

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
аналитической химии



Елисеева Т.В.

20.04.2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В.ДВ.02.02 Электрохимические методы анализа

Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

04.04.01 Химия

2. Профиль подготовки/специализация: Органическая химия

3. Квалификация выпускника: магистр химии

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра аналитической химии

6. Составители программы: Елисеева Татьяна Викторовна, к.х.н., доцент

7. Рекомендована: Научно-методическим советом химического факультета, протокол №3 от 19.04.2022

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2022-2023

Семестр(ы)/Триместр(ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является:

- углубление знаний магистрантов в области электрохимических методов анализа и рассмотрение возможностей их использования в органической химии.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение методологии применения электрохимического анализа на примере объектов органической природы

- ознакомление с особенностями и областями применения данной группы методов.

- освоение теории отдельных методов для использования в исследовательской работе.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Вариативная часть. Дисциплина по выбору.

Требования к входным знаниям: знание основ классических методов электрохимического анализа, основ электрохимии, наличие представлений об актуальных проблемах количественного определения органических соединений.

Магистранты должны уметь пользоваться литературой в области электрохимического анализа и интернет-ресурсами.

Курс необходим для работы над ВКР магистров и подготовки магистерской диссертации. Он предшествует изучению курсов Б1.В.03 «Методы разделения и концентрирования», Б1.В.05 «Химия биологически активных соединений».

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способность проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности.	ПК-1.1 ПК-1.2	Обеспечивает сбор научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач. Составляет аналитический обзор собранной научной, технической и патентной информации по тематике исследовательского проекта.	Знать: -теорию основных электрохимических методов, области использования различных методов электроанализа в экспертной химии и технологии; -основные принципы устройства и работы приборов для электрохимического анализа, электрохимических ячеек и установок, организации аналитического контроля в соответствии с поставленными задачами определенного проекта. Уметь: Осуществлять сбор научной, технической и патентной информации об электрохимических методах для решения задач анализа и химической экспертизы, в том числе в соответствии с темой магистерской диссертации. Составить аналитический обзор собранной научно-технической и патентной информации по состоянию и использованию электрохимических методов, их применению при решении химической экспертизы, в том числе в соответствии с темой магистерской диссертации.

				<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками организации проведения химической экспертизы с использованием электрохимических методов и технологических процессов на основе полученных знаний и собранной научной информации. -основными навыками анализа данных литературы, экспериментальных данных, патентной информации в области электрохимического анализа.
ПК-3	Способность на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области химии.	ПК-3.1 ПК-3.2	<p>Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными. Определяет возможные направления развития работ и перспективы промышленного применения полученных результатов.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -основные классические и современные представления об электрохимических методах анализа, а также о принципах проведения измерений в электрохимических системах. -области и перспективы применения электрохимического анализа, основные направления развития электроанализа, а также принципы функционирования установок. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Провести сравнение изученных электрохимических методов анализа, проанализировать их метрологические характеристики и сопоставить данные из различных источников литературы, из собственных результатов НИР. -выбрать электрохимический метод и разработать подход к анализу при выполнении исследований, в том числе по теме магистерской диссертации; выбрать/разработать методику и соответствующую установку для решения конкретной задачи. <p>Владеть:</p> <p>различными методами электроанализа, в том числе для использования в магистерской диссертации. методологией планирования и организации научных исследований с использованием электрохимических методов; навыками работы с ячейками для электроанализа, подходами к интерпретации экспериментальных результатов и их практическому применению.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. в соответствии с учебным планом —
4 / 144.

Форма промежуточной аттестации экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		№ семестра 2
Аудиторные занятия	54	54
в том числе:	лекции	18
	практические	-
	лабораторные	36
Самостоятельная работа	54	54

в том числе: курсовая работа (проект)	-	-
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час.)	36	36
Итого:	144	144

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Современные электрохимические методы анализа. Метрологические характеристики методов.	Классификация электрохимических методов по аналитическому сигналу. Классификация электрохимических методов по участию определяемого вещества в электродной реакции. Методология выбора подходящего метода электроанализа. Особенности различных методов электрохимического анализа. Характеристика и способы измерения аналитических сигналов. Приборы для измерения электрических величин. Типы электрохимических ячеек. Метрологические характеристики методов. Роль электрохимических методов в органической химии. Понятие об электрохимических сенсорах.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9530
1.2	Равновесные электрохимические методы анализа. Потенциометрия	Потенциометрия. Индикаторные электроды. Ионоселективные электроды. Электроды с жидкими и твердыми мембранами. Электроды с жесткой матрицей и электроды с кристаллической мембраной. Ферментные электроды. Газочувствительные датчики. Микроэлектроды и их применение в анализе. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Потенциометрические сенсоры.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9530
1.3	Неравновесные электрохимические методы анализа. Вольтамперометрия.	Современные вольтамперометрические методы. Стационарные и вращающиеся электроды. Инверсионная вольтамперометрия. Амперометрия и амперометрическое титрование. Амперометрические сенсоры.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9530
1.4	Неравновесные электрохимические методы анализа. Электрогравиметрия. Кулонометрия. Кондуктометрия.	Электрогравиметрический метод. Кулонометрия как абсолютный метод анализа. Кулонометрическое титрование. Низкочастотная и высокочастотная кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Решаемые задачи, конструкции ячеек.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9530
2. Лабораторные занятия			
2.1	Современные электрохимические методы анализа. Метрологические характеристики методов	Правила техники безопасности при работе в лаборатории электрохимических методов анализа. Знакомство с приборами и ячейками для электрохимического анализа.	-
2.2	Равновесные электрохимические методы анализа. Потенциометрия	Прямая потенциометрия. Лабораторная работа. Определение коэффициента селективности аммоний-селективного электрода. Косвенная потенциометрия. Лабораторная работа. Определение содержания глицина методом потенциометрического титрования.	-
2.3	Неравновесные электрохимические методы анализа. Вольтамперометрия.	Качественный и количественный анализ в классических методах электрохимии. Амперометрия. Амперометрическое титрование с одним индикаторным электродом. Лабораторная работа. Определение содержания нейтральной	-

		аминокислоты в растворе. Амперометрическое титрование с двумя индикаторными электродами. Лабораторная работа Определение содержания ионов цинка в растворе.	
2.4	Неравновесные электрохимические методы анализа. Электрогравиметрия. Кулонометрия. Кондуктометрия.	Электрогравиметрический анализ смеси ионов. Лабораторная работа. Определение ионов меди и ионов свинца при совместном присутствии в растворах нитратов. Низкочастотная и высокочастотная кондуктометрия. Использование прямого кондуктометрического анализа в мониторинге объектов окружающей среды и промышленных процессов, включая системы для водоподготовки. Лабораторная работа. Определение солесодержания в анализируемой пробе методом прямой кондуктометрии. Ячейки для высокочастотного кондуктометрического титрования. Лабораторная работа. Определение содержания ионов водорода и сульфат-ионов в растворе.	-

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Современные электрохимические методы анализа. Метрологические характеристики методов	4	-	4	8	16
2	Равновесные электрохимические методы анализа. Потенциометрия	4	-	10	14	28
3	Неравновесные электрохимические методы анализа. Вольтамперометрия.	6	-	10	16	32
4	Неравновесные электрохимические методы анализа. Электрогравиметрия. Кулонометрия. Кондуктометрия.	4	-	12	16	32
Итого:		18	-	36	54	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

работа с конспектами лекций, заданиями, полученными в ходе практических занятий, а также с основной и дополнительной литературой по курсу.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Электрохимические методы анализа : учебное пособие по направлению подготовки «Химия» / сост. : Т. В. Елисеева, Л. В. Золотарева, И. В. Воронюк, В. Ф. Селеменев. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2018. – 96 с.

2	Электрохимические методы анализа лекарственных средств и медицинских препаратов : [учебное пособие] / [сост.: В. И. Васильева, В. Ф. Селеменев, Э. М. Акберова, Е. А. Голева, И. В. Шкутина, Т. А. Крысанова] . — Воронеж : Научная книга, 2018 .— 228 с.
---	---

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Плэмбек Дж. Электрохимические методы анализа. Основы теории и применение / Дж. Плэмбек. – М. : Мир, 1985. – 504 с.
4	Электрохимический анализ лекарственных средств. Кондуктометрия, ионометрия, кулонометрия : [учебное пособие] / [сост.: В. И. Васильева] . — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018 .— 115 с.
5	Электроаналитические методы. Теория и практика=Electroanalytical methods. Guide to experiments and applications / А. М. Бонд [и др.] ; пер. с англ. В.Н. Майстренко. – М. : Бином, лаборатория знаний, 2006. – 326 с.
6	Будников Г. К. Вольтамперометрия с модифицированными и ультрамикрoэлектрoдами / Г. К. Будников, В. Н. Майстренко, Ю. И. Муринов. – М. : Наука, 1994. – 238 с.
7	Электроаналитические методы в контроле окружающей среды / под ред. Р. Кальвода. – М. : Химия, 1990. – 237 с.
8	Bard A. J. Electrochemical methods: fundamentals and applications / A. J. Bard, L. P. Faulkner. – N.Y. : J. Wiley, 2001. – 856 с.
9	Справочное руководство по применению ионоселективных электродов. – М. : Мир, 1986. – 231 с
10	Каттрал Р. В. Химические сенсоры / Р.В. Каттрал. – М. : Научный мир, 2000. – 380 с.
11	Валова В.Д., Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] / В. Д. Валова (Копылова). - М. : Дашков и К, 2017. - 200 с. - ISBN 978-5-394-01301-0 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394013010.html
12	Проблемы аналитической химии // Отделение химии и наук о материалах РАН. – М. : Наука, 2010. – Т.13: Внелабораторный химический анализ / под ред. Ю.А. Золотова; Ин-т общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН. – 2010. – 564с.
13	Будников Г.К. Основы современного электрохимического анализа / Г.К. Будников, В.Н. Майстренко, М.Р. Вяселев. – М. : Мир, 2003. – 592 с.
14	Булидорова Г. В., Электродные процессы. Электродвижущие силы : учебное пособие / Г. В. Булидорова, В. В. Осипова, В. П. Барабанов, Ю. Г. Галяметдинов. - Казань : Издательство КНИТУ, 2017. - 104 с. - ISBN 978-5-7882-2168-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788221687.html . - Режим доступа : по подписке.
15	Вода техногенная. Проблемы, технологии, ресурсная ценность [Электронный ресурс] / З. М. Шуленина, В. В. Багров, А. В. Десятое, А. А. Зубков, А. С. Камруков, В. А. Колесников, В. Е. Константинов, Б. С. Ксенофонтов, Д. О. Новиков - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703843222.html
16	Гармаш А. В. Метрологические основы аналитической химии [Электронный ресурс]. / А.В. Гармаш, Н.М. Сорокина .— М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2017. — 52 с. http://www.chem.msu.su/rus/teaching/analyt/garmasch.pdf
17	Микелева Г. Н. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. Н. Микелева, Г. Г. Мельченко, Н. В. Юнникова. – Электрон. текстовые данные. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2010. – 184с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/14357/html

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные источники интернет)*:

№ п/п	Ресурс
18	http://www.studentlibrary.ru
19	http://www.biblioclub.ru
20	http://www.iprbookshop.ru
21	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
22	Интернет-ресурсы по методам химического анализа - http://www.rusanalytchem.org
23	Интернет-ресурсы образовательного портала http://www.edu.ru
24	Интернет-портал для химиков http://www.chemweb.com
25	“Аналитика – Мир профессионалов” ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ ХИМИКОВ-АНАЛИТИКОВ http://www.anchem.ru
26	ЭУМК ссылка https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9530

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Прикладной химический анализ : Практическое руководство / Под ред. Т. Н. Шеховцовой, О. А. Шпигуна, М. В. Попова. – М. : Изд-во МГУ, 2010. – 456 с.
2	Потенциометрические методы анализа лекарственных веществ : учебное пособие / сост.: В.И. Васильева [и др.]. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2015. – 106 с.
3	Сборник примеров и задач по электрохимии : учеб. пособие / сост. : А.В. Введенский [и др.]. – Санкт-Петербург: Москва: Лань, 2018. – 208 с.
4	Электрохимические методы анализа : Руководство к лабораторному практикуму : учеб.-методич. Пособие / Л.К. Неудачина [и др.]. – Екатеринбург : изд-во Уральского университета, 2014. – 136 с.
5	Бобрешова О. В. Потенциометрические сенсоры на основе ионообменников для анализа водных растворов : учебное пособие. / О. В. Бобрешова, А. В. Паршина. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012. – 154 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В обучении применяются различные типы лекций (вводная, обзорная, тематические, проблемные), лабораторные занятия. Для самостоятельной работы рекомендуется список литературы и ресурсы для электронного обучения. При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения (ЭО) и при необходимости дистанционные образовательные технологии (ДОТ) в части освоения лекционного материала, проведения текущей и промежуточной аттестации, проведения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателя и обучающегося, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>), проведение видеоконференций, взаимодействие посредством электронной почты. Для освоения дисциплины также рекомендуются другие ресурсы для электронного обучения (п. 15).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Используемые ресурсы:

- ноутбук;
- мультимедийный проектор EPSON.

Иономеры ЭВ-74, рН-метры-милливольтметры рН-121, установка для электролиза, высокочастотный титратор, установка для низкочастотной кондуктометрии, установки для амперометрического и биамперометрического титрования, электрохимические ячейки, источники питания, магнитные мешалки. Весы аналитические. Химические реактивы, химическая посуда.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

По решению кафедры оценки за зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре, но не ранее, чем на заключительном занятии. При несогласии студента с оценкой последний вправе сдавать зачет на общих основаниях.

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Современные электрохимические методы анализа. Метрологические характеристики методов	ПК – 1 ПКВ – 3	ПК - 1.1 ПК - 1.2 ПК -3.2	Устный опрос, Доклады 1-2.
2.	Равновесные электрохимические методы анализа. Потенциометрия	ПК – 1 ПК – 3	ПК - 1.1 ПК - 1.2 ПК - 3.1 ПК -3.2	Доклады 3-5, 12
3.	Неравновесные электрохимические методы анализа. Вольтамперометрия.	ПК – 1 ПК – 3	ПК - 1.1 ПК - 3.1 ПК -3.2	Устный опрос Доклады 6-7
4.	Неравновесные электрохимические методы анализа. Электрогравиметрия. Кулонометрия. Кондуктометрия.	ПК – 1 ПК – 3	ПК - 1.1 ПК - 2.1 ПК -3.1 ПК -3.2	Доклады 8-11
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов к экзамену

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

доклады с презентацией

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Перечень тем докладов:

1. Приборы для измерения аналитических сигналов в электрохимическом анализе.
2. Типы электрохимических ячеек, используемых в электрохимическом анализе.
3. Стекланные электроды, их строение, характеристики, сферы применения.
4. Жидкие мембраны для электродов в ионометрии.

5. Ферментные ионоселективные электроды.
6. Амперометрическое титрование.
7. Биамперометрическое титрование. Примеры использования.
8. Кулонометрическое титрование.
9. Виды кулонометров и принцип их работы.
10. Применение кондуктометрического анализа в водоподготовке. Возможности и недостатки прямой кондуктометрии.
11. Ячейки для высокочастотного кондуктометрического титрования. Примеры использования.
12. Современные электрохимические сенсоры.
13. Потенциометрические сенсоры.
14. Кулонометрические сенсоры.
15. Амперометрические сенсоры.
16. Кондуктометрические сенсоры.

Описание технологии проведения:

устные доклады с презентацией.

Требования к выполнению заданий (шкалы и критерии оценивания):

Отлично – обучающийся в полной мере раскрыл тему доклада; владеет базовыми знаниями по теме, полученными при работе с учебной литературой; использовал данные, опубликованные в научной литературе за последние 5 лет.

Хорошо – обучающийся владеет базовыми знаниями по теме, полученными при работе с учебной литературой; недостаточно владеет данными, опубликованными по теме в научной литературе за последние 5 лет, или при их анализе и систематизации допускает ошибки.

Удовлетворительно – обучающийся не в полной мере раскрыл тему (без обоснований, объяснений, примеров); базовые положения темы уточняет только по дополнительным вопросам преподавателя.

Неудовлетворительно – доклад не подготовлен или ответ по теме фрагментарный.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

перечень вопросов к экзамену

(наименование оценочного средства промежуточной аттестации)

Перечень вопросов к экзамену:

- 1.Классификации современных электрохимических методов анализа. Методология выбора метода исследования.
- 2.Сравнение метрологических характеристик важнейших методов электроанализа.
- 3.Электроды для электрохимического анализа. Индикаторные электроды, рабочие электроды, электроды сравнения, вспомогательные электроды. Ячейки для электрохимического анализа.
- 4.Равновесные методы электрохимического анализа. Прямая потенциометрия. Потенциометрическая ячейка. Потенциометр.
- 5.Определение конечной точки титрования при потенциометрическом определении. Сравнительный анализ способов.
- 6.Классификация индикаторных электродов в потенциометрии. Мембранные индикаторные электроды.
- 7.Стеклянные электроды. Теория стеклянного электрода.
- 8.Неравновесные методы электрохимического анализа. Классификация методов вольтамперометрии. Типы индикаторных электродов.
- 9.Ртутный капающий электрод и его применение в аналитической химии. Классическая полярография.

10. Вольтамерометрия с твердыми электродами.
11. Вращающийся дисковый электрод. Преимущества использования в вольтамперометрии.
12. Инверсионная вольтамперометрия.
13. Амперометрическое титрование с одним и двумя индикаторными электродами.
14. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование.
15. Прямая кондуктометрия. Анализ содержания воды. Кондуктометрические датчики в водоподготовке.
16. Высокочастотное кондуктометрическое титрование.
17. Электрохимические методы в контроле объектов окружающей среды.
18. Роль электрохимических методов в органической химии.
19. Понятие об электрохимических сенсорах и их классификация.

Описание технологии проведения:

собеседование со студентами по вопросам КИМ после предварительной подготовки без использования вспомогательной литературы и других электронных источников информации.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания:

Отлично (повышенный уровень сформированности компетенций) – обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач, что соответствует полному освоению компетенций;

Хорошо (базовый уровень сформированности компетенций) – обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, применять теоретические знания для решения практических задач, допускает незначительные ошибки, неточности, которые исправлены после замечания преподавателя, что соответствует не достаточно полному освоению компетенций.

Удовлетворительно (пороговый уровень сформированности компетенций) – ответ на контрольно-измерительный материал неполный, без обоснований, объяснений. Демонстрирует частичные знания учебного материала, значительные затруднения в вопросах решения практических задач, что показывает недостаточное владение компетенциями. Ошибки устраняются по дополнительным вопросам преподавателя.

Неудовлетворительно – ответ на контрольно-измерительный фрагментарный. Обучающийся демонстрирует несистематические, отрывочные знания, допускает грубые, принципиальные ошибки, которые не устранены после дополнительных наводящих вопросов, что соответствует несформированности компетенций.

20.3 Тестирование

Задания закрытого типа (тестовые, средний уровень сложности):

1. По какой величине проводят качественный анализ в полярографии?

- а) предельный ток
- б) потенциал полуволны
- в) остаточный ток
- г) время удерживания

Правильный ответ: б)

2. По какой величине проводят количественный анализ в полярографии?

- а) напряжение
- б) предельный ток
- в) остаточный ток
- г) количество электричества

Правильный ответ: б)

3. Что является аналитическим сигналом в методе кулонометрии?

- а) удельная электропроводность
- б) потенциал индикаторного электрода
- в) масса осадка на электроде
- г) количество электричества

Правильный ответ: г)

4) При проведении дихроматометрического определения ионов железа(2+) точку эквивалентности определяли потенциометрически. Какой электрод использовали в качестве индикаторного?

- а) стеклянный
- б) хлоридсеребряный
- в) платиновый
- д) водородный

Правильный ответ: в)

5) Для количественного определения КОН выбран метод потенциометрического титрования. Точку эквивалентности в этом методе определяют по резкому изменению:

- а) разности потенциалов
- б) интенсивности флуоресценции
- в) диффузионного тока
- г) силы тока

Правильный ответ: а)

6) Укажите физико-химический метод анализа, основанный на измерении изменяющейся в результате реакции электропроводности исследуемых растворов:

- а) амперометрия
- б) полярография
- в) кондуктометрия
- г) кулонометрия

Правильный ответ: в)

Открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности)

1) Какой электрохимический метод является наиболее чувствительным?

Ответ: инверсионная вольт-амперометрия

2) Какие типы электрохимических ячеек используют при высокочастотном кондуктометрическом титровании?

Ответ: емкостные и индуктивные

3) Укажите наиболее важную характеристику для ионоселективного электрода.

Ответ: коэффициент селективности

4) В каких координатах получают полярографическую волну?

Ответ: $I = f(E)$

Открытые задания (ситуационные задачи, расчётные задачи, средний уровень сложности)

1) От чего зависит форма кривой титрования в амперометрическом титровании с двумя индикаторными электродами?

Ответ: от обратимости катодного и анодного процессов (от обратимости окислительно-восстановительных пар титранта и титруемого раствора)

2) Укажите основные преимущества ртутного капающего электрода.

Ответ: Постоянно обновляющаяся поверхность и высокое перенапряжение выделения водорода.

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) характер принятого решения);
- 2 балла – задание выполнено с незначительными ошибками, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование характера принятого решения, или задание выполнено не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода выполнения задания, или, в случае если задание состоит из выполнения нескольких подзаданий, 50% которых выполнено верно;
- 0 баллов – задание не выполнено, или ответ содержательно не соотнесен с заданием, или выполнено неверно (ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее его изучение).