



UDK: 543. 422:545. 82:546. 47

Nurmuxammad TURABOV,
O'zbekiston Milliy universiteti professori, k.f.n
Jamoliddin TODJIYEV,
O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti, PhD
Soxiba YODGOROVA,
O'zbekiston Milliy universiteti magistranti
Bexruz TULIYEV,
O'zbekiston Milliy universiteti stajyor-o'qituvchisi
E-mail: todjiyev88@mail.ru

Professor Z.Smanova taqrizi asosida

RUX(II) IONINI MAGNEZON XC BILAN KOMPLEKS HOSIL QILISH REAKSIYASINING OPTIMAL SHAROITLARINI ANIQLASH

Аннотация

Rux(II) ionining 2-naftol-(1-azo-2)-4-xlorfenol-6'-sulfanat natriyli tuzi (Magnezon XC) bilan rangli kompleksining hosil bo'lish reaksiyalari o'tkazildi va optimal sharoitlari aniqlandi.

Kalit so'zlar: 2-naftol-(1-azo-2)-4-xlorfenol-6'-sulfanat natriyli tuzi (Magnezon XC), rux(II) ion, optimal sharoitlar, Buger-Lambert-Ber qonuni.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ РЕАКЦИИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ИОНОВ ЦИНКА (II) С МАГНЕЗОН XC

Аннотация

Проведены реакции образования цветного комплекса иона цинка(II) с динатриевой солью Натриевая соль 2-нафтол-(1-азо-2)-4-хлорфенол-6'-сульфата и определены оптимальные условия.

Ключевые слова: динатриевая соль 2-нафтол-(1-азо-2)-4-хлорфенол-6'-сульфат, ион цинка(II), оптимальные условия, закон Бугера-Ламберта-Бера.

DETERMINATION OF THE OPTIMUM CONDITIONS FOR THE REACTION OF COMPLEX FORMATION OF ZINC (II) IONS WITH MAGNEZON XC

Annotation

The reactions of formation of a colored complex of the zinc (II) ion with of sodium salt 2-naphthol-(1-azo-2)-4-chlorophenol-6'-sulfanate were carried out and the optimal conditions were determined.

Key words: sodium salt 2-naphthol-(1-azo-2)-4-chlorophenol-6'-sulfanate, optimal conditions, zinc(II) ions, Bouguer-Lambert-Beer law.

Kirish. Ma'lumki, spektrofotometrik aniqlash usulida xromogen reagentlar yordamida oraliq metallar, jumladan og'ir va zaharli metall [1-2] ionlarini aniqlash qadim zamonlardan beri tasdiqlangan va asosiy analitik usul hisoblanadi. Ushbu usulning afzalliklari uning sezgirligi, selektivligi va eng muhimi amaradorligidir. Analitik kimyo fani qulay aniqlash usullarni izlashda jadal rivojlandi, ammo spektrofotometrik usullar o'z o'rini yo'qotmadi, chunki bu usullar soddalikni aniqlik bilan birlashtiradi va shuning uchun bugungi kunda ham dolzarbdir.

Ishdan maqsad. 2-naftol-(1-azo-2)-4-xlorfenol-6'-sulfonat natriyli tuzi (Magnezon XC) yordamida rux(II) ionlarini [3] kompleks hosil qilish reaksiyalarini optimal sharoitlarini aniqlash, aniqligi, sezgirligi hamda tanlab ta'sir etuvchanligi yuqori bo'lgan analitik aniqlash uslubini ishlab chiqishdan iborat.

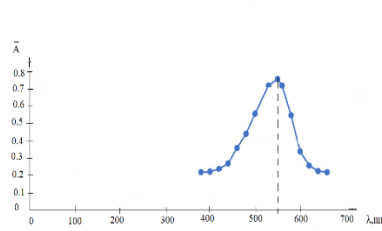
Tajriba qismi: Ushbu ilmiy ishda hozirgi davr talablariga javob beradigan analitik reagentlardan [4] biri **Magnezon XC** ning turli fizik-kimyoviy tavsiflarini hamda ba'zi og'ir va zaharli metallar bilan kompleks hosil qilish jarayonlarini o'rganish va ular asosida ba'zi metallarning mikromiqdorlarini aniqlash uslublarini ishlab chiqish, fizik-kimyoviy tavsiflarini aniqlash, sanoat qotishmalarining standart namunalari va tabiiy ob'yektlar tarkibidan aniqlash nazariy va amaliy jihatdan muhim ahamiyat kasb etadi.

Analiz jarayonida rux(II) ionini 1,0 mg/ml li standart eritmasi, 0,05% li **Magnezon XC** reagenti va bufer eritmalaridan foydalanildi. Ushbu ilmiy tadqiqot ishda **Magnezon XC** reagentidan 0,05 gr tortib olib, 100 ml li o'lchov kolbasiga solindi va belgisigacha distillangan suvda eritildi. Buning uchun $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (a.u.t.) markali tuzidan foydalanildi. Tuzning hisoblangan miqdorini (0,4393 gr) ni analitik tarozuda tortib olib 100 ml li o'lchov kolbasiga solindi. Uni distillangan suvda eritib 1mg/ml li 100 ml li standart eritmasi tayyorlandi. Ishchi eritmalar esa har bir ish oldidan 1mg/ml standart eritmasidan alikvot qism olib suyultirib tayyorlandi. Turli pH dagi bufer eritmalarini tayyorlash uchun "Analitik kimyo ma'lumotnomasi" dan [5] foydalanildi. Tajriba natijalari konsensiyasiz fotokolorimetr (KFK-3) va pH metrdagi (pH/ISE Metter, Model 730P) o'lchandi.

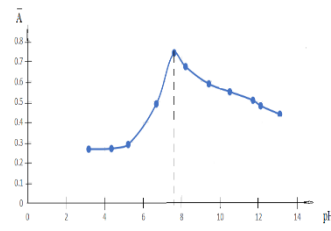
Rux(II) ionining Magnezon XC reagenti bilan kompleks birikmasining optimal nur filtrini tanlash. Ma'lumki har bir modda, tabiatiga ko'ra ma'lum to'liq uzunligidagi nurni yutadi. Shuni e'tiborga olgan holda rux(II) ning **Magnezon XC** bilan kompleksining eng yuqori nur yutish sohasi quyidagi uslub bilan aniqlandi. 25 ml li o'lchov kolbasiga pH=7,61 ga teng bo'lgan universal bufer eritmadan 5,0 ml, 0,05% li **Magnezon XC** eritmasidan 1,0 ml, 100 mkg/ml li Zn (II) eritmasidan 1,0 ml solib, kolbaning belgisigacha distillangan suv bilan to'ldirildi. Hosil bo'lgan kompleks birikmaning optik zichligi KFK-3, nur yutish qalinligi $\ell=3,0$ sm da har xil nur filtrlarida o'lchandi. Solishtirma eritma sifatida erkin eritma (rux (II) ionidan boshqa hamma komponentlar mavjud bo'lgan eritma) dan foydalanildi. O'lchash natijalari 1-rasmda keltirildi. Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, rux(II) ning **Magnezon XC** reagent bilan kompleks birikmasi $\lambda_{max}=550$ nm da yuqori optik zichlikni namoyon qildi.

Rux(II) ionining Magnezon XC reagenti bilan kompleks birikmasi optik zichligining eritma muhiti(pH) ga bog'liqligi. Reaksiyani amalga oshirishning muhim shartlaridan biri, uning muhiti ekanligini hisobga olib rux (II) ionining **Magnezon XC** bilan bergan kompleks birikmasi uchun optimal sharoit tanlashda pH ko'rsatkichlari har xil bo'lgan universal bufer eritmalar yordamida aniqlandi [6-7].

Aniqlash uslubini: Buning uchun 25 mli o'lchov kolbasiga 5,0 ml pH ko'rsatkichi 3,17 dan - 13,1 gacha bo'lgan universal bufer eritmasidan, 0,05% li Magnezon XC reagenti eritmasidan 1,0 ml, 100 mkg/ml li Zn (II) ion eritmasidan 1,0 ml solib kolba belgisigacha distillangan suv qo'shib suyultirildi. Kompleks birikma eritmalarining optik zichliklari KFK-3 da, $\lambda_{max}=550$ nm da va qalinligi $\ell=3,0$ sm li kyuvetada o'lchandi. Aniqlash natijalari 2-rasmda keltirildi. 2-rasm natijalaridan ko'rinib turibdiki, kompleks birikmaning eng yuqori optik zichligi pH=7,89-8,65 gacha oraliqda kuzatildi va optimal muhit pH=7,61 tanlandi, chunki shu pH da optik zichlik maksimal qiymatga ega bo'ldi.



1-rasm. Zn(II) kompleksi optik zichligining nur filtriga bog'liqligi



2-rasm. Kompleks birikma optik zichligining pH ga bog'liqligi

Kompleks birikma optik zichligining bufer eritma tarkibiga bog'liqligini aniqlash uchun asosiy reaksiya (Zn^{2+} :Magnezon XC) komponentlariga pH=7,61 bo'lgan universal, boratli va glitsinli bufer eritmalar tayyorlandi.

Aniqlash uslub: Fotometrik eritmalar tayyorlash uchun yuqorida ko'rsatilganidek, 25 ml li o'lchov kolbalariga pH=7,61 bo'lgan har xil bufer eritmalaridan 5,0 ml dan, 0,05% li **Magnezon XC** ning suvli eritmasidan 1,0ml, 100 mkg/ml li Zn (II) ioni eritmasidan 1,0 ml solib, kolbaning belgisigacha distillangan suv bilan suyultirildi. Optik zichliklari solishtirma eritmaga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirildi.

1-jadval

Optik zichlikning bufer eritma tarkibiga bog'liqligi (KFK-3, l=3,0 sm, n=3)

Bufer eritma nomi	Bufer eritmaning tarkibi	pH	\bar{A}_{opt}
Universal	($H_3PO_4+CH_3COOH+H_3BO_3+NaOH$)	7,61	0,753
Boratli	($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)	7,61	0,314
Atsetatli	($CH_3COOH+CH_3COONa$)	7,61	0,337
Na va K-fasfatli	($KH_2PO_4 \cdot Na_2HPO_4$)	7,61	0,453

Natijalardan ko'rinib turibdiki, universal bufer eritma yordamida kompleks birikma hosil qilinganda maksimal optik zichlik kuzatildi. Keyingi tadqiqot ishlarida pH=7,61 bo'lgan universal bufer eritmadan foydalanildi.

Kompleksning vaqtga nisbatan barqarorligi. Kompleksning barqarorligini aniqlash uchun, eritmaning optik zichligini vaqtga nisbatan barqarorligi o'rganildi. **Aniqlash uslub:** 25 ml li o'lchov kolbasiga 100 mkg/ml li rux(II) eritmasidan 1,0 ml, 0,05% li **Magnezon XC** reagentidan 1,0 ml va 5,0 ml (pH=7,61) universal bufer eritmadan solinib, kolbani belgisigacha distillangan suv bilan to'ldirildi. Hosil bo'lgan kompleks birikma optik zichligi ma'lum vaqtlar oralig'ida solishtirma eritmaga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 2-jadvalda keltirildi. Tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, kompleks birikmaning optik zichlik qiymati 160 minutgacha barqarordir va keyinchalik biroz pasayishi kuzatildi. Bu vaqt oralig'ida analizni bajarish uchun yetarli ekanligini xulosa qilish mumkin.

Kompleks birikma tarkibiy komponentlarining quyilish tartibini o'rganish. Reaksiyaning unumi komponentlar quyilish tartibiga ham bog'liqligini e'tiborga olgan holda eritmalarini yuqorida ko'rsatilgan usul bilan tayyorlandi va komponentlarning quyilish tartibini o'zgartirib, 9 xil quyilish ketma-ketligida bir nechta tajribalar o'tkazildi. Olingan natijalardan xulosa qilish mumkinki, olib borilgan tajribalarning 8 quyilish tartibida yuqori optik zichlik kuzatildi va keyingi tadqiqot ishlarida 8-quyilish tartibi tanlandi (2-jadval).

2-jadval

Kompleks birikma optik zichligining vaqtga nisbatan barqarorligi va komponentlarning quyilish tartibini o'rganish natijalari ($C_{Zn^{2+}}=100,0$ mkg/ml, $C_{HR}=0,05\%$, pH=7,61, $l=3,0$ sm, $\lambda_{max}=550$ nm, n=3)

№	t_{min}	\bar{A}	t_{min}	\bar{A}	№	Quyilish tartibi	\bar{A} o'rt
1	1	0,715	80	0,715	1	Bufer-reagent-rux-dist.suv	0,708
2	5	0,715	90	0,715	2	Bufer-reagent-dist.suv-rux	0,698
3	10	0,715	100	0,715	3	Dist.suv-rux-bufer-reagent	0,683
4	20	0,715	110	0,715	4	Reagent-bufer-rux-dist.suv	0,694
5	30	0,715	120	0,715	5	Reagent-rux-bufer-dist.suv	0,699
6	40	0,715	130	0,715	6	Rux-reagent-bufer-dist.suv	0,648
7	50	0,715	140	0,715	7	Rux-dist.suv-bufer-reagent	0,687
8	60	0,715	160	0,715	8	Rux-bufer-reagent-dist.suv	0,725
9	70	0,715	180	0,711	9	Dist.suv-bufer-rux-reagent	0,705

Kompleks birikma optik zichligining qo'shilayotgan reagent miqdoriga bog'liqligi. Amaliy tadqiqotlarda metallni kompleksga to'la bog'lanishi uchun reagentning ortiqcha miqdori olinadi. Shu maqsadda kompleks birikma optik zichligining qo'shilgan reagent miqdoriga bog'liqligini o'rganish uchun 25,0 ml li o'lchov kolbalarida fotometrik eritmalar tayyorlandi [6-7].

Aniqlash uslub: 25,0 ml li o'lchov kolbalariga 100,0 mkg/ml li Zn (II) ioni eritmasidan 1,0 ml, 5 ml pH=7,61 bo'lgan universal bufer eritma va o'zgaruvchan miqdordagi 0,1-1,8 ml gacha 0,05% li Magnezon XC suvli eritmasi hamda kolbaning belgisigacha distillangan suv solib suyultirildi. Kompleks birikma optik zichligi KFK-3 da, kyuveta qalinligi $l=3,0$ sm da solishtirma eritmaga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 3-jadval va 3-rasmda keltirildi.

3-jadval

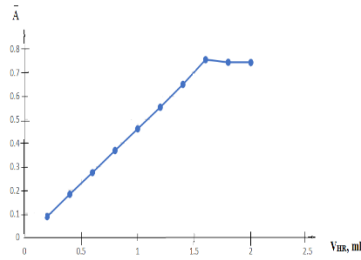
Kompleks birikma optik zichligining qo'shilgan reagent miqdoriga bog'liqligi ($C_{Zn^{2+}}=100,0$ mkg/ml, pH=7,61, KFK-3, $l=3,0$ sm, $\lambda_{max}=550$ nm, n=3)

V_{HR} , ml	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8
\bar{A}	0,086	0,181	0,273	0,367	0,459	0,551	0,648	0,753	0,742

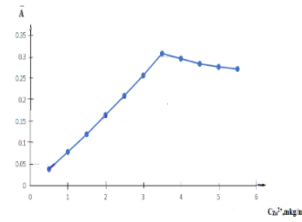
3-jadval va 3-rasm natijalardan ko'rinib turibdiki, 100,0 mkg/ml Zn (II) ionini kompleksga to'la bog'lash uchun 1,6 ml 0,05 % li reagent eritmasi yetarli ekan. Keyingi tadqiqot ishlarida 1,6 ml reagentning 0,05% li eritmasidan foydalanildi.

Kompleks birikma optik zichligining element miqdoriga bog'liqligi (Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysinishi). Rux (II) ionining Magnezon XC bilan bergan kompleksi eritmasining Ber qonuniga bo'ysinishi tanlangan optimal sharoitlarda o'rganildi [6].

Aniqlash uslub: 25,0 ml li o'lchov kolbalariga Zn (II) ning 100,0 mkg/ml li eritmasining o'zgaruvchan miqdorlarida, pH=7,61 bo'lgan universal bufer eritmasidan 5 ml, 1,6 ml 0,05% li 2-naftol-(1-azo-2)-4-xlorfenol-6'-sulfonat natriyli tuzi eritmasidan va kolbaning belgisigacha distillangan suv solib suyultirildi. Eritmalarni aralastirib optik zichliklari ($\lambda_{max}=550$ nm, $l=3,0$ sm) solishtirma eritmaga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 4-rasmda keltirildi va Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysinish sohasi 25,0 ml eritmada 5,0-35,0 mkg gacha bo'lgan oraliqda kuzatildi. Undan yuqori konsentratsiyada to'g'ri chiziqli bog'lanishdan chetlanish ro'y berdi [7].



3-rasm. Optik zichlikning qo'shilgan reagent miqdoriga bog'liqligi



4-rasm. Optik zichlikning Zn²⁺ miqdoriga bog'liqligi

Rux (II) ionining Magnezon XC reagenti bilan hosil qilgan kompleksining spektral tavsifi: Rux (II) ionining 2-naftol-(1-azo-2)-4-xlorfenol-6'-sulfonat natriyli tuzi bilan hosil qilgan kompleksni tanlangan optimal sharoitda yutulish spektrlari olindi.

Aniqlash uslub: 25,0 ml li o'lchov kolbalariga rux (II) ning 35,0 mkg/ml li eritmasidan 1 ml, pH=7,61 bo'lgan universal bufer eritmasidan 5 ml, 0,05% li 5 Magnezon XC ning eritmasidan 1,6 ml va kolbaning belgisigacha distillangan suv solib suyultirildi. Hosil qilingan kompleks birikma yutilish spektri solishtirma eritmaga nisbatan nur yutulish qalinligi $\ell=3,0$ sm bo'lgan kvarts kyuvetada, konsentratsion fotokolorometr "KFK-3" $\lambda_{\max}=550$ nm da o'lchandi. Reagentning yutulish spektrlari esa distillangan suvga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 4-jadvalda keltirildi. Rasmda keltirilgan yutulish spektri bo'yicha Magnezon XC reagentini maksimal nur yutish sohasi $\lambda=585$ nm da joylashgan, mis kompleksining maksimal nur yutish sohasi $\lambda=550$ nm da kuzatildi.

4-jadval

2-naftol-(1-azo-2)-4-xlorfenol-6'-sulfonat natriy (HR) reagenti va uning rux (ZnR) bilan kompleksining spektral tavsifi ($C_{Zn^{2+}}=35$ mkg/ml, $\ell=3,0$ sm, $\lambda_{\max}=550$ nm, pH=7,61, n=3)

Kompleks rangi	pH	Maksimal λ , nm		$\Delta\lambda$, nm	$C_{Zn^{2+}}$, mkg/25 ml	$C_{Zn^{2+}}$, mol/l	\bar{A}	Sendel bo'yicha sezgirligi, mkg/sm ²
		MR	HR					
Qizil binafsha	7,61	550	585	35	35,0	$3,06 \cdot 10^{-4}$	0,753	0,0026

Metodning Sendel bo'yicha sezgirligi quyidagi formula bilan hisoblandi:

$$S_{s.b.s} = \frac{Q \cdot \ell \cdot 0.001}{A \cdot 25} = \frac{50 \cdot 1 \cdot 0.001}{0,753 \cdot 25} = 0,0026 \text{ mkg/sm}^2$$

Sendel bo'yicha sezgirligi 0,0026mkg/sm² ga teng ekanligi aniqlandi.

Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, reaksiyaning kontrastligi $\lambda=35$ nm va Sendel bo'yichasezgirligi $S_{s.b.s}=0,0026$ mkg/sm² tengligi yuqori sezgirlikka ega ekanligini bildiradi.

Rux (II) ionining Magnezon XC reagenti bilan bergan kompleksining tarkibiy mollar nisbatini aniqlash:

Rux (II) ionining Magnezon XC bilan hosil qilgan kompleksida komponentlarning mollar nisbatlari izomolyar seriyalar va Asmusning to'g'ri chiziqlar usullari bilan aniqlandi [6-7] ($C_{Zn^{2+}}=35$ mkg/ml).

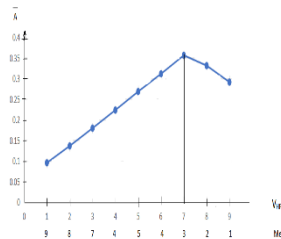
Kompleks birikma tarkibini Izomolyar seriyalar usuli yordamida aniqlash

Rux (II) ionining Magnezon XC bilan hosil qilgan kompleksidagi mollar nisbatini izomolyar seriyalar usuli yordamida aniqlash uchun mis(II) ioni va reagentning teng konsentratsiyali eritmaları ishlatildi ($C_{Zn^{2+}}=C_{HR}=7,648 \cdot 10^{-4}M$).

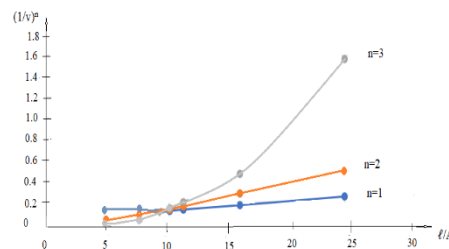
Aniqlash uslub: 25,0 ml li o'lchov kolbalarida qator eritmalar tayyorlandi. Buning uchun rux(II) ionining o'zgaruvchan miqdordagi eritmaları (9,0-1,0 ml gacha) dan har biriga pH=7,61 bo'lgan universal bufer eritmasidan 5,0 ml dan va ustiga o'zgaruvchan miqdordagi 0,05% li Magnezon XC reagenti eritmasi (1,0 ml-9,0 ml gacha) dan qo'shib kolba belgisigacha distillangan suv bilan suyultirildi va aralashirildi. Tayyorlangan eritmaların optik zichligi KFK-3 da $\lambda_{\max}=550$ nm, nur yutulish qalinligi $\ell=3,0$ sm bo'lgan kyuvetalarda solishtirma eritmaga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 5-rasmda keltirildi. Tadqiqot natijalarida Izomolyar seriyalar metodi bilan hosil qilgan kompleksining tarkibi Zn²⁺:HR=1:2 mollar nisbatiga to'g'ri keldi.

Kompleks tarkibini Asmusning to'g'ri chiziqlar usuli yordamida aniqlash. O'zaro ta'sir etuvchi komponentlarning stexiometrik nisbatlarini grafik usulda aniqlash uchun $(1/V)^n/A$ bog'liqlik grafigi tuzildi. Bu bog'liqlik faqat n ning qiymati haqiqiy qiymat uchun to'g'ri chiziqni ifodalaydi [6-7].

Aniqlash uslub: 25,0 ml li o'lchov kolbalariga 35,0 mkg/ml li Zn (II) ning eritmasidan 1,0 ml, 5 ml pH=7,61 bo'lgan universal bufer eritma, o'zgaruvchan miqdorda 0,05% li Magnezon XC eritmasidan (0,2-1,6 ml gacha) va belgisigacha distillangan suv bilan suyultirilib aralashirildi. Tayyorlangan fotometrik eritmaların optik zichliklari KFK-3 da $\lambda_{\max}=550$ nm, nur yutulish qalinligi $\ell=3,0$ sm bo'lgan kyuvetalarda solishtirma eritmaga nisbatan o'lchandi. Olingan natijalar 6-rasmda keltirildi.



5-rasm. Izomolyar seriyalar metodi yordamida aniqlash grafigi



6-rasm. Asmusning to'g'ri chiziqlar usuli yordamida aniqlash grafigi

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, to'g'ri chiziq 1:2 mollar nisbatiga to'g'ri keldi. Demak, izomolyar seriyalar metodi ham, Asmusning to'g'ri chiziqlar metodi ham bir-birini tasdiqladi va tarkib Zn:R=1:2 nisbatda ekanligini ko'rsatdi.

Xulosa. Rux (II) ionining Magnezon XC reagenti bilan rangli kompleks birikmasining optimal sharoitlari: reagent va uning rux(II) ioni bilan hosil qilgan kompleksning yutulish spektrlari ($\lambda_{\max}(HR)=585$ nm, $\lambda_{\max}(ZnR)=550$ nm), kompleksning tarkibiy mollar nisbati izomolyar seriyalar va Asmusning to'g'ri chiziqlar usullari (Zn:R=1:2) bilan va Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunishi sohasi 5,0-35,0 mkg/25ml ga ekanligi aniqlanib spektrofotometrik uslub tavsiya etildi.

ADABIYOTLAR

1. Maha. J. Jabbar Fatima A. Wannas Separation and spectrofotometric determination of zinc ion (II) using a cloud point extraction technique after complexity with a organic reagent and its application to different model //hivv Nursing-2022. - №2. - P.267-2739.
2. Турабов Н. Т., Тошов А. А., Тоджиев Ж. Н. изучение реакции комплексообразования цинка с 2, 7-динитрозо-1, 8-диоксинафталин-3, 6-дисульфокислотой для аналитического применения//Universum: химия и биология. – 2021. – №. 12-1 (90). – С. 53-57.
3. Khaled Muftah Elsherif1, Qamar Hadidan2, Khawla Alkariwi . Spectrophotometric Determination of Zn(II) and Cu(II) in Analytical Samples Using Murexide Reagent//New Journal of Chemistry.-2022.-P.122.
4. Саввин С.Б., Штыков С.Н., Михайлова А.В. Органические реагенты в спектрофотометрических методах анализа // Успехи химии. –2006. –Т. 75. –№ 4. –С. 380-389.
5. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, –1989. - 448 с.
6. Калинин И.П., Булатов М.И. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа //М.: Книга по Требованию, 5-ое изд. –2013. –432 с.
7. Тоджиев Ж.Н. Разработка спектрофотометрических методов определе-ния ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) новым азореагентом на основе пиридина//Дисс. доктора философии(PhD) хим. наук. Ташкент, –2019. –120 с.