

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

_____ А.В. Великородов

05 июня 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ОНФХ

_____ А.В. Великородов

06 июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Составители

Щепетова Е.В., доцент кафедры ОНФХ, к.б.н.

Направление подготовки

04.03.01 «ХИМИЯ»

Направленность (профиль) ОПОП

Медицинская и фармацевтическая химия

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очно-заочная

Год приема

2020

Курс

3

Семестр

5

Астрахань, 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины «Теоретические основы электрохимического анализа» формирование у студентов систематических представлений о научных основах использования электрохимии в анализе лекарственных средств.

1.2. Задачи освоения дисциплины: создание у студентов расширенной и углубленной теоретической базы в области ЭХА и обучение их умению применить ее для решения конкретных аналитических проблем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Теоретические основы электрохимического анализа» относится к элективной части учебного плана подготовки бакалавров.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: учебный курс логически связан с теоретическими основами и практическими навыками, полученными при изучении бакалаврами курса «Органическая химия», «Физическая химия», «Физические и физико-химические методы исследования в химии». Следовательно, «входные» знания и умения обучающегося связаны со знанием теоретических основ вышеперечисленных дисциплин.

Знания: химические связи и строение органических соединений, электронные эффекты в органических молекулах, свойства и способы получения основных классов соединений, генетическую связь между ними, основные типы промежуточных соединений, скорость химических реакций, основные механизмы реакций органических соединений и условия их протекания.

Умения: анализировать научную литературу, оценивать возможность протекания химической реакции и предсказывать ее результат, анализировать полученные данные, выявлять закономерности изменения характеристик химических веществ в зависимости от условий, делать необходимые выводы, представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов.

Навыки: анализ реакционной способности органических соединений в зависимости от строения и последующий прогноз механизма реакции и ее скорости, использование спектральных данных для обоснования механизма реакции.

2.3. Перечень последующих или параллельных учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Органическая химия», «Основы органической химии лекарственных веществ», «Органические экотоксиканты», «Катализ в тонком органическом синтезе лекарственных средств».

Дисциплина встраивается в структуру ОПОП как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

б) общепрофессиональных (ОПК):

ОПК-2 «Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием»

Таблица 1 - Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-2 «Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности хи-	общие методы оценки качества лекарственных средств,	планировать анализ лекарственных средств в соответ-	навыками интерпретации результатов электрохимических

мический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием»	возможность использования электрохимических методов в зависимости от способа получения лекарственных средств, исходного сырья, структуры лекарственных веществ, физико-химических процессов, которые могут происходить во время хранения и обращения лекарственных средств; принципы, положенные в основу электрохимических методов анализа ЛВ.	ствии с их формой по нормативным документам и оценивать их качество по полученным результатам электрохимических методов анализа; интерпретировать результаты электрохимических исследований для подтверждения идентичности ЛВ; определения содержания примесей и количественного содержания ЛВ в препарате.	анализа лекарственных средств для оценки их качества; стандартными операциями по определению порядка и оформлению документов для декларации о соответствии готового продукта требованиям нормативных документов; техникой использования электрохимических методов анализа; навыками интерпретации результатов анализа ЛВ для установления их подлинности, чистоты и количественного содержания.
--	---	---	---

Код компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
<i>ОПК-2</i>	ИОПК-2.1.1 Технологию работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	ИОПК-2.2.1 проводить синтез веществ и материалов различной природы с использованием имеющихся методик ИОПК-2.4.1 уметь проводить исследования	ИОПК-2.3.1 стандартными операциями для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, в том числе 18 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 18 часов – лабораторные работы) и 54 часов – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2- Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование радела (темы)	Се мес тр	Неделя семестра	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
1	Введение. Общая характеристика электрохимических методов анализа. Потенциомет-	5	1- 6			6		18	Собеседование. Отчет по лабораторной работе 1

	рические методы.								
2	Кулонометрические методы	5	7- 12			6		18	Собеседование. Отчет по лабораторной работе 2
3	Вольтамперометрические методы	5	13- 18			6		18	Собеседование. Отчет по лабораторной работе 3
	Итого					18		54	Зачет

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, семинары,

ЛР – лабораторные работы; СР – самостоятельная работа по отдельным темам; КР – курсовая работа

Таблица 3- Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции	
		ОПК-2	Σ общее количество компетенций
Введение. Общая характеристика электрохимических методов анализа. Потенциометрические методы.	24	+	1
Кулонометрические методы	24	+	1
Вольтамперометрические методы	24	+	1
<i>Итого</i>	72		

Содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Общая характеристика электрохимических методов анализа. Потенциометрические методы. Основные понятия и терминология (самостоятельное повторение). Электрохимическая реакция (электродный процесс). Схема записи гальванической цепи. Система знаков. Выбор и классификация электродов. Прямая потенциометрия (ионометрия). Потенциометрическое титрование. Кислотно-основное титрование. Окислительно-восстановительное титрование. Осадительное титрование. Комплексонометрическое титрование. Методы потенциометрического анализа. Метрологические характеристики потенциометрических методов. Инструментальная база потенциометрического метода.

Тема 2. Кулонометрические методы. Закон Фарадея. Методы кулонометрии. Кулонометрический анализ реального объекта. Косвенная кулонометрия (кулонометрическое титрование). Характеристика кулонометрического метода. Инструменты и методики кулонометрии. Кулонометрическое титрование соляной кислоты. Кулонометрическое титрование тиосульфата.

Тема 3. Вольтамперометрические методы. Общая характеристика классической полярограммы. Методы полярографии. Потенциал полуволны, $E_{1/2}$ (В). Диффузионный ток, I (мкА). Наклон полярограммы ($\text{ctg}\alpha$, мВ). Характеристика переменноточковой полярограммы. Вольтамперометрия органических соединений. Амперометрия. Амперометрический анализ реального объекта. Характеристика амперометрического анализа. Методы и методики полярографии. Характеристика амперометрии. Общая характеристика кондуктометрических методов. Методы кондуктометрического анализа.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания по организации и проведению лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения.

Лабораторные работы проводятся через неделю в объеме 2 часа. По окончании изучения каждой темы студенты сдают собеседование. По окончании прохождения курса студенты сдают зачет.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При подготовке к занятиям по биоорганической химии необходимо использовать следующий перечень учебно-методической литературы:

а) Основная литература:

1. Муравьева, И. В. Методы контроля и анализа веществ : потенциометрический метод контроля и анализа веществ / И. В. Муравьева, О. Л. Скорская – Москва : МИСиС, 2012. – 45 с. – ISBN 978-5-87623-589-3. – Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876235893.html> (ЭБС «Консультант студента»)
2. Коренман, Я. И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов. В 4-х книгах. Книга 3. Электрохимические методы анализа. / Коренман Я. И. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : КолосС, 2013. – 232 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высш. Учеб. заведений.) – ISBN 5-9532-0297-0. – Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953202970.html> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Лупенко, Г. К. Физико-химические методы анализа : Лабораторный практикум : учеб. – метод. Пособие / Г. К. Лупенко, А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. – 87 с. – ISBN 978-5-7782-1543-6. – Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778215436.html> (ЭБС «Консультант студента»)
4. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Ю. Я. Харитонов – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 656 с. – ISBN 978-5-9704-2941-9. – Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html> (ЭБС «Консультант студента»)

б) дополнительная литература:

1. Александрова, Т. П. Физико-химические методы анализа : учеб. –метод. Пособие / Александрова Т. П., Апарнев А. И. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. – 88 с. – ISBN 978-5-7782-2846-6. – Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778228467.html> (ЭБС «Консультант студента»)
2. Сальникова, Е. В. Инструментальные методы анализа. Теоретические основы и практическое применение : учебное пособие / Сальникова Е. В. – Оренбург : ОГУ, 2017. – 121 с. – ISBN 978-5-7410-1725-8. – Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017258.html> (ЭБС «Консультант студента»)

Таблица 4- Содержание самостоятельной работы обучающихся

Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Окислительно-восстановительное титрование.	18	лаб. работа
Кулонометрическое титрование соляной кислоты	18	лаб. работа
Вольтамперометрия органических соединений.	18	лаб. работа

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.

1. Характеристика электрохимических методов анализа: потенциометрии, вольтамперометрии, кулонометрии, кондуктометрии.
2. Классификация и предмет методов потенциометрии: прямая потенциометрия, потенциометрическое титрование (интегральное, дифференциальное, по второй производной). Ионметрия. Методы

ионометрии: РН-метрия, катионо-, анионометрия, определение термодинамических величин, ионометрическое титрование.

3. Классическая потенциометрия. Уравнение равновесного электродного потенциала. Компенсационный способ измерения ЭДС гальванического элемента, потенциометры; электроды первого рода: металлические, металлоидные. Электроды второго рода: металлосолевые, металлоокисные. Электроды третьего рода. Газовые электроды, простые и сложные окислительно-восстановительные электроды. Редоксометрия. Электрохимические цепи первого и второго рода. Способы измерения ЭДС электрохимических цепей.

4. Ионометрия. Сущность метода. Классификация ионоселективных электродов. Электроды со стеклянными мембранами. H^+ – селективный электрод.

5. Стеклянные электроды с металлической функцией. Механизм переноса зарядов в стеклах. Потенциометрические способы оценки величин коэффициентов селективности: методы чистых растворов, методы смешанных растворов. Конструкции стеклянных мембранных электродов. Электроды с мембранами на основе жидких ионитов, с жидкими мембранами на основе нейтральных переносчиков. Ионоселективные электроды с твердыми гомо- и гетерогенными мембранами. Газочувствительные электроды.

6. Типы неорганических и органических ионов, определяемых с мембранными электродами. Вспомогательные хлорсеребряные электроды. Способы их получения, характеристики. Электроды сравнения в гальванических элементах с ионоселективными электродами и потенциалы жидкостных соединений. Влияние температуры на ЭДС ГЭ с ионоселективными электродами. Оборудование в ионометрии. Применение ионоселективных электродов в аналитической химии. Прямые измерения. Метод титрования до заданного значения ЭДС с использованием концентрационных элементов.

7. Методы добавок. Метод стандартных добавок при известной и неизвестной крутизне электродной функции. Метод аналитических добавок. Потенциометрическое титрование.

8. Основы инверсионных электрохимических методов. Электрохимический процесс. Эффективность предварительного накопления. Процесс растворения и методы его исследования. Вольтамперометрия со стационарными ртутными и твердыми электродами при линейном изменении потенциала. Растворение металлов из стационарных ртутных капельных и пленочных электродов. Растворение осадка с поверхности электрода. Аппаратура. Электроды сравнения и вспомогательные электроды.

9. Современные разновидности полярографии. Импульсная полярография. Дифференциальная импульсная полярография. Переменно-токовая полярография, квадратно-волновая полярография.

10. Амперометрическое титрование. Выбор условий титрования. Кривые титрования, их анализ. Аппаратура и техника выполнения амперометрического титрования с одним и двумя индикаторными электродами.

11. Кулонометрия. Законы Фарадея. Прямая и косвенная кулонометрия. Потенциостатическая кулонометрия. Гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование при постоянном токе.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Окислительно-восстановительное титрование.	Не предусмотрены	Не предусмотрены	Выполнение и отчет по лабораторной работе
Кулонометрическое титрование соляной кислоты	Не предусмотрены	Не предусмотрены	Выполнение и отчет по лабораторной работе
Вольтамперометрия органических соединений.	Не предусмотрены	Не предусмотрены	Выполнение и отчет по лабораторной работе

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line и off-line (формах: лекций-презентаций, собеседования в режиме чат, форума, чата, выполнения виртуальных лабораторных работ.

6.2. Информационные технологии

Интернет-ресурсы www.asu.edu.ru (представлены учебно-методические материалы для усвоения студентами курса;

Электронный образовательный ресурс по курсу «Теоретические основы электрохимического анализа», представленный на платформе moodle по адресу <http://moodle.asu.edu.ru>

Для оперативной связи со студентами предполагается возможность использования электронной почты преподавателя.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle “Электронное образование» или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Microsoft Security Assessment Tool. Режим доступа: http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273 (Free) Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates. Режим доступа: http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232 (Free)	Программы для информационной безопасности
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
IBM SPSS Statistics 21	Программа для статистической обработки данных

6.3.2. Современные информационные базы данных и информационных справочных систем

Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»

<http://dlib.eastview.com>

Имя пользователя: AstrGU

Пароль: AstrGU

Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов

www.polpred.com

Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARKSQL НПО «Информ-систем»

<https://library.asu.edu.ru/catalog/>

Электронный каталог «Научные журналы АГУ»

<https://journal.asu.edu.ru/>

Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек.

<http://mars.arbicon.ru>

Справочная правовая система КонсультантПлюс.

Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила.

<http://www.consultant.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Теоретические основы электрохимического анализа» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 - Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Введение. Общая характеристика электрохимических методов анализа. Потенциометрические методы.	ОПК-2	Контрольная работа
2	Кулонометрические методы.	ОПК-2	Контрольная работа
3	Вольтамперометрические методы.	ОПК-2	Контрольная работа

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания приведены в таблице 6.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания приведены в таблице 7 и 8.

Таблица 7. Показатели оценивания результатов и обучения в виде знаний

5 «отлично»	- демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры;
4 «хорошо»	- демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя;
3 «удовлетворительно»	- демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов;
2 «неудовлетворительно»	- демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры.

Таблица 8 - Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

Тема 1. Введение. Общая характеристика электрохимических методов анализа. Потенциометрические методы.

Лабораторная работа 1

Определение соляной и уксусной кислот в растворе при их совместном присутствии
Реактивы: и аппаратура:

Гидроксид натрия, 0,1 М стандартный раствор, ацетон, рН-метр, индикаторный электрод, стеклянный и электрод сравнения (хлоридсеребряный).

Выполнение определения:

В стакан для титрования помещают аликвоту анализируемой смеси –соляной и уксусной кислот, прибавляют 20-30 мл дистиллированной воды. Проводят ориентировочное титрование, обнаруживая два скачка рН: первый – небольшой и второй – основной.

При точном титровании в водной среде стандартный раствор щелочи прибавляют равными порциями по 6 капель вблизи первого скачка рН, обнаруживаемого при ориентировочном титровании.

Отсутствие заметного первого скачка потенциала не позволяет установить точный расход раствора щелочи на титрование соляной кислоты. Вблизи второго скачка титруют порциями раствора щелочи по две капли, тем самым устанавливают объем титранта, соответствующий суммарному содержанию обеих кислот (V1).

Содержание соляной кислоты определяют в водно-ацетоновой среде, прибавляя к аликвотной части испытуемого раствора двойной объем ацетона и титруя стандартным раствором щелочи порциями по шесть капель в области первого скачка (V2).

Содержание соляной кислоты (г) рассчитывают с учетом объема V2, а уксусной кислоты – по разности объемов титранта, затраченного на суммарное титрование обеих кислот в водной среде и на титрование соляной кислоты в водно-ацетоновой среде (V1 – V2).

Вопросы для собеседования по теме 1

1. Основные понятия и терминология (самостоятельное повторение). Электрохимическая реакция (электродный процесс). Схема записи гальванической цепи. Система знаков.
2. Выбор и классификация электродов.
3. Прямая потенциометрия (ионометрия). Потенциометрическое титрование. Кислотно-основное титрование. Окислительно-восстановительное титрование.
4. Осадительное титрование. Комплексонометрическое титрование. Методы потенциометрического анализа.
5. Метрологические характеристики потенциометрических методов. Инструментальная база потенциометрического метода.

Тема 2. Кулонометрические методы.

Лабораторная работа 2

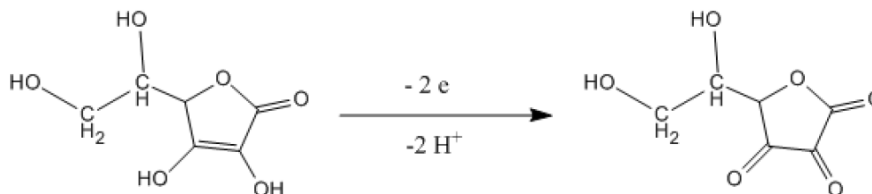
Кулонометрическое титрование

Определение содержания аскорбиновой кислоты в растворе

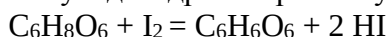
Цель работы: ознакомление с методикой кулонометрического титрования с бипотенциометрической индикацией точки эквивалентности на анализаторе кулонометрическом «Эксперт-006».

I. Сущность метода определения

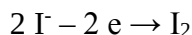
В основу метода кулонометрического определения аскорбиновой кислоты положена ее способность к быстрому окислению:



В качестве окислителя в данном методе используется элементарный йод, который количественно переводит аскорбиновую кислоту в дегидроаскорбиновую кислоту по реакции:



Йод генерируется на аноде электрохимической ячейки непосредственно в титруемом растворе из иодида калия, добавляемого в раствор с достаточным избытком, чтобы избежать смещения электродного потенциала и тем самым обеспечить 100 % выход по току требуемой анодной реакции:



На катоде, отделенном от анода пористой диафрагмой, идет восстановление ионов водорода: $\text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$.

Бипотенциометрическая индикация точки эквивалентности в данном варианте обеспечивается благодаря резкому росту ЭДС индикаторной системы на основной стадии электролиза.

Количество электричества (Q , Кл), затраченного на генерацию йода, определяется прибором автоматически на основании уравнения:

$$Q = \int_0^t I dt.$$

Число моль–эквивалентов ($\nu_{1/z}$, моль) определяемого вещества, находящегося в растворе, вычисляется как:

$$\nu_{1/z} = \frac{Q}{F}.$$

Искомая концентрация ($C_{1/z \text{ аск.к.}}$, моль/дм³) определяется из выражения:

$$C_{1/z \text{ аск.к.}} = \frac{Q}{F \cdot V_{\text{пип}} \cdot 10^{-3}},$$

а масса (г):

$$m_{\text{аск.к.}} = \frac{Q \cdot M_{1/z \text{ аск.к.}}}{F} \cdot \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{пип}}},$$

где $M_{1/z \text{ аск.к.}}$ – молярная масса эквивалента аскорбиновой кислоты, г/моль; $V_{\text{к}}$ – вместимость мерной колбы с анализируемой пробой, см³; $V_{\text{пип}}$ – объем раствора пробы, отобранный пипеткой для анализа, см³.

II. Объект анализа – раствор аскорбиновой кислоты с концентрацией 0,010 – 0,050 моль/дм³.

III. Средства измерений, вспомогательные устройства и реактивы

анализатор кулонометрический «Эксперт–006»; магнитная мешалка; электрохимическая ячейка, включающая пару генераторных электродов и двухэлектродную индикаторную систему, используемую для потенциометрического определения конечной точки титрования; цилиндры, мензурки, колбы по ГОСТ 1770–74; бюретки, пипетки по ГОСТ 20292–74Е; калий иодистый, по ГОСТ 4232, 10 % раствор; вода дистиллированная, ГОСТ 6709–72.

IV. Подготовка кулонометра к работе

Управление работой анализатора осуществляется клавиатурой (табл. 1), расположенной на его лицевой панели.

Таблица 1

Функции клавиш клавиатуры кулонометра

Клавиша	Назначение	Клавиша	Назначение
№ 1 	- Ввод цифры «1»; - изменение номера программы	«ВКЛ»	Включение анализатора
№ 2 «М/V»	- Ввод цифры «2»; - ввод массы пробы	«ОТКЛ»	Выключение анализатора
№ 3 	- Ввод цифры «3»; - изменение номера программы	«ДИАП – »	- Вывод знака «–»; - Выбор диапазона титрующего тока (5 или 50 мА)
№ 4 «ИЗМ»	- Ввод цифры «4»; - запуск измерения (калибровки)	1 	- Увеличение номера измерений на единицу; - переход к следующему параметру измерений
№ 5 «ВИД»	- Ввод цифры «5»; - выбор режима индикации (цифровая, буквенная или графическая)	2 	- Уменьшение номера измерений на единицу; - переход к предыдущему параметру измерений
№ 6 «ИЗМ ДРФ»	- Ввод цифры «6»; - запуск программы измерения дрейфа	«ДРФ ▯»	- Ввод десятичной точки; - режим учета дрейфа
№ 7 «ЧИСЛ»	- Ввод цифры «7»; - ввод численных значений	«ВВОД»	- Ввод численного значения параметра; - пересчет измерения
№ 8 Ф1	- Ввод цифры «8»; - ввод численных значений (которые указаны через дефис)	«ОТМ»	- Отмена команды; - выход из режимов на ступень вверх
№ 9 «ПРМ»	- Ввод цифры «9»; - вход в режим просмотра и установки параметров	№ 0 	- Ввод цифры «0»; - активация и отключение подсветки дисплея

1. Включают анализатор, нажав на лицевой панели анализатора клавишу «ВКЛ». На дисплее высветится фирменный знак предприятия – производителя, а затем отобразятся установочные параметры анализатора.

2. Для входа в режим просмотра и корректировки параметров, нажимают клавишу «ПРМ». Для просмотра параметров в возрастающем порядке используется клавиша «►», в обратном – клавиша «◄». Лабораторная работа проводится по программе №4 и следующим параметрам:

Наименование параметра	Единицы измерений	Величина параметра
Диапазон	мг	100
Уровень измерения	мВ	40
Уровень уменьшения	мВ	(100) 200
Начальный ток	%	20
Основной ток	%	20
Конечный ток	%	10
Время перемешивания	с	30
Тип индикации	Бипотенциометрический	
Эквивалент аскорбиновой кислоты	г/моль	176:2 = 88

В диапазоне (0 – 100) мг содержания вещества в пробе максимальная сила основного тока генерации $I = 50$ мА.

Уровень измерения – клавишей «Ф1» устанавливают *исходное* и *конечное* значения потенциала индикаторной системы. После запуска измерений клавишей «ИЗМ» анализатор, пропуская через фоновый электролит начальный ток, автоматически доводит потенциал индикаторной системы до *уровня измерения*. *Исходное значение* в то же время является *конечным*, т. е. основной процесс электролиза происходит до тех пор, пока потенциал индикаторной системы не будет равен *исходному значению*.

Уровень уменьшения – клавишей «ЧИСЛ» устанавливают значение потенциала индикаторной системы, при достижении которого после вливания анализируемого раствора начинается основная стадия электролиза. В то же время при данном значении потенциала индикаторной системы в финальной стадии электролиза автоматически производится уменьшение силы тока при приближении к точке эквивалентности. Это позволяет повысить точность измерения вследствие компенсации инерционности индикаторной системы.

Начальный ток – значение силы тока (в % от максимального тока диапазона). Начальный ток пропускается через электролит до внесения пробы для достижения заданных начальных условий. Для изменения нажимают клавишу «ЧИСЛ» и с клавиатуры вводят нужное число.

Основной ток – значение силы тока (в % от максимального тока диапазона). Основной ток используется для проведения основной ($\approx 90 - 98$ %) стадии электролиза, пока электродная разность потенциалов индикаторной системы не снизится до *уровня уменьшения*. Для изменения нажимают клавишу «Ф1» и с клавиатуры вводят нужное число.

Конечный ток – значение силы тока (в % от максимального тока диапазона). Конечный ток используется для проведения финальной ($\approx 2 - 10$ %) стадии электролиза после снижения разности потенциалов индикаторной системы ниже *уровня уменьшения*. Для изменения нажимают клавишу «ПРМ» и с клавиатуры вводят нужное число.

Время перемешивания – промежуток времени между достижением разности потенциалов индикаторной системы, соответствующей *уровню уменьшения* (порогу срабатывания) после внесения пробы и началом пропуска основного тока. Для ввода требуемого значения нажимают клавишу «ЧИСЛ», и с клавиатуры вводят нужное число.

3. Для выхода из режима просмотра и установки параметров измерений нажимают клавишу «ОТМ». На дисплее появится изображение с новыми, вновь установленными значениями параметров.

4. Ввод массы навески анализируемой пробы осуществляется без входа в режим просмотра и установки параметров, просто нажимают клавишу «М/V» и следуют указаниям, появляющимся на дисплее. После ввода нужного значения для единичной навески или одинакового значения навески пробы для серии измерений нажимают клавишу «ВВОД».

IV. Выполнение измерений

Электрохимическую ячейку заполняют 50 см³ фоновых раствора электролита. Помещают электроды в соответствующие гнезда ячейки. Включают кулонометр и проверяют установленные параметры. Включают магнитную мешалку.

На лицевой панели кулонометра нажимают клавишу «ИЗМ». На дисплее появится сообщение «Установка в начало». Через электролит пойдет ток до тех пор, пока потенциал индикаторной системы не достигнет *уровня измерения*.

На дисплее появится сообщение «Введите пробу». В анодную камеру ячейки вводят требуемую порцию исследуемого раствора. Зафиксировав скачок потенциала индикаторной системы, прибор включится в режим перемешивания. Затем прибор в режиме «Измерение» оттитрует внесенную порцию исследуемого раствора, и на дисплее появится сообщение «Результат измерения».

Списывают с дисплея значение количества электричества, затраченного на титрование, вносят его в табл. 4.2 и нажимают клавишу «ОТМ» для перевода прибора в исходную позицию. Не меняя фоновых растворов, проводят трижды операцию титрования. Для трех измерений рассчитывают содержание аскорбиновой кислоты в растворе по формуле, представленной в п. I данной лабораторной работы, после чего устанавливают среднее содержание.

V. Выводы

В выводах анализируются полученные результаты работы и делается заключение о качестве ее проведения. Отчет по работе представляется в форме, указанной в приложении.

Таблица.2

Результаты кулонометрического титрования раствора аскорбиновой кислоты

№ измерения	Объем пробы, V , см ³	Количество электричества, Q , Кл	Результат расчета, C , моль/дм ³
1			
2			
3			
Среднее			

Вопросы для собеседования по теме 2

1. Закон Фарадея. Методы кулонометрии.
2. Кулонометрический анализ реального объекта.
3. Косвенная кулонометрия (кулонометрическое титрование). Характеристика кулонометрического метода.
4. Инструменты и методики кулонометрии.
5. Кулонометрическое титрование соляной кислоты.
6. Кулонометрическое титрование тиосульфата.

Тема 3. Вольтамперометрические методы.

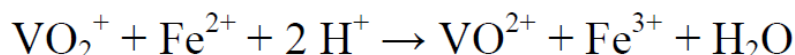
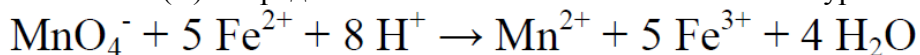
Лабораторная работа 3

Определение перманганата калия и ванадата аммония в растворе

Цель работы: ознакомление с методикой амперометрического титрования с двумя поляризованными электродами.

I. Сущность метода определения

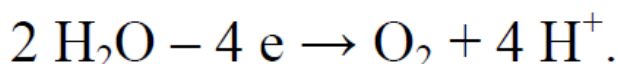
Определение перманганат– и ванадат–ионов основано на титровании исследуемого раствора раствором соли железа (II). Определяемые ионы восстанавливаются по уравнениям:



В титруемый раствор погружают два одинаковых платиновых микроэлектрода, на которые накладывается потенциал от внешнего источника величиной порядка 0,5 В. На первой стадии титрования на катоде будет происходить восстановление перманганат–ионов:



на аноде – окисление молекул воды с выделением кислорода:



Сила катодного тока I_k , лимитируемая скоростью катодного восстановления перманганат–ионов (рис. 1, кривая 1), по мере уменьшения их концентрации будет уменьшаться практически до нуля. Соответственно будет снижаться и величина анодного тока I_a . Минимальное значение силы тока соответствует объему раствора Fe^{2+} (V1), при котором все перманганат–ионы будут оттитрованы (рис. 2, участок до V1).

Окислительная способность раствора снизится, потенциалы анода и катода сместятся в отрицательную сторону. Но напряжение на ячейке величиной 0,5 В недостаточно, чтобы поляризовать электроды до значений, обеспечивающих катодный процесс восстановления ванадат–ионов и анодный процесс окисления воды (рис. 1, кривая 2). Ток в этом случае будет близок или равен нулю (рис. 2, участок между V1 и V2) вплоть до полного восстановления ванадат–ионов:

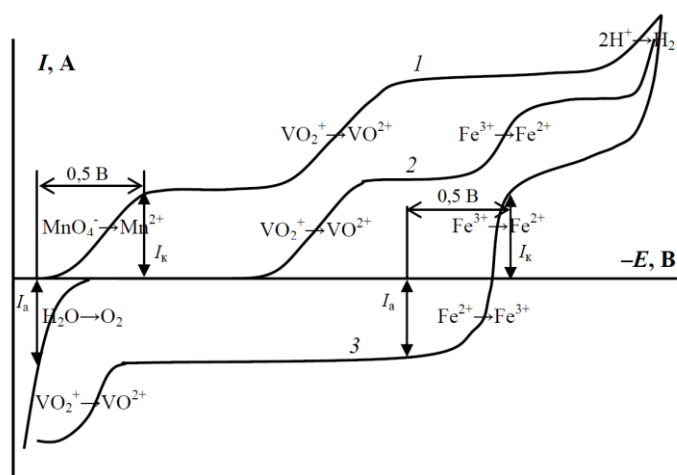
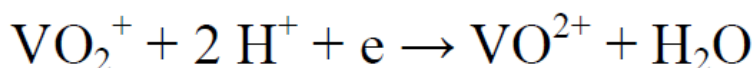


Рис. 1. Суммарные кривые $I - E$ при титровании раствора, содержащего ионы MnO_4^- и VO_2^+ , раствором Fe^{2+}

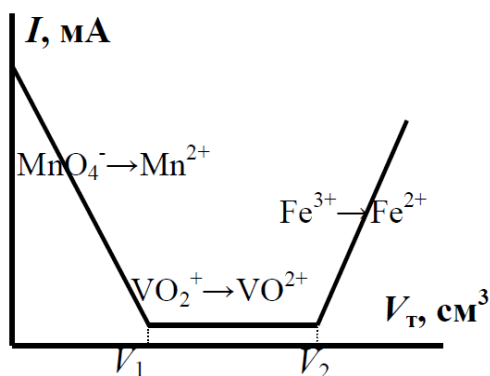


Рис. 2. Кривая титрования MnO_4^- и VO_2^+ раствором Fe^{2+}

При появлении избыточных ионов Fe^{2+} сила тока будет резко возрастать, так как образуется хорошо обратимая система: $\text{Fe}^{3+} + e \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$ (рис. 1, кривая 3)

Катодное восстановление Fe^{3+} и анодное окисление Fe^{2+} будут проходить без заметного перенапряжения на электродах. На этой стадии титрование заканчивают. На кривой титрования (рис. 2) первая точка эквивалентности отчетливо проявляется по достижении минимума тока, а вторая – по резкому его возрастанию.

II. Средства измерений, вспомогательные устройства и реактивы: Установка для амперометрического титрования (рис. 3); цилиндры, мензурки, колбы по ГОСТ 1770–74; бюретки, пипетки по ГОСТ 20292–74Е; вода дистиллированная по ГОСТ 6709–72; аммоний–железо (II) сернокислый, 6–водный по ГОСТ 4208–80 (соли Мора), раствор с концентрацией по Fe 0,100 моль/дм³; дихромат калия по ГОСТ–2652–78, раствор дихромата калия с концентрацией $C_{1/2} = 0,100$ моль/дм³, первичный стандарт; кислота серная по ГОСТ 4204–77, «х.ч.», раствор H_2SO_4 с концентрацией $C = 1$ моль/дм³.

III. Алгоритм выполнения измерений

1. Раствор соли Мора с молярной концентрацией эквивалента $C(1/2 \text{ Fe}^{2+}) = 0,100$ моль/дм³ готовят растворением 40 г соли Мора в 500 см³ дистиллированной воды, прибавляют 50 см³ концентрированной серной кислоты и разбавляют водой до 1,0 дм³. Полученным раствором заполняют бюретку для титрования. Стандартизуют по стандартному раствору дихромата калия.

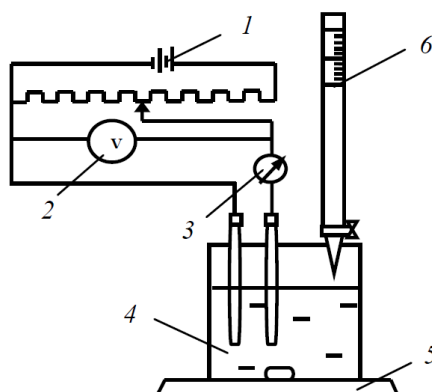


Рис. 3. Схема установки для амперометрического титрования перманганат– и ванадат–ионов:

1 – стабилизированный источник постоянного тока; 2 – вольтметр; 3 – микроамперметр; 4 – электрохимическая ячейка; 5 – магнитная мешалка; 6 – бюретка с раствором соли Мора

2. Полученный у преподавателя анализируемый раствор в мерной колбе вместимостью 50,0 см³ разбавляют дистиллированной водой до метки, перемешивают и отбирают пипеткой 5,0 – 10,0 см³ в стакан для титрования вместимостью 100 см³. В этот же стакан вливают 20 см³ 1 М раствора серной кислоты и 10 – 20 см³ дистиллированной воды.

3. На электрохимической ячейке устанавливают с помощью стабилизированного источника постоянного тока напряжение 0,5 В. Ставят стакан на магнитную мешалку, опустив в него магнитный стержень для перемешивания и платиновые или графитовые электроды так, чтобы они были погружены в раствор на 0,5 – 1,0 см и не касались магнитного якоря. Включают магнитную мешалку и приступают к титрованию. Первое титрование можно провести для ориентировочного определения точек эквивалентности, добавляя соль Мора порциями по 0,5 см³. При следующих титрованиях вблизи точек эквивалентности объем титранта следует добавлять по 0,1 см³, чтобы снизить погрешность определений.

IV. Обработка результатов анализа

По данным эксперимента строят кривую титрования $I - V_{\text{сМ}}$ (рис.1). После определения по кривой титрования объема раствора соли Мора, затраченного на титрование перманганата калия (V_1 , см³) и ванадата аммония ($V_2 - V_1$, см³), проводят расчет их массового содержания (г) по формулам:

$$m_{\text{KMnO}_4} = \frac{C_{1/z \text{ Fe}} \cdot V_1 \cdot M(1/z \text{ KMnO}_4)}{1000} \cdot \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{пип}}}$$

$$m_{\text{NH}_4\text{VO}_3} = \frac{C_{1/z \text{ Fe}} \cdot (V_2 - V_1) \cdot M(1/z \text{ NH}_4\text{VO}_3)}{1000} \cdot \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{пип}}},$$

где $C_{1/z \text{ Fe}}$ – молярная концентрация эквивалента стандартизованного раствора железа (соли Мора), моль/дм³; $M(1/z \text{ KMnO}_4)$ – молярная масса эквивалента перманганата калия, г/моль; $M(1/z \text{ NH}_4\text{VO}_3)$ – молярная масса эквивалента ванадата аммония, г/моль; $V_{\text{к}}$ – вместимость мерной колбы с пробой, см³; $V_{\text{пип}}$ – объем пробы, отобранный пипеткой для титрования, см³.

Для получения достоверных результатов титрование следует повторить 3–4 раза. Данные единичных измерений и результаты вычислений заносят в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Объем раствора соли Мора		Вычисленная масса	
	В первой ТЭ, V_1 , см ³	Во второй ТЭ, V_2 , см ³	$m(\text{KMnO}_4)$, г	$m(\text{NH}_4\text{VO}_3)$, г
1				
2				
3				
4				

Для оценки качества проведенных измерений проводят статистическую обработку вычисленных масс и результаты анализа представляют в следующем виде:

$$(m_{\text{KMnO}_4} \pm \Delta m_{\text{KMnO}_4}) \text{ г, } S_r \%$$

$$(m_{\text{NH}_4\text{VO}_3} \pm \Delta m_{\text{NH}_4\text{VO}_3}) \text{ г, } S_r \%$$

V. В выводах дается анализ проделанной работы на основании полученных экспериментальных результатов.

Вопросы для собеседования по теме 3

1. Общая характеристика классической полярограммы. Методы полярографии.
2. Потенциал полуволны, $E_{1/2}$ (В). Диффузионный ток, I (мкА). Наклон полярограммы ($\text{ctg}\alpha$, мВ).
3. Характеристика переменного тока полярограммы.
4. Вольтамперометрия органических соединений.
5. Амперометрия. Амперометрический анализ реального объекта. Характеристика амперометрического анализа.
6. Методы и методики полярографии. Характеристика амперометрии.
7. Общая характеристика кондуктометрических методов. Методы кондуктометрического анализа.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на зачет

1. Характеристика индикаторных электродов в классической потенциометрии.
2. Классификация и механизм поведения мембранных электродов на основе ионообменных материалов.
3. Сравнительная характеристика мембранных электродов с твердыми мембранами.
4. Сравнительная характеристика аналитических методик с индикаторными мембранными электродами.
5. Характеристика и аналитические возможности индикаторных электродов в вольтамперометрии.
6. Инверсионная вольтамперометрия – гибридный метод концентрирования и анализа пробы. Сравнительная характеристика индикаторных электродов, электродных процессов в инверсионной вольтамперометрии.
7. Сравнительная характеристика поляризационных кривых в классической полярографии и инверсионной вольтамперометрии.
8. Сравнительная характеристика поляризационных кривых в классической полярографии и осциллографической полярографии.
9. Токи недиффузионного характера в вольтамперометрии. Их положительная и отрицательная роль.
10. Сравнительная оценка принципиальных схем, лежащих в основе классического осциллополярографа. Характеристика и аналитические возможности осциллополярографии.
11. Способы повышения чувствительности в современных методах вольтамперометрии.
12. Сущность и аналитические возможности амперометрии с одним и двумя индикаторными электродами.
13. Кулонометрия. Сущность метода и аналитические возможности различных методов кулонометрии: гальваностатической, потенциостатической, кулонометрического титрования.

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ОПК-2 «Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием»				

1.	Задание закрытого типа	Коэффициент молярного поглощения комплекса $\text{Fe}(\text{SCN})_2^{+}$ при 580 нм равен $6 \cdot 10^3$. Рассчитать оптическую плотность $3 \cdot 10^{-5}$ моль/л раствора комплекса, измеренную при 580 нм в кювете с $l = 2$ см	0,2	10
2.		Молярный коэффициент поглощения комплекса бериллия с ацетилацетоном в хлороформе для волны 295 нм равен 31600. Какое минимальное содержание бериллия (в %) можно определить в навеске 1 г, растворенной в 50 мл, в кювете с толщиной слоя 5 см, принимая минимальный отсчет по шкале оптической плотности фотоколориметра 0,025? В окрашенном соединении на атом бериллия приходится молекула ацетилацетона.	0,01%	10
3.		При нефелометрическом определении бария были приготовлены суспензии BaSO_4 из стандартного раствора с концентрацией бария 57,2 мкг/мл и раствора, анализируемого на содержание бария. Кажущаяся оптическая плотность равна соответственно 0,50 и 0,45. Рассчитать концентрацию бария в анализируемом растворе.	$3,0 \cdot 10^{-3}$	10
4.		Рассчитать минимально определяемую массу (в мг) железа (III) по реакции с сульфосалициловой кислотой в аммиачной среде при использовании кюветы с толщиной слоя $l = 5$ см; объем окрашенного раствора V равен 5 см ³ ; коэффициент молярного поглощения равен 4000; минимальная оптическая плотность, измеряемая прибором, составляет 0,01.	0,004	10
5.		Для определения никеля в катализаторе гидрирования жиров навеску катализатора, равную 0,215 г, растворили, довели до метки в мерной колбе вместимостью 200 см ³ . К 10 см ³ этого раствора добавили тартрата калия-натрия, аммиак, персульфат аммония, диметилглиоксим, подогрели в течение 5 минут, охладили. По градуировочному графику определили, что в анализируемом растворе содержится 2,1 мг никеля. Определить массовую долю никеля	0,05	10

		в катализаторе.		
1.	Задание открытого типа	Дайте определение аналитического сигнала	Это видимые изменения в самом объекте исследования (образование осадка, изменение окраски и т. д.) или изменение параметров измерительных приборов (отклонение стрелки прибора, изменение цифрового отсчета, появление линии в спектре и пр.).	3
2.		Что такое чувствительность метода	Чувствительность метода определяется тем минимальным количеством вещества, которое можно определять или обнаруживать данным методом. Избирательность (селективность) метода. Определяющими при выборе методов анализа являются химические свойства образца.	3
3.		Что понимают под селективностью метода	Критерий, применяемый в химии для количественной оценки эффективности протекания целевой реакции при наличии побочных процессов. Различают полную, или интегральную селективность, определяемую как соотношение между количеством полученного целевого продукта и всех продуктов процесса, а также мгновенную, или дифференциальную селективность, определяемую как соотношение между скоростью целевой реакции и скоростью расходования исходного <u>реагента</u> .	5
4.		Перечислите основные физические методы исследования	Видимая спектроскопия, инфракрасная спектроскопия, ультрафиолетовая спектроскопия, метод ААС.	3
5.		Перечислите основные химические методы исследования	Кислотно-основное титрование, гравиметриче-	3

			ские методы анализа, комплексометрические методы анализа	
--	--	--	--	--

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Дисциплина «Теоретические основы электрохимического анализа»

Курс 3 семестр 5

Кафедра органической, неорганической и фармацевтической химии

Преподаватель – Щепетова Екатерина Владимировна, доцент кафедры органической, неорганической и фармацевтической химии

Трудоемкость дисциплины 72 часа

Число дидактических единиц 3

Максимальное количество баллов за работу в течение семестра 100 баллов

Таблица 10 - Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Основной блок			
1.	Введение. Общая характеристика электрохимических методов анализа. Потенциометрические методы.	20	по расписанию
2.	Кулонометрические методы.	20	по расписанию
3.	Вольтамперометрические методы.	20	по расписанию
5	Полнота ответа на зачете	40	по расписанию
Всего		100	

Таблица 11 – Система бонусов и штрафов (для одного занятия)

6.	Активность на занятии	10	по расписанию
7.	Неподготовленное домашнее задание	-1	
8.	Пропуск занятия без уважительной причины	-2	

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
70–74	3 (удовлетворительно)	
65–69		
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература:

1. Муравьева, И. В. Методы контроля и анализа веществ : потенциометрический метод контроля и анализа веществ / И. В. Муравьева, О. Л. Скорская - Москва : МИСиС, 2012. - 45 с. - ISBN 978-5-87623-589-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876235893.html> (ЭБС «Консультант студента»)
2. Валова, В. Д. Физико-химические методы анализа / Валова (Копылова) В. Д. - Москва : Дашков и К, 2010. - 224 с. - ISBN 978-5-394-00412-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394004124.html> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Хенце, Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика / Г. Хенце - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 287 с. (Методы в химии) - ISBN 978-5-00101-509-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001015093.htm> (ЭБС «Консультант студента»)

8.2. Дополнительная литература:

1. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Ю. Я. Харитонов - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-2941-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html> (ЭБС «Консультант студента»)
2. Александрова, Т. П. Физико-химические методы анализа : учеб. -метод. пособие / Александрова Т. П. , Апарнев А. И. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 88 с. - ISBN 978-5-7782-2846-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778228467.html> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Сальникова, Е. В. Инструментальные методы анализа. Теоретические основы и практическое применение : учебное пособие / Сальникова Е. В. - Оренбург : ОГУ, 2017. - 121 с. - ISBN 978-5-7410-1725-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017258.html> (ЭБС «Консультант студента»)
4. Лупенко, Г. К. Физико-химические методы анализа : Лабораторный практикум : учеб. -метод. пособие / Г. К. Лупенко, А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. - 87 с. - ISBN 978-5-7782-1543-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778215436.html> (ЭБС «Консультант студента»)

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

Электронная библиотечная система IPRbooks

www.iprbookshop.ru

Электронно-библиотечная система BOOK.ru

<https://book.ru>

Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ,

раздел «Легендарные книги».

www.biblio-online.ru, <https://urait.ru/>

Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех»
<https://biblio.asu.edu.ru>

Учётная запись образовательного портала АГУ

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»
Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий.
www.studentlibrary.ru

Регистрация с компьютеров АГУ

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»
Для кафедры восточных языков факультета иностранных языков. Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями по направлению «Восточные языки»

www.studentlibrary.ru

Регистрация с компьютеров АГУ

Электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «РУССКИЙ ЯЗЫК КАК ИНОСТРАННЫЙ»
www.ros-edu.ru

Перечень общедоступных официальных интернет-ресурсов на 2022–2023 учебный год

Наименование интернет-ресурса	Сведения о ресурсе
Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru	Федеральный портал (предоставляется свободный доступ)
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации https://minobrnauki.gov.ru	
Министерство просвещения Российской Федерации https://edu.gov.ru	
Федеральное агентство по делам молодежи (Росмолодёжь) https://fadm.gov.ru	
Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор) http://obrnadzor.gov.ru	
Сайт государственной программы Российской Федерации «Доступная среда» http://zhit-vmeste.ru	
Российское движение школьников https://пдш.рф	

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия проводятся в аудитории, имеющей: Столы – 8 шт. Стулья – 17 шт. Доска – 1 шт. Вытяжной шкаф – 1 шт. Штатив с зажимами для бюреток - 2 шт. Бюретки – 2 шт. Ионномер – 1 шт; рН-метр, индикаторный электрод, электрод сравнения, хлорсеребряный электрод, индикаторный электрод платиновый, выпрямитель и стабилизатор напряжения, секундомер по 1 шт.,

анализатор кулонометрический «Эксперт-006» - 1 шт., магнитная мешалка – 1 шт., установка для амперометрического титрования – 1 шт.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

_____ А.В. Великородов
« ____ » _____ 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ОНФХ
_____ А.В. Великородов
« ____ » _____ 2022 г.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ
в рабочей программе дисциплины (модуля)
«Теоретические основы электрохимического анализа»
по направлению подготовки 04.03.01 «Химия»
(направленность (профиль) «Медицинская и фармацевтическая химия»
на 2022–2023 учебный год

Форма обучения очно-заочная
Год приёма 2020

1. В разделе 6.1. РПД Образовательные технологии вносятся следующие изменения:
1.1. формы учебного занятия.
2. В раздел 6.3.1. вносятся следующие изменения:
2.1. изменен перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.
3. В разделе 6.3.2. вносятся следующие изменения:
3.1. изменены профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Составитель _____

Щепетова Е.В., к.б.н., доцент.