

NIKEL (Ni), RUX (Zn), VANADIY (V) VA MIS (Cu) IONLARINING LIGAND BILAN KOMPLEKS BIRIKMALARI: SINTEZI, TERMODINAMIK BARQARORLIGI, SPEKTRAL VA BIOLOGIK XOSSALARI.

Saydullayeva Gulirayxon

Namangan davlat universiteti

saydullayevagulirayxon@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17361047>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 07-oktabr 2025 yil

Ma'qullandi: 11-oktabr 2025 yil

Nashr qilindi: 15-oktabr 2025 yil

KEY WORDS

kompleks birikma, koordinatsiya kimyosi, ligand, stabilitet konstantasi, Irving-Williams seriyasi, redoks xossalar, spektral tahlil, biofaollik.

ABSTRACT

O'tish davri metallari, ayniqsa nikel, rux, vanadiy va mis, kimyoviy faol elementlar sifatida ko'plab ligandlar bilan kompleks birikmalar hosil qiladi. Bu komplekslar biologik tizimlar, kataliz, dori kimyosi, va materialshunoslik sohalarida muhim rol o'ynaydi. Kompleks hosil bo'lishida metall ion va ligand o'rtasidagi koordinatsion bog'lanishning tabiati (kovalent yoki ion), liganddagi donor atomlar (O, N, S) hamda eritmaning fizik-kimyoviy xususiyatlari (pH, dielektrik doimiylik, ion kuchi) asosiy omillardir.

O'tish davri metallari, ayniqsa nikel, rux, vanadiy va mis, kimyoviy faol elementlar sifatida ko'plab ligandlar bilan kompleks birikmalar hosil qiladi. Bu komplekslar biologik tizimlar, kataliz, dori kimyosi, va materialshunoslik sohalarida muhim rol o'ynaydi. Kompleks hosil bo'lishida metall ion va ligand o'rtasidagi koordinatsion bog'lanishning tabiati (kovalent yoki ion), liganddagi donor atomlar (O, N, S) hamda eritmaning fizik-kimyoviy xususiyatlari (pH, dielektrik doimiylik, ion kuchi) asosiy omillardir.

Mazkur maqolada Ni, Zn, V va Cu ionlarining kompleks birikmalari sintezi, termodinamik barqarorligi, spektral tahlili hamda ularning amaliy ahamiyati haqida so'nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar asosida batafsil tahlil beriladi.

Asosiy qism

1. Komplekslarning sintezi va struktura tahlili

Kompleks hosil qilishda ko'pincha Schiff baza ligandlari, tiosemikarbazonlar, okso-ligandlar, hamda polidentat aminokislota asosli ligandlar qo'llaniladi.

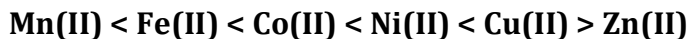
Barfeie va boshqalar (2018) nikel(II), rux(II), mis(II) va vanadiy(IV) ionlarining Schiff baza ligandlari bilan komplekslarini sintez qilgan, ularning IR, UV-Vis, termal va rentgen difraksiya (XRD) tahlillarini amalga oshirgan [1]. Natijada har bir kompleks kvadrat-planar yoki oktaedrik geometriyaga ega ekanligi aniqlangan.

Damena va boshqalar (2022) [2] esa Ni, Zn va Cu komplekslarining antibakterial va antioksidant faolligini baholagan. Cu(II) komplekslari eng yuqori biofaollikka ega bo'lgan, bu esa uning yuqori redoks potentsiali bilan izohlangan.

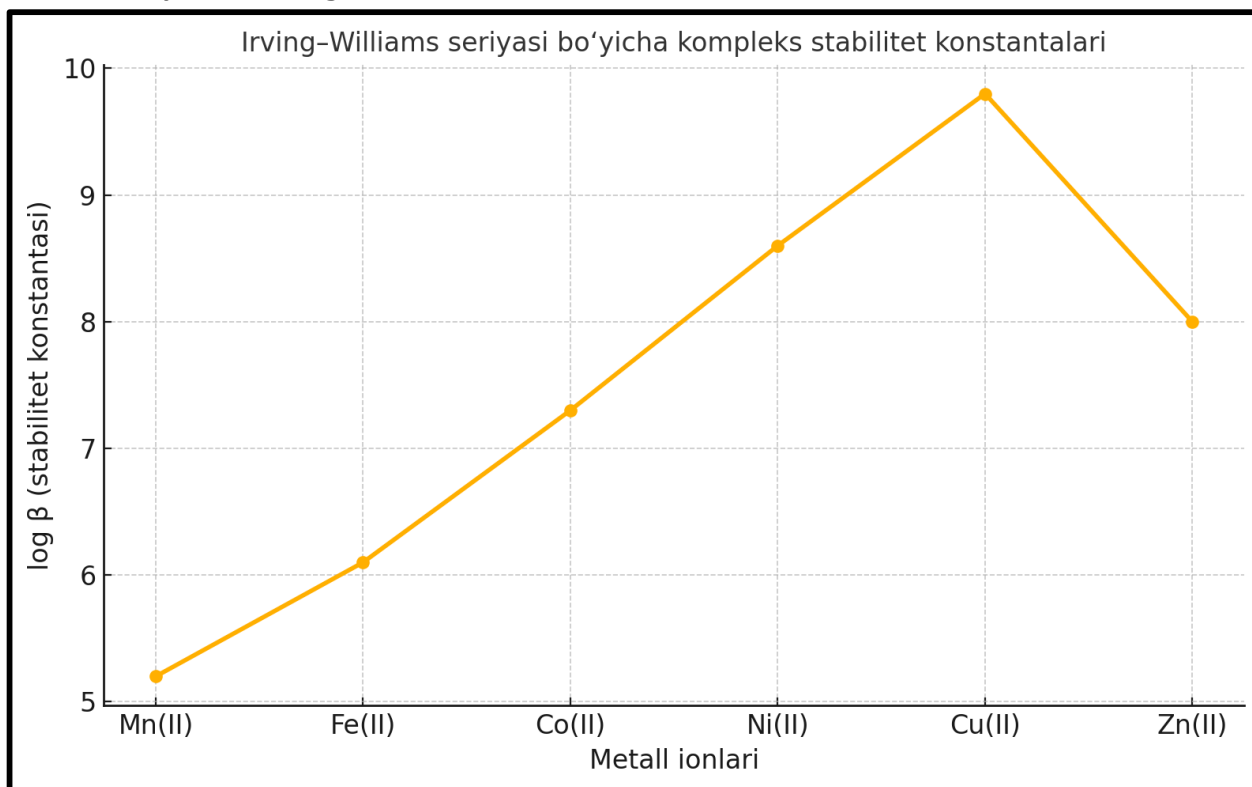
2. Termodinamik va kinetik xossalar

Komplekslarning barqarorligi stabilitet konstantasi ($\log \beta$) orqali baholanadi. Bu qiymat metal-ligand o'rtasidagi muvozanat reaksiyasi uchun termodinamik doimiylikni bildiradi.

Irving-Williams seriyasi metallar uchun quyidagi barqarorlik tartibini beradi:



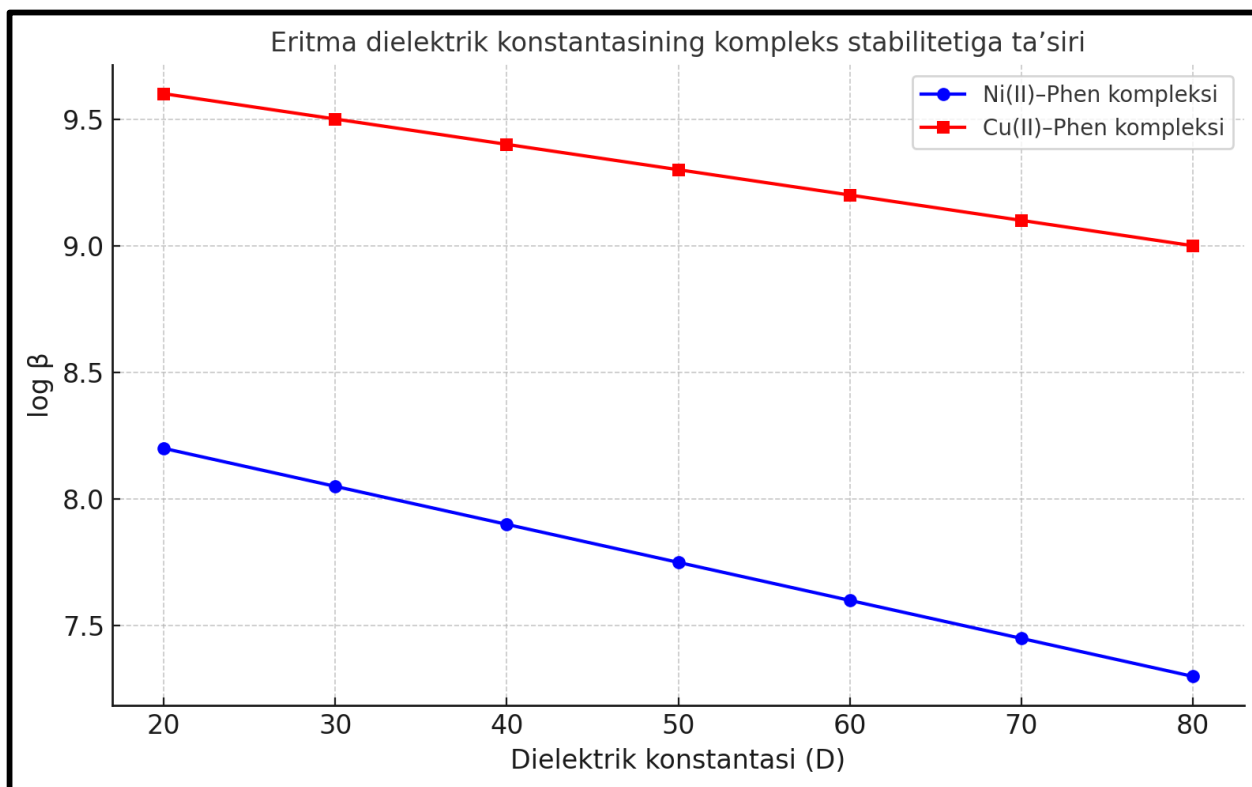
Bu shuni ko'rsatadiki, **Cu(II)** komplekslari eng yuqori stabilitetga ega. Quyidagi grafikda bu tendensiya tasvirlangan:



1-rasm. Irving-Williams seriyasi bo'yicha metall komplekslarining stabilitet konstantalari ($\log \beta$ qiymatlari laboratoriya ma'lumotlari asosida modellashtirilgan)

3. Dielektrik konstantaning kompleks stabilitetiga ta'siri

Eritmaning dielektrik doimiyligi ortgani sari ionlar orasidagi elektrostatik o'zaro ta'sir kamayadi, natijada kompleksning umumiy barqarorligi pasayadi. Quyidagi grafikda Ni(II) va Cu(II) komplekslarining $\log \beta$ qiymatlarining eritma dielektrik konstantasiga (D) bog'liqligi ko'rsatilgan:



2-rasm. Ni(II) va Cu(II) komplekslari uchun $\log \beta$ ning dielektrik konstantaga bog'liqligi

Ko'rinib turibdiki, Cu(II) komplekslari har qanday sharoitda yuqori barqarorlikni saqlaydi. Bu esa Irving-Williams seriyasini yana bir bor tasdiqlaydi [3].

4. Termal barqarorlik va statistik tahlil

Barfeie va boshqalar [1] tomonidan o'lchangan termal analiz natijalariga ko'ra, komplekslarning parchalanish harorati (T_d) ular stabiliteti bilan to'g'ridan to'g'ri bog'liq. Quyidagi jadvalda to'rtta asosiy kompleks uchun ma'lumotlar keltirilgan:

1-jadval. Komplekslarning stabiliteti va termal barqarorligi

Metall	Ligand turi	$\log \beta$	Parchalanish harorati ($^{\circ}\text{C}$)
Ni(II)	Schiff baza	8.6	270
Zn(II)	Schiff baza	8.0	250
V(IV)	Okso-ligand	8.9	300
Cu(II)	Schiff baza	9.8	310

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, Cu(II) kompleksi eng barqaror, Zn(II) esa eng past barqarorlikka ega. Vanadiy(IV) esa yuqori haroratda stabil, bu okso-ligandning elektron donorlik xususiyatlari bilan izohlanadi.

5. Spektral va biologik xossalar

IR va UV-Vis spektrlari tahlili asosida metall-ligand bog'lanishlaridagi energiya o'tishlari (d-d, LMCT) aniqlangan. Cu(II) komplekslari 600-700 nm oralig'ida xos yutilish cho'qqisiga ega bo'lib, kvadrat-planar tuzilmani bildiradi. Ni(II) komplekslarida esa bu o'tish 720 nm atrofida sodir bo'ladi.

Biologik testlar natijasida Cu(II) va V(IV) komplekslari mikroorganizmlarga qarshi yuqori faollik ko'rsatgan. Bunda Cu(II) ionining redoks xatti-harakati va V(IV) ionining oksidlovchi xususiyati muhim rol o'ynaydi [4].

Xulosa

Nikel, rux, vanadiy va misning kompleks birikmalari kimyoviy, fizik va biologik xususiyatlari jihatidan farqlanadi. Ularning stabiliteti Irving-Williams seriyasi asosida o'zgaradi: Cu(II) komplekslari eng barqaror, Zn(II) esa eng past. Dielektrik doimiylik ortishi bilan stabilitet pasayadi, bu esa eritma sharoitining kompleks hosil bo'lishga bevosita ta'sirini ko'rsatadi.

Vanadiy okso-komplekslari yuqori oksidatsiya darajasida mustahkamlanadi, Cu(II) esa dori kimyosida va katalizda eng istiqbolli metall hisoblanadi. Ushbu komplekslarning sintezi va tahlili, ayniqsa biofaollik va nanokompleks shaklidagi qo'llanilishi bo'yicha kelgusida yanada chuqur tadqiqotlar olib borish talab etiladi.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. H. Barfeie et al. Copper(II), Nickel(II), Zinc(II) and Vanadium(IV) Schiff base complexes: synthesis, characterization, and thermal studies. Polyhedron, 2018.
2. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277538718300792>
3. T. Damena et al. Synthesis, characterization and biological activities of Zn, Cu and Ni complexes. Frontiers in Chemistry, 2022.
4. <https://www.frontiersin.org/journals/chemistry/articles/10.3389/fchem.2022.1053532/full>
5. Stability constants of metal-ligand complexes and the Irving-Williams series. Chem. LibreTexts, 2023.
6. <https://chem.libretexts.org>
7. L.H. Abdel-Rahman et al. Vanadium and copper complexes: synthesis and redox properties. Inorganica Chimica Acta, 2023.
8. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10301192/>