangan suv.

Bu jarayon tenglamalari quyidagicha:



20 gr $\text{Ni}(\text{OH})_2 \cdot \frac{1}{4} \text{H}_2\text{O}$ ga 68,8 ml 40 % li issiq HBr kislota ($d = 1,38$) qo'shiladi. Ta'sirlashmadan qoldiq ajralib olinadi va yana 3 ml HBr qo'shiladi va H_2O bilan 150 ml gacha suyultiriladi, olingan eritma tomchilatib 60-70° C li 550 ml kontsentrlangan NH_3 eritmasiga qo'shiladi, NiBr_2 dan to'liq qo'shib bo'lguncha ushbu harorat ushlab turiladi va NH_3 kontsentratsiyasini ushlab turish maqsadida, eritmadan NH_3 oqimi o'tkaziladi. Barcha NiBr_2 qo'shib bo'lmasdan geksaammin Ni (II)-bromid cho'kmaga tusha boshlasa, tushgan cho'kma bilan birgalikda eritma muz solingan eksikatorga quyiladi.

Shundan keyin kristallar filtrlanadi va NH_3 ning sovuq eritmasi bilan yuviladi. $\eta = 63 \%$.

Xossalari: Kristallar ochiq binafshadan to'q ko'k ranggacha qaynoq suvda eritiladi, ishqorlar ta'sirida parchalanadi va qaytadan $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ga aylantiriladi, quruq mahsulot qizdirilganda NH_3 hosil bo'lib parchalanadi.

$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ kompleks birikmaning olinishi

Bajarilishi: Probirkaga 2-3 tomchi sariq qon tuzi $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmasidan olib, ustiga 4-5 tomchi nikel sulfat eritmasidan qo'shing. Hosil bo'lgan cho'kma erib ketguncha 25% li ammiak eritmasidan quyib aralashtiring. Tajriba jarayonida $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ va $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ kompleks ionlari o'zaro birikib, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6][\text{Fe}(\text{CN})_6]$ qattiq kristallarini hosil qiladi. Ushbu jarayon **molekulyar va ion shaklda** ifodalanadi.

II-guruh metallari tuzlari bilan trilon- B ni ichki komplekslari.

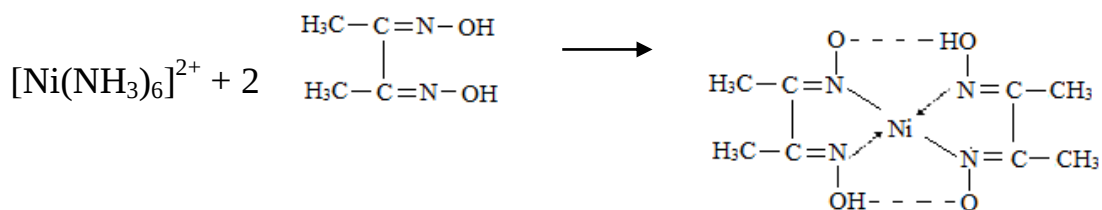
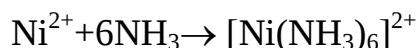
4,4 gr Trilon B dan tayyorlangan suvli suspenziyaga tuz to'liq eriguncha NaOH 0,02 N eritma qo'shiladi. Olingan shaffof eritmaga metall karbonatining quruq tuzi solinadi (Zn birikma olish ZnO ishlatiladi). Karbonatli tuz cho'kma tutgan eritma 40-50 min qaynatiladi. Issiq holda shisha filtdan o'tkaziladi. Sovutilgandan so'ng metal spirt qo'shiladi. Cho'kma tushguncha davriy ravishda chayqatilib turiladi. Cho'kma filtrlanadi va 50-80° C da quriltiladi.

Olingan oq kristallar suvda yaxshi eriydi, efir va benzolda erimaydi. Eritmalar ishqoriy muhitga ega.

Dimetilglioksim bilan komplekslar

Dimetilglioksim pH 5-10 da Ni^{2+} ioni bilan yorqin qizil rangli kam eruvchi kompleks birikma hosil qiladi.

Bajarilishi: probirkaga 2 tomchi NiCl_2 eritmasi, 2 tomchi reagent eritmasi va 2 tomchi 2 M NH_3 solinadi. Ehtiyotkorlik bilan aralashtiriladi yorqin-qizil cho'kma hosil bo'ladi.



VII. LABORATORIYA ISHI: POLIKISLOTALAR VA ULARNING TUZLARINI OLISH, ULARNING XOSSALARI.

Polikislotalar – bu kislotaning molekulasiga o'sha yoki boshqa kislotaning ангидрити qo'shilishi natijasida hosil bo'lgan birikmalardir.

Masalan, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ polikislota sifatida qaraladi, chunki u H_2SO_4 ni SO_3 bilan to'yingan holda reaksiyaga kirishi natijasida hosil bo'ladi.

Xromning tarkibidagi polikislotalar ham ma'lum bo'lib, ularning ba'zilar:

- $\text{H}_2\text{CrO}_2 \cdot \text{CrO}_3$,
- $\text{H}_2\text{CrO}_4 \cdot 2\text{CrO}_3$,
- $\text{H}_2\text{CrO}_4 \cdot 3\text{CrO}_3$.

Polikislotalar hosil qiluvchi oddiy kislotalar qatoriga quyidagilar kiradi:

H_3PO_4 , H_4SiO_4 , H_3BO_3 , H_2MoO_4 , H_2WO_4 , HVO_3 va boshqalar.

Agar bir kislotaga o'sha kislotaning ангидрити qo'shilsa, hosil bo'lgan polikislota izopolikislota deb ataladi.

Aksincha, agar bir kislotaga boshqa turdagi kislota ангидрити qo'shilsa, u holda hosil bo'lgan polikislota geteropolikislota hisoblanadi.

Misollar:

- Izopolikislota: $\text{H}_2\text{WO}_4 \cdot 3\text{WO}_3$
- Heteropolikislota: $\text{H}_3\text{BO}_3 \cdot 12\text{WO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Biror kislotadan hosil bo'lgan izopolikislotaning kuchi shu kislota kuchidan ortiq bo'ladi. Masalan, H_2CrO_4 ning dissotsilanish konstantasi $K_2 = 3 \cdot 10^{-7}$, bixromat kislota $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ niki esa $K_2 = 2 \cdot 10^{-2}$ dir. Geteropolikislota tuzi — ammoniy fosfor molibdat $(\text{NH}_4)_3 \text{H}_4 [\text{P} (\text{Mo}_2\text{O}_7)_6]$ ni dastlab 1826 yilda Y. Berselius olgan.

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

Tajriba qismi:

Maqsad: Polikislotalarni (masalan, ortofosfor kislotasi $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$ polifosfatlar) hosil qilish. Ularning tuzlarini tayyorlash va kimyoviy xossalarini o'rganish.

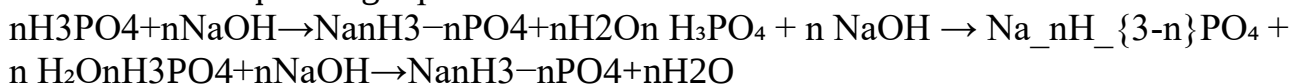
Kerakli moddalar va asboblari:

- Ortofosfor kislotasi (H_3PO_4)
- Natriy karbonat (Na_2CO_3), KOH
- Probirkalar, pipetka, aralashtirgich, issiqlik manbai

Tajriba 1: Natriy polifosfatini olish

Jarayon:

1. Probirkaga 2 ml H_3PO_4 eritmasini soling.
2. 1-2 tomchi Na_2CO_3 yoki NaOH eritmasini qo'shing – **gaz chiqishi kuzatiladi (CO_2)**.
3. Eritmani qizdiring – polifosfat tuzlar hosil bo'ladi:



Kuzatish:

- Eritma qattiq yoki kristall tuz hosil qiladi.
- Tuzlar suvda eriydi va kimyoviy reaktivlikka ega bo'ladi.

Xulosa:

- Polikislotalar va ularning natriy tuzlari osongina tayyorlanadi.
- Tuzlar kislotali yoki asosli muhitda turlicha xossalar ko'rsatadi.

2. Polifosfatlarning kimyoviy xossalari

Tajriba 2: Tuzlarning suvda erishi va pH ta'siri

Jarayon:

1. Polifosfat tuzdan oz miqdorda suvga soling.
2. pH ni o'lchang – ko'p hollarda **asosiy muhit hosil bo'ladi**.
3. Kislotaga qo'shing – tuz gidroliz bo'lib, H_3PO_4 qayta hosil bo'ladi.

Kuzatish:

- Tuzlar suvda eriydi, rangi o'zgarishsiz.
- Kislotali muhitda gidroliz reaksiyasi yuz beradi.

Tajriba 3: Metall ionlari bilan kompleks hosil qilish

Jarayon:

1. Probirkaga 2 ml polifosfat eritmasini soling.
2. 1-2 tomchi CuSO_4 yoki CoCl_2 eritmasini qo'shing.
3. Kompleks hosil bo'ladi – **rangli qattiq yoki eritma hosil bo'ladi**.

Kuzatish:

- Mis (II) bilan polifosfat komplekslari ko'k rang hosil qiladi.
- Kobalt bilan esa pushti yoki yashil rang hosil bo'ladi.

Xulosa:

- Polifosfat tuzlari metall ionlari bilan komplekslar hosil qiladi.
- Komplekslarning barqarorligi pH ga bog'liq.

Umumiy xulosalar:

1. Polikislotalar (polifosfatlar) ortofosfor kislotasidan olinadi.
2. Tuzlar suvda eriydi va metall ionlari bilan kompleks hosil qiladi.
3. Tuzlarning kimyoviy xossalari: **gidroliz, kompleks hosil qilish, pH ga sezgirlik.**
4. Tajribalar organik va anorganik kimyoviy reaksiyalarni o'rganishga yordam beradi.

VIII. LABORATORIYA ISHI: QO'SH TUZLARNI OLINISHI, BU TUZLARNING DISSOTSIYALANISHI

Qo'shaloq tuzlar ham atsidokomplekslar turkumiga kiradi. Ular bilan haqiqiy koordinatsion birikmalar o'rtasidagi asosiy farq shundaki, qo'shaloq tuz suvli eritmada o'z tarkibidagi ionlarga bo'linadi. Masalan, $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ karnallitini $K[MgCl_3]$ tarkibli koordinatsion birikma sifatida tasavvur qilish mumkin. Agar bu modda mustahkam koordinatsion birikma bo'lganida, eritmada faqat K^+ va $MgCl_3^-$ ionlari paydo bo'lishi kerak edi. Biroq, amalda karnallit suvda eriganda K^+ , Mg^{2+} va Cl^- ionlariga ajraladi.

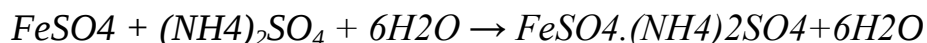
Shu sababli qo'shaloq tuzlar suvli eritmalarda **nihoyatda beqaror atsidokomplekslar** sifatida qaraladi.

a) Tajriba qismi: Mor tuzining olinishi

Kerakli jihoz va moddalar

- | | |
|---------------------|----------------------------------|
| 1. Konussimon kolba | 6. Filtr qog'ozi |
| 2. Shisha tayoq | 7. Stakan |
| 3. Burner | 8. Ammoniy sulfat |
| 4. Tripod stend | 9. Temir sulfat |
| 5. Soat oynasi | 10. Suyultirilgan sulfat kislota |

Tajribaning bajarilishi: 3,5 g ammoniy sulfat va 7 g temir sulfatni alohida torting. Suvni boshqa stakanda bir necha daqiqa qaynatish kerak. Suv qaynagandan so'ng, uni ammoniy va temir sulfatlari bo'lgan stakanga asta-sekin quying. Tuzlar to'liq erimaguncha doimiy ravishda aralashtirilishi kerak. Olingan eritmani filtrlang. Filtrga ega bo'lgach, uni kristallanish nuqtasiga yetguncha stakanda qizdiring. Stakanni taxminan soatlab sovishini kuting. Mor tuzining kristallanishi sodir bo'ladi. Ushbu kristallarni yig'ish uchun filtr qog'ozidan foydalaning. Kristallarni yaxshilab quriting. Taroziida ularni torting va natijani yozing.



c) Qo'shaloq tuzlar dissotsiatsiyasi. Uchta probirkaga teng miqdorda 8-10 tomchidan temirammoniyli achchiqtosh $NH_4Fe(SO_4)_2$ eritmasidan qo'shing. Temir-ammoniyli achchiqtoshning dissotsiyanish tenglamasini yozing. Birinchi probirkaga NaOH eritmasidan ko'proq qo'shib, aralashmani ohista qizdiring. Ammiak ajralib chiqayotganini (hididan yoki ho'llangan qizil lakmus qog'ozining ko'karishidan) aniqlang. Bu reaksiya achchiqtosh eritmasida NH_4^+ ionlari borligini ko'rsatadi. Ikkinchi

probirkaga 1-2 tomchi KSCN eritmasidan tomizing Quyuq qizil rangning hosil bo'lishi Fe^{3+} ionlari borligini ko'rsatadi. Uchinchi probirkaga 3-4 tomchi bariy xlorid eritmasidan qo'shing. Oq cho'kmaning hosil bo'lishi eritmada SO_4^{2-} ionlari borligini ko'rsatadi. Qilingan har bir tajribaning reaksiyalarini molekulyar va ionli shaklda yozing.

Tajriba Kobalt va ammiak bilan qo'sh tuz hosil qilish

Maqsad: Co^{2+} ionlari va NH_3 bilan $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ qo'sh tuzini olish.

Jarayon:

1. Probirkaga 2 ml $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ eritmasini soling (pushti rang).
2. Eritmaga asta-sekin NH_3 eritmasi qo'shing, aralashtiring.
3. Eritma to'q pushti rangga aylanadi, **qattiq kristall hosil bo'lishi uchun sovutib qo'ying.**

Kuzatish:

- Rangning o'zgarishi kompleks hosil bo'layotganini ko'rsatadi.
- Sovutganda qattiq kristall hosil bo'ladi.

Xulosa:

- Qo'sh tuzlar metall ionlari va ligandlar bilan **barqaror kompleks hosil qilishi** mumkin.
- Rang intensivligi kompleksning barqarorligini ko'rsatadi.

Tajriba Mis va ammiak bilan qo'sh tuz hosil qilish

Maqsad: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ qo'sh tuzini olish.

Jarayon:

1. Probirkaga 2 ml $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ eritmasini soling (ko'k rang).
2. Eritmaga NH_3 eritmasini tomchi tomchi qo'shing, **ko'k rang intensivlashadi.**
3. Eritmani sovutib kristall hosil bo'lishini kuting.

Kuzatish:

- Rangning chuqurlashishi kompleks hosil bo'lishini ko'rsatadi.
- Kristall hosil bo'lishi qo'sh tuzning barqarorligini bildiradi.

2. Qo'sh tuzlarning kimyoviy xossalari

Tajriba Eriuvchanlik va selektiv eritish

Jarayon:

1. Qo'sh tuz kristallarini suvga soling.
2. Ba'zi tuzlar tez eriydi ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), ba'zilar esa sekin ($[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$).
3. Selektiv eritish orqali tuzlarni ajratish mumkin.

Kuzatish:

- Eriuvchanlik farqi qo'sh tuzlarni ajratishga yordam beradi.

Tajriba pH ga bog'liqligi

Jarayon:

1. Qo'sh tuz eritmasiga HCl yoki NaOH tomchi qo'shing.
2. Rang va qattiqlik o'zgarishini kuzating.

Kuzatish:

- Ba'zi qo'sh tuzlar kislotaga sezgir (gidroliz bo'ladi), ba'zilar esa asosga sezgir.
- Komplekslar pH ga bog'liq barqarorlik ko'rsatadi.

Tajriba Termik barqarorlik

Jarayon:

1. Qo'sh tuz kristallarini asta-sekin qizdiring.
2. Rang, bug'lanish va kristall strukturasi o'zgarishini kuzating.

Kuzatish:

- Masalan, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ qizdirilganda NH_3 **bug'lanadi**, rang ochraydi.
- Termik barqarorlik qo'sh tuzning ichki strukturasi ko'rsatadi.

3. Umumiy xulosalar

1. Qo'sh tuzlar – **ikki yoki undan ortiq turdagi metall ionlari va anionlar birikmasi**, ba'zida ligandlar bilan kompleks hosil qilishi mumkin.
2. Kimyoviy xossalari:
 - **Erituvchanlik** (suvda yoki boshqa erituvchida)
 - **pH ga sezgirlik** (gidroliz, rang o'zgarishi)
 - **Kompleks hosil qilish**
 - **Termik barqarorlik**
3. Murakkabroq tajribalar orqali qo'sh tuzlarning barqarorlik, kristall shakli va kimyoviy xossalari aniqlanadi.
4. Selektiv eritish va kristallizatsiya orqali qo'sh tuzlarni ajratish mumkin.

IX. LABORATORIYA ISHI: AKVA KOMPLEKSLARDA GIDRAT IZOMERIYASINI HOSIL QILISH. GIDRAT IZOMERLARNING ELEKTR O'TKAZUVCHANLIGINI O'LGHASH ORQALI KOMPLEKS ION TUZILISHINI ANIQLASH.

Tajriba maqsadi:

- Akva komplekslarda **gidrat izomeriyasini** hosil qilish va uning kimyoviy xossalari kuzatish.
- Rang, erituvchanlik va kimyoviy reaksiyalar orqali izomeriyani aniqlash.

2. Kerakli moddalar va asboblari:

- Kobalt (III) xlorid gidratlari:
 - $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ (pushti)
 - $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (ko'k/pushti)
- Distillangan suv
- Probirkalar, pipetka, aralashtirgich
- NaOH va AgNO_3 eritmaları

3. Tajriba jarayoni:

Tajriba 1: Rang va erituvchanlik orqali gidrat izomeriyasini aniqlash

Jarayon:

1. Probirkaga $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ eritmasini soling – eritma **pushti rang** hosil qiladi.
2. $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ eritmasini soling – eritma **ko'k rangga yaqin** bo'ladi.

Kuzatish:

- Rang farqi gidrat izomeriyasini ko'rsatadi.
- Shu komplekslarning **erituvchanlik darajasi ham farq qiladi**: $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ suvda yaxshi eriydi, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ esa biroz kamroq eriydi.

Tajriba 2: Ion reaksiyalari bilan izomeriyani aniqlash

Jarayon:

1. Har bir eritmaga 1 tomchi AgNO_3 eritmasi qo'shing.
2. Kompleksdagi Cl^- ionlari bilan reaksiyaga kiradi va **AgCl qattiq hosil bo'ladi.**

Kuzatish:

- $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ eritmasida ko'proq qattiq hosil bo'ladi, chunki barcha Cl^- ionlari kristall tuz sifatida mavjud.
- $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ eritmasida esa kamroq AgCl hosil bo'ladi, chunki Cl^- bir qismi koordinatsion bog'langan.

Xulosa:

- Koordinatsion Cl^- ionlari eritmada reaksiyaga kirmaydi, faqat kristall Cl^- ionlari AgNO_3 bilan reaksiyaga kiradi.
- Shu bilan gidrat izomeriyasi aniqlanadi.

Tajriba 3: pH ta'siri

Jarayon:

1. Har bir eritmaga oz miqdorda NaOH qo'shing.
2. Rang va hosil bo'lgan qattiq moddalarni kuzating.

Kuzatish:

- Kompleks gidroksid hosil qilishi mumkin.
- Rangning o'zgarishi koordinatsion suv molekulalarining o'rnini va izomeriyani ko'rsatadi.

4. Umumiy xulosalar:

1. **Gidrat izomeriyasi** – kompleksda suv molekulalari **koordinatsion joylashuvga** yoki kristall suv sifatida bo'lishi bilan bog'liq.
2. Rang, erituvchanlik va ion reaksiyalari orqali izomeriyani aniqlash mumkin.
3. Koordinatsion Cl^- ionlari AgNO_3 bilan reaksiyaga kirmaydi, faqat kristall Cl^- ionlari reaksiya beradi.
4. Tajriba orqali akva komplekslarning **struktur va kimyoviy xossalari** o'rganiladi.

**X. LABORATORIYA ISHI: ELEKTR O'TKAZUVCHANLIK QIYMATLARI
ASOSIDA KOMPLEKS ION TUZILISHINI ANIQLASH. KOMPLEKS
BIRIKMALARNING DISSOTSIYALANISHI VA KOMPLEKS IONLARNING
BARQARORLIGINI SOLISHTIRISH.**

1. Tajriba maqsadi:

- Kompleks tuzlarning **elektrolit yoki noelektrolit xossasini** aniqlash.
- Kompleks ionning tuzilishi va ion miqdorini **o'tkazuvchanlik qiymatlari** asosida baholash.

2. Kerakli moddalar va asboblari:

- Komplekslar:
 - $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ – kompleks ionli tuz
 - CuSO_4 – oddiy ion tuz
- Distillangan suv
- Conductometer yoki galvanometr
- Probirkalar, pipetka

3. Tajriba jarayoni:

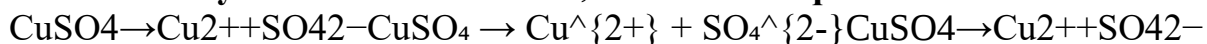
Tajriba 1: Oddiy tuz elektr o'tkazuvchanligi

Jarayon:

1. Probirkaga 0,01 M CuSO_4 eritmasini soling.
2. Conductometer yordamida **eritmaning o'tkazuvchanligini** o'lchang.

Kuzatish:

- CuSO_4 **yaxshi elektr o'tkazadi**, chunki u **to'liq ionlashadi**:



Xulosa:

- Oddiy tuzlar suvda to'liq ionlashadi va kuchli elektrolit xossasini ko'rsatadi.

Tajriba 2: Kompleks tuz elektr o'tkazuvchanligi

Jarayon:

1. Probirkaga 0,01 M $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ eritmasini soling.
2. Conductometer yordamida **eritmaning o'tkazuvchanligini** o'lchang.

Kuzatish:

- $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ **kamroq elektr o'tkazadi**, chunki kompleks ion $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ **butunlay ionlashmaydi**.
- SO_4^{2-} ionlari esa eriydi va kichik miqdorda ion hosil qiladi:

Xulosa:

- Kompleks tuzlar kamroq ionlashadi va **elektrolit xossasi** oddiy tuzga nisbatan past.
- O'tkazuvchanlik qiymati orqali **kompleks ionning tuzilishi va soni** aniqlanishi mumkin.

Tajriba 3: Ion soni va tuzilish aniqlash

Jarayon:

1. Har bir eritma uchun **elektr o'tkazuvchanligini** yozing (S/m yoki $\mu\text{S}/\text{cm}$).
2. Oddiy tuz bilan kompleks tuz o'tkazuvchanligini solishtiring.

Kuzatish va tahlil:

- Agar o'tkazuvchanlik past bo'lsa, metall ion ligand bilan kompleks hosil qilganini bildiradi.
- Agar o'tkazuvchanlik yuqori bo'lsa, tuz oddiy ion tuz sifatida eriydi.

4. Umumiy xulosalar:

1. **Oddiy tuzlar** suvda to'liq ionlashadi va kuchli elektrolit xossasini ko'rsatadi.
2. **Kompleks tuzlar** kamroq ionlashadi, chunki metall ion ligand bilan birikadi va **kation sifatida barqaror kompleks hosil qiladi**.
3. **O'tkazuvchanlik qiymati** orqali kompleks tuzning:
 - Ion soni
 - Kompleks ionning mavjudligi
 - Barqarorligianiqlanishi mumkin.
4. Tajriba metall komplekslarining **kimyoviy tuzilishi va elektrolit xossalarini** aniqlashga yordam beradi.

XI-LABORATORIYA ISHI: KOMPLEKS BIRIKMALARDA OKSIDLANISH-

QAYTARILISH REAKSIYALARI

1. Tajriba maqsadi:

- Kompleks metall ionlarining **oksidlanish-qaytarilish xossalarini** o'rganish.
- Rang va eritma o'zgarishi orqali redoks jarayonini kuzatish.

2. Kerakli moddalar va asboblari:

- Metall komplekslari:
 - $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ (ferrisianid)
 - $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ (ferrosianid)
 - $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
- Kislota: HCl
- Asos: NaOH
- Redoks agentlar: KMnO_4 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- Probirkalar, pipetka, aralashtirgich

3. Tajribalar:

Tajriba 1: Ferri-ferro komplekslari bilan redoks

Jarayon:

1. Probirkaga 2 ml $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ eritmasini soling (sariq-yashil rang).
2. 1-2 tomchi $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ qo'shing.
3. Rang o'zgarishini kuzating.

Kuzatish:

- Rang **sariq** → **ko'k yashil** rangga o'zgaradi.
- Bu $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ va $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ o'rtasidagi redoks jarayonini bildiradi.

Xulosa:

- Komplekslarda metall ionlar redoks jarayonida qatnashadi, lekin ligandlar bilan barqaror kompleks hosil qiladi.

Tajriba 2: Mis (II)-ammiak kompleksi bilan oksidlanish

Jarayon:

1. Probirkaga $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ eritmasini soling (ko'k rang).
2. 1 tomchi KMnO_4 eritmasi qo'shing.
3. Rang va kompleks holatini kuzating.

Kuzatish:

- KMnO_4 ko'k rangini yo'qotadi va **Cu^{2+} ionlarining rang o'zgarishi** kuzatiladi.
- Oksidlanish-qaytarilish jarayoni sodir bo'ladi:

Xulosa:

- Kompleks metall ionlar redoks agentlar bilan reaksiyaga kiradi.
- Ligandlar kompleksni barqaror qiladi, lekin metall ion oksidlanadi yoki qaytariladi.

Tajriba 3: Redoks agentlar bilan titrlash

Jarayon:

1. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ eritmasini titrlash uchun $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi ishlatiladi.
2. Rang o'zgarishini (sariq → rangsiz) kuzating.

Kuzatish:

- Rang o'zgarishi redoks jarayonining davom etayotganini ko'rsatadi.

4. Umumiy xulosalar

1. Kompleks metall ionlari **redoks reaksiyalarda qatnashadi**, lekin ligandlar ularni barqaror qiladi.
2. Rang va eritma o'zgarishi orqali oksidlanish-qaytarilish jarayoni kuzatiladi.
3. Komplekslar redoks agentlar bilan turli tezlikda reaksiyaga kiradi.
4. Tajribalar **metall ionlar oksidlanish darajasi, ligand barqarorligi va redoks xossalari**ni aniqlashga yordam beradi.

Tajriba qismi

Materiallar:

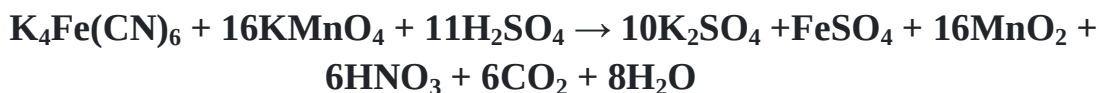
- KMnO_4 eritmasi (suyultirilgan)
- $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmasi

Jarayon:

1. Ozigina suyultirilgan sulfat kislota qo'shilgan KMnO_4 eritmasiga $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmasini asta-sekin qo'shing.
2. Rang o'zgarishini kuzating.

Kuzatish:

- Eritma rangsizlanadi (purpurni sariq yoki deyarli rangsiz holatga o'tadi).
- Shu bilan birga, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ hosil bo'ladi.



b) Probirkada 2 ml dan vodorod peroksid va o'yuvchi kaliy eritmalaridan aralashtiring va ustiga 2 ml qizil kon tuzining $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmasidan quying. Kislorod ajralishini kuzating. Reaksiya tenglamasini yozing



c) tajribada bayon etilgan usul bilan $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ hosil qiling va unga 1-2 bo'lak rux metali soling. Nima kuzatiladi. Reaksiya tenglamalarini yozing.



NAZORAT ISHI SAVOLLARI

1. Vernerning koordinatsion nazariyasi.
2. Koordinatsion birikmalarda izomeriya xodisasi.
3. Kompleks birikmalarda kimyoviy bog‘larning tabiati. Valent bog‘lar metodi (usuli).
4. Kristall maydon nazariyasi asosida kompleks birikmalarning optik xossalari va
5. barqarorligi tushuntirilsin.
6. Kompleks birikmalardan analitik kimyodan foydalanish (qo‘llanilishi).
7. Sidjvikning EAN qoidasining ta‘rifini bering va shu qoidaga oid misollar keltiring.
8. Koordinatsion sferasidagi (qobig‘idagi) ligandlarning o‘zaro ta‘sirlashuvi. Transta‘sir qonuniyati.
9. Koordinatsion birikmalarning suvli eritmalaridagi barqarorligiga ta‘sir etuvchi
10. omillar (faktorlar). Beqarorlik va barqarorlik konstantalari.
11. Koordinatsion birikmalarning oksidlanish-qaytarilish xossalari.
12. Tushintiring, nima uchun mo‘l ligandli bo‘lgan eritmada ham barcha kumush (Ag)
13. komplekslari yaxshi eriydigan sulfidlar ta‘sirida osonlik bilan parchalanishi
14. mumkin.
15. Koordinatsion sferadagi (qobiqdagi) ligandlarning o‘zaro ta‘sirlashuvi. Peyrone,
16. Iergensen va Chugaev qoidalari.
17. Koordinatsion birikmalarning kislota-asos xossalari. Koordinatsion birikmalarning
18. kislota-asos xossalari ta‘sir etuvchi omillar (faktorlar.)
19. Koordinatsion birikmalarning oksidlanish-qaytarilish xossalari.
20. Kompleks birikmalar kimyosi fanining rivojlanish tarixi.
21. A.Vernerning koordinatsion nazariyasi.
22. Kompleks birikmalarning ichki va tashqi sferasi.
23. Kompleks hosil qiluvchilar ligandlar, markaziy atomning koordinatsion soni. Dentantlik va amfidentantlik.
24. Kompleks birikmalarni nomlash.
25. Ratsional nomenklatura.
26. Geometrik izomerlarni nomlash
27. Kompleks birikmalarning olinish usullari:
28. kislorodli kislotalarning tuzlari, galogenkislota va galogentuzlar, gidroksotuzlar

29. Molekular monodentant ligandli koordinatsion birikmalar, ion ligandli koordinatsion birikmalar, siklik koordinatsion birikmalar tarkibida bidentant va polidentant ligandlar, Sandwich birikmalar.
30. Akvakomplekslar, gidroksokomplekslar. Atsido komplekslar.
31. Kislotalarning qo'sh tuzlari.
32. Achchiqtoshlar, ular molekulasining tuzilishi.
33. Ammiakatlar va amminatlar.
34. Polikislotalar va ularning tuzlari.
35. Izopolikislotalar ularning tuzilishi, xossalari,
36. gidropolikislotalar. Organik ligandli siklik yoki xelat kompleks birikmalar.
37. Kompleks birikmalarning dentantligi.
38. Kompleks birikmalarning maxsus guruhleri:
39. to'yinmagan molekulali komplekslar (p-komplekslar),
40. siklik kompleks birikmalar (xelatlar),
41. ko'p yadroli kompleks birikmalar. Klasterlar.
42. Kompleks birikmalarning izomeriyasi: geometrik, optik, gidrat, bog'lanish, ionlanish, transformatsion izomeriya.
43. Koordinatsion izomeriya va polimerizm, konformatsion izomeriya.
44. Koordinatsion raqamlari 2 dan 10 gacha va undan yuqori bo'lgan murakkab birikmalar.
45. Koordinatsion birikmalar kimyosining muhim qoidalari.
46. L.A.Chugaevning halqa qoidasi,
47. N.S. Kurnakov qoidasi.
48. Chernaevning trans-ta'sir qoidasi.
49. Kompleks birikmalarda elektrostatik Kossel va Magnus nazariyasi,
50. kovalent bog'lanish nazariyasi.
51. Kristall maydon nazariyasi.
52. Yuqori spinli va quyi spinli kompleks birikmalar.
53. Molekular orbitallar nazariyasi,
54. kompleks birikmalarda dativ bog'lanish.
55. Kompleks birikmalarning geometriyasi.
56. Koordinatsion sonining markaziy atom orbitallarining gibridlanishi turi va kompleksning tuzilishiga bog'liqligi.
57. Kompleks birikmalar eritmalaridagi muvozanat.
58. Birlamchi va ikkilamchi dissotsiatsiya.
59. Kompleks ionlarning beqarorlik va barqarorlik konstantalari.
60. Kompleks birikmalarning dissotsiylanishi beqarorlik konstantasi.
61. Komplekslar hosil bo'lishi va kompleks ionining buzilishi sharoitlari.

- 62.** Kompleks birikmalarning kislota-asos xossalari. Ularning kislotali xossalariga ta'sir qiluvchi omillar.
- 63.** Gidrat komplekslari eritmalarida kislota-asos muvozanati. Komplekslarning asoslari.
- 64.** Koordinatsion birikmalarning reaksiyalari mexanizmlari.
- 65.** Kompleks birikmalarning koordinatsion ligandlarining reaktivligi.
- 66.** Kompleks birikmalarning oksidlanish-qaytarilish xossalari.
- 67.** Kompleks birikmalarning oksidlanish-qaytarilish turlari.
- 68.** Murakkab hosil bo'lish jarayonlarining elektrolitlar eritmalarida elektrod potentsiallari qiymatiga ta'siri.
- 69.** Galvanik qoplamalar olishda, gidrometallurgiyada kompleks birikmalar hosil qilishning ahamiyati.
- 70.** Tirik organizmlar hayoti jarayonida metallarning kompleks birikmalarining ishtiroki.
- 71.** Kompleks birikmalarning qo'llanilishi analitik kimyoda ionlarni ajratishda kompleks hosil bo'lishidan foydalanish.
- 72.** Kataliz. Bo'yoqlar. Pigmentlar.
- 73.** Kompleks birikmalar kimyosi fani, vazifalari. A.Vernerning koordinatsion nazariyasi
- 74.** Kompleks birikmalarning tuzilishi, markaziy ion ligandlar, koordinatsion son. Markaziy ion va kompleks ionining zaryadini topish
- 75.** Kompleks birikmalarning sinflanishi. Akvokomplekslar ularning ionlanishi
- 76.** Kompleks birikmalarning nomenklaturasi. Kompleks birikmalar izomeriyasi. Gidrat izomeriyasi va ionizatsion izomeriya. Koordinatsion izomeriya va polimeriya
- 77.** Kompleks birikmalarning geometrik izomeriyasi. Kompleks birikmalar tuzilishiga doir elektron nazariya mohiyati.
- 78.** Komplekslar hosil bo'lishi va ularni dissotsiylanish jarayoniga massalar ta'siri qonunining tadbiqu.
- 79.** Kompleks birikmalardagi kimyoviy bog'lanishning tabiati. Koordinatsion sonining markaziy atom orbitallarining gibridlanishiga bog'liqligi
- 80.** Kompleks birikmalar eritmalarida boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari
- 81.** Kompleks birikmalarning analitik kimyodagi ahamiyati. Galvanik qoplamalar olishdagi roli. Ularning ingibitorlik xususiyatlari
- 82.** Kompleks birikmalarning kimyoviy analizda qo'llanilishi. Tirik organizmlar hayotiy jarayonlarida kompleks birikmalarning ishtiroki.
- 83.** Kompleks birikmalar kimyosi laboratoriyasida ishlash qoidalari va laboratoriyada ishlatiladigan asbob-uskunalar bilan tanishish

84. Kompleks birikmalardan akva komplekslar va atsidokomplekslarning olinishi.
85. Kompleks birikmalardan akva komplekslar va atsidokomplekslarning xossalari
86. Nessler reaktivi bilan bajariladigan reaksiyalar.
87. Kompleks hosil bo'lish jarayonini pH ga bog'liqligini tekshirish.
88. Metallarning ammiakatli kompleks birikmalarni olinishi va xossalari
89. Polikislotalar va ularning tuzlarini olish, ularning xossalari.
90. Polikislotalar va ularning tuzlarini olish, ularning xossalari.
91. Qo'sh tuzlarni olinishi, bu tuzlarning dissotsiyanishi
92. Akva komplekslarda gidrat izomeriyasini hosil qilish.
93. Gidrat izomerlarning elektr o'tkazuvchanligini o'lchash orqali kompleks ion tuzilishini aniqlash.
94. Akva komplekslarda gidrat izomeriyasini hosil qilish. Gidrat izomerlarning elektr o'tkazuvchanligini o'lchash orqali kompleks ion tuzilishini aniqlash.
95. Elektr o'tkazuvchanlik qiymatlari asosida kompleks ion tuzilishini aniqlash.
96. Kompleks birikmalarning dissotsiyanishi va kompleks ionlarning barqarorligini solishtirish.
97. Elektr o'tkazuvchanlik qiymatlari asosida kompleks ion tuzilishini aniqlash.
98. Kompleks birikmalarning dissotsiyanishi va kompleks ionlarning barqarorligini solishtirish
99. Kompleks birikmalarda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari
100. Kompleks birikmalarda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

KOMPLEKS BIRIKMALAR FANIDAN TEST (JAVOBI BILAN)

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Markaziy ion nima?
A) Donor atom
B) Kompleks markazidagi metall ion
C) Ligand
D) Chelat 2. Ligand qanday zarracha?
A) Elektron jufti beruvchi molekula yoki ion
B) Elektron qabul qiluvchi
C) Ionli tuz
D) Neytron 3. Koordinatsiya soni nimani bildiradi?
A) Ligand zaryadini
B) Markaziy ion bilan bog'langan donor atomlar soni
C) Kompleks zaryadini
D) Proton sonini 4. Monodentat ligand –
A) Bitta donor atomi orqali bog'lanadi
B) Ikki donorli | <ol style="list-style-type: none"> C) Uch donorli
D) Polimerik 5. Bidentat ligand –
A) Bitta bog' hosil qiladi
B) Ikki bog' hosil qiladi
C) Uch bog'
D) Polimer 6. Polidentat ligand misoli:
A) NH₃
B) EDTA
C) H₂O
D) CO 7. Chelat hosil bo'lish effekti nimada?
A) Kompleks parchalanadi
B) Ko'p tishli ligandlar barqaror kompleks beradi
C) Ion hosil bo'ladi
D) Rang yo'qoladi 8. Oktaedrik kompleksda koordinatsiya soni nechta? |
|---|---|

- A) 4
B) 2
C) 8
D) 6
9. Kvadrat-planar komplekslarda eng ko‘p uchraydigan metall –
A) Na
B) Mg
C) Pt
D) K
10. Tetraedrik kompleksda ligandlar soni –
A) 6
B) 4
C) 2
D) 3
11. Ligand maydon kuchi qaysi qator bilan bog‘liq?
A) Elektrokimyoviy qator
B) Spektrokimyoviy qator
C) Termodinamik qator
D) Metall qatori
12. Kuchli maydonli ligand –
A) I–
B) Br–
C) CN–
D) Cl–
13. Yuqori spinli kompleks qaysida hosil bo‘ladi?
A) Kuchli maydon
B) Zaif maydon
C) Kvadrat-planar
D) Sianidli komplekslar
14. Past spinli kompleks –
A) Zaif maydonda
B) Kuchli maydonda
C) Tetraedriklarda
D) Suyuq fazada
15. Kompleks birikma formulasi qaysi?
A) NaCl
B) H₂S
C) [Cu(NH₃)₄]SO₄
D) FeO
16. Amminkompleks misoli –
A) [CuCl₄]^{2–}

- B) [Ag(NH₃)₂]⁺**
C) [Co(H₂O)₆]³⁺
D) [Fe(CN)₆]^{4–}
17. Gidrat kompleks misoli:
A) [Co(NH₃)₆]³⁺
B) [Cr(H₂O)₆]³⁺
C) [Fe(CN)₆]^{4–}
D) [Ni(CO)₄]
18. Karbonil kompleks misoli –
A) [Cu(NH₃)₄]²⁺
B) Ni(CO)₄
C) [Co(H₂O)₆]³⁺
D) [AgCl₂][–]
19. Inert komplekslar ko‘proq qaysi metallga xos?
A) Zn
B) Na
C) Co(III)
D) Ca
20. Labil komplekslarda –
A) Almashinuv sekin
B) Almashinuv tez
C) Reaksiya yo‘q
D) Protonlashadi
21. Geometrik izomerlar qaysi murakkablikda ko‘proq uchraydi?
A) Tetraedrik
B) Kvadrat-planar
C) Sfera
D) Ionli tuzlar
22. Cis shaklida ligandlar –
A) Yonma-yon
B) Qarama-qarshi
C) Xolin
D) Aylanma
23. Trans izomer –
A) Yonma-yon
B) Qarama-qarshi
C) Simmetrik
D) Ionli
24. Optik izomerlar –
A) Yong‘in spektri
B) Bir-birining oynaviy aksi
C) Geometrik
D) Elektron sig‘imi

25. Komplekslashuv reaksiyasi –
 A) Oksidlanish
B) Markaziy ion + ligand birikishi
 C) Termik ta'sir
 D) Ionlashish
26. Kompleks ion zaryadi nimaga bog'liq?
 A) Faollikka
B) Ligand va markaziy ion zaryadiga
 C) Radiusga
 D) Rangiga
27. Kompleksometrik titrlashda ishlatiladi:
 A) Fenolftalein
B) EDTA
 C) Kaliy permanganat
 D) RUX indikator
28. Metall indikator:
 A) Metil apelsin
B) Erioxrom qora T
 C) Fenolftalein
 D) Kongo qizil
29. Maskalash nimani anglatadi?
 A) Kompleks parchalanishi
B) Metall ionni vaqtincha bog'lab berkitish
 C) Yuvish
 D) Oksidlash
30. Demaskalash –
A) Maskalangan ionni qayta ajratish
 B) Yonish
 C) Reduksiya
 D) Suvdan ajratish
31. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ionida Fe oksidlanish darajasi –
 A) +3
B) +2
 C) +1
 D) 0
32. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ionida Cu oksidlanish darajasi –
 A) 0
 B) +3
C) +2
 D) –2

33. Neytral ligand misoli –
A) NH_3
 B) Cl^-
 C) CN^-
 D) NO_2^-
34. Anionli ligand misoli –
 A) H_2O
B) OH^-
 C) NO
 D) NH_3
35. Kationli ligand:
A) NO^+
 B) SO_4^{2-}
 C) Cl^-
 D) CO
36. Yengil almashinuv SN_1 mexanizmi –
A) Bir molekulali
 B) Ikki molekulali
 C) Ion almashish
 D) Adsorbsiya
37. SN_2 mexanizm –
 A) Bir molekulali
B) Ikki molekulali
 C) Uch molekulali
 D) Polimer
38. Koordinatsion polimer –
A) Komplekslardan tuzilgan zanjir tuzilma
 B) Uglevodorod
 C) Ionit
 D) Ftor birikma
39. Barqaror kompleks –
 A) Oson parchalanadi
B) Kst katta
 C) Suvda qiyin eriydi
 D) Rangsiz
40. Inert kompleks misoli –
 A) $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$
B) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
 C) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$
 D) $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$
41. Organometall kompleks misoli –
 A) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$
B) Ferrosen

C) AgCl
 D) H₂O
 42. Rang hosil bo'lish sababi –
 A) Issiqlik
B) d-d o'tishlar
 C) Ionlashish
 D) Cho'kish
 43. Kompleks katalizatorlar qaysi jarayonda ko'p ishlatiladi?
 A) Oqsillar
B) Organik sintez
 C) Metall eritish
 D) Suv bug'lanishi
 44. Sianokompleks ranglari ko'pincha –
 A) Oq
B) Ko'k/yashil
 C) Qizil
 D) Sariq
 45. EDTA ning dentatligi nechta?
 A) 2
 B) 3
 C) 4
D) 6
 46. Akvasfera —
A) Suv molekullari bilan o'ralgan zona
 B) Ion qatlam
 C) Gaz qatlami
 D) Proton qatlami
 47. Komplekson –
 A) Metall bo'lmagan zarralar
B) Metall ionlarini bog'laydigan reagentlar
 C) Asos
 D) Kislota
 48. Rang o'zgarishlari tahlilida ishlatiladi –
 A) Ionitlar
B) Spektrofotometriya
 C) Magnit
 D) Katalizator
 49. Kompleks tuzlar misoli –
A) K₄[Fe(CN)₆]
 B) NaOH

C) H₂SO₄
 D) CuO
 50. Hard-soft nazariyasida “hard” ligand –
A) F–
 B) I–
 C) S^{2–}
 D) CN–
 51. Komplekslarning barqarorligi qaysi omilga bog'liq?
 A) Gaz bosimiga
B) Ligand maydon kuchiga
 C) Molekulyar massa
 D) Temperaturaga
 52. Ligand almashinuvi qaysi holatda tez sodir bo'ladi?
 A) Kuchli maydonli ligandlarda
B) Zaif maydonli ligandlarda
 C) Barqaror komplekslarda
 D) Chelatlarda
 53. [Co(NH₃)₆]³⁺ qanday kompleks?
 A) Labil
B) Inert
 C) Ionli
 D) Tetraedrik
 54. Tetraedrik komplekslar odatda –
 A) Kuchli maydonli
B) Zaif maydonli
 C) O'ta inert
 D) Ionli
 55. Kvadrat-planar komplekslarda ko'p uchraydigan metall –
 A) Ca
 B) Na
C) Pt(II)
 D) K
 56. [Ni(CO)₄] qanday kompleks?
 A) Ionli
B) Neytral

- C) Kationli
D) Anionli
57. Kompleksonometrik titrlashda indikator rangi o'zgarishi –
A) Oqdan kulrang
B) Ko'k → pushti → ko'k
C) Sariq → qora
D) Ko'k → yashil
58. Kompleks zaryadini topish formulasi:
A) $L - M$
B) Markaz z + ligand zaryadlari yig'indisi
C) L/M
D) $2z - L$
59. CN^- ligandi qaysi sinfga kiradi?
A) Hard
B) Soft
C) Kuchli maydonli
D) Neytral
60. Kompleksonometrik tahlilda ishlatiladigan asosiy reagent –
A) HCl
B) EDTA
C) $NaCl$
D) KBr
61. $[CuCl_4]^{2-}$ kompleksining shakli –
A) Oktaedrik
B) Kvadrat-planar
C) Tetraedrik
D) Chiziqli
62. $[Ag(NH_3)_2]^+$ shakli –
A) Oktaedrik
B) Tetraedrik
C) Chiziqli
D) Kvadrat-planar
63. Komplekslarga xos bo'lmagan xususiyat:
A) Barqarorlik

- B) Ligand almashinuvi
C) Yadro reaksiyasi
D) Rangli bo'lishi
64. NO ligandi qanday tutadi?
A) Doimiy anion
B) Kation
C) Neytral ligand
D) Ikkala
65. $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ qaysi turdagi kompleks?
A) Amminkompleks
B) Gidrat kompleks
C) Karbonil
D) Nitrosil
66. Ferrosen qaysi turga kiradi?
A) Ion-kompleks
B) Organometall kompleks
C) Tetraedrik
D) Labil
67. "Koordinatsion sfera" nimani anglatadi?
A) Ion radiusini
B) Oksidlanish darajasini
C) Markaziy ion atrofidagi ligandlar majmuasini
D) Elektronlar miqdorini
68. Spektrokimyoviy qator nimani ko'rsatadi?
A) Ligand zaryadini
B) Metallar zichligini
C) Ligandlarning maydon kuchi tartibini
D) Energiya yutilishini
69. Tashqi sfera ionlari nima qiladi?
A) Kompleksni buzadi
B) Ligandga aylanadi
C) Zaryadni muvozanatlaydi
D) Chelat hosil qiladi

70. Labil kompleks misoli –

A) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$

B) $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$

C) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$

D) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$

71. Soft ligand misoli –

A) F^-

B) OH^-

C) I^-

D) SO_4^{2-}

72. Hard ligand misoli –

A) F^-

B) I^-

C) S^{2-}

D) Br^-

73. Kompleks hosil bo'lishining termodinamik ko'rsatkichi –

A) Radius

B) Kst (barqarorlik konstantasi)

C) Suv miqdori

D) Gaz bosimi

74. Chelat misoli –

A) NH_3

B) EDTA

C) CO

D) CN^-

75. $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ rangi odatda –

A) Qizil

B) Yashil

C) Sariq

D) Oq

76. Ligandlarning “tishliligi” nima?

A) Proton soni

B) Donor atomlar soni

C) Metall radiusi

D) Reaksiya tezligi

77. Ligand almashinuvi qaysi kompleksda qiyin?

A) Labil

B) Inert

C) Organik

D) Neytral

78. $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ shakli –

A) Oktaedrik

B) Tetraedrik

C) Kvadrat

D) Chiziqli

79. Kationli ligand misoli –

A) NH_3

B) OH^-

C) NO^+

D) Cl^-

80. Kompleks ionlarning umumiy xususiyati –

A) Har doim rangsiz

B) Juda reaktiv

C) O'ziga xos rangga ega

D) Yonuvchan

81. “Stabilizatsiya” –

A) Eritish

B) Barqarorlikka erishish

C) Qizdirish

D) Ajratish

82. CO ligandi qanday ligand?

A) Anion

B) Neytral, kuchli maydonli

C) Kationli

D) Zaif maydonli

83. Kompleks ionlarni ajratish usuli –

A) Oddiy filtratsiya

B) Ion almashinuvi

C) Sedimentatsiya

D) Sentrifuga

84. Optik izomerlik qaysida uchraydi?

A) Simmetrik tuzilmalarda

B) Xiral markaz mavjud bo'lganda

C) Labil komplekslarda

D) Suvli eritmada

85. Kompleksonometrik tahlilda asosiy metall indikator –

A) Metil qizil

B) Erioxrom qora T

C) Fenolftalein

D) Metilen ko‘k

86. $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ shakli –

A) Oktaedrik

B) Tetraedrik

C) Kvadrat

D) Chiziqli

87. Ligandlar orasida eng zaifi –

A) CO

B) CN^-

C) NH_3

D) I^-

88. Kompleks zaryadi 0 bo‘lgan misol –

A) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$

B) $\text{Ni}(\text{CO})_4$

C) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

D) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$

89. Bir xil donor atomiga ega ligandlar qatori –

A) Cl^- , S^{2-}

B) NH_3 , CN^-

C) NH_3 , NO_2^- (N-donor)

D) F^- , H_2O

90. Hard-soft nazariya muvofiq:

A) Hard-hard beqaror

B) Hard-hard barqaror

C) Soft-soft beqaror

D) Hard-soft juda barqaror

91. Kompleks birikma misoli –

A) HNO_3

B) NaOH

C) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

D) K_2SO_4

92. Ligand maydon nazariyasiga ko‘ra rang –

A) Yutilish yo‘qligi

B) d-orbital energiya farqi bilan bog‘liq

C) Issiqlik chiqishi

D) Oksidlanish bilan bog‘liq

93. Soft ligandlar odatda qanday metallar bilan barqaror birikma hosil qiladi?

A) Hard metall

B) Soft metall

C) Kuchsiz metall

D) Ishqoriy metall

94. Ligand almashinuvi tezligi kimga bog‘liq?

A) Erituvchi rangiga

B) Metall valentligi va spin holatiga

C) Molekula massasiga

D) Protonsizlanishga

95. Komplekslarni ajratishning eng keng tarqalgan usullaridan biri –

A) Suvdan ajratish

B) Ekstraksiya

C) Bug‘latish

D) Eritish

96. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ oksidlanish darajasi –

A) +1

B) +3

C) +2

D) 0

97. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{2+}$ qanday kompleks?

A) Bis-kompleks

B) Ichki-sfera kompleks

C) Ion juftligi

D) Karbonil

98. Ligand so‘zining kelib chiqishi –

A) Bog‘lovchi

B) Bo‘luvchi

C) Elektron beruvchi

D) Chelat

99. Koordinatsion kimyo kim tomonidan asoslangan?

- A) Dalton
- B) Newton

C) Verner

D) Arrenius

100. Verner nazariyasiga ko'ra komplekslarda nechta sfera mavjud?

A) 1

B) 2 (ichki va tashqi)

C) 3

D) 4

101. Kompleks markazidagi metall atomining koordinatsion soni nimaga teng?

A) Ligandlar soniga

B) Donor atomlar soniga

C) Metall atomidagi valent elektronlar soniga

D) Metallning oksidlanish darajasiga

102. $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ionida qaysi turdagi ligandlar mavjud?

A) Neytral

B) Anion

C) Kation

D) Aralash

103. EDTA ligandi qanday ligand?

A) Monodentat

B) Didantat

C) Polidentat

D) Ambidentat

104. Kompleks tuzilmalarning barqarorligi qanday kattalik bilan baholanadi?

A) Dissotsiatsiya konstantasi

B) Ionlanish energiyasi

C) Barqarorlik konstantasi

D) Entropiya

105. $\text{K}_6[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ da Fe ning oksidlanish darajasi nechaga teng?

A) +2

B) +3

C) +1

D) 0

106. $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ kompleksi qanday turdagi kompleks?

A) Chelat

B) Ionli kompleks

C) Aralash ligandli

D) Karboksilat kompleksi

107. Ligandning metallga bog'lanish nuqtalari soni nima deyiladi?

A) Koordinatsion son

B) Oksidlanish darajasi

C) Dentatlik

D) Chelat soni

108. $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ ning geometriyasi qaysi?

A) Tetraedrik

B) Oktaedrik

C) Kvadrat tekislik

D) Trigonal bipiramida

109. Kompleks birikma formulasi to'g'ri ko'rsatilgan qatorni toping:

A) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

B) $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$

C) K_3Fe_6

D) $\text{K}(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3$

110. $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ ning geometriyasi:

A) Tetraedrik

B) Kvadrat tekislik

- C) Trigonal
D) Oktaedrik

111. "Ambidentat ligand" deganda nima tushuniladi?

A) Bir nechta atom orqali bog'lana oluvchi

- B) Bir dona donor atomi bo'lgan
C) Metallni polimerlashtiruvchi
D) Oksidlovchi

112. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ning umumiy zaryadi qancha?

- A) -3
B) +3
C) 0
D) +1

113. Kobalt (III) komplekslari odatda qanday rangga ega?

- A) Sariq
B) Qizil-jigarrang
C) Moviy
D) Oq

114. $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \rightarrow [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ o'zgarishida:

- A) Ligand almashadi
B) Metall oksidlanadi
C) Geometriya o'zgaradi
D) Proton qo'shiladi

115. Komplekslarda markaziy atom deb nimaga aytiladi?

- A) Metall atomi**
B) Har doim vodorod
C) Har qanday anion
D) Oksidlovchi markaz

116. Ligand sifatida faqat anion qatnashgan kompleks qaysi?

- A) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
B) $[\text{ZnCl}_4]^{2-}$
C) $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$
D) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$

117. Koordinatsion bog'lanish qanday bog'lanish turi?

- A) Ion
B) Kovalent
C) Donor-akseptor
D) Metall bog'

118. Komplekstagi ligandlar qaysi tartibda yoziladi?

- A) Alfavit bo'yicha**
B) Zaryad bo'yicha
C) Dentatligiga qarab
D) Massasiga qarab

119. $[\text{Co}(\text{NO}_2)(\text{NH}_3)_5]^{2+}$ misolida NO_2^- qanday ligand?

- A) Ambidentat**
B) Polidentat
C) Neytral
D) Chelat

120. $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$ ning geometrik izomerlari nechta?

- A) 1
B) 2
C) 3
D) Yo'q

121. Kompleks birikmaning tashqi sferasida nimalar bo'ladi?

- A) Ligandlar
B) Markaziy atom

C) Kationlar yoki anionlar

D) Donor atomlar

122. $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ qaysi jarayonda qo'llaniladi?

A) Fotogalvanika

B) Fotofiksaj (foto san'at)

C) Qayta tiklash

D) Neft kimyosida

123. $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ qanday kompleks?

A) Ammin kompleks

B) Gidroksokompleks

C) Xlorokompleks

D) Chelat

124. AgCl ning NH_3 da erishi qaysi kompleks hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi?

A) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_4]^{3+}$

B) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$

C) $\text{Ag}(\text{NH}_3)$

D) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_3]^{2+}$

125. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$ kompleksida ligandlar soni nechta?

A) 4

B) 5

C) 6

D) 2

126. $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$ dagi Pt ning oksidlanish darajasi:

A) +4

B) +2

C) +6

D) 0

127. Ligandning metall bilan hosil qiladigan halqasimon tuzilmasi nima deyiladi?

A) Geometriya

B) Chelat

C) Kation

D) Arena

128. $[\text{Cr}(\text{en})_3]^{3+}$ da "en" qaysi ligand?

A) Ambidentat

B) Didantat

C) Monodentat

D) Kation

129. Suv molekulasini ligand sifatida qanday turga kiradi?

C) Neytral

A) Chelat

B) Ionik

D) Ambidentat

130. $[\text{FeCl}_4]^-$ ning shakli qanday?

A) Tetraedrik

B) Kvadrat

C) Oktaedrik

D) Trigonal

131. Ligandning metallga yaqinlashishi jarayoni nima deyiladi?

A) Substitutsiya

B) Koordinatsiya

C) Ionlanish

D) Gitratlanish

132. $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ da Co nechanchi oksidlanish darajasida?

A) +3

B) +2

C) +4

D) 0

133. CN^- ionining dentatligi nechta?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

134. Kompleks birikmalarda izomeriyaning nechta turi mavjud?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) **Bir necha**

135. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ning rangi qanday?

- A) **Moviy**
- B) Sariq
- C) Oq
- D) Qizil

136. Kompleks ion zaryadi qanday aniqlanadi?

- A) Ligandlar massasidan
- B) **Metall zaryadi + ligand zaryadi**
- C) Dentatlikdan
- D) Atom radiusidan

137. Kobalt ammin komplekslari qanday xususiyat bilan mashhur?

- A) Kuchli oksidlovchi
- B) **Juda rang-barang**
- C) Zaharli
- D) Gazsimon

138. $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ning geometriyasi:

- A) Kub
- B) **Oktaedrik**
- C) Tetraedrik
- D) Kvadrat

139. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ kompleksi nechta

izomer beradi?

- A) 1
- B) **2 (cis, trans)**
- C) 3
- D) 4

140. Ligand sifatida CO qanday turga kiradi?

- A) **Neytral**
- B) Anion
- C) Kation
- D) Polidentat

141. "Chelat effekti" nimani bildiradi?

- A) Ligand almashinuvi
- B) **Barqarorlikning oshishi**
- C) Ionlanish
- D) Oksidlanish

142. $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ qaysi jarayonda ishtirok etadi?

- A) Oqsillar sintezi
- B) **Fotografiya**
- C) Metallurgiya
- D) Biologiya

143. EDTA ning dentatligi nechta?

- A) 2
- B) 4
- C) **6**
- D) 1

144. $[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$ da nechta izomer bo'ladi?

- A) 1
- B) **2**
- C) 3
- D) 4

145. $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ ning geometriyasi

qanday?

A) Trigonal bipiramidal

B) Oktaedrik

C) Tetraedrik

D) Kubik

146. NO ligandi qanday turga kiradi?

A) Ambidentat

B) Monodentat

C) Polidentat

D) Organik

147. Chelat komplekslar ko'proq qaysi sohada ishlatiladi?

A) Tibbiyot

B) Bo'yoqchilik

C) Analitik kimyo

D) Yoqilg'i sanoati

148. $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ ning rangi qanday?

A) Jigarrang

B) Yashil

C) Sariq

D) Ko'k

149. $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$ nechta geometrik izomer beradi?

A) 1

B) 2

C) 3

D) 4

150. Kompleks birikmalarni nomlash qaysi tizim asosida amalga oshiriladi?

A) IUPAC

B) Markazlashgan tizim

C) Organik nomenklatura

D) Atom massasi

KOMPLEKS BIRIKMALAR FANIDAN GLOSSARIY

1. **Kompleks birikma** – markaziy ion atrofida ligandlar bilan bog‘langan murakkab tuzilma.
2. **Markaziy atom (ion)** – kompleksning markazi bo‘lib xizmat qiluvchi metall atom yoki ion.
3. **Ligand** – markaziy ion bilan koordinator bog‘ hosil qiluvchi molekula yoki ion.
4. **Koordinatsiya soni** – markaziy ion bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘langan atomlar soni.
5. **Koordinatsion bog‘** – ligandning erkin elektron jufti bilan markaziy ion orasidagi bog‘.
6. **Donor atom** – ligand tarkibidagi bog‘lanishda elektron juftini beruvchi atom.
7. **Akseptor** – elektron juftini qabul qiluvchi markaziy ion.
8. **Chelat** – ligandning bir necha atomlari orqali markaziy ion bilan bog‘lanishi.
9. **Chelat hosil bo‘lish effekti** – ko‘p tishli ligandlarning barqarorroq kompleks hosil qilishi.
10. **Dentatlik** – ligandning nechta donor nuqtasi borligini bildiradi.
11. **Monodentat ligand** – bitta donor atomi bilan bog‘lanadigan ligand.
12. **Bidentat ligand** – ikki donor atomdan iborat ligand.
13. **Polidentat ligand** – bir nechta donor atomga ega ligand.
14. **Stabilite konstantasi (Kst)** – kompleksning barqarorlik darajasi.
15. **Komplekslashuv reaksiyasi** – markaziy ion va ligandlar o‘rtasidagi birikish jarayoni.
16. **Disossiasiya konstantasi** – kompleksning parchalanish darajasi.
17. **Izoelektron qator** – bir xil elektron soniga ega ionlar ketma-ketligi.
18. **Kristall maydon nazariyasi** – komplekslarda energetik darajalarning ajralishini tushuntiruvchi nazariya.
19. **Orbital ajralishi (Δ)** – d-orbital energiyalari orasidagi farq.
20. **Spin holati** – kompleksdagi elektronlarning spinlariga qarab belgilanishi.
21. **Yuqori spinli kompleks** – d-elektronlar maksimal tarqalgan komplekslar.
22. **Past spinli kompleks** – elektronlar juftlashgan, kam spinli tuzilma.
23. **Ligand maydon kuchi** – ligandning d-orbitalni ajratuvchi kuchi.
24. **Spektrokimyoviy qator** – ligandlarning maydon kuchiga ko‘ra tartibi.
25. **Oktaedrik kompleks** – 6 ta ligandli geometrik tuzilma.
26. **Tetraedrik kompleks** – 4 ligandli tetraedr shakli.
27. **Kvadrat-planar kompleks** – 4 ligand kvadrat tekislikda joylashgan tuzilma.
28. **Koordinatsion polimer** – komplekslar polimer zanjir hosil qiladigan tuzilma.
29. **Kompleks ion** – umumiy zaryadga ega kompleks zarracha.
30. **Ichki sfera kompleksi** – ligandlar markaziy ion bilan bevosita bog‘langan.
31. **Tashqi sfera kompleksi** – ionlar markaziy kompleksga elektrostatik bog‘langan.
32. **Amminkompleks** – ammiak ligand bo‘lgan kompleks.
33. **Gidrat kompleksi** – suv molekulari ligand bo‘lgan kompleks.
34. **Halogenid kompleksi** – halogenlar ligand bo‘lgan birikma.
35. **Karbonil kompleks** – CO ligand qatnashgan kompleks.
36. **Nitrosil kompleks** – NO ligandga ega kompleks.

37. **Sianokompleks** – CN– ligandli kompleks.
38. **EDTA kompleksi** – polidentat EDTA bilan hosil bo‘lgan kompleks.
39. **Stabilizatsiya** – kompleksning barqaror bo‘lish jarayoni.
40. **Labil kompleks** – tez reaksiyaga kirishuvchi kompleks.
41. **Inert kompleks** – sekin almashinuvi bo‘lgan kompleks.
42. **Almashinuv reaksiyasi** – ligandlar o‘rning almashinuvi.
43. **Izomerlar** – bir xil tarkib, turlicha tuzilishli komplekslar.
44. **Optik izomer** – bir-birining oynaviy akslari bo‘lgan komplekslar.
45. **Geometrik izomer** – turli geometrik joylashuvli komplekslar.
46. **Cis-izomer** – ligandlar yonma-yon joylashgan shakl.
47. **Trans-izomer** – ligandlar qarama-qarshi joylashgan shakl.
48. **Koordinatsion izomer** – ligandlarning markaziy ionlar bo‘yicha taqsimlanishi.
49. **Ionlanish darajasi** – kompleks ioni zaryadi.
50. **Komplekson** – metall ionlarini bog‘laydigan organik reagent.
51. **Maskalash** – metall ionning reaksiyaga kirishuvini vaqtincha yashirish.
52. **Demaskalash** – maskalangan ionni qayta ajratish.
53. **Kompleksometrik titrlash** – EDTA yordamida metall ionlarini aniqlash usuli.
54. **Metall indikator** – rang beruvchi indikator.
55. **Xromatoprotein kompleks** – metall + oqsil birikmasi.
56. **Bioorganik kompleks** – biologik tizimdagi kompleks birikma.
57. **Stereokimyo** – fazoviy tuzilishni o‘rganuvchi bo‘lim.
58. **Koordinatsion sfera** – markaziy ion atrofidagi ligandlar majmui.
59. **Yordamchi ligand** – asosiy ligand stabilizatsiyasiga yordam beruvchi ligand.
60. **Kompleks tuzlar** – kompleks ionlar ishtirokidagi tuz.
61. **Ionli kompleks** – ionlar bilan hosil bo‘lgan komplekslar.
62. **Neytral kompleks** – umumiy zaryadsiz kompleks.
63. **Kompleks kislota** – markazida metall bo‘lgan kislota.
64. **Kompleks asos** – metall markazida gidroksid bog‘lari.
65. **Amfolit kompleks** – kislotali va asosli xususiyatga ega.
66. **Kompleks barqarorligi** – kompleksning parchalanishga qarshiligi.
67. **Termodinamik barqarorlik** – energiya asosidagi barqarorlik.
68. **Kinetik barqarorlik** – reaksiyaning tezlik jihatdan barqarorligi.
69. **Kompleks ionizatsiya** – kompleksning ionlarga ajralishi.
70. **Kompleks tuzilishi** – ligandlar joylashuvi.
71. **Hard-soft nazariya** – qattiq/ yumshoq kislota va asoslar o‘zaro mosligi.
72. **IEM (ichki elektron mexanizmi)** – kompleks hosil bo‘lish mexanizmi.
73. **SN1 mexanizm** – bir molekulali almashinuv.
74. **SN2 mexanizm** – ikki molekulali almashinuv.
75. **Aqvatizatsiya** – ligandning suv bilan almashinishi.
76. **Anionli ligand** – manfiy zaryadlangan ligand.
77. **Neytral ligand** – zaryadsiz ligand.
78. **Kationli ligand** – musbat zaryadli ligand.
79. **Organometall kompleks** – metall + organik guruhga ega kompleks.
80. **Metall-sirlangan kompleks** – metallning inert yuza bilan o‘ralishi.
81. **Kompleks potentsiali** – kompleksning elektrokimyoviy xususiyati.

82. **Ligand almashinuvi** – ligandlarning o‘zaro almashishi.
83. **Mix-ligand kompleks** – turli ligandlar qatnashgan kompleks.
84. **A-nov ligand** – donor atomi kislorod bo‘lgan ligand.
85. **N-nov ligand** – donor atomi azot bo‘lgan ligand.
86. **S-nov ligand** – donor atomi oltingugurt bo‘lgan ligand.
87. **P-nov ligand** – donor atomi fosfor bo‘lgan ligand.
88. **Kompleks fazasi** – komplekslar mavjud muhit.
89. **Ligand kuchi** – ligandning markaziy ionni bog‘lash qobiliyati.
90. **Metalligand bog‘ kuchi** – bog‘ning mustahkamligi.
91. **Akvasfera** – suv bilan o‘ralgan kompleks muhit.
92. **Koordinatsion qotishma** – kompleks elementlar aralashmasi.
93. **Kompleks katalizator** – kompleks tuzilishga ega katalizator.
94. **Kompleks ion almashinuvi** – ionalmashinuv jarayoni.
95. **Kompleks spektri** – kompleksning yutilish chizig‘i.
96. **Ultrabinafsha spektri** – UV diapazondagi spektr o‘lchovlari.
97. **Kompleks ranglanishi** – d-d o‘tishlar natijasida rang hosil bo‘lishi.
98. **Stabilizator** – kompleksning barqarorligini oshiruvchi modda.
99. **Komplekslashuvchi reagent** – kompleks hosil qiluvchi reagent.
100. **Koordinatsion kimyo** – kompleks birikmalarni o‘rganuvchi fan.
101. **Amminkompleks** – ammiak ligand bo‘lgan kompleks.
102. **Gidrat kompleksi** – suv molekullari ligand bo‘lgan kompleks.
103. **Halogenid kompleksi** – halogenlar ligand bo‘lgan birikma.
104. **Karbonil kompleks** – CO ligand qatnashgan kompleks.
105. **Nitrosil kompleks** – NO ligandga ega kompleks.
106. **Sianokompleks** – CN– ligandli kompleks.
107. **EDTA kompleksi** – polidentat EDTA bilan hosil bo‘lgan kompleks.
108. **Stabilizatsiya** – kompleksning barqaror bo‘lish jarayoni.
109. **Labil kompleks** – tez reaksiyaga kirishuvchi kompleks.
110. **Inert kompleks** – sekin almashinuvi bo‘lgan kompleks.
111. **Almashinuv reaksiyasi** – ligandlar o‘rnining almashinuvi.
112. **Izomerlar** – bir xil tarkib, turlicha tuzilishli komplekslar.
113. **Optik izomer** – bir-birining oynaviy akslari bo‘lgan komplekslar.
114. **Geometrik izomer** – turli geometrik joylashuvli komplekslar.
115. **Cis-izomer** – ligandlar yonma-yon joylashgan shakl.
116. **Trans-izomer** – ligandlar qarama-qarshi joylashgan shakl.
117. **Koordinatsion izomer** – ligandlarning markaziy ionlar bo‘yicha taqsimlanishi.
118. **Ionlanish darajasi** – kompleks ioni zaryadi.
119. **Komplekson** – metall ionlarini bog‘laydigan organik reagent.
120. **Maskalash** – metall ionning reaksiyaga kirishuvini vaqtincha yashirish.
121. **Demaskalash** – maskalangan ionni qayta ajratish.
122. **Kompleksometrik titrlash** – EDTA yordamida metall ionlarini aniqlash usuli.
123. **Metall indikator** – rang beruvchi indikator.
124. **Xromatoprotein kompleks** – metall + oqsil birikmasi.
125. **Bioorganik kompleks** – biologik tizimdagi kompleks birikma.
126. **Stereokimyo** – fazoviy tuzilishni o‘rganuvchi bo‘lim.

127. **Koordinatsion sfera** – markaziy ion atrofidagi ligandlar majmui.
128. **Yordamchi ligand** – asosiy ligand stabilizatsiyasiga yordam beruvchi ligand.
129. **Kompleks tuzlar** – kompleks ionlar ishtirokidagi tuz.
130. **Ionli kompleks** – ionlar bilan hosil bo‘lgan komplekslar.
131. **Neytral kompleks** – umumiy zaryadsiz kompleks.
132. **Kompleks kislota** – markazida metall bo‘lgan kislota.
133. **Kompleks asos** – metall markazida gidroksid bog‘lari.
134. **Amfolit kompleks** – kislotali va asosli xususiyatga ega.
135. **Kompleks barqarorligi** – kompleksning parchalanishga qarshiligi.
136. **Termodinamik barqarorlik** – energiya asosidagi barqarorlik.
137. **Kinetik barqarorlik** – reaksiyaning tezlik jihatdan barqarorligi.
138. **Kompleks ionizatsiya** – kompleksning ionlarga ajralishi.
139. **Kompleks tuzilishi** – ligandlar joylashuvi.
140. **Hard-soft nazariya** – qattiq/ yumshoq kislota va asoslar o‘zaro mosligi.
141. **IEM (ichki elektron mexanizmi)** – kompleks hosil bo‘lish mexanizmi.
142. **SN1 mexanizm** – bir molekulali almashinuv.
143. **SN2 mexanizm** – ikki molekulali almashinuv.
144. **Aqvatizatsiya** – ligandning suv bilan almashinishi.
145. **Anionli ligand** – manfiy zaryadlangan ligand.
146. **Neytral ligand** – zaryadsiz ligand.
147. **Kationli ligand** – musbat zaryadli ligand.
148. **Organometall kompleks** – metall + organik guruhga ega kompleks.
149. **Metall-sirlangan kompleks** – metallning inert yuza bilan o‘ralishi.
150. **Kompleks potentsiali** – kompleksning elektrokimyoviy xususiyati.
151. **Ligand almashinuvi** – ligandlarning o‘zaro almashishi.
152. **Mix-ligand kompleks** – turli ligandlar qatnashgan kompleks.
153. **A-nov ligand** – donor atomi kislorod bo‘lgan ligand.
154. **N-nov ligand** – donor atomi azot bo‘lgan ligand.
155. **S-nov ligand** – donor atomi oltingugurt bo‘lgan ligand.
156. **P-nov ligand** – donor atomi fosfor bo‘lgan ligand.
157. **Kompleks fazasi** – komplekslar mavjud muhit.
158. **Ligand kuchi** – ligandning markaziy ionni bog‘lash qobiliyati.
159. **Metalligand bog‘ kuchi** – bog‘ning mustahkamligi.
160. **Akvasfera** – suv bilan o‘ralgan kompleks muhit.
161. **Koordinatsion qotishma** – kompleks elementlar aralashmasi.
162. **Kompleks katalizator** – kompleks tuzilishga ega katalizator.
163. **Kompleks ion almashinuvi** – ionalmashinuv jarayoni.
164. **Kompleks spektri** – kompleksning yutilish chizig‘i.
165. **Ultrabinafsha spektri** – UV diapazondagi spektr o‘lchovlari.
166. **Kompleks ranglanishi** – d-d o‘tishlar natijasida rang hosil bo‘lishi.
167. **Stabilizator** – kompleksning barqarorligini oshiruvchi modda.
168. **Komplekslashuvchi reagent** – kompleks hosil qiluvchi reagent.
169. **Koordinatsion kimyo** – kompleks birikmalarni o‘rganuvchi fan.
170. **Kompleks birikma** – markaziy ion atrofida ligandlar bilan bog‘langan murakkab tuzilma.

171. **Markaziy atom (ion)** – kompleksning markazi bo‘lib xizmat qiluvchi metall atom yoki ion.
172. **Ligand** – markaziy ion bilan koordinator bog‘ hosil qiluvchi molekula yoki ion.
173. **Koordinatsiya soni** – markaziy ion bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘langan atomlar soni.
174. **Koordinatsion bog‘** – ligandning erkin elektron jufti bilan markaziy ion orasidagi bog‘.
175. **Donor atom** – ligand tarkibidagi bog‘lanishda elektron juftini beruvchi atom.
176. **Akseptor** – elektron juftini qabul qiluvchi markaziy ion.
177. **Chelat** – ligandning bir necha atomlari orqali markaziy ion bilan bog‘lanishi.
178. **Chelat hosil bo‘lish effekti** – ko‘p tishli ligandlarning barqarorroq kompleks hosil qilishi.
179. **Dentatlik** – ligandning nechta donor nuqtasi borligini bildiradi.
180. **Monodentat ligand** – bitta donor atomi bilan bog‘lanadigan ligand.
181. **Bidentat ligand** – ikki donor atomdan iborat ligand.
182. **Polidentat ligand** – bir nechta donor atomga ega ligand.
183. **Stabilite konstantasi (Kst)** – kompleksning barqarorlik darajasi.
184. **Komplekslashuv reaksiyasi** – markaziy ion va ligandlar o‘rtasidagi birikish jarayoni.
185. **Disosiasiya konstantasi** – kompleksning parchalanish darajasi.
186. **Izoelektron qator** – bir xil elektron soniga ega ionlar ketma-ketligi.
187. **Kristall maydon nazariyasi** – komplekslarda energetik darajalarning ajralishini tushuntiruvchi nazariya.
188. **Orbital ajralishi (Δ)** – d-orbital energiyalari orasidagi farq.
189. **Spin holati** – kompleksdagi elektronlarning spinlariga qarab belgilanishi.
190. **Yuqori spinli kompleks** – d-elektronlar maksimal tarqalgan komplekslar.
191. **Past spinli kompleks** – elektronlar juftlashgan, kam spinli tuzilma.
192. **Ligand maydon kuchi** – ligandning d-orbitalni ajratuvchi kuchi.
193. **Spektrokimyoviy qator** – ligandlarning maydon kuchiga ko‘ra tartibi.
194. **Oktaedrik kompleks** – 6 ta ligandli geometrik tuzilma.
195. **Tetraedrik kompleks** – 4 ligandli tetraedr shakli.
196. **Kvadrat-planar kompleks** – 4 ligand kvadrat tekislikda joylashgan tuzilma.
197. **Koordinatsion polimer** – komplekslar polimer zanjir hosil qiladigan tuzilma.
198. **Kompleks ion** – umumiy zaryadga ega kompleks zarracha.
199. **Ichki sfera kompleksi** – ligandlar markaziy ion bilan bevosita bog‘langan.
200. **Tashqi sfera kompleksi** – ionlar markaziy kompleksga elektrostatik bog‘langan.
201. **Amminkompleks** – ammiak ligand bo‘lgan kompleks.
202. **Gidrat kompleksi** – suv molekullari ligand bo‘lgan kompleks.
203. **Halogenid kompleksi** – halogenlar ligand bo‘lgan birikma.
204. **Karbonil kompleks** – CO ligand qatnashgan kompleks.
205. **Nitrosil kompleks** – NO ligandga ega kompleks.

Foydalanilgan adabiyotlar

Asosiy adabiyotlar

1. N.N.Axmedova, D.A.Shayzakova, M.M.Jo'rayev Kompleks birikmalar kimyosi fanidan amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari. O'quv uslubiy qo'llanma. "Zebo-prints" Chirchiq 2023
2. Sh.A.Kadirova, Noorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar va nazorat savollari, Toshkent 2023
3. R.A.Eshchanov, Analitik kimyo(Organik kimyo), Chirchiq-2018
4. Turabov N.T., Analitik kimyo, Noshir 2019

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoyev Shavkat Miromonovich. Yangi O'zbekiston strategiyasi.-Toshkent, 2021. -458 b.
2. Р.Ш.Бердикулов Анорганик кимё, Тошкент."Tafakkur-bo'stoni"-2018 ННТДПУ.
3. Yu.T.Toshpulatov, N.G.Raxmatullaev Anorganik kimyo nazariy asoslari. T.: «O'qituvchi». 2005.
- 4.M.I.Ibodulloeva, N.I.Bozorov. Kompleks birikmalar kimyosi T.:2017
- 5.Sh.X.Shomurotova. Kompleks birikmalar kimyosi. Toshkent: "Ilm-ziyo zakovat", 2019 y.
6. Скопенко В.В., Цивадзе А.Ю., Савранский Л.И., Горновский А.Д. Координационная химия. М: ИКЦ "Академкнига", 2007. 487 с.
7. Парпиев Н.А., Рахимов Х.Р., Муфтахов А.Г. Анорганик кимё назарий асослари, Тошкент: "Ўзбекистон", 2000. 479 б.
8. R. Copalan, V. Ramalingam. Concise Coordination chemistry. Second reprint 2018. 424 p.
9. Юсупов В.Г., Тошев М.Т., Парпиев Н.А. Координацион бирикмалар кимёси. Тошкент: "Университет", 1996. 298 б.
10. Костромина Н.А., Кумок В.Н., Скорик Н.А. Химия координационных соединений. М.: Высшая школа. 1990. 432 с.

Axborot manbaalari

- | | |
|---|---|
| 1. http://www.edu.uz —O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi rasmiy veb sayti. | 4. www.cspi.uz |
| 2. http://www.gov.uz — O'zbekiston Respublikasi xukumati portali. | 5. www.pedagog.uz |
| 3. www.pedagog.uz | 6. www.edu.uz |
| | 7. www.natlib.uz (A.Navoiy nomidagi O'z.MK) |
| | 8. www.ziyonet.uz - Ziyonet axborot-ta'lim resurslari portali |