

АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ В РАЗНЫХ СРЕДАХ РАЗЛИЧНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

Джураева Шохиста Дилмурадовна
доцент, Каршинский инженерно-экономический институт, факультет
«Технология», кафедра «Химия», Республика Узбекистан, г.Карши.
e-mail: enegma-10@inbox.ru

AMPEROMETRIC TITRATION OF METAL IONS IN ENVIRONMENTS WITH DIFFERENT COMPLEXES

Shokhista Jurayeva
assistant professor, Karshi Engineering Economic Institute, "Technology" Department,
"Chemistry" Chair, Uzbekistan, Karshi

Аннотация: В статье изучено амперометрическое титрование ионов металлов в неводных и смешанных средах различными комплексами позволяет расширить их аналитические возможности.

Abstract: The article studied the amperometric titration of metal ions in non-water and mixed environments by various complexes allowing to expand their analytical capabilities.

Ключевые слова: амперометрическое титрование, неводных и смешанных среда, ионов металлов, конструкция электродов, поршневой автоматической микробюретки, экстрагентов инертных растворителей.

Keywords: amperometric titration, non-water and mixed environment, metal ions, electrode design, piston automatic microbutret, extragent inert solvents.

Амперометрическое титрование ионов металлов в неводных и смешанных средах различными комплексами позволяет расширить их аналитические возможности и упростить решение многих сложных аналитических задач[1,2,3,4,5]. Прежде всего это связано с тем, что природа растворителя сильно влияет на прочность образующегося комплекса, притом неодинаково для различных катионов, что обуславливает избирательность и экспрессность метода[6,7,8,9]. Кроме того методы неводной комплексиметрии успешно решают проблему точного и селективного определения металлов в объектах органического происхождения[10,11,12,13,14], а также непосредственно в экстрактах, получаемых при концентрировании[15,16,17,18,19].

Мы пытались найти оптимальные условия амперометрического титрования ряд благородных металлов растворами 4-метоксифенилкарбоксиметилдиэтилдитиокарбамата (МФКМДЭТК) и (4-метоксифенилкарбоксиметил)-дифенилтиокарбазона (МФКМДФТК) в неводных протолитических средах[20,21,22,23,24,25,26,27], на различных по кислотно-основным свойствам фоновых электролитах [28,29,30,31,32,33]. В литературе отсутствуют данные по амперометрическому титрованию ионов различных металлов растворами указанных

выше реагентов, поскольку они были синтезированы сравнительно недавно и [34,35,36,37,38,39], кроме биологической активности, другие их свойства пока не исследованы [40,41,42,43,44,45,46].

Реагенты и аппаратура. Исходный 0,002 М растворы Na_2PdCl_4 , K_2PtCl_6 , AuCl_3 и AgNO_3 , а также 0,01 М растворы МФКМДЭТК и МФКМДФТК готовили растворением соответствующих навесок этих реагентов в уксусной кислоте (н-пропаноле, ДМФА и ДМСО). Концентрацию благородных металлов определяли ампериметрически по 0,01 М раствором иодида калия [47,48,49,50,51,52,53]. Амперометрическое титрование проводили на установке с двумя вращающимися (1000 об/мин) на общей оси электродами из платиновой проволоки [54,55,56,57,58,59,60].

Конструкция электродов, поршневой автоматической микробюретки и аппаратура и подробно описаны в [61,62,63,64,65,66,67,68].

В соответствии с вольтамперометрическим поведением МФКМДЭТК, МФКМДФТК и других продуктов, принимающих участие в электрохимических средах амперометрическое титрование ионов благородных металлов необходимо проводить при напряжении поляризации 0,75-1,15 В в зависимости от природы и концентрации фонового электролита (ацетаты, нитраты, хлориды, перхлораты щелочных металлов и аммония) [69,70,71,72,73,74,75]. Индикаторный ток при этом должен возникать за точкой эквивалентности (т.э.) вследствие окисления свободного реагента и восстановления растворенного кислорода воздуха [76,77,78,79,80,81].

Данные экспериментов показали, что в исследованных средах и фонах 0,15-0,40 М растворы ионов благородных металлов растворами МФКМДЭТК и МФКМДФТК титруется довольно хорошо и быстро, причем форма кривой совпадает с ожидаемой лишь с некоторым постоянством тока в начале титрования с последующим резким переходом (изломом) в конечной точке титрования (КТТ) [82,83,84,85,86,87]. Определение ионов благородных металлов в индивидуальных растворах. Установлено, что при титровании ионов благородных металлов соответствующего мольное соотношение $\text{Me}:\text{реагент}$ составляет: Pd:реагент 1:1, Pt:реагент 1:2, Au:реагент 2:3 и Ag:реагент 2:1, титруемый раствор приобретает красновато-коричневую окраску [88,89,90,91,92,93]. При переходе от ацетатных фонов к перхлоратным, содержащим некоторое количество хлорной кислоты, форма кривой титрования ионов благородных металлов значительно ухудшается, что приводит в конечном счете к понижению воспроизводимости и правильности результатов [94,95,96,97,98]. Это объясняется повышением кислотности анализируемой среды при переходе от ацетатов к перхлоратам. Некоторые из полученных данных приведены в табл.1.

Результаты определения различных концентраций ионов благородных металлов раствором МФКМДЭТК в 10,0 мл исследуемого раствора в оптимальных условиях свидетельствуют о хорошей точности разработанной методики [99,100,101,102]. Изучено влияние на правильность и воспроизводимость титрования ионов благородных металлов добавок к уксусной кислоте, н-пропаноле, ДМФА, ДМСО таких часто применяемых в качестве экстрагентов инертных растворителей, как хлороформ, тетрахлорметан, бензол, толуол, гексан, метилэтилкетон, диоксан и др. Условия такие, как и при титрование

ионов благородных металлов в их индивидуальных растворах, с той лишь разницей, что содержание протолитического растворителя в анализируемой пробе регулировалось строгом соответствии с объемом добавленного инертного растворителя. Вследствие снижения растворимости фонового электролита в этих условиях до значений менее 0,2 М под влиянием больших добавок инертного растворителя концентрацию фона (с 40-50 об.% инертного растворителя) необходимо непрерывно уменьшать вплоть до значений порядка 0,05 М [103,104,105,106]. Добавление любого из названных растворителей в количестве 10-20 об.% (в зависимости от природы растворителя) практически не мешает форму кривой титрования становится менее круто наклоненной к оси объемов. По этой же причине при содержаниях растворителя выше 50-60 об.% воспроизводимость и правильность определений ионов благородных металлов ухудшаются.

Выявленной характер влияния инертных растворителей на вид кривой титрования объясняется режим снижением электропроводности титруемого раствора при высоком содержании инертного растворителя в протолитической среды, приводящим к значительному и непрерывно возрастающему с ростом индикаторного тока омическому падению напряжения в анализируемом растворе.

Таблица 1.

Результаты амперометрического титрования различных количеств ионов благородных металлов раствором МФКМДЭТК в ДМСО на фоне 0,20 М перхлората лития

Введено Me, мкг	Найдено Me, мкг ($P=0,95; \bar{x} \pm \Delta X$)	N	S	Sr
<u>Pd</u> 15,44	15,42±0,16	3	0,06	0,004
<u>Pt</u> 30,88	30,91±0,12	4	0,05	0,002
<u>Au</u> 61,75	61,79±0,18	3	0,03	0,001
<u>Ag</u> 123,50	123,61±0,20	4	0,10	0,001
<u>Pd</u> 247,00	246,91±0,41	4	0,21	0,001
<u>Pt</u> 493,10	493,80±0,52	3	0,62	0,001
<u>Au</u> 740,71	739,45±1,43	4	0,91	0,001
<u>Ag</u> 998,10	987,91±1,54	4	0,63	0,001

Определение ионов благородных металлов в модельных смесях. Возможность амперометрического титрования благородных металлов растворами МФКМДЭТК и МФКМДФТК проверена на различных искусственных смесях солей (имитирующие природные и промышленные материалы), содержащих большие количества других металлов, часто и широко сопутствующих благородных металлов в природе. Определять ионы благородных металлов можно двумя способами: 1) непосредственно в аликвоте анализируемой пробы при строгом соблюдении всех условий оптимизации при оценке степени влияния различных посторонних катионов, также образующих прочные комплексы с изученными реагентами; 2) сочетание предварительного экстракционного отделения ионов благородных металлов от других элементов с последующим их титрованием стандартным раствором МФКМДЭТК и МФКМДФТК в аликвоте полученного экстракта после разрушения в ней экстракционного реагента и комплекса,

а также добавления необходимых количеств протолитического растворителя и фона (табл.2).

Таблица 2
Результаты определения ионов благородных металлов раствором МФКМДФТК

Состав смеси, %	Найдено \bar{M}_e , мкг ($P=0,95$; $\bar{x} \pm \Delta X$)	n	S	Sr
$Pd(0,684)+Os(0,329)+Cd(39,42)+Ni(48,18)+Co(10,06)+Ru(1,327)$	$Pd, 0,675 \pm 0,224$	3	0,09	0,133
$Pt(0,342)+Ru(0,664)+Ir(0,954)+Cu(59,81)+Mn(28,37)+Ti(9,86)$	$Pt 0,338 \pm 0,075$	4	0,03	0,089
$Au(1,027)+Ru(0,534)+Ir(0,419)+Cu(32,05)+Mn(12,58)+Zn(53,39)$	$Au, 1,019 \pm 0,111$	3	0,07	0,066
$Ag(0,664)+Os(0,31)+Cd(39,40)+Ni(48,20)+Co(10,03)+Ru(1,33)$	$Ag 0,671 \pm 0,223$	4	0,09	0,129

Следовательно, амперометрические методики определения ионов благородных металлов раствором МФКМДФТК отличаются высокими селективностью и во производительностью с относительным стандартным отклонением, не превышающим 0,133.

ЛИТЕРАТУРА:

1. С. Ш. Лутфуллаев, Э. М. Бекназаров. Исследование физико-химических и механических свойств полимеров из промышленных отходов при их вторичной переработке. *Universum: технические науки*. 2021. 12-4 (93). 80-83.
2. Э. М. Бекназаров, С. Ш. Лутфуллаев, Ф. М. Сайдалов. Исследование ик-спектры при переработке вторичных полимеров. *Universum: технические науки*. 2021. 5-4 (86). 24-29.
3. Э.М.Бекназаров, С.Ш.Лутфуллаев. Пластифицирланган полимер материаллари. Инновационное развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблем. Материалы международной конференции. 26 май, 2020 г. Ташкент, Узбекистан. стр.330-332.
4. Э.М.Бекназаров. Этеленхлоргидрин ва моноклорсирка кислотасининг этил эфирина баъзи учламчи аминлар билан реакцияларини ўрганиш. *Научный Фокус*. 2024. 1 (11), 319-324.
5. Э.М.Бекназаров. Натрий карбоксиметилцеллюлозадан рудани бойтишда фойдаланиш. *Научный Фокус*. 2024. 1 (11), 308-318.
6. Э.М.Бекназаров. Изучение механических свойств при переработке вторичных полимеров. *Научный Фокус*. 2024. 1 (10), 11-16.
7. ЭМ Бекназаров, СШ Лутфуллаев, ФМ Сайдалов. Иккиламчи полимерларни қайта ишлашда уларнинг технологик хоссаларини тадқиқ қилиш. *Инновацион технологиялар*. 2021. 3(43). 38-41.

8. Жўраев З.Ю. Бекназаров Э.М., Лутфуллаев С.Ш., Сайдалов Ф.М. Иккиламчи полимер чиқиндиларининг структур-кимёвий ва физик-механик хоссалари ҳақида. Фан ва технологиялар тараққиёти илмий-техникавий журнал.2021.4. 88-93-б.

9.Ш.Д Джураева, Ч.Х Бобилова, З.У Хидирова Вероятный механизм образования 2-хлорфенил-азо-4-гидроксифенил-карбоксии-3Научный журнал.

10. Bobilova Ch. H.Senior teacher of the department "General Chemistry" of KEEI. ISSN: 2776-1010 Volume 4, Issue 12, December 2023

11.Ch.H.Bobilova.Devvelopment directions and innovationsof nanochemistry . Volume 37, June 2023: Middle European Scientific Bulletin.

12.Ch.H.Bobilova.Yengil uglevodorodlardan vodorod olish."Nazariy va eksperimental kimyo hamda kimyoniy texnologiyaning zamonaviy muammolari" Xalqaro ilmiy -amaliy anjuman materiallari.Qarshi-2023 20-oktyabr.

13.Ch.H.Bobilova".Oltinugurtli va azotli birikmalarni neft mahsulotlariga ta'siri".Agrokimyohimoya va o'simliklar karantini,Ilmiy-amaliy jurnali.Maxsus son-2022 .

14.B.Ch.Khayitovna.Obtaining Ion Exchangers Based On Acrylonitrile By Granular Polymerization.International jurnal On Human Computing Studies.Jun 2022.

15.Ch.H.Bobilova,"Mikroelementlarning tirik organizmlar hayotida tutgan o'rni"Kimyo texnologiya, kimyo va oziq -ovqat sanoatidagi muammolar hamda ularni bartaraf etish yo'llari mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy Anjuman materiallari.Namangan-2022.

16. Dj.Sh.Dilmurodovna,B.Ch.Khayitovna .Amperometric titration of noble metals with solutions of nitrogen-sulphur-containing reagents in non-aqueous and mixed media.Evr.Chem.Bull.2023.12(Special Issue 4)

17. Джураева, Шохиста Дилмурадовна, and Дилфуза Исмаиловна Убайдуллаева. "Синтез и физико-химические параметры производного бис-азокарбамата." Научный журнал 3 (37) (2019): 5-9.

18. Джураева, Шохиста Дилмурадовна, and Баходир Шокирович Мажидов. "Разработка технологии получения нового пигментного лака." Проблемы науки 1 (37) (2019): 12-13.

19. Джураева, Шохиста Дилмурадовна. "ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ СЕРЕБРА (I) И ЗОЛОТА (III) В МОДЕЛЬНЫХ СМЕСЯХ С РАСТВОРОМ ФКМДФТК." O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI 2.13 (2022): 184-185.

20. Рахматов, Худоёр Бобониёзович, Муроджон Абдусалимзода Самадий, and Шохиста Дилмурадовна Джураева. "Исследование процесса конверсии хлорида калия с нитратом кальция." Молодой ученый 19 (2015): 67-71.

21. Джураева, Шохиста Дилмурадовна. "ЎСИМЛИКЛАРНИ ЎСИШИ ВА РИВОЖЛАНИШИНИ БОШҚАРУВЧИ ЖШД-4 ПРЕПАРАТИНИ ОЛИНИШИ ВА БИОСТИМУЛЯТОР ЁРДАМИДА ҲОСИЛДОРЛИКНИНГ ОШИШИ." JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH 5.4 (2022): 95-97.

22. Яхшиева, Зухра Зиятовна, and Шохиста Дилмурадовна Джураева. "Амперометрическое титрование благородных металлов растворами органических реагентов." Научный журнал 7 (52) (2020): 7-9.

23. Джураева, Шохиста Дилмурадовна, and Наргиса Бекмурадовна Турабоева. "ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В МОДЕЛЬНЫХ СМЕСЯХ С РАСТВОРОМ ФКМДФТК." Научный журнал 3 (58) (2021): 17-18.

24. Джураева, Ш. Д. "ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ." Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности 1.2 (2023): 207-212.

25. Эшдавлатова Г.Э. (2022). Оксидланган крахмал, полиакриламид ва К-4 асосида гул босилган матоларнинг реологик ва колористик хоссалари. Композицион материаллар журнали. Тошкент. № 4, 66-68 бетлар.

26. G.E.Eshdavlatova and A.X.Panjiyev. (2023). Study of thickening polymeric compositions for printing fabric of blended fibers // E3S Web of Conferences 402, 14032. TransSiberia 2023 . <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340214032>.

27. H.D.Ismoilova, G.E.Eshdavlatova // The influence of irrigation regimes on cotton productivity // BIO Web of Conferences 71, 01097 (2023) CIBTA-II-2023. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237101097>.

28. Эшдавлатова Г.Э., Амонов М.Р. (2021). Оценка влияния компонентов загущающих композиций на результаты печатания смесовых тканей активными красителями. Журнал Развитие науки и технологий. № 5. –С. 54-58.

29. Эшдавлатова Г.Э., Камалов Л. С., Достижение высокой селективности при аминовой очистке природных газов // QarDU XABARLARI. Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal. 2024 1/2. 95-100 с.

30. Эшдавлатова Г.Э. Tabiiy gazlarni oltingugurtli komponentlardan absobrentlar bilan tozalashni o'rganish // 276-279 b. Tabiiy fanlar sohasidagi dolzarb muammolar va innovatsion texnologiyalar. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. 4-5 aprel 2024. Toshkent

31. Эшдавлатова Г.Э., Амонов М.Р. (2021). Изучение реологических свойств загущающих композиций для печатания ткани на основе смесовых волокон. Universium: технические науки. № 11 (89). Часть 2. –С.19-23.

32. Эшдавлатова Г.Э. ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАГУЩАЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ НАБИВКИ ТКАНИ. EURASIAN JOURNAL OF ACADEMIC RESEARCH. Innovative Academy Research Support Center. UIF = 8.1 | SJIF = 5.685. www.in-academy.uz 147-152 с.

33. Boboniyozovich, Rakhmatov Xudoyor, Safarova Guljakhon Eshtemirovna, and Smanova Zulaikho Asanaliyevna. "Amperometric titration of palladium with diethylamino-4-methyl-hexine-2-ola-4 solutions in nonaqueous environments." ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal 11.9 (2021): 883-886.

34. Boboniyozovich, Rakhmatov Xudoyor, Safarova Guljakhon Eshtemirovna, and Smanova Zulaikho Asanaliyevna. "Electrochemical determination of platinum (IV) with solutions of diethylamino-4-methyl-hexine-2-ola-4 in aqueous and mixed media." ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal 11.10 (2021): 765-768.

35. Safarova, G. E. "KUMUSH (I) NI EKSTRAKSION AJRATILGANIDAN KEYIN DEAMGO ERITMASI BILAN BEVOSITA EKSTRAKTDA AMPEROMETRIK

TITRLASH." Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности 1.2 (2023): 200-206.

36. Исмаилова, Халават Джаббаровна, and Гулжахон Эштемировна Сафарова. "Характеристика и получение этилового спирта в производстве." Молодой ученый 6 (2016): 28-31.

37. Rakhmatov, Kh B., G. E. Safarova, and N. T. Yuldashev. "Electrochemical behavior of diethylamino-4-methyl-hexin-ol-4 on a platinum disk micro anode in non-aqueous media." Central Asian Journal of Medical and Natural Science 1.1 (2020): 20-28.

38. Raxmatov Xudoyor Boboniyozovich, Safarova Guljaxon Eshtemirovna, Smanova Zulayho Asanalievna. Suvli va aralash muhitda dietilamino-4-metil-geksin-2-ola-4 eritmalari bilan platina (IV) ni elektrokimyoviy aniqlash. ACADEMICIA: Xalqaro multidisipliner tadqiqot jurnali .2021. 11 (10), 765-768.

39. G.E.Safarova, Z.A.Smanova, K.B.Rahmatov. Palladiy (II) va kumush (I) ni Dietilamino-4-Metil-Geksin-2-Ola-4 eritmalari bilan noaniq amperometrik titrlash.2021. Innovatsion tadqiqotlar xalqaro jurnali 10 (05), 4544-4546.

40. ГЭ Сафарова. АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ ПАЛЛАДИЯ (II) РАСТВОРОМ ДИЭТИЛАМИНО-4МЕТИЛ-ГЕКСИН-2-ОЛА-4 В МОДЕЛЬНЫХ СМЕСЯХ. Научный Фокус. 2024. 1 (11).

41. Нарзуллаев А.Х. Синтез новых соединений фосфора, азота и серы на основе местного сырья, антикоррозионных присадок и испытания в агрессивной среде. Дата публикации. 2024/3/20 Журнал Научный Фокус Том 1 Номер 11 Страницы 242-253.

42. Narzullayev Akmal Synthesis of new types of corrosion inhibitors containing compounds of phosphorus, nitrogen and sulfur, and testing in an aggressive environment. Дата публикации 2024 Журнал Universum: технические науки Том 9 Номер 3 (120) Страницы 25-27 Издатель Общество с ограниченной ответственностью «Международный центр науки и образования».

43. Narzullayev Akmal Effect of inhibitors containing nitrogen, sulfur, phosphorus on st-20 metal in aggressive environments. Дата публикации 2024 Журнал Universum: технические науки Том 9 Номер.3 (120) Страницы 22-24.

44. Нарзуллаев А.Х. Получение экологически чистых ингибиторов коррозии из вторичных промышленных продуктов, изучение уровня защиты в агрессивной среде. Дата публикации 2024 Журнал Universum: технические науки Том 6 Номер 3 (120) Страницы 5-8.

45. Narzullayev Akmal Assessment of the inhibitory properties of a corrosion inhibitor IK-1 in aquate and salt environments. Дата публикации 2024 Журнал Universum: технические науки Том 8 Номер 2 (119) Страницы 39-42.

46. Нарзуллаев А.Х. Методы защиты металлов от коррозии от органических ингибиторов, представляющих собой гетероциклические соединения, содержащие серу, азот и р-связи. Дата публикации 2024 Журнал Universum: технические науки Том 6 Номер 2 (119) Страницы 56-59.

47. АХ Нарзуллаев, ХС Бекназаров Физико-химические свойства синтезированных из вторсырья олигомерных ингибиторов коррозии. Дата публикации 2021 Издатель БГТУ Страницы 174-175.

48. Akmal Knollinorovich Narzullaev, Khasan Soyibnazarovich Beknazarov, Abdulahat Turapovich Jalilov In corrosive environments, corrosion inhibitors containing nitrogen, sulfur and phosphorus based on recycled materials impact on metal st 20. Дата публикации 2020 Журнал Булатовские чтения Том 5 Страницы 185-190.

49. Панжиев, Арзикул Холлиевич, Олимжон Холлиевич Панжиев, and Закир Календарович Тоиров. "Влияние температуры на синтез цианамида кальция из аммиака, диоксида углерода и извести, полученной из джамакайского известняка." *Universum: химия и биология* 2 (68) (2020): 68-71.

50. Панжиев, Олимжон Холлиевич, and Арзикул Холлиевич Панжиев. "ЗАВИСИМОСТЬ ВЫХОДА ЦИАНАМИДА КАЛЬЦИЯ ОТ СООТНОШЕНИЯ ГАЗОВ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА." *ADVANCED SCIENCE*. 2020.

51. Панжиев, А. Х., Ш. У. Самадов, and М. Ж. Амирова. "Сущность метода амперометрического титрования с одним индикаторным электродом." *Наука и образование: проблемы, идеи, инновации* 2 (2019): 64-66.

52. Панжиев, Олимжон Холлиевич, and Арзикул Холлиевич Панжиев. "ЗАВИСИМОСТЬ ВЫХОДА ЦИАНАМИДА КАЛЬЦИЯ ОТ СООТНОШЕНИЯ ГАЗОВ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА." *ADVANCED SCIENCE*. 2020.

53. Панжиев, А. Х., et al. "ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ЦИАМИДА КАЛЬЦИЯ ИЗ ОКСИДА КАЛЬЦИЯ, АММИАКА И ЭКСПАНЗЕРНОГО ГАЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ." *Инновационная наука в глобализующемся мире* 1 (2019): 39-40.

54. Нарзуллаев, Акмал Холлинович, and Арзикул Холлиевич Панжиев. "Исследования по практическому применению жидкой фракции отхода низкомолекулярного полиэтилена." *Молодой ученый* 10 (2016): 382-384.

55. Панжиев, Арзикул Холлиевич, and Акмал Холлинович Нарзуллаев. "Определение электропроводности неводных и смешанных сред, содержащих ионы различных металлов." *Молодой ученый* 8 (2016): 96-98.

56. Панжиев, Арзикул Холлиевич. "Определение числа электронов при электроокислении винилморфолина, винилпиридина и серосодержащих реагентов в неводных средах." *Молодой ученый* 8 (2016): 98-100.

57. Guzal, Rakhmatova. "KINETIC PROPERTIES OF BICYCLIC SULFUR ORGANIC INHIBITORS." *Universum: химия и биология* 12-2 (90) (2021): 55-58.

58. Рахматова, Гузал Ботировна, Мингникул Жумагулолович Курбанов, and Миртемир Тоштемирович Рузиев. "Синтез и изучение скорости реакции ацилирования 1-тиаинданов и 1-тиахроманов." *Universum: химия и биология* 12 (66) (2019): 82-85.

59. Курбанов, Мингникул Жумагулолович, and Гузал Ботировна Рахматова. "ПРИМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ И КОНЦЕНТРАЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ

ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРОВ НА ОСНОВЕ α -АМИНОКЕТОНОВ." *Universum: технические науки* 11-4 (92) (2021): 44-48.

60. Рахматова, Гузал Ботировна, Мингникул Жумагулолович Курбанов, and Дилбар Дусмурадовна Атакулова. "БРОМИРОВАНИЯ АЦИЛПРОИЗВОДНЫХ 1-ТИАИНДАНОВОГО РЯДА." *EUROPE, SCIENCE AND WE EVROPA, V DA A MY EVROPA, НАУКА И МЫ* (2020): 27.

61. Рахматова, Гузал Ботировна, and Искандар Исокович Аллабердиев. "ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ АНТИКОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ БИЦИКЛОВЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ." The 4th International scientific and practical conference "The world of science and innovation" (November 11-13, 2020) *Cognum Publishing House, London, United Kingdom*. 2020. 1007 p.. 2020.

62. Guzal, Rakhmatova. "GRAVIMETRIC DETERMINATION OF THE INHIBITORY PROPERTY AGAINST METAL CORROSION OF SUBSTANCES OBTAINED ON THE BASIS OF THIAINDAN AND THIOCHROMAN A-AMINO KETONES." *Universum: технические науки* 10-7 (103) (2022): 14-17.

63. Guzal, Rakhmatova. "6-ACEETHYL-1-THIOXROMANE AND 7-ACEETHYL-6-METHYL-1-THIOXROMANE ACETIC ETHER CONDENSATION REACTIONS WITH." *Universum: химия и биология* 2.1 (115) (2024): 66-68.

64. Rakhmatova, Guzal. "INDUSTRIAL USE AND EFFECTIVENESS DETERMINATION OF INHIBITORS BASED ON BISICLIC ORGANIC SULFUR COMPOUNDS." *Universum: технические науки* 12-8 (117) (2023): 66-68.

65. Самадов С.Ж. Назаров Ф.С. Бекназаров Э.М. Назаров Ф.Ф. Биологическая активность синтезированных соединений производных N, N- полиметилена бис [(но-ароматило-циклоалканолоило) карбаматов]. *Universum: технические науки*. "Технические науки" 2021 3(84).

66. Самадов С.Ж. Назаров Ф.С. Бекназаров Э.М. Назаров Ф.Ф. Математическое описание технологических процессов и аппаратов. *Universum: технические науки*. "Технические науки" 2021 5(86).

67. СШ Лутфуллаев, ЭМ Бекназаров, СЖ Самадов. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ СМЕШАННЫХ ПОЛИМЕРОВ. *Universum: технические науки*, 45-47

68. АГ Махсумов, СЖ Самадов, ЗШ Назиров. Технология производства производного бис-[(орто-аминоацетилфеноксид)-карбамата] и его свойства. *Химия.– Алматы* 2, 163-170

69. AG Makhsumov, SJ Samadov, NG Valeeva. Synthesis and properties of the derivative-N. N-fetramethylene bis-(h-ferrocenylhenoxy)–carbamate and its application. *International Journal of Engineering and Scientific Research, (Indiya)* 7 (2), 1-7

70. SJ Samadov, AG Makhsumov, MM Murodov Bis-siklokarbamatlari hosilalari unumiga turli omillarning ta'siri. *Евразийский журнал технологий и инноваций* 1 (6 Part 3), 57-64

71. SJ Samadov, VV Khojaqulov, SN Komolova, ZA Arabova, SM Jovliev. STUDY OF THE PROCESSES OF OBTAINING STABILIZER K-PAC-KMTs MARKS TO

DRAMATICLY REDUCE THE VOLUME OF FLASHES THAT OCCUR IN DIFFERENT UNDERGROUND PLATES DURING THE DRILLING PERIOD. American Journal of Language, Literacy and Learning in STEM Education (2993

72. SJ Samadov, AG Maxsumov. DIIZOTSIANATNING SIKLOALKANOLLAR-FENIL-OLLARNING O 'RNINI BOSUVCHI HOSILALARI BILAN O 'ZARO TA'SIRI. Gospodarka i Innowacje. 36, 517-520.

73.ХБ Рахматов, ФБ Жавлиев, ЗУ Хидирова, НТ Юлдашев. АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТВОРАМИ ВИНИЛПИРИМИДИНА В НЕВОДНЫХ СРЕДАХ. Международный академический вестник, 43-45

74.GB Rakhmatova, XZU Kurbanov MJ. Studius of the anticorrozive properties of sulfur containing bicyclica aminoketones Journal of Critical Reviews 7 (3), 63

75. ШД Джураева, ЧХ Бобилова, ЗУ Хидирова Вероятный механизм образования 2-хлорфенил-азо-4-гидроксифенил-карбоксии-3Научный журнал, 10-11

76. ШД Джураева, ЗУ Хидирова Синтез нового бис-азокарбамата и его параметры Universum: химия и биология, 25-29

77. ШД Джураева, ЗУ Хидирова Синтез и квантово-химические характеристики нового азокрасителя Молодой ученый, 245-248

78. НЖ Ismoilova, ZU Khidirova. Improvement by the Method of Synthesis of Ion-exchange Sorbents International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology ...

79.Mingnikul, Kurbanov, et al. "SYCAETYL ETERY OF 6-ACYTYL-1-THIOCHROMAN AND 7-ACYTYL-6-METHYL-1-THIOCHROMAN CONDENSATION REACTIONS WITH." Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry 12.10 (2021).

80.Джураева, Шохиста Дилмурадовна, and Зулхумор Ураловна Хидирова. "Синтез нового бис-азокарбамата и его параметры." Universum: химия и биология 3-2 (69) (2020): 25-29.

81.Qalandarov F.A. Mulvaney P. Not All That's Gold Does Glitter // MRS Bulletin, 2001, -Vol. 26, Iss. 12, -pp. 1009-1014.

82.Qalandarov F.A. Methods of putting into practice the visual presentation of the content and essence of chemistry education to students. Open access peer reviewed monthly journal of ped agogical and educational research American Journal ISSN(E):2832-9791 Volume 13, June, 2023

83.Qalandarov F.A. Talabalarga kimyoviy ta'lim mazmunini ko'rgazmali taqdim etishning shakllari // Xalq ta'limi. 2021- №6. B.29-33.

84.Qalandarov F.A. Willets K.A., Van Duyne R.P. Localized surface plasmon resonance spectroscopy and sensing // Annual Review of Physical Chemistry, 2007, -Vol. 58, -pp. 267-297.

85.Qalandarov F.A. Growth of carbon nanotubes on catalyst // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. [и др.]. 2023. 6(108). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/15619> (дата обращения: 24.04.2024).

86. Qalandarov F.A. Oliy ta'limda talabalarning kimyo ta'limi tarkibi transparant shakli ishlash mexanizmlarining nazariy tahlili // O'zbekiston milliy universiteti xabarlari. Toshkent-2023, № 1/6/2 ISSN 2181-7324. <http://science.nuuuz/uznm>.

87. Қаландаров Ф.А. Очистка и выделение углеродных нанотрубок // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. [и др.]. 2023. 9(114). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15968> (дата обращения: 24.04.2024).

88. Qalandarov F.A. Methodology for the development of naturalistic intelligence of students based on the visualization of chemical reactions. International conference on innovations in applied sciences, education and humanities. A conference for the future graduates and educators 12th Barcelona, Spain Conference-2023.

89. Рахматов, Худоёр Бобониёзович, Шохиста Дилмурадовна Джураева, and Аббос Тоштемирович Караев. "Теоретический анализ систем, обосновывающих получения нитрата калия." Молодой ученый 18 (2015): 1-3.

90. Dilmuradovna, Juraeva Shokhista. "Titration of Rare Metals with DMGO Solutions in Non-Aqueous Media." EUROPEAN JOURNAL OF INNOVATION IN NONFORMAL EDUCATION 4.3 (2024): 88-89.

91. Эшдавлатова Г.Э. / Разработка Загустителей На Основе Окисленного Крахмала / Open Academia: Journal of Scholarly Research. Volume 1, Issue 8, November, 2023. ISSN (E): 2810-6377. Website: <https://academiaone.org/index.php/4>. 48-52 с.

92. Эшдавлатова Г.Э. / ПАХТА ТОЛАЛИ МАТОЛАРГА ГУЛ БОСИШДА ҚУЮҚЛАШТИРУВЧИЛАР ҚЎЛЛАНИЛИШИНИНГ АМАЛИЙ ЖИХАТЛАРИ / Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences (E) ISSN: 2181-1784 www.oriens.uz SJIF 2023 = 6.131 / ASI Factor = 1.7 3(11), November, 2023. 905-909 с.

93. Нарзуллаев А.Х. Производство азотных, фосфорных ингибиторов коррозии на основе местного сырья и изучение процессов коррозии в металлических трубах. Дата публикации 2021 Журнал Universum: технические науки Номер 3-3 (84) Страницы 58-60.

94. Akmal K Hollinorovich Narzullaev, K Hasan Soyibnazarovich Beknazarov, Abdulahat Turpovich Jalilov Influence of nitrogen, sulfur, phosphorus-containing corrosion inhibitors obtained on the basis of secondary raw materials on St 20 metal in aggressive environments. Дата публикации 2021 Журнал Scientific Bulletin of Namangan State University Том 2 Номер 2 Страницы 77-81.

95. Akmal Narzullaev, Khasan Beknazarov Use of synthesized nitrogen, sulfur-containing IK-2 as anti-corrosion coatings and inhibitors. Дата публикации 2023/6/23 Журнал AIP Conference Proceedings Том 2789 Номер 1 Издатель AIP Publishing.

96. Нарзуллаев Акмал Холлинович TUDYING THE EFFICIENCY OF CORROSION INHIBITORS ИКЦФ-1, ИК-ДЭА, ИК-ДАР-20 В 1М НСІ. Журнал: Russian Chemical Bulletin Том: 2 Номер: 2411132 Год издания: 2019 Издательство: Springer Nature Местоположение издательства: Switzerland Первая страница: 17 Последняя страница: 17

97. Панжиев, Арзикул Холлиевич. "Влияние природы неводной среды на потенциал полуволны окисления винилморфолина и винилпиридина." Молодой ученый 8 (2016): 100-102.

98. Panjiev, O. Kh, M. Abdurakhmanova, and A. Allanov. "STUDYING THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF ACIDIC VIGENAR ACID MONOETHANOLAMMONIUM AND CARBAMAMMONIUM NITRATE SOLUTIONS." International Bulletin of Applied Science and Technology 3.5 (2023): 911-917.

99. Rakhmatova, Guzal. "INDUSTRIAL USE AND EFFECTIVENESS DETERMINATION OF INHIBITORS BASED ON BISICLIC ORGANIC SULFUR COMPOUNDS." Universum: технические науки 12-8 (117) (2023): 66-68.

100. Boboniyozovich, Rakhmatov Khudoyor, et al. "Optimization of the Conditions for the Amperometric Determination of Platinum, Palladium, and Gold Ions with Solutions of Nitrogen-Containing Reagents." INTERNATIONAL JOURNAL OF SPECIAL EDUCATION 37.3 (2022).

101. SJ Samadov, FF Nazarov, FS Nazarov. Mathematical description of echnological processes and devices. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. Том-2. Номер-4. Страницы- 942-945. Издатель ООО «Oriental renessans»

102. Фарход Собирович Назаров, Салохиддин Жовлиевич Самадов, Элёр Муродович Бекназаров, Шерзод Шарофович Ниёзкулов, Феруз Фарходович Назаров. Окисление хиразолонов-4. Молодой ученый. 2018. 115-117.

103. Лутфуллаев С.Ш. Бекназаров Э.М. Пластифицирланган полимер материаллари. Нефт-газ саноатида инновациялар, замонавий энергетика ва унинг муаммолари халқаро конференция материаллари, -Тошкент.2020.

104. FF Nazarov, EM Beknazarov, JR Chuliev, FS Nazarov, S Sh Lutfullaev. Research of fire resistance and physical-mechanical properties of secondary polyethylene. E3S Web of Conferences.2023. 392, 02042.

105. Джураева, Шохиста Дилмуродовна, Чиннигул Хайитовна Бобилова, and Зулхумор Ураловна Хидирова. "Вероятный механизм образования 2-хлорфенил-азо-4-гидроксифенил-карбоксии-3." Научный журнал 7 (52) (2020): 10-11.

106. Джураева, Шохиста Дилмуродовна, and Зулхумор Ураловна Хидирова. "Синтез и квантово-химические характеристики нового азокрасителя." Молодой ученый 2 (2014): 245