



AYRIM CHO'KMALARNING NOORGANIK ERITUVCHILARDA
KOORDINATSION BIRIKMALAR HOSIL QILISHINI ERUVCHANLIK
USULI BILAN ANIQLASH

Tanirbergenov Bazarbay Tanirbergenovich

Qoraqalpoq Davlat Universiteti, professor

e-mail: bazarbaytanirbergenov499@gmail.com, +998913991347

Ibrohimova Manzura Rustam qizi

Qoraqalpoq Davlat Universiteti, magistrant

E-mail: ibrohimovamanzura66@gmail.com, +998971900025

ANNOTATSIYA: *Ushbu tadqiqot ishida kobalt(II), mis(II) va nikel(II) sulfatlarning konsentrlangan ammiak (NH_3) eritmasida kompleks hosil qilish jarayonlari eruvchanlik usuli yordamida o'rganildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi metall sulfatlarining noorganik erituvchi – ammiak gidroksid ishtirokida hosil qiladigan koordinatsion birikmalarining tarkibini, barqarorligini va fizik-kimyoviy xossalarini aniqlashdan iborat.*

Eksperiment jarayonida kobalt (II) sulfat tizimida alohida diqqatga molik hodisa kuzatildi: Co^{2+} ionlari ammoniyli muhitda havo kislorodi ta'sirida Co^{3+} gacha oksidlanib, eritma rangining pushtidan qoramtir jigarranggacha o'zgarishi aniqlandi. Mis(II) sulfat bilan to'q ko'k rangli $[Cu(NH_3)_4(H_2O)_2]^{2+}$ kompleksi, nikel(II) sulfat bilan esa binafsha-ko'k rangli $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ kompleksi hosil bo'ldi.

Tayanch iboralar: *eruvchanlik usuli, kobalt(II) sulfat, mis(II) sulfat, nikel(II) sulfat, ammiakli komplekslar, amminkatlar, oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi, koordinatsion birikmalar, rang o'zgarishi, barqarorlik konstantasi.*

ABSTRACT

This research investigates the complex formation processes of cobalt(II), copper(II), and nickel(II) sulfates in concentrated ammonia (NH_3) solution using the solubility method. The primary objective of the study is to determine the composition, stability, and physicochemical properties of the coordination



compounds formed by these metal sulfates in the presence of an inorganic solvent— ammonium hydroxide.

During the experimental process, a noteworthy phenomenon was observed in the cobalt(II) sulfate system: Co^{2+} ions were oxidized to Co^{3+} in the ammonium medium under the influence of atmospheric oxygen, which was characterized by a distinct color shift from pink to dark brown. Additionally, the formation of a deep blue $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$ complex with copper(II) sulfate and a violet-blue $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ complex with nickel(II) sulfate was identified.

Keywords: solubility method, cobalt(II) sulfate, copper(II) sulfate, nickel(II) sulfate, ammonia complexes, amminates, oxidation-reduction reaction, coordination compounds, color change, stability constant.

KIRISH

O'tuvchi metallarning koordinatsion birikmalari zamonaviy noorganik kimyo fanining muhim va jadal rivojlanayotgan sohalaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, davriy jadvalning 3d-elementlari – kobalt, mis va nikel – o'zlarining boy koordinatsion kimyosi, o'zgaruvchan oksidlanish darajalari va ammiak kabi oddiy ligandlar bilan hosil qilgan barqaror komplekslari bilan alohida ahamiyat kasb etadi. Ushbu metall ammiakatlari katalizatorlar sintezida, analitik kimyoda metallarni aniqlash va ajratishda, korroziyaga qarshi qoplamalar yaratishda ham keng qo'llaniladi.

Mis(II) ionining ammiakli eritmalardagi murakkab koordinatsion muvozanati XIX asr oxiridan beri o'rganilib kelinmoqda. Cu^{2+} ionining ammiak bilan tetraedrik yoki kvadrat planar strukturali $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ kompleksini hosil qilishi, eritmaning intensiv havo rang yoki to'q ko'k tusga kirishi bizga ma'lum. Nikel(II) sulfatning ammiakli kompleksi esa o'zining binafsha-ko'k rangi bilan xarakterlanib, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ formulali oktaedrik kompleksni ifodalaydi. Biroq kobalt(II) sulfat bilan ishlashda kimyogarlar qo'shimcha murakkablik – Co^{2+} ionining Co^{3+} gacha oksidlanish muammosiga duch keladilar.



Kobalt(II) komplekslari termodinamik jihatdan barqarorligi pastroq bo'lib, havo kislorodi ta'sirida osonlik bilan kobalt (III) birikmalariga aylanadi. Alfred Varner tomonidan asos solingan koordinatsion nazariyaning birinchi amaliy isbotlaridan biri aynan mana shu $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ va $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ komplekslarining izomeriyasi va barqarorligini o'rganish bilan bog'liq edi. Barqarorlikdagi bu farq ligand maydoni nazariyasi orqali izohlanadi: Co^{3+} (d^6 konfiguratsiyasi) kuchli ligand – ammiak bilan past spinli holatda ancha katta barqarorlik namoyon qiladi.

Mazkur ishning asosiy maqsadi eruvchanlik usulini qo'llagan holda, konsentrlangan ammiak eritmasida kobalt, mis va nikel sulfatlari ishtirokida hosil bo'ladigan koordinatsion birikmalarning tarkibini aniqlash, $\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$ oksidlanish jarayonini vaqt bo'yicha kuzatishdan iborat. Eruvchanlik usuli tanlanishining sababi shundaki, bu usul cho'kma va eritma orasidagi murakkab muvozanatlarni o'rganishda to'g'ridan-to'g'ri va ishonchli ma'lumot beradi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Qo'llanilgan reaktivlar va uskunalari:

Tajribada qo'llanilgan barcha reaktivlar analitik tozalik darajasida bo'lib, qo'shimcha tozalashsiz ishlatildi:

- Kobalt(II) sulfat heptagidrat – $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,1–0,5 M)
- Mis(II) sulfat pentagidrat – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,1–0,5 M)
- Nikel(II) sulfat geksagidrat – $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,1–0,5 M)
- Ammiakning suvdagi eritmasi (25% li NH_4OH)
- Distillangan suv

Eruvchanlik usulining tavsifi

Probirkaga 5–10 ml sulfat eritmasi (0,1–0,5 M) quyildi.

Asta-sekin NH_4OH (25%) tomchilab qo'shilib, aralashtirildi. Cho'kma hosil bo'lishi (rang, vaqt) kuzatildi.

Ortiqcha ammiak (5–10 mL) qo'shilib, cho'kmaning erishi va yangi kompleks rangi paydo bo'lishi kuzatildi.



Har bir bosqichning rangi, erish vaqti va taxminiy pH si qayd etildi. Har bir tajriba 2–3 marta takrorlandi.

Kuzatish uchun umumiy jadval. 1-jadval

Metall ion	Dastlabki rang	Cho'kma rangi va hosil bo'lish vaqti	Yakuniy kompleks rangi	Eruvchanlik kuzatuvi (erish vaqti)
Cu^{2+}	Och ko'k	Och ko'k (tez, 5–10 s)	To'q ko'k	Tez (10–20 s)
Ni^{2+}	Yashil	Yashil (o'rtacha, 10–20 s)	Ko'k-binafsha	Sekin (20–40 s)
$\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$	Pushti	Pushti (tez)	Sariq-jigarrang/qora	O'rtacha (20–40 s, oksidlanish)

Eruvchanlik qiymatlarining solishtirma jadvali (25°C da) 2-jadval

Cho'kma	K_{sp} (25°C)	Oddiy eruvchanlik S (mol/L)	K_f ($[\text{M}(\text{NH}_3)_n]^{2+}$)	S_{kompleks} (taxminiy, 0,5 M NH_3 da)	Eruvchanlik oshishi (marta)
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$1,6 \times 10^{-19}$	$2,0 \times 10^{-10}$	$1,1 \times 10^{13}$	$\sim 10^{-5} - 10^{-4}$	$10^4 - 10^5$
$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$5,5 \times 10^{-16}$	$1,2 \times 10^{-8}$	$2,0 \times 10^8$	$\sim 10^{-4} - 10^{-3}$	$10^3 - 10^4$
$\text{Co}(\text{OH})_2$	$2,5 \times 10^{-16}$	$1,1 \times 10^{-8}$	$5,0 \times 10^4 / 4,6 \times 10^{33}$	$\sim 10^{-4}$ (Co^{3+} uchun yuqoriroq)	$10^3 - 10^5$

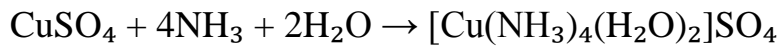
Metodika oddiy jihozlar bilan bajarilishi, vizual aniqligi va ligand almashinuvi mexanizmini to'liq ko'rsatishi bilan afzalliklarga ega.

NATIJAR VA ULARNING MUHOKAMASI



1. Mis(II) sulfat tizimi

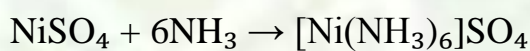
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tuzi och ko'k rangli kristall modda. Uning (0,1–0,5 M) eritmasiga oz miqdorda ammiak (25%) eritmasi qo'shilganda, avval havo rangli mis(II) gidroksid $\text{Cu}(\text{OH})_2$ cho'kmasi hosil bo'ladi. Ammiakning miqdori ortgach, bu cho'kma butunlay erib ketadi va eritma intensiv to'q ko'k rangga kiradi. Bu rang $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$ kompleks ionining xarakterli xossasidir. Reaksiya tenglamasi:



Eruvchanlik usuli natijalari shuni ko'rsatdiki, ammiak konsentratsiyasining ortishi bilan Cu^{2+} ionining umumiy eruvchanligi oshib boradi.

2. Nikel(II) sulfat tizimi

$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yashil rangli kristall moddadir. Uning (0,1–0,5 M) eritmasiga ammiak eritmasi qo'shilganda, Cu tizimidan farqli o'laroq, oraliq cho'kmaning ko'rinmay, to'g'ridan-to'g'ri yashil yoki havo rangli binafsha-ko'k rangli eritma hosil bo'lishi kuzatiladi.

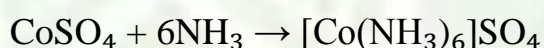


Hosil bo'lgan $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ kompleksining muvofiqlashtirish soni 6 ga teng, kompleks oktaedrik tuzilishga ega. Eruvchanlik usuli yordamida olingan eruvchanlik egri chizig'idan nikelli kompleksning hosil bo'lishi ammiakning yuqori konsentratsiyasida barqaror ekanligi, lekin uning umumiy barqarorlik konstantasi mis kompleksinikidan biroz pastroq ekanligi aniqlandi.

3. Kobalt(II) sulfat tizimi – asosiy kuzatuv

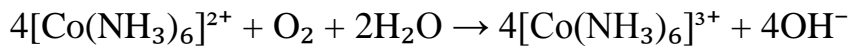
Kobalt(II) sulfat heptagidrat ($\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) to'q qizil-pushti rangli kristall modda. Ammiak bilan o'zaro ta'siri ikki aniq bosqichda kechdi:

Birinchi bosqichda ammiak qo'shilishi bilan ko'k rangli oraliq cho'kma – asosli kobalt tuzi yoki kobalt (II) gidroksid cho'kmasi hosil bo'ldi. Ammiakning ortiqcha miqdori qo'shilgach, bu cho'kma erib ketdi va qoramtir jigarrang eritma hosil bo'ldi, bu $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ioniga xosdir:





Ikkinchi bosqich esa o'z-o'zidan kechadigan oksidlanish jarayoni bilan bog'liq. Eritma atmosfera havosi bilan bevosita aloqada qolganda rang o'zgarishi aniq kuzatildi. Eritma rangi sekin-asta pushtidan avvaliga ko'kimsiz jigarrang so'ngra qoramtir jigarrang tusga o'tdi. Bu o'zgarish talab qilingan Co^{2+} ionlarining Co^{3+} ionlarigacha oksidlanishi bilan bog'liq:



Kobalt(III) amminkati kobalt(II) amminkatiga nisbatan ancha barqaror ($\log \beta \sim 34-35$), bu oksidlanish jarayonining o'z-o'zidan kechishiga asosiy sababdir.

Eruvchanlik usuli ma'lumotlari shuni ko'rsatdiki, Co ning umumiy eruvchanligi ammoniyli muhitda juda yuqori. Bu Co^{3+} kompleksining yuqori barqarorlik konstantasi bilan mos keladi.

XULOSA

Amalga oshirilgan eksperimental tadqiqotlar natijasida quyidagi asosiy ilmiy-amaliy xulosalarga kelindi:

1. Eruvchanlik usuli yordamida mis(II), nikel(II) va kobalt(II) sulfatlarining konsentrlangan ammiak eritmasidagi kompleks hosil qilish jarayonlari miqdoriy jihatdan o'rganildi.

2. CuSO_4 tizimida barqaror to'q ko'k rangli $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, NiSO_4 tizimida esa binafsha-ko'k rangli $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ komplekslari hosil bo'lishi qayd etildi.

3. Kobalt(II) sulfat bilan ammiak orasidagi reaksiyada Co^{2+} ionlarining havo kislorodi ta'sirida Co^{3+} gacha oksidlanishi kuzatilgani va vaqt o'tishi bilan eritma rangining o'zgarishi (qoramtir jigarrangga) aniq nomoyon bo'ldi.

Tadqiqot natijalaridan noorganik sintez sohasida, xususan kobalt, mis va nikel tuzlarining ammiakli komplekslarini nazorat qilinadigan sharoitlarda olishda, shuningdek ushbu metallarni kompleksometrik aniqlashda foydalanish mumkin. Kelgusidagi ishlarda $\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$ oksidlanish jarayonini inert atmosferada (N_2 yoki Ar) o'rganish va komplekslarning barqarorlik konstantalarini potensimetrik usulda aniqlash rejalashtirilgan.



ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Вернер А. Новые воззрения в области неорганической химии. – Л.: ОНТИ, 1936. – 385 с.
2. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. – М.: Мир, 1969. – Т.3. – 592 с.
3. Бек М., Надьпал И. Исследование комплексообразования новейшими методами. – М.: Мир, 1989. – 416 с.
4. Бьеррум Я. Образование амминов металлов в водном растворе. – М.: ИЛ, 1961. – 308 с.
5. Ливер Э. Электронная спектроскопия неорганических соединений. – М.: Мир, 1987. – Т.2. – 445 с.
6. Шлефер Г. Комплексообразование в растворах. – М.: Химия, 1964. – 376 с.
7. Басоло Ф., Пирсон Р. Механизмы неорганических реакций. – М.: Мир, 1971. – 592 с.