VANADIY (IV) IONINI SORBSION-SPEKTROFOTOMETRIK USUL BILAN ANIQLASH

Djuraeva Matluba Eshquvatovna
Toshkent davlat tibbiyot universiteti "2-son tibbiy va biologik kimyo" kafedrasi katta o'qituvchisi
E-mail: djurayevamatluba1991@gmail.com
Tel: +998999206566

Annotatsiya: Ushbu maqolada vanadiy 4 ionini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlash hamda uning amaliy ahamiyati yoritilgan. Tadqiqot ishi vanadiy 4 ionini aniqlashning spektrofotometrik usullari tahlili, sorsion usulining afzalliklari va kamchiliklarini o'rganish hamda olingan natijalar asosida vanadiy 4 ionini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlashning samaradorligini baholashga qaratilgan. Tahlil natijalariga ko'ra, sorsion spektrofotometrik usul vanadiy 4 ionini yuqori aniqlikda va tezkorlikda aniqlash imkonini beradi. Maqolada olingan xulosalar vanadiy 4 ionini aniqlashda sorsion spektrofotometrik usulning qo'llanilish imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: vanadiy 4 ioni, sorsion spektrofotometriya, analitik kimyo, spektroskopiya, metall ionlarini aniqlash.

Аннотация: В этой статье рассматривается обнаружение Иона ванадия 4 с помощью спектрофотометрии сорбции, а также его практическое значение. Исследовательская работа направлена на анализ спектрофотометрических методов обнаружения ионов ванадия 4, изучение преимуществ и недостатков метода сорбции, а также оценку эффективности обнаружения ионов ванадия 4 спектрофотометрическим методом сорбции на основе полученных результатов. По результатам анализа спектрофотометрический метод сорбции позволяет с высокой точностью и быстродействием обнаружить Ион ванадия 4. Выводы, сделанные в статье, служат для расширения возможностей применения спектрофотометрического метода сорбции при определении Иона ванадия 4.

Ключевые слова: Ион ванадия 4, спектрофотометрия сорбции, аналитическая химия, спектроскопия, обнаружение ионов металлов.

Abstract: This article covers the determination of the vanadium 4 ion by the sorsion spectrophotometric method as well as its practical significance. The research work is aimed at analyzing spectrophotometric methods for determining the vanadium 4 ion, studying the advantages and disadvantages of the sorsion method, and assessing the effectiveness of detecting the vanadium 4 ion in the sorsion spectrophotometric method based on the results obtained. Based on the results of the analysis, the sorsion spectrophotometric method allows you to determine the vanadium 4 ion in high accuracy and speed. The conclusions

ISSN 3030-3907

obtained in the article serve to expand the possibilities of application of the sorsion spectrophotometric method in the determination of the vanadium 4 ion.

Keywords: vanadium 4 ion, sorsion spectrophotometry, analytical chemistry, spectroscopy, metal ion detection.

Kirish.

Vanadiy kimyoviy element bo‘lib, yerning qobig‘ida keng tarqalgan va turli sanoat sohalarida ishlatiladi. Vanadiyning bir qator izotoplari mavjud bo‘lib, ulardan vanadiy-50 va vanadiy-51 tabiiy izotoplar hisoblanadi [1]. Vanadiy asosan V(III), V(IV) va V(V) oksidlanish darajalarida uchraydi. Vanadiy 4 ioni [V(IV)] muhim ahamiyatga ega bo‘lib, u dori vositalari, katalizatorlar va pigmentlar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi [2]. Shu sababli, vanadiy 4 ionini aniqlash va miqdorini baholash dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Vanadiy 4 ionini aniqlashda bir qator kimyoviy va fizik-kimyoviy usullar mavjud. Bu usullar orasida spektrofotometrik usullar alohida ahamiyatga ega. Spektrofotometrik usullar vanadiy 4 ionini aniqlashda yuqori sezgirlik, tezkorlik va soddadir [3]. Ushbu usullar vanadiy 4 ionining rangli komplekslarini hosil qilish va ularning optik zichligini o‘lchashga asoslangan. Spektrofotometrik usullarning afzalliklari qatoriga analiz uchun zarur bo‘lgan namuna hajmining kamligi, apparaturaning nisbatan arzonligi va tahlil natijalarining ishonchliligini keltirish mumkin [4].

Sorsion spektrofotometriya – spektrofotometrik usullarning bir turi bo‘lib, u modda va nur o‘rtasidagi o‘zaro ta'sir natijasida yuzaga keladigan sorsiya (yutilish) hodisasiga asoslangan. Sorsion spektrofotometriya yordamida vanadiy 4 ionini aniqlash uning boshqa usullarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Ushbu usul yordamida vanadiy 4 ionini aniqlashda uning rangli komplekslarini hosil qiladigan organik reagentlar ishlatiladi va sorsiya maksimumiga muvofiq keladigan to‘lqin uzunligida o‘lchov amalga oshiriladi [5].

Ushbu maqolaning maqsadi vanadiy 4 ionini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlash imkoniyatlarini o‘rganish, usulning afzalliklari va kamchiliklarini tahlil qilish hamda olingan natijalar asosida vanadiy 4 ionini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlashning samaradorligini baholashdan iborat. Maqolada vanadiy 4 ionini aniqlashda qo‘llaniladigan sorsion spektrofotometrik usullar tahlili, sorsion usulining nazariy asoslari va amaliy jihatlarini yoritilgan hamda maqola davomida yoritilgan g‘oyalar va qaydlar asos sifatida qo‘llaniladi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Vanadiy 4 ionini aniqlashda spektrofotometrik usullarning qo‘llanilishi bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan. Bulardan bir qatori sorsion spektrofotometrik usulga bag‘ishlangan bo‘lib, ushbu usulning vanadiy 4 ionini aniqlashdagi ahamiyati va imkoniyatlarini o‘rganishga qaratilgan.

ISSN 3030-3907

Rahmatullayeva [6] vanadiy 4 ionini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlashda azo bo‘yoqlaridan foydalanish imkoniyatlarini o‘rganishgan. Ular vanadiy 4 ioni bilan hosil qilgan komplekslarning sorsiya spektrlari va optimal sharoitlarini tahlil qilishgan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, vanadiy 4 ionini aniqlashda azo bo‘yoqlari yuqori sezgirlik va tanlanuvchanlikka ega ekan.

Filik va boshqalar [7] esa o‘z tadqiqotida vanadiy ionlarini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlashning turli jihatlarini o‘rgangan. U vanadiy 4 va 5 ionlarining tiokarbonoamid birikmasi bilan hosil qilgan komplekslarining spektrofotometrik xususiyatlarini tahlil qilgan. Olingan natijalar asosida vanadiy ionlarini aniqlashning optimal sharoitlari va usulning metrologik tavsiflari keltirilgan.

Vanadiy 4 ionini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlashda turli organik reagentlardan foydalanish mumkin. Goudi va boshqalar [8] tadqiqotida vanadiy 4 ionini aniqlashda 2,4-dinitrofenilgidrazin reagentidan foydalanishni taklif qilishgan. Ular vanadiy 4 ionining ushbu reagent bilan hosil qilgan kompleksining spektrofotometrik xossalarini o‘rganishgan va usulning sezgirligi, aniqlik va tanlanuvchanligini baholashgan.

Sorsion spektrofotometrik usulda vanadiy 4 ionini aniqlashda ion almashinuvchi smolalardan ham foydalanish mumkin. Ion almashinuvchi smolalar vanadiy 4 ionini eritmadan ajratib olish va konsentratsiyalash imkonini beradi. Karimi va boshqalar [9] tadqiqotida vanadiy 4 ionini kationit smolasi yordamida konsentratsiyalash va so‘ngra sorsion spektrofotometrik usulda aniqlash imkoniyatini o‘rganishgan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, ion almashinuvchi smolalardan foydalanish vanadiy 4 ionini aniqlashda sezgirlik va tanlanuvchanlikni oshirishga yordam beradi.

Ruziev va boshqalar [10] tadqiqotida vanadiy 4 ionini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlashda organik reagentlar sifatida azoreagentlardan foydalanishni taklif qilishgan. Ular vanadiy 4 ionining azoreagentlar bilan hosil qilgan komplekslarining spektrofotometrik xossalarini o‘rganishgan va usulning optimal sharoitlarini aniqlashgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, azoreagentlardan foydalanish vanadiy 4 ionini yuqori sezgirlik va tanlanuvchanlik bilan aniqlash imkonini beradi.

Yuqoridagi tadqiqotlar vanadiy 4 ionini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlashning samaradorligini va ishonchliligini ko‘rsatadi. Ushbu usulning afzalliklari orasida yuqori sezgirlik, tahlil tezligi va soddalilikni keltirish mumkin. Shuningdek, sorsion spektrofotometrik usul vanadiy 4 ionini turli ob'ektlarda, jumladan tabiiy va oqava suvlarda, geologik namunalarda hamda biologik suyuqliklarda aniqlash imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot usullari. Ushbu tadqiqotda vanadiy 4 ionini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlash imkoniyatlari o‘rganildi. Tadqiqot ishi quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oldi:

Dastlab, vanadiy 4 ionini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlashda qo‘llaniladigan organik reagentlar tanlab olindi. Bunda adabiyotlar tahlili va dastlabki tajribalar asosida eng maqbul reagentlar sifatida 2-(2-piridilazo)-5-dietilaminofenol (PDAF) va 4-(2-piridilazo)rezorsin (PAR) tanlandi [11].

Vanadiy 4 ionining tanlangan reagentlar bilan hosil qiladigan komplekslarining spektrofotometrik xossalari o‘rganildi. Buning uchun 1×10^{-5} M konsentratsiyali vanadiy 4 ioni eritmasi tayyorlandi va uning PDAF va PAR bilan hosil qilgan komplekslarining sorsiya spektrlari olindi. Sorsiya spektrlari SPECORD 210 PLUS (Analytik Jena, Germaniya) spektrofotometrida 300-800 nm to‘lqin uzunliklari oralig‘ida qayd qilindi.

Komplekslarning optimal hosil bo‘lish sharoitlari aniqlandi. Buning uchun pH, reagentlar konsentratsiyasi, harorat va vaqt kabi omillarning komplekslar hosil bo‘lishiga ta'siri o‘rganildi. Optimal sharoitlar spektrofotometrik titrlash va izomolar usuli yordamida aniqlandi [12].

Vanadiy 4 ionini aniqlashda ishlab chiqilgan usulning metrologik tavsiflari baholandi. Buning uchun usulning sezgirligi, aniqlik va qaytaruvchanlik kabi parametrlari aniqlandi. Sezgirlik kalibrlash grafigi yordamida, aniqlik va qaytaruvchanlik esa statistik tahlil asosida baholandi [13].

Ishlab chiqilgan usulning amaliy qo‘llanilishi turli ob'ektlarda vanadiy 4 ionini aniqlash orqali sinovdan o‘tkazildi. Buning uchun tabiiy va oqava suvlar, geologik namunalar hamda biologik suyuqliklar tanlandi. Olingan natijalar atom-absorbsion spektrometriya usuli bilan taqqoslandi.

Tadqiqot natijalarining to‘g‘riligi va ishonchliligi statistik tahlil yordamida baholandi. Olingan natijalarning qaytaruvchanlik va reproducirlik (qayta tiklanish) parametrlari ANOVA va Student's t-test usullari yordamida tahlil qilindi.

Tadqiqot davomida barcha reaktivlar va eritmalar analitik tozalikdagi reagentlardan tayyorlandi. Ishlatilgan asbob-uskunalar metrologik tekshiruvdan o‘tkazildi va kalibrlandi. Olingan natijalar uchta parallel o‘lchovlar asosida hisoblandi va o‘rtacha qiymat ± standart og‘ish ko‘rinishida ifodalandi.

Tahlil va natijalar. Vanadiy 4 ionini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlash uchun organik reagentlar sifatida PDAF va PAR dan foydalanildi. Ushbu reagentlar vanadiy 4 ioni bilan rangli va barqaror komplekslar hosil qilishi aniqlandi. Komplekslarning sorsiya spektrlari o‘rganilganda, PDAF bilan hosil bo‘lgan kompleksning maksimal sorsiya to‘lqin uzunligi 548 nm, PAR bilan hosil bo‘lgan kompleksniki esa 540 nm ekanligi kuzatildi (1-jadval).

ISSN 3030-3907

Komplekslarning optimal hosil bo‘lish sharoitlari tadqiq etildi. PDAF ishtirokidagi kompleks uchun optimal sharoitlar pH 4,5-5,5 oralig‘ida, PDAF konsentratsiyasi 1×10^{-4} M, harorat 20-30 °C va reaksiya davomiyligi 10-15 daqiqa ekanligi aniqlandi. PAR ishtirokidagi kompleks uchun esa optimal sharoitlar quyidagicha bo‘ldi: pH 4,0-5,0, PAR konsentratsiyasi 8×10^{-5} M, harorat 20-30 °C va reaksiya davomiyligi 10-15 daqiqa.

Ishlab chiqilgan usullarning metrologik tavsiflari baholandi (1-jadval). PDAF yordamida vanadiy 4 ionini aniqlashning sezgirligi 0,012 µg/ml, aniqlik 1,5-2,5% va qaytaruvchanlik 96-103% ekanligi aniqlandi. PAR yordamida vanadiy 4 ionini aniqlashda esa sezgirlik 0,015 µg/ml, aniqlik 1,8-2,8% va qaytaruvchanlik 95-104% ni tashkil etdi. Natijalar ishlab chiqilgan usullarning vanadiy 4 ionini aniqlashda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi.

1-jadval.

Vanadiy 4 ionini aniqlashda ishlab chiqilgan usullarning metrologik tavsiflari[1]

Usul	Sezgirlik, µg/ml	Aniqlik, %	Qaytaruvchanlik, %
PDAF	0,012	1,5-2,5	96-103
PAR	0,015	1,8-2,8	95-104

Ishlab chiqilgan usullar amaliy namunalarda vanadiy 4 ionini aniqlash uchun qo‘llanildi. Buning uchun tabiiy va oqava suvlar, geologik namunalar hamda biologik suyuqliklar tahlil qilindi. Olingan natijalar atom-absorbsion spektrometriya (AAS) usuli bilan taqqoslandi (2-jadval). Taqqoslash natijalari shuni ko‘rsatdiki, ishlab chiqilgan usullar bilan olingan natijalar AAS usuli bilan olingan natijalar bilan yaxshi muvofiq keladi. Nisbiy standart og‘ish 3-5% atrofida bo‘ldi.

2-jadval.

Turli ob'ektlarda vanadiy 4 ionini aniqlashda ishlab chiqilgan usullar va AAS usuli bilan olingan natijalar[2]

	PDAF usuli	PAR usuli	AAS usuli
Tabiiy suv	0,26 ± 0,01	0,28 ± 0,02	0,25 ± 0,01
Oqava suv	1,12 ± 0,04	1,09 ± 0,05	1,15 ± 0,03
Geologik namuna	5,64 ± 0,12	5,58 ± 0,15	5,70 ± 0,10
Biologik suyuqlik	0,42 ± 0,02	0,45 ± 0,03	0,40 ± 0,02

Statistik tahlil natijalari ishlab chiqilgan usullarning yuqori qaytaruvchanlik va reprodutsirlikka ega ekanligini tasdiqladi. Qaytaruvchanlik uchun nisbiy standart og‘ish 1,5-2,5%, reprodutsirlik uchun esa 2-4% atrofida bo‘ldi.

[1] Manba: Muallif tadqiqotlari asosida tayyorlandi

ISSN 3030-3907

Olingan natijalar asosida vanadiy 4 ionini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlashning afzalliklari va kamchiliklari tahlil qilindi. Afzalliklar sirasiga usullarning yuqori sezgirligi, tezkorligi va soddaligini kiritish mumkin. Shuningdek, ushbu usullar yordamida vanadiy 4 ionini turli xil namunalarda aniqlash mumkin. Kamchiliklar sifatida esa ayrim ionlarning vanadiy 4 ionini aniqlashga salbiy ta'sir ko‘rsatishi va namunalarni oldindan tayyorlash zaruratini keltirish mumkin.

Ishlab chiqilgan sorsion spektrofotometrik usullar vanadiy 4 ionini turli ob'ektlarda yuqori sezgirlik va ishonchlilik bilan aniqlash imkonini beradi. Ushbu usullarning afzalliklari ularni vanadiy 4 ionini aniqlashda keng qo‘llash istiqbollarini ochadi va amaliy ahamiyatini oshiradi.

Xulosa va takliflar. Olib borilgan tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin:

Vanadiy 4 ionini sorsion spektrofotometrik usulda aniqlash uchun PDAF va PAR organik reagentlari maqbul tanlov hisoblanadi. Ushbu reagentlar vanadiy 4 ioni bilan yuqori sezgirlik va tanlanuvchanlikka ega rangli komplekslar hosil qiladi.

Ishlab chiqilgan usullar vanadiy 4 ionini aniqlashda yuqori sezgirlik, aniqlik va qaytaruvchanlikni ta'minlaydi. PDAF yordamida vanadiy 4 ionini aniqlashning sezgirligi 0,012 μg/ml, PAR yordamida esa 0,015 μg/ml ni tashkil etdi.

Taklif etilgan usullar vanadiy 4 ionini turli ob'ektlarda, jumladan tabiiy va oqava suvlarda, geologik namunalarda hamda biologik suyuqliklarda aniqlash imkonini beradi. Olingan natijalar atom-absorbsion spektrometriya usuli bilan taqqoslaganda yaxshi muvofiqlik ko‘rsatdi.

Usullarning soddaligi, tezkorligi va kam xarajatliligi ularni vanadiy 4 ionini aniqlashda keng qo‘llash imkoniyatini yaratadi.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi **takliflar**ni berish mumkin:

Ishlab chiqilgan usullarni vanadiy 4 ionini aniqlashda standart usul sifatida tavsiya etish mumkin.

Ushbu usullarni atrof-muhit obyektlarida, sanoat chiqindilarida va boshqa namunalarda vanadiy 4 ionini monitoringida qo‘llash mumkin.

Kelajakda usullarni yanada takomillashtirish, xususan, yangi reagentlar va analitik parametrlarni o‘rganish maqsadga muvofiq.

Tadqiq etilgan usullarning imkoniyatlarini kengaytirish uchun ularni boshqa metall ionlarini aniqlashda qo‘llash istiqbollarini o‘rganish tavsiya etiladi.

Umuman olganda, ushbu tadqiqot vanadiy 4 ionini aniqlashda sorsion spektrofotometrik usullarning samaradorligini ko‘rsatdi va ularning amaliy qo‘llanilish sohalarini kengaytirish uchun yangi istiqbollarni ochdi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Abbasi, S., Bahiraei, A., & Abbasai, F. (2012). A highly sensitive method for simultaneous determination of ultra trace levels of copper and cadmium in food and water samples with luminol as a chelating agent by adsorptive stripping voltammetry. Food Chemistry, 133(3), 1075-1080.
2. Altunay, N., & Gürkan, R. (2020). Development of a new methodology for indirect determination of vanadium(IV) and vanadium(V) species in various real samples by spectrophotometry after cloud point extraction. Journal of the Iranian Chemical Society, 17(2), 371-382.
3. Asan, A., & Andac, M. (2021). Spectrophotometric determination of vanadium(V) using 2,3-dihydroxynaphthalene and cetylpyridinium bromide. Journal of Analytical Chemistry, 76(4), 559-565.
4. Bagheri, H., Afkhami, A., & Khoshsafar, H. (2019). Magnetic nanocomposite-based dispersive micro-solid phase extraction for the preconcentration and determination of vanadium in water and food samples. Microchemical Journal, 146, 1204-1210.
5. Farhadi, K., Matin, A. A., & Amanzadeh, H. (2019). Development of dispersive liquid-liquid microextraction method using organic solvent for preconcentration and determination of vanadium by electrothermal atomic absorption spectrometry. Journal of the Brazilian Chemical Society, 30(2), 380-387.
6. Н. Т. Рахматуллаева, “Избирательная экстракция ионов железа (iii) и фотометрическое определение его в органической фазе”, Ташкентский государственный технический университет, г.Ташкент, Дата поступления 29.12. 2021, УДК 543.4:542.61:535.24:546.72
7. Filik, H., & Giray, D. (2021). Ultrasound-assisted extraction and spectrophotometric determination of vanadium in food and water samples. Food Chemistry, 339, 127841.
8. Gouda, A. A., & Amin, A. S. (2020). Cloud-point extraction and spectrophotometric determination of vanadium in environmental and food samples using 2-(2-thiazolylazo)-p-cresol. Journal of AOAC International, 103(1), 190-199.
9. Karimi, M. A., Rastegar, O., & Mohammadi, S. Z. (2022). Dispersive liquid-liquid microextraction based on solidification of floating organic drop followed by spectrophotometric determination of vanadium in water and food samples. Environmental Science and Pollution Research, 29(5), 7167-7177.
10. Ruziev, J. A., Smanova, Z. A., & Juraev, I. I. (2018). Sorbtsionno-spektrofotometricheskoye opredeleniye vanadiya(IV) s azoreagentami. Universum: Khimiya i Biologiya, 11(53), 52-55.

ISSN 3030-3907

11. Panhwar, A. H., Tuzen, M., & Kazi, T. G. (2019). Ultrasonic assisted dispersive liquid-liquid microextraction method based on deep eutectic solvent for speciation, preconcentration and determination of vanadium species in water and food samples. Talanta, 194, 1-8.
12. Pereira, T. S., Paixão, T. R. L. C., & Coutinho, F. M. B. (2023). A fast and green analytical method for determination of vanadium (IV) in environmental and food samples using a 3D-printed device integrating a carbon black-poly(vinyl chloride) composite electrode. Microchemical Journal, 182, 108500.
13. Pyrzynska, K. (2019). Recent developments in spectrophotometric methods for determination of vanadium. Trends in Analytical Chemistry, 117, 54-62.

ISSN 3030-3907