

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI**  
**OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**ABDULLA QODIRIY NOMIDAGI**  
**JIZZAX DAVLAT PEDAGOGIKA UNIVERSITETI**  
**TABIY FANLAR FAKULTETI**

*professori, kimyo fanlari doktori*

**SULTONOV MARAT MIRZAYEVICH**

*tavalludining 60 yilligiga bag'ishlangan*

konferensiya materiallari



<b><u>TAHRIR HAY’ATI</u></b>	<b><u>TAHRIRIYAT A’ZOLARI</u></b>
<b>Bosh muharrir</b> Yaxshiyeva Z.Z. k.f.d., professor	<b><u>Bosh muharrir</u></b> Yaxshiyeva Zuhra Ziyatovna k.f.d., professor <b><u>Tahririyat a’zolari:</u></b> 1. Yaxshiyeva Z.Z. – k.f.d., professor JDPU. 2. Shilova O.A. – k.f.d., professor I.V. Grebenshikov nomidagi Rossiya FA Silikatlar kimyosi instituti. 3. Markevich M.I. – f.m.f.d., professor Belarussiya FA. 4. Elbert de Josselin de Jong – professor, Niderlandiya. 5. Anisovich A.G. – f.m.f.d., professor Belarussiya FA. 6. Kodirov T. – k.f.d., professor TKTI. 7. Abduraxmonov E. – k.f.d., professor SamDU. 8. Nasimov A. – k.f.d., professor SamDU. 9. Smanova Z.A. – k.f.d., professor O’zMU. 10. Mavlonov X. – b.f.d., professor JDPU. 11. Usmanova X.U. – professor URUXU. 12. Qutlimurodova N.X. – k.f.d., dotsent O’zMU. 13. Nuraliyeva G.A. – dotsent O’zMU. 14. Sultonov M.M. – k.f.d., dotsent JDPU. 15. Xudanov U.O. – t.f.n., dotsent JDPU 16. Murodov K.M. – dotsent SamDU. 17. Abduraxmonov G’.– dotsent O’zMU. 18. Yangiboyev A. – k.f.f.d., (PhD), dotsent O’zMU. 19. Xakimov K.M. – g.f.n., professor v/b. JDPU. 20. Azimova D.E. – b.f.f.d., (PhD) dotsent. JDPU. 21. G’o’dalov M.R. – g.f.f.d., (PhD), dotsent JDPU. 22. Ergashev Q.X. – dotsent TDPU. 23. Orziqulov B. – k.f.f.d., (PhD) O’zMU. 24. Kutlimurotova R.H.-SVMUTF 24. Xamrayeva N. – dotsent JDPU. 25. Rashidova K. – dotsent JDPU. 26. Inatova M.S. – dotsent JDPU.
<b>Mas’ul kotib</b> Urazov Sharofiddin	
<b>Muassasa</b> Jizzax davlat pedagogika universiteti	
Jurnal 4 marta chiqariladi (har chorakda)	
Jurnalda chop etilgan ma’lumotlar aniqligi va to’g’riligi uchun mualliflar mas’ul.	
Jurnaldan ko’chirib bosilganda manbaa aniq ko’rsatilishi shart.	

Jizzax davlat pedagogika universiteti Tabiiy fanlar fakulteti  
Tabiiy fanlar Journal of Natural Science-elektron jurnali  
<https://natscience.jdpu.uz>

**ILM SARHADLARI**

**Sultonov Marat Mirzayevich**, 1964 yil 17 fevralda Andijon viloyati, Asaka shaxrida tug'ilgan. Millati o'zbek. Ma'lumoti oliy, 1986 yil Toshkent davlat universitetini kimyo o'qituvchisi mutaxassisligi bo'yicha tamomlagan.



**Sultonov Marat Mirzayevich**- 1986-1988 yy. -Jizzax viloyati, Jizzax tumani 8-maktab o'qituvchisi, 1988-1989 yy. - Toshkent tibbiyot instituti umumiy kimyo kafedrasida kichik ilmiy xodimi, 1989-1992 yy.- O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi

polimerlar kimyosi va fizikasi instituti aspiranti, 1992-1994 yy. -O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi polimerlar kimyosi va fizikasi instituti kichik ilmiy xodimi, 1994-1995 yy.- Jizzax davlat pedagogika instituti umumiy biologiya kafedrasida o'qituvchisi, 1995-1996 yy. -Jizzax viloyati hokimligi fan va texnologiya ilmiy markazi ilmiy kotibi, 1996-1997 yy. - Jizzax davlat pedagogika instituti umumiy biologiya kafedrasida o'qituvchisi, 1997-1998 yy. -Jizzax davlat pedagogika instituti umumiy biologiya kafedrasida katta o'qituvchisi, 1998-2012 yy. -Jizzax davlat pedagogika instituti kimyo-ekologiya va uni o'qitish uslubiyati kafedrasida mudiri, 2012-2018 yy. -Jizzax davlat pedagogika instituti ilmiy ishlar bo'yicha prorektori, 2018 yil iyuldan hozirgi vaqtga qadar Jizzax davlat pedagogika universitetining kimyo va uni o'qitish metodikasi kafedrasida mudiri lavozimidan ishlab kelmoqda.

**Sultonov Marat Mirzayevich** universitetdagi pedagogik faoliyati mobaynida analitik kimyo va organik kimyo fanlarining o'qitilishi, ta'lim jarayonini yangi pedagogik texnologiya asosida tashkil etish, ta'limda sifat ko'rsatkichlariga erishish borasida chuqur izlanib, ijobiy natijalarga erishib kelmoqda. Shu bilan birga institutning o'quv, ilmiy-uslubiy va ma'naviy–ma'rifiy ishlarini takomillashtirishga o'z hissasini qo'shib kelmoqda.

**Sultonov Marat Mirzayevich** 1993 yil 30 aprelda professor B.L.Gofurov va professor S. Masharipovlar rahbarligida “Vinilxloridni to'yinmagan benzoksazon hosilalari bilan sopolimerini sintez qilish va xossalari o'rganish” mavzusidagi nomzodlik dissertatsiyasini, 2019 yil 5 martda professor E.Abduraxmonov ilmiy maslahatchiligida “Chiqindi va tutunli gazlar tarkibi monitoringi uchun avtomatlashgan termokatalitik usullarni ishlab chiqish” mavzusidagi doktorlik

dissertatsiyasini muvaffaqiyatli himoya qilgan. Xalqaro va Respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumanlarda hamda OAK e'tirofidagi ilmiy jurnallarda 100 dan ziyod ilmiy maqolalari e'lon qilingan.

**Sultonov Marat Mirzayevich** rahbarligida kimyo o'qitish metodikasi bakalavr ta'lim yo'nalishining 100 dan ortiq talabalari bitiruv malakaviy ishlarini muvaffaqiyatli himoya qilgan. Bugungi kunda qadar 11 nafar magistrlik ilmiy darajasini olish uchun izlanuvchilarga ilmiy rahbarlik qilgan.

**Sultonov Marat Mirzayevich** “Термокаталитические методы определения состава выхлопных и дымовых газов” nomli monografiya, “Аналитическая химия”, “Fizik-kolloid kimyo” “Kimyo tarixi” nomli o'quv qo'llanmalar muallifi hisoblanadi.

**Sultonov Marat Mirzayevich** O'zbekiston milliy universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.27.06.2017.K.01.03 raqamli Ilmiy Kengash va Samarqand davlat universiteti huzuridagi kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) ilmiy darajasini beruvchi 03/30.12.2019.K.02.05 raqamli ilmiy Kengash va O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi qoshidagi “Kimyo fanlari, kimyoviy texnologiya nanotexnologiyalar” yo'nalishi bo'yicha Ilmiy-texnik kengashlar a'zosi, sifatida ham faoliyat ko'rsatib kelmoqda.

**Sultonov Marat Mirzayevich** yuqori tashkilotlar tomonidan yuklatilgan vazifalar, universitet va fakultet tomonidan berilgan topshiriqlarni sidqidildan bajarganligi sababli “Xalq maorifi a'lochisi” ko'krak nishoni, vazirlik va universitet rektorining faxriy yorliq va sovg'alari bilan taqdirlangan.

**Sultonov Marat Mirzayevich** universitet jamoasi o'rtasida alohida e'tiborga ega pedagog, talabalarga bilim berish borasida talabchan va mehribon ustoz-murabbiylardan biridir. U doimiy ravishda o'z malakasini, siyosiy va ilmiy-nazariy saviyasini oshirish ustida sabr-toqat bilan ishlaydi.

**ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ  
Sb(III) В ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТАХ**

*Яхшиева Зухра Зиятовна,*

доктор химических наук, профессор

*Калонов Рустам Мамадиерович* преподаватель,

Джизакский государственный педагогический университет. Узбекистан

yaxshiyeva67@mail.ru

**Аннотация.** В работе приведены экспериментально полученные результаты, условия и возможность амперометрического титрования Sb(III), растворами фенилкарбоксиметилдифенилтиокарбазона в широких диапазонах его концентраций и оптимизация условий титрования на различных по кислотности свойствам буферных смесей и фоновых электролитах.

**Ключевые слова:** экстракция, экспрессность, титрование, воспроизводимость, инертными растворителями, органические реагенты, протолитическая среда.

**Актуальность.** Во всем мире возрастает потребность в применении селективных и высокочувствительных аналитических реагентов, с целью уменьшения экономических затрат при определении микроколичеств металлов применяемых в различных отраслях, в частности машиностроении, легкой промышленности, медицине и других структурах.

И поэтому основной целью нашего исследования является применение органических реагентов семейства тиокарбазонов в амперометрическом определении Sb(III), а также разработка на их основе и выбор рациональной методики определения этого металла в природных и техногенных объектах.

**Экспериментальная часть**

**Используемые приборы и растворы.** Для оптимизации условий титрования Sb(III) были установлены pH среды с помощью иономера универсального ЭВ-74 и pH-метра pH/mV/TEMP Meter P 25 EcoMet корейского производства. Вольтамперограммы снимали на полярографах ППТ-1 и ПУ-1 с самописцами: ЛКД 4-003 и ПДП 4-002, с трехэлектродной ячейкой.

Стандартные растворы Sb(III) с концентрацией 1,0 мг/дм<sup>3</sup> готовили растворением навесок их солей в бидистиллированной воде и соответствующих кислотах.

0,1 М раствор фенилкарбоксиметилдифенилтиокарбазона (ФКМ-ДТЗ), готовили растворением (1,9 г и 2,03 г) навески свежепере-рекристаллизованного и хорошо высушенного препарата в 96 %  $C_2H_5OH$ .

Все применяемые реактивы имели квалификации «ос.ч.», «х.ч.» и «ч.д.а.», поэтому дополнительной очистке не подвергались. Измерения выполняли при  $20\pm 1^\circ C$ . Растворы с меньшей концентрацией готовили ежедневно соответствующим разбавлением исходных растворов бидистиллятом в мерной колбе (250 мл) и хранили не более недели.

### **Результаты и их обсуждение**

Исследования амперометрического титрования (АТ) ионов  $Sb(III)$  ФКМ-ДТЗ в протолитических средах и их смесях с инертными растворителями проводилось для определения комплексообразования. Поскольку реагент используется впервые в амперометрическом определении  $Sb(III)$ , эксперименты проводили в уксусной кислоте и ее смеси с хлороформом и четыреххлористым углеродом, а также в *n*-пропанол и его смеси с бензолом и хлороформом.

Влияние концентрации фонового электролита: ацетата калия, нитрата и перхлората лития показали, что при недостаточно высокой концентрации ацетата калия будет слишком велико омическое сопротивление исследуемого раствора и следовательно, отрицательно скажется на потере напряжения за счет омического сопротивления титруемого раствора. Кривая АТ в таком случае будет иметь быстро изгибающуюся к оси объемов ветвь и графический способ нахождения точки эквивалентности (т.э.) станет невозможным.

С другой стороны, чрезмерно высокая концентрация фонового электролита также нежелательна, так как при этом под влиянием высокой ионной силы раствора эффективная константа устойчивости (ЭКУ) комплексов металлов может существенно уменьшаться и возрастет интервал плавной изогнутости на кривой титрования, что повлечет за собой снижение точности оценки расхода титранта в т.э. Таким образом, должна существовать оптимальная и предельно допустимая концентрация фонового электролита, при которой кривая титрования будет иметь достаточно правильную хорошо воспроизводимую форму.

Для нахождения такой оптимальной концентрации фонового электролита растворами ФКМ-ДТЗ были проведены титрования ионов  $Sb(III)$  в протолитических средах.

Эксперименты показали, что из всех исследованных фонов лучше всех титруются ионы сурьмы на ацетатных фоновых электролитах, особенно в



интервале их концентраций 0,03-0,25 М. Возможно титрование ионов этого металла порядка нескольких сотых моль/л в ДМФА при таких концентрациях фона, в отличие от титрования в пропанольных и уксуснокислых средах, объясняется высокой степенью диссоциации фоновых электролитов в этом апротонном диполярном растворителе. В дальнейшем все титрования были проведены при концентрации фонового электролита в диапазоне 0,1-0,25 М.

Достаточно хорошо и с такой же скоростью протекает титрование Sb(III) и на фоне 0,15 М по нитрату лития, но на перхлорате лития оно протекает заметно медленнее. Обнаруженный факт объясняется тем, что анодная волна ФКМ-ДТЗ на перхлорате лития заметно сдвинута в сторону более положительных потенциалов по сравнению с волнами, получаемыми на ацетатном и нитратном фонах. Если проводить титрование при более положительных значениях напряжения (более 0,7 В) правая ветвь кривой становится прямолинейной. В этом случае расход титранта в КТТ как и на любом из изученных фоновых электролитов также соответствует образованию комплексоната Sb(III) раствором ФКМ-ДТЗ состава 1:3.

Из вольтамперограмм влияния величины напряжения на форму кривых и результаты титрования ионов металлов реагентом ФКМ-ДТЗ, следует, что амперометрическую индикацию с двумя платиновыми индикаторными электродами необходимо проводить при внешнем напряжении на электродах не ниже 0,3 В, объяснимая вначале постоянством тока в цепи до т.э. с последующим его ростом, обусловленным восстановлением кислорода на катоде и окислением свободного реагента на аноде.

При изучении влияния величины внешнего напряжения на АТ Sb(III) в качестве фоновых электролитов в исследуемые растворы вводились 0,1-0,3 М ацетаты калия и аммония. Напряжение на платиновых электродах поддерживалось в пределах 0,55-0,80 В.

Добавление инертного растворителя с небольшой диэлектрической проницаемостью к уксусной кислоте, ДМФА увеличит ЭКУ образующегося при титровании комплекса и тем самым улучшив форму кривой титрования. С другой стороны, значительное повышение омического сопротивления исследуемого раствора может вызвать резкое падение в нем напряжения, которое неизбежно повлечет за собой быстрое нарушение пропорциональности между током и концентрацией свободного реагента в исследуемом растворе, следовательно, снижение наклона правой ветви кривой титрования и соответственно быстрому искривлению по направлению к оси объемов.

С целью оптимизации условий титрования ионов различных металлов производными тиокарбазонов были проведены титрования катионов с двумя платиновыми индикаторными электродами при возрастающих добавках инертных растворителей. Условия титрования были следующими: фон - 0,25 М по ацетату калия или натрия, содержание инертного растворителя изменялось в диапазоне 0-70 об.%, напряжение на электродах 0,85-1,00 В.

Однако, достаточно точное обнаружение т.э. еще возможно и при содержании инертного растворителя, значительно превышающем выше приведенное оптимальное количество. Верхними пределами (в смысле возможности получения несмещенной оценки т.е. для исследованных содержаний ионов металлов) являются следующие установленные количества инертных растворителей  $\text{CHCl}_3$  - 60-65 об.%,  $\text{CCl}_4$  - 36-40 об.%,  $\text{C}_6\text{H}_6$  - 40-46 об.%.

Следует отметить, что область плавного искривления кривой титрования в т.э. с повышением концентрации любого из изученных инертных растворителей до предельно допустимых содержаний уменьшается, что указывает на повышение ЭКУ образующегося комплексоната металла.

Исследования показали, что под влиянием инертных растворителей, значительно возрастает скорость взаимодействия  $\text{Sb(III)}$  с ФКМ-ДТЗ, содержащей не более 50 об.% хлороформа и метилэтилкетона, 40 об.% бензола, 30 об.% толуола и 20 об.% четыреххлористого углерода.

Правильность и воспроизводимость АТ  $\text{Sb(III)}$  в ДМФА при добавлении возрастающих количеств инертных растворителей практически не изменяются при их содержании вплоть до 40-50 об.%. Относительное стандартное отклонение остается во всех случаях менее 0,025, а погрешность определения около 2,5 %. Лишь при содержаниях бензола и четыреххлористого углерода, превышающих 50 об.% точность титрования  $\text{Sn(III)}$  заметно снижается.

В табл.1 приведены данные, полученные при титровании ионов растворами МОФКМ-ДДТК-4 и ФКМ-ДТЗ в присутствии различных количеств воды в среде уксусной кислоты и оптимальных количеств хлороформа.



**Влияние добавок воды на результаты АТ ионов Sb(III) растворами  
ФКМ-ДТЗ на фоне 0,25 М по ацетату калия и в смеси уксусной кислоты и  
хлороформа (1:1) ( $\Delta E=0,95$  В)**

Природа и содержание Me, мкг		Конц. воды моль/л	Найдено Me, мкг ( $P=0,95; x \pm \Delta X$ )	S	S <sub>r</sub>
Sb(III)	21,76	1,39	22,45 ± 0,22	0,09	0,004
		2,75	21,57 ± 0,42	0,17	0,008
		4,16	21,21 ± 0,68	0,43	0,019
		5,55	22,23 ± 0,77	0,31	0,014
		7,38	21,79 ± 0,70	0,28	0,013

Однако, условия АТ ионов металлов сильно ухудшаются при сильном разбавлении титруемого раствора: резко снижается воспроизводимость и правильность определений (табл.1.), ток за т.э. становится недостаточно стабильным, что связано с переходом некоторой части ионов титруемых металлов в новую, малую по объему, но более богатую водой фазу, и соответственно не участием их в реакции. Кроме того, появляющийся за т.э. свободный реагент постепенно переходит из первой основной фазы (неводной) во вторую, обогащенную водой, вследствие чего величина тока в цепи индикаторных электродов резко изменяется - падает во времени. Эксперименты показали, что максимальное содержание воды зависит не только от природы и содержания инертного растворителя, но и в значительной мере и от фонового электролита.

Статистическую оценку точности разработанных методик подтвердили многократными параллельными повторениями каждого титрования различных количеств ионов Sb(III) растворами ФКМ-ДТЗ в уксусной кислоте, н-пропаноле, ДМСО, ДМФА и их смесях с некоторыми инертными растворителями в присутствии 0,25 М ацетата калия и 0,20 М перхлората лития при напряжении на индикаторные электроды в диапазоне 0,60-0,90 В. В качестве примера в табл. 2 приведены результаты определения Sb(III), обработанные методами математической статистики, которые показывают их высокую правильность и воспроизводимость.

**Результаты АТ различных количеств Sb(III) раствором  
ФКМ-ДТЗ на фонах 0,25 М по ацетату калия  
и 0,20 М по перхлорату лития в ДМСО**

**((P=0,95;  $\bar{x} \pm \Delta X$ ) $\Delta E=0,60$  В)**

Природа фона	Введено Sb(III),мкг	Найдено Sb(III),мкг	n	S	S <sub>r</sub>
Ацетат калия	13,32	13,32±0,17	3	0,092	0,007
	64,42	64,31±0,34	4	0,245	0,004
	177,70	176,40±1,53	3	0,62	0,004
	710,80	712,38±1,80	4	1,13	0,002
Перхлорат лития	10,48	10,34±0,92	4	0,57	0,055
	41,91	41,65±1040	7	0,43	0,010
	167,64	166,28±1,66	4	1,04	0,006
	670,56	166,28±1,66	4	1,74	0,003

Относительное стандартное отклонение в большинстве случаев не более 0,055, а погрешность не превосходит 2,0 %.

**Выводы:** АТ ионов Sb(III) растворами ФКМ-ДТЗ в неводных протолитических средах показывают возможность эффективного повышения селективности методик.

Литература:

1. Отто М. Современные методы аналитической химии. // М.: Техносфера. - 2008.
2. Плесков Ю.В., Филипповский В.Ю. Вращающийся дисковый электрод.// М.. Наука. - 1982.
3. Будников Г.К., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии, медицине. // Москва. - 2009.
4. Barker J., Nurnberg H., Koltsan G. The main issues of modern theoretical electrochemistry. // Moscow: Peace. - 1998.
5. Wang J. Analytical Electrochemistry. // Wiley. - 2006.
6. Алакаева Л.А. Потенциометрические методы исследования комплексных соединений. // Нальчик: Каб-Балк. ун-т. - 2003.
7. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. // М.: Химия. — 2001.
8. Kristian Garri D. Analytical chemistry.// John viley. – 2009.
9. Васильев В.П., Кочергина Л.А., Орлова Т.Д. Аналитическая химия. // . –М.: Дрофа, 2004.

10. А.М.Геворгян, З.З.Яхшиева, Л.К.Жураева, Г.У.Рахимбердиева. Определение числа электронов, отдаваемых при электроокислении одной молекулы тиомочевины. // Республиканская научно-практическая конференция с международным участием «Зеленая химия» - в интересах устойчивого развития. Самарканд. -2012.
11. Yakhshieva Z The conditions for amperometric titration of the Ag (I) ion with sulfur-containing reagents. // Universia Chemistry and Biology. Electronic scientific journal. - 2016. №4 (22).
12. Медведев Ю.Н. Протолитические равновесия в водных растворах. // — М.: МПГУ. — 2011.
13. Иконникова К.В., Иконникова Л.Ф., Минакова Т.С., Саркисов Ю.С. Теория и практика рН-метрического определения кислотно-основных свойств поверхности твердых тел. // – Томск: ТПУ. — 2011.
14. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Электрохимические методы анализа // — М.: КолосС. — 2005.
15. Гайдышев И. Анализ и обработка данных. Специальный справочник.// — СПб.: Питер. — 2001.
16. Кокшарова И.У. Электрохимические методы анализа. // - Волгоград: ВолгГТУ. - 2003.
17. Жерин И.И., Амелина Г.Н., Страшко А.Н., Ворошилов Ф.А. Основы электрохимических методов анализа.// Томск: Изд-во ТПУ. — 2013. — Ч. 1.
18. Жерин И.И., Амелина Г.Н., Страшко А.Н., Ворошилов Ф.А. Основы электрохимических методов анализа: Неравновесные методы анализа.// — Томск: Изд. ТПУ. – 2015. – Ч. 2.