TEMIR(III) IONINI INDIGO YORDAMIDA SPEKTROFOTOMETRIK ANIQLASHNING OPTIMAL SHAROITLARI.

Majidov Sardor Abdijalil o‘g‘li
Guliston davlat universiteti, Kimyo kafedrasi katta o'qituvchisi (PhD).
E-mail: majidovsardor77@gmail.com
Otaqulov Islom Egamberdi o‘g‘li
Guliston davlat universiteti, Kimyo kafedrasi tayanch doktaranti
E-mail: otaqulovislom.9812@gmail.com

Annotatsiya. Indigo-geterosiklik birikmalar ichida uchraydigan eng barqaror birikmalardan biri bo’lib, u tabiiy manbaalar tarkibida ko’p uchraydi. Uning tarkibida =CO va $–NH_2$ kabi donor guruhlarining mavjudligi sababli, metallokomplekslari hosil qilish mumkin. Bizning tadqiqotimizda, indigo reagent yordamida temir(III)-ionini spektrofotometrik aniqlash usullari optimal sharoitlari o’rganilgan bo’lib, metallokompleksning maksimal nur yutish sohasi: λ_{max}(FeR)=370 nm, optimal eritma muhiti: pH(FeR)=5,6; Buger-Lambert-Ber qonuniga bo’ysunish sohasi: $C_{25mkg/ml}$(FeR)=1-35 mkg/25ml ekanligi aniqlandi. Bundan tashqari, usulning qayta tiklanuvchanligi va to’g’riligi hamda darajalangan grafiklari ishlab chiqildi.

Kalit so’zlar: Indigo, metallokompleks, optimal sharoitlar, reagent, bufer eritma, quyilish tartibi, nur yutilish qonuni, Asmus metodi,Tolmachyov grafigi, darajalangan grafik, kvant-kimyoviy hisoblashlar, Izomolyar seriyalar metodi, YuQX va boshqalar.

Аннотация. Индиго является одним из самых стабильных соединений среди гетероциклических соединений и широко распространен в природных источниках. Благодаря наличию в его составе донорных групп, таких как =CO и –NH2, возможно образование металлокомплексов. В ходе нашего исследования были изучены оптимальные условия спектрофотометрического определения иона железа(III) с использованием реагента индиго, при этом максимальный диапазон поглощения металлокомплекса составил: λmax(FeR)=370 нм, оптимальная среда раствора: pH(FeR)=5,6; Установлено, что диапазон действия закона Бугера-Ламберта-Бера составляет: C25мкг/мл(FeR)=1-35 мкг/25мл. Кроме того, были разработаны воспроизводимость и точность метода, а также масштабированные графики.

Ключевые слова: Индиго, металлокомплекс, оптимальные условия, реагент, буферный раствор, процедура заливки, закон поглощения света, метод Асмуса, график Толмачева, градуированный график, квантово-химические расчеты, метод изомолярных рядов, YuQX и др.

ISSN 3030-3907

Abstract. Indigo is one of the most stable compounds among heterocyclic compounds, which is widely found in natural sources. Due to the presence of donor groups such as =CO and –NH2 in its composition, it is possible to form metallocomplexes. In our study, the optimal conditions for spectrophotometric determination of iron(III)-ion using indigo reagent were studied, and it was found that the maximum absorption range of the metallocomplex is: λmax(FeR)=370 nm, optimal solution environment: pH(FeR)=5.6; The range of compliance with the Boucher-Lambert-Beer law is: C25μg/ml(FeR)=1-35 μg/25ml. In addition, the reproducibility and accuracy of the method and the scale graphs were developed.

Keywords: Indigo, metallocomplex, optimal conditions, reagent, buffer solution, pouring procedure, light absorption law, Asmus method, Tolmachyov graph, graded graph, quantum chemical calculations, Isomolar series method, YuQX, etc.

Kirish.

Og‘ir metallar guruhida temir shu qadar muhim rol o‘ynaydiki, uning yo‘qligida DNK sintezi, nafas olish va fotosintez kabi asosiy hayotiy jarayonlar sodir bo‘lmaydi. Aynan shuning uchun u deyarli barcha tirik organizmlar uchun muhim mikroelement hisoblanadi [1; 3-b 2; 139-b].Temir biokimyoviy reaktsiyalar va jarayonlarda bir qator fermentlarning oqsil bo‘lmagan komponenti ko‘rinishidagi ishtirokini, shuningdek, fotosintez va nafas olishning transport zanjirlari bo‘ylab proton va elektronlarni o‘tkazishda ishtirok etishi muhim ahamyat kasb etadi. Bundan tashqari u xloroplastlarning tuzilishi va faoliyatiga, shuningdek, xlorofill sinteziga ham ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan [3; 471-b]. Bu tanadagi temirni iste'mol qilish va uning jarayonlar hamda reaktsiyalarga bo‘lgan ehtiyoji o‘rtasidagi nomutanosiblik xloroz rivojlanishining asosiy molekulyar sabablaridan biridir, bu holat juda ko‘p uchraydi [4; 10-b]. Bundan tashqari, bunday nomutanosiblik rizosferada temir etishmasligi bilan ham, ortiqcha temir bilan ham sodir bo‘lishi mumkin. Ushbu metall ionlarining ortiqcha miqdorini iste'mol qilish turli xil kasalliklarga olib keladi, ular orasida oksidlovchi stressning rivojlanishini ko‘p hollarda kuzatish mumkin [5; 21-b].

Inson tanasida 3-5 g temir mavjud. Uning katta qismi qon gemoglobinida (70%) to‘plangan. Temir, shuningdek, fermentlar (katalaza va peroksidaza) va temirni saqlaydigan va tashuvchi ba'zi oqsillarning bir qismidir. Tabiat yaratgan eng muhim intrakompleks birikmalaridan biri gemoglobindir. Bu gemoglobinning taxminan 4% i ni tashkil etadigan protein bo‘lmagan (protez) guruh - gemni o‘z ichiga olgan murakkab protein. Gem temir (II) ning tetradentat ligand - porfirinli bioanorganik xelat kompleksi bo‘lib, tekis tuzilishga ega. Gem tarkibidagi temirning beshinchi orbitali oqsil qismi (globin) bilan bog‘lanadi, oltinchi orbitali

ISSN 3030-3907

esa erkin bo‘lib, turli xil past molekulyar ligandlarni bog‘lashi mumkin: O_2, H_2O_2, CO, CN- [6; 100-b].

50 ga yaqin turdagi temir saqlovchi fermentlar - sitoxromlar mavjud bo‘lib, ular temirning oksidlanish darajasini o‘zgartirib, nafas olish zanjirida elektron ko‘chirish jarayonini katalizlaydi: $Fe^{3+}+e \rightarrow Fe^{2+}$; $E_0=+0,77B$ katalaza va peroksidaza fermentlari tarkibida +3 oksidlanish darajasida temir mavjud. Katalaz kislorodli nafas olish jarayonida hosil bo‘lgan va hujayra tarkibiy qismlariga zararli ta'sir ko‘rsatadigan vodorod peroksidning parchalanishini samarali ravishda tezlashtiradi. Tanadagi temir yetishmasligi bilan gemoglobin va temir o‘z ichiga olgan fermentlarning sintezi buziladi, bu - temir tanqisligi anemiyasi (anemiya)kasallikning rivojlanishiga olib kelishi mumkin. Davolash uchun temir (II) sulfat yoki temir (II) xlorid o‘z ichiga olgan preparatlar qo‘llaniladi. Dorixonada o‘simlik dorivor xom ashyolarda gidrolizlanadigan taninlarni aniqlash uchun reaktiv sifatida temir ammoniy aluminiy, temir (III) xlorid va sulfat ishlatiladi. Temir o‘z ichiga olgan preparatlarda temir (II) va temir (III) ionlarini sifatli aniqlash kaliy geksasiyanoferrat (III), kaliy geksasiyanoferrat (II) va boshqalar bilan farmakopeya reaktsiyalari yordamida amalga oshirilgan [7; 26-41-b].

Adabiyotlarda temirning konsentratsiyasini aniqlash uchun tez sezgir va selektiv spektrofotometrik usul toluoldagi bis(1,9-2,5-trimetil pentil) ditiofosfonik kislota bilan pH=2,0-2,4 suvli eritmasidan temir(III) olish asosida ishlab chiqilgan[8; 3071-b, 9; 108-b]. Yashil rangli toluol ekstrakti 613 nm da maksimal yutilishni namoyish etadi va molyar yutilish qobiliyati $5,048 \cdot 10^3$ mol^{-1} / sm^3 ekanligi aniqlangan:

1. Temir (III) ioni uchun Ber qonuni 0,2-4,8 ppm oralig‘ida bajariladi. Sendell sezgiriligi bo‘yicha qiymati 0,102 mkg/sm^{-2} ga teng .

2. pH =2,2 dagi darajalangan grafik chizmasi qiyaligi 2,8 ko‘rsatkichli chiziqli grafikni beradi [10; 123-b, 11; 55-b].

Temir (III) o‘z ichiga olgan alikvot suvli eritmasining 25 ml umumiy hajmida kerakli pH=2,2 ga sozlanadi. Eritmani ajratish voronkasidan solib, reaktivning 10 ml toluoldagi eritmasi qo‘shiladi va 3 daqiqa davomida chayqatiladi. Hamda ikki faza bir-biridan ajratib olinadi. Organik faza suvsiz natriy sulfat ustida quritiladi. Namunani optik zichligini 613 nm da o‘lchash lozim. Yuqoridagi usul turli xil ionlar ishtirokida qo‘llanilganda magniy ionining begona ion sifatida xalaqit berish imkoniyati ko‘proq ekanligi aniqlangan(xatoli 2%). Ionlarning aksariyati 1:10 oralig‘ida tahlil qilingan [12; 111-b, 13; 420-b, 14; 1959-b]. Farmatsevtika, biologik va oziq-ovqat namunalarining ko‘pchiligida mis

ISSN 3030-3907

miqdori odatda temirdan kamroq [15; 685-b]. Shuning uchun ushbu usul ushbu namunalardagi temirni baholashda tanlangan [16; 28-b].

Temirni aniqlashda asosiy etibor uning rangli birikmalaridan biri bo‘lgan $Fe(SCN)_3$ hosil bo‘lishi qaratilgan [17; 190-b, 18; 448-b].

Standart eritma sifatida Mor tuzining maxsus toza namunasidan foydalaniladi. Odatda 0,1 g/l konsentratsiyali standart eritmalar yaxshi natija beradi [19; 544-b].

Analitik tarozida o‘lchangan 863,4 mg Mor tuzi zichligi 1,84 g/sm3 bo‘lgan sulfat kislotaning 5,0 ml da eritilib, distllangan suv yordamida 1 l li o‘lchov kolbasida eritma tayyorlanadi va aralashtiriladi [20; 65-b].

Turli to‘lqin uzunliklarida sulfosalitsil kislotasi bilan temir(III)-ionlari rangli komplekslar hosil qilish imkoniyatiga ega. To‘lqin uzunliklari chegarasi sifatida 360-570 nm belgilab olingan. Bu kompleks odatda 490 nm to‘lqin uzunligidagi nurlarni ko‘proq yutishi aniqlandi hamda mos ravishda kalibrovka grafiklari tuzib chiqilgan [21; 5598-b].

Aniqlash tartibi: 100 ml li o‘lchov kolbalariga standart eritmadan tartib bo‘yicha (5,10,15,20 ml) solinib, ustiga pH=4 bo‘lgan 10 ml sirka kislotali bufer eritmasi hamda salitsil kislotaning 10% li 2,0 ml spirtdagi eritmasi solindi, kolbalarga natriy gidroksidning 1 molyarli eritmasidan quyilib aralashtiriladi va belgisigacha distillangan suv solinadi. Namunalar 360 - 570 nm to‘lqin uzunligida tekshirilgan va optik zichliklari qayd etilgan. Grafikdan foydalanib, temir(III)ioni konsentratsiyasi hisoblangan [22; 426-b, 23; 225-b].

Tajriba qismi.

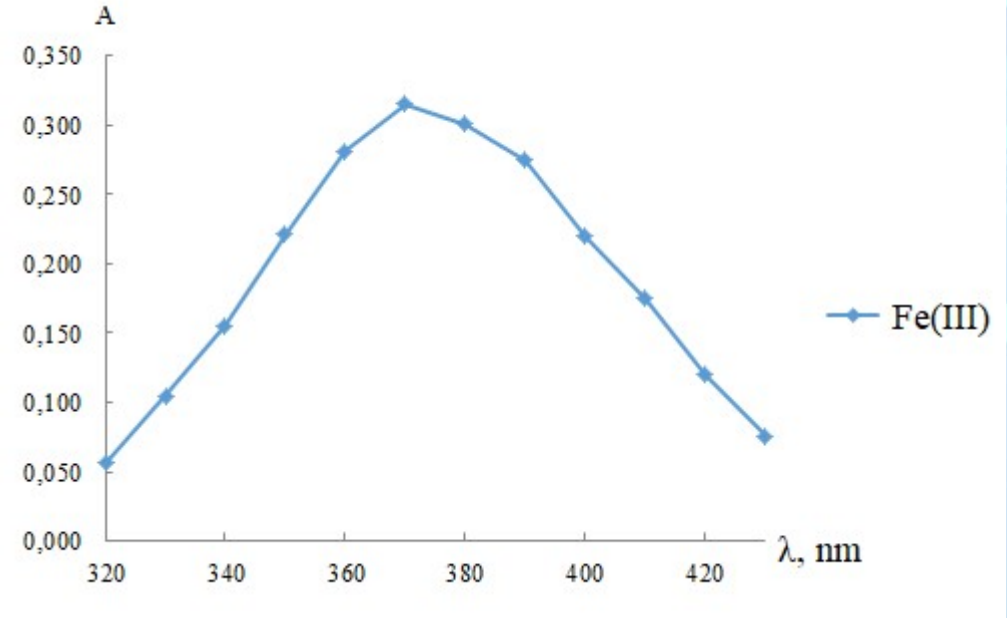
Temir (III) ionini indigo reagenti bilan kompleks birikmasi uchun optimal nur filtrini tanlash uchun 25 ml li o‘lchov kolbasiga 0,01% li indigo eritmasidan 1.0 ml, va 20 mkg/ml li metal ioni eritmasidan 1.0 ml solib, kolbaning belgisigacha erituvchi quyildi. Hosil bo‘lgan kompleks birikmaning optik zichligi SP-UV 1100 spektrofotometr asbobida va nur yutish qalinligi *l=1.0* sm li kyuvetada har xil nur filtrlarida o‘lchandi. Solishtirma eritma sifatida indigoning DMFA dagi eritmasidan foydalanildi (1-jadval va 1-rasmlarga qarang).

ISSN 3030-3907

1-jadval

Indigoning temir(III) ioni bilan hosil qilgan kompleksning optik zichligini to‘lqin uzunligiga bog‘liqlik jadvali

To‘lqin uzunligi, nm	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430
Optik zichligi	0,056	0,105	0,155	0,221	0,281	0,315	0,301	0,275	0,220	0,175	0,120	0,076



1-rasm. Indigoning temir (III) ioni bilan hosil qilgan kompleksning optik zichligini to‘lqin uzunligiga bog‘liqlik grafigi

Olingan natijalardan ko‘rinib turibdiki, temirli kompleks birikma uchun nur filtri λ_{max}=370 nm da yuqori optik zichlikni namoyon qildi. Keyingi o‘lchovlar λ_{max}=370 nm da olib borildi.

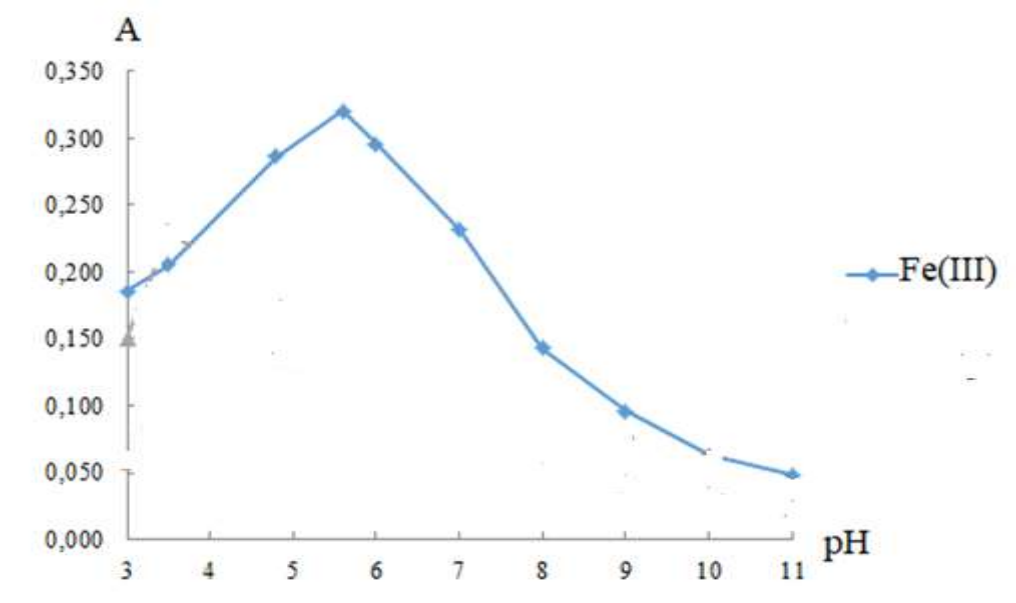
Kompleks hoisl bo’ishining eritma muhitiga bog’liqligi o’rganilganda quyidagi natijalar olindi(2-rasm va 2-jadvalga qarang).

2-jadval

Mtall ionini indigo reagenti bilan kompleks birikmasi optik zichligi qiymatining eritma muhiti (pH) ga bog‘likligi

pH	3,5	4,8	5,6	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
A	0,186	0,205	0,320	0,296	0,231	0,143	0,096	0,063	0,048

ISSN 3030-3907



2-rasm. Fe(III)-ionining indigo bilan komplekslarini optik zichligini eritma muhitiga bog‘liqligi grafigi.

Hosil bo‘layotgan komplekslarning optik zichligi kislotali muhitda yuqori ko‘rsatgichga ega bo‘lishi aniqlandi va pH(Fe (III))=5,6 qiymatli eritmalar tanlab olindi. Keyingi tahlillarda shu eritmalardan foydalanildi.

Temir(III) ionini indigo bilan hosil qilgan kompleksini qo’shilayotga reagent miqdoriga bog’liqligini o‘rganish uchun 25 ml li o‘lchov kolbasiga o‘zgaruvchan miqdorda 0,2-1,4 ml 0,01% li indigo eritmasidan, 20 mkg/ml li temir (III)-ioni eritmasidan 1,0 ml, pH=5,6 bo‘lgan atsetatli bufer eritmadan 5 ml solinib, aralashtirildi va kolba belgisigacha DMFA quyildi.

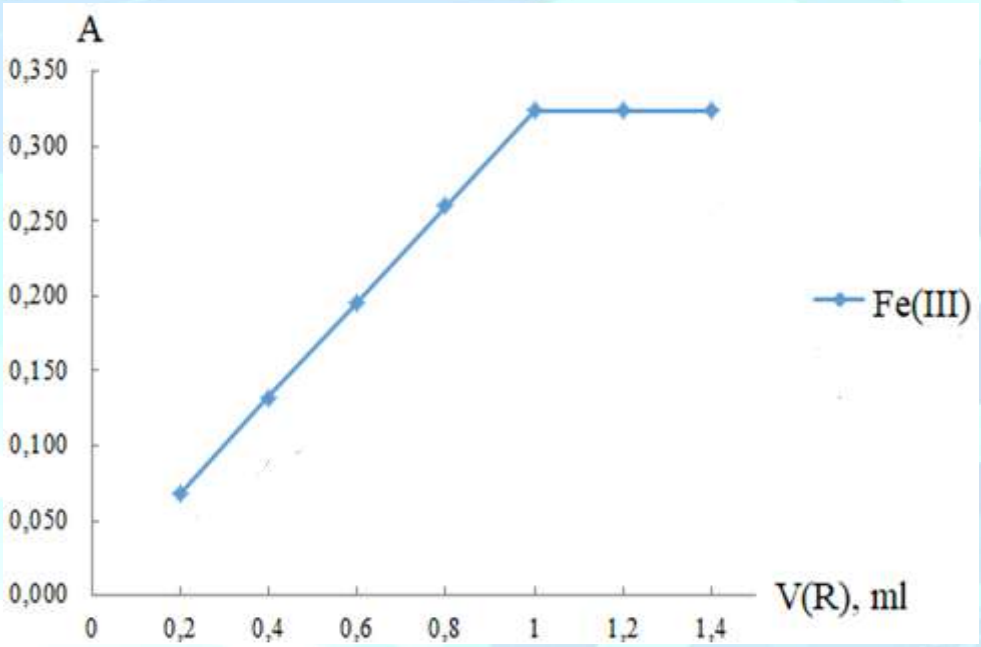
Hosil bo‘lgan kompleks birikmalarning optik zichligi SP-UV 1100 spektrofotometr asbobida va nur yutish qalinligi l=1,0 sm li kyuvetada tegishli nur filtrlarida o‘lchandi. Solishtirma eritma sifatida indigoning DMFA dagi eritmasidan foydalanildi. (3-jadval va 3-rasmlarga qarang)

3-jadval

Kompleks birikmasi optik zichligining qo‘shilayotgan reagent miqdoriga bog‘liqligi

V,ml	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
Fe(III)	0,068	0,132	0,196	0,260	0,324	324	0,324

ISSN 3030-3907



3-rasm. Fe(III) ionining indigo bilan komplekslarini optik zichligini qo‘shilayotgan reagent miqdoriga bog‘liqligi grafigi

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, 20 mkg li Fe (III) ionin to‘la bog‘lash uchun indigo reagentining 0,01% li eritmasida 0,8 ml talab etiladi,

Temir (III) ionini indigo bilan hosil qilgan kompleksini element miqdoriga bog‘liqligini o‘rganish uchun 25 ml li o‘lchov kolbasiga 0,01% li indigo eritmasidan 0,8 ml va 50 mkg/ml li temir (III) eritmasidan o‘zgaruvchan miqdorda solib, ustiga pH=5,6 bo‘lgan atsetatli bufer eritmadan 5 ml solindi va aralashtirildi hamda kolbaning belgisigacha DMFA quyildi(4-rasm va 4-jadvalga qarang).

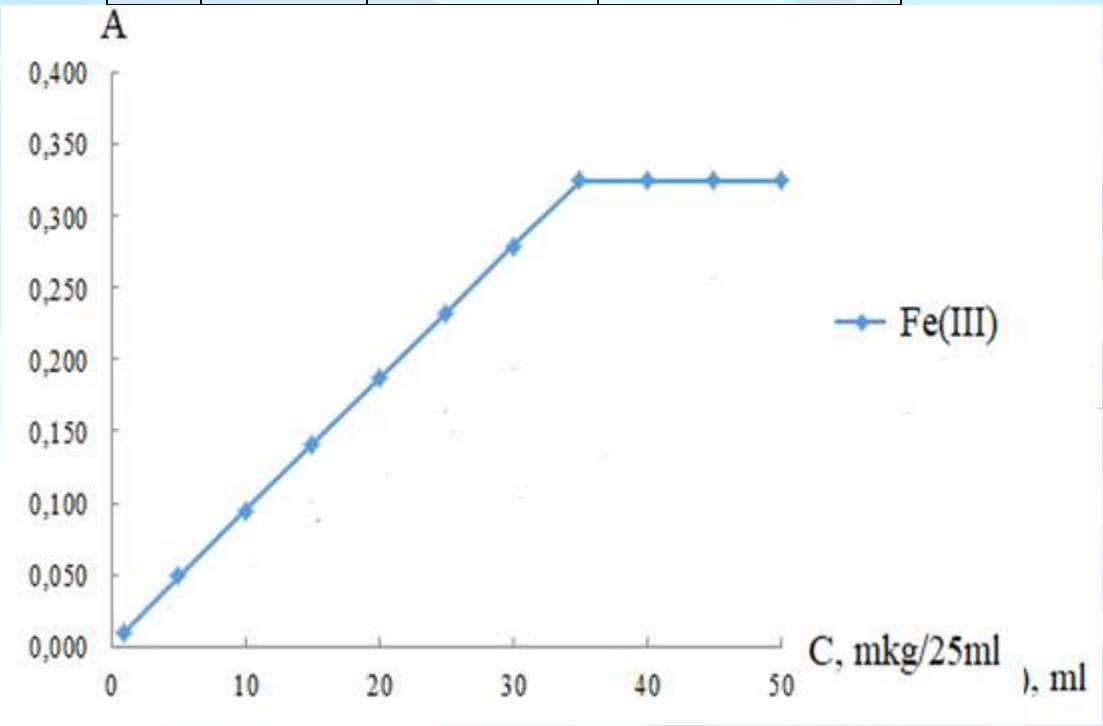
4-jadval

Komplekslarning element miqdoriga bog‘liqligi (Buger-Lambert-Ber)qonuniga bo‘ysinishi

№	Eritma hajmi, ml	Metall miqdori, mkg	Optik zichligi
			Fe (III)
1	0,1	1	0,021
2	0,5	5	0,062
3	1,0	10	0,11
4	1,5	15	0,16
5	2,0	20	0,21
6	2,5	25	0,258
7	3,0	30	0,306
8	3,5	35	0,325
9	4,0	40	0,352

ISSN 3030-3907

10	4,5	45	-
11	5,0	50	-



4-rasm. Komplekslarning Buger-Lambert-Ber qonuniga mosligi grafigi

Olingan natijalardan ko‘rinib turibdiki, temr (III) ionining indigo bilan hosil qilgan kompleksi Buger-Lambert-Ber qonuniga bo‘ysinish soxasi 25 ml eritmada 1-35 mkg/ mlgacha bo‘lgan oraliqda kuzatildi. Undan yuqori konsentratsiyalarda esa to‘gri chiziqli bog‘lanishdan chetlanish ro‘y berdi[24].

Xulosa qilib aytadigan bo’lsak, bizning tadqiqotlarimiz natijasi shuni ko’rsatadiki, indigo yordamida temir (III)-ionini spektrofotometrik aniqlash usuli uchun o’rganilgan optimal sharoitlar, analitik tahlillarni olib boorish uchun mos keladi. Jumladan, hosil bo’layotgan kompleksning maksimal nur yutish sohasi, eritma muhiti, qo’shilayotgan reagent miqdori va element miqdori bunga misol bo’ladi va kelajakda bu usuldan foydalanish mumkinligini tasdqilaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI:

1. Иванищев В.В. Доступность железа в почве и его влияние на рост и развитие астений // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2019.– С. 3.

2. Иванищев В.В. Проблемы проникновения железа в растения //Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2019. Т. – 3. –С. 139-148.

3.Хелдт Г.В. Биохимия растений// М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2011. –С. – 471 .

ISSN 3030-3907

4. Rout G., Sahoo S. Role of iron in plant growth and metabolism //Reviews in Agricultural Science. –2015. V. 3. – pp. 1-24. doi: 10.7831/ras.3.1.
5. Гарифзянов А.Р., Жуков Н.Н., Иванищев В.В. Образование ифизиологические реакции активных форм кислорода в клетках растений // Современные проблемы науки и образования. –2011. –№2. –С. – 21.; URL: www.science-education.ru/96-4600 (дата обращения: 02.09.2011).
6. Колиева Д.О., Неелова О.В. Биологическая роль железа и его обнаружениев фармацевтических препаратах // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 11. – С. 100-101;
7. Круглов Д.С. Лекарственные средства применяемые для профилактики и лечения железодефицитных состояний // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2017. – № 4. – С. 26-41;
8. Valeria M. Nurchi, Rosita Cappai, Nadia Spano & Gavino Sanna, A Friendly . Complexing Agent for Spectrophotometric Determination of Total Iron// Molecules. –2021. –№26. –p. 3071.
9. Tasnim Z., Mohammed J., Ahmed A. Simple and rapid spectrophotometric method for the determination of iron // European Journal of Chemistry. –2014. –№ 5 (1). –p.101-110.
10. Ахмецхдна А.И., Давлетбаев Р.С., Давлетбаева И.М. Иммобилизация органических реагентов неоптически прозрачных мезопористих полимерах и их аналитическое исползование // ЖПХ. – 2015. – Т.88.–С. 490-496.
11. Саввин С.Б., Кузнесов В.В., Шереметев С.В., Михайлова А.В. Оптические химические сенсоры (микро-инаносистемы) для анализа жидкостей // Рос. хим. ж. –2008. – Т.ЛИИ. –№ 2. –С. 7-16.
12. Alberti G., Zanoni C., Magnaghi L.R., Am M., Nurchi V.M. DFO@EVOH and 3,4-HP@EVOH: Towards New Polymeric Sorbents for Iron (III)// Chemosensors . –2020. –№ 8, –p,111.
13. Smith G.F., McCurdy W.H., Diehl H. The colorimetric determination of iron in raw and treated municipal water supplies by use of 4:7-diphenyl-1:10-phenanthroline// Analyst. –1952. –№ 77. –p. 418–422.
14. Enyedy É.A., Pócsi I., Farkas E. Complexation of desferricoprogen with trivalent Fe, Al, Ga, In and divalent Fe, Ni, Cu, Zn metal ions: Effects of the linking chain structure on the metal binding ability of hydroxamate based siderophores// J. Inorg. Biochem. –2004. – №98.- –p. 1957–1966.
15. Nurchi V.M., Crisponi G., Pivetta T., Donatoni M., Remelli M. Potentiometric, spectrophotometric and calorimetric study on iron(III) and copper(II) complexes with 1,2-dimethyl-3-hydroxy-4-pyridinone.// J. Inorg. Biochem. – 2008. –№ 102. –p 684–692.

ISSN 3030-3907

16. Hoboken N.J. Analytical chemistry// London. –2003. –p. 28.
17. Turabov N.T., Qutlimurotova N.H., Smanova Z.A.Analitik kimyo// Darslik-Toshkent. –2019. 190 -b
18. Fayzullaev O., Turabov N., Quvatov A., Muhamadiev N. Analitik kimyo. Laboratoriya mashg‘ulotlari// Toshkent. «Yangi asr avlodi»–2006, 448 –b.
19. Отто М. Современные методы аналитической химии// 3-е изд. Москва. Техносфера. – 2008. –С: 544.
20. Sreekanth, A.; Fun, H.K., Kurup M.R. Structural and spectral studies of an iron(III) complex [Fe(Pranthas)2][FeCl4] derived from 2-acetylpyridine-N(4), N(4)-(butane-1, 4-diyl) thiosemicarbazone (HPranthas).// J. Mol. Struct. –2005. –№ 737. –p.61–67.
21. Stephenson N.A., Bell A.T. Effects of Methanol on the Thermodynamics of Iron(III) [Tetrakis(pentafluorophenyl)]porphyrin Chloride Dissociation and the Creation of Catalytically Active Species for the Epoxidation of Cyclooctene// lnorg. Chem. –2006. – №45. –p.5591–5599.
22. Chábera P., Lindh L., Rosemann N.W., Prakash O., Uhlig J., Yartsev A., Wärnmark K., Sundström V., Persson P. Photofunctionality of iron(III) N-heterocyclic carbenes and related d5 transition metal complexes// Coord. Chem. Rev. –2021. –№ 426. –p. 213–517
23. Young E.R., Oldacre A. Iron hits the mark// Science. –2019. –№ 363. –p 225.
24. S.Majidov. Indigo asosida temir(III), kadmiy(II) va marganes(II) ionlarini spektrofotometrik aniqlash usulini ishlab chiqish// PhD dissertatsiya.-Termiz.-09.11.2024,-43-55-b

ISSN 3030-3907