

Компонент ОПОП 04.03.01 Химия  
наименование ОПОП

Направленность (профиль): Аналитическая химия и химическая экспертиза

Б1.В.03  
шифр дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины  
(модуля)

Электрохимические методы анализа

---

Разработчик (и):

Берестова Г.И.

ФИО

доцент

должность

к.т.н., доцент

ученая степень,

звание

Утверждено на заседании кафедры

химии

наименование кафедры

протокол № 6 «16» февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой химии



Дякина Т.А.  
ФИО

## 1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
<p><b>ПК 1.</b> Способен применять систему фундаментальных химических понятий и законов в области аналитической химии и химической экспертизы</p>	<p>ИД-1пк<sub>1</sub> Владеет понятийным аппаратом химической науки и её основными законами. ИД-2пк<sub>1</sub> Знает условия и особенности проведения эксперимента при исследовании реальных объектов, включая требования к качеству химических реактивов, необходимых для работы на современном оборудовании. ИД-3пк<sub>1</sub> Планирует химический эксперимент, связанный с обнаружением и количественным определением веществ в составе исследуемого сырья, материала, продукта. ИД-4пк<sub>1</sub> Интерпретирует и оценивает результаты контроля качества объектов химического анализа в соответствии с установленными требованиями. ИД-5пк<sub>1</sub> Анализирует и систематизирует результаты проведенного химического анализа.</p>	<p>основы электрохимических методов анализа.</p>	<p>использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи электрохимических методов анализа.</p>	<p>электрохимическими методами экспериментального исследования материалов.</p>	<p>- комплект заданий для выполнения лабораторных работ; - типовые задания по вариантам для выполнения практических работ</p>	<p>Вопросы к зачету с оценкой</p>

<p><b>ПК 2.</b> Способен владеть методологией химического анализа</p>	<p>ИД-1пк<sub>2</sub> Знает и применяет современные методы анализа для исследования состава и свойств различных объектов аналитического контроля, а также использует соответствующую аппаратуру для проведения исследований и решений любых задач. ИД-2пк<sub>2</sub> Настраивает, градуирует и выявляет неисправности в работе химического оборудования. ИД-3пк<sub>2</sub> Знает и соблюдает технику безопасности при работе со сложным аналитическим оборудованием.</p>	<p>основные электрохимические методы исследования химического состава веществ; возможности современных электрохимических методов анализа.</p>	<p>применять электрохимические методы для качественного и количественного анализа веществ.</p>	<p>навыками электрохимических методов анализа.</p>		
---	--	---	--	--	--	--

## 2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения)	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)			
	Ниже порогового («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
<b>Полнота знаний</b>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.
<b>Наличие умений</b>	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объеме без недочетов.
<b>Наличие навыков (владение опытом)</b>	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
<b>Характеристика сформированности компетенции</b>	Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.  ИЛИ Зачетное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач.  ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач.  ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач. ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону

### 3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

#### 3.1 Критерии и шкала оценивания лабораторных работ

Перечень лабораторных работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по лабораторной работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Хорошо</i>	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на лабораторную работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. ИЛИ Задание не выполнено.

#### 3.2 Критерии и шкала оценивания практической работы

Перечень контрольных заданий, рекомендации по выполнению представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

В ФОС включен типовой вариант задания практической работы.

1. Термодинамический вывод уравнения Нернста.
2. Применение кондуктометрических методов для физико-химических методов исследования (на одном из методов остановиться подробнее).
3. Эквивалентная электропроводность  $1,03 \cdot 10^{-3} \text{ М}$  раствора уксусной кислоты при  $25^\circ\text{C}$  равна  $48,15 \text{ См} \cdot \text{г} \cdot \text{экв}^{-1} \cdot \text{см}^2$ . Определить константу диссоциации уксусной кислоты, если электропроводность уксусной кислоты при бесконечном разбавлении равна  $390,6 \text{ См} \cdot \text{г} \cdot \text{экв}^{-1} \cdot \text{см}^2$ .
4. На сколько мВ изменится потенциал водородного электрода относительно насыщенного каломельного, если к 50 мл 0,1 М раствора HCl прилить 20 мл 0,2 М раствора аммиака. Температура опыта  $25^\circ\text{C}$ .

#### Примерные задания

Предложите и дайте теоретическое обоснование методик определения ионов  $\text{Fe}^{2+}$  методами потенциометрического, амперометрического с двумя и с одним поляризованными электродами, кондуктометрического и кулонометрического титрования. При обосновании методик:

- методом потенциометрического титрования проведите расчет потенциала в точке эквивалентности и величины скачка на кривой титрования;
- методом амперометрического титрования вид кривой объясните на основании поляризационных кривых;

- методом кондуктометрического титрования вид кривых объясните на сопоставлении подвижностей ионов;
- методом кулонометрического титрования предложите методы фиксирования конечной точки титрования.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Работа выполнена полностью, без ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием непонимания материала).
<i>Хорошо</i>	Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна негрубая ошибка или два-три недочета, не влияющих на правильную последовательность рассуждений.
<i>Удовлетворительно</i>	В работе допущено более одной грубой ошибки или более двух-трех недочетов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.
<i>Неудовлетворительно</i>	В работе есть грубые ошибки и недочеты ИЛИ Практическая работа не выполнена.

#### 4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

##### 4.1. Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) с зачетом с оценкой

Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине (модулю), то он считается аттестованным с оценкой согласно шкале баллов для определения итоговой оценки:

Оценка	Баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	91 - 100	Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону
<i>Хорошо</i>	81 - 90	Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону
<i>Удовлетворительно</i>	60 - 80	Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону
<i>Неудовлетворительно</i>	менее 60	Зачетное количество согласно установленному диапазону баллов не набрано

Вопросы для подготовки к зачету с оценкой.

1. Дать определение электрохимическим методам анализа; их классификация, преимущества и недостатки.
2. Классификация электрохимических методов анализа.
3. Индикаторные электроды (водородный, стеклянный, хингидронный), требования к ним.
4. Электроды сравнения (хлорсеребряный, каломельный), требования к ним.
5. На чем основан кулонометрический метод анализа?
6. Классификация методов кулонометрии (прямая кулонометрия, кулонометрическое титрование).
7. Сущность метода прямой кулонометрии.
8. В чем сущность метода кулонометрического титрования?
9. Каковы условия использования в анализе методов кулонометрии?
10. В чем преимущества и недостатки методов кулонометрии?

12. Какие требования предъявляются к электролитическим осадкам?
13. Какие факторы оказывают влияние на качество электроосадков?
14. Области применения кулонометрии и электрогравиметрии.
15. Какова основа потенциометрического анализа?
16. Классификация методов потенциометрии (прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование).
17. В чем сущность методов прямой потенциометрии и потенциометрического титрования?
18. Что такое индикаторные электроды? Требования к индикаторным электродам.
19. Чем определяется выбор индикаторного электрода в методах потенциометрического титрования?
20. Электроды сравнения; их принципиальное отличие от индикаторных электродов. Примеры индикаторных электродов.
21. Интегральная и дифференциальная кривые потенциометрического титрования.
22. Ионметрия. Основа и сущность метода.
23. Ионселективные электроды, их классификация.
24. Каковы основные характеристики ионселективных электродов (электродная функция, крутизна электродной функции, коэффициент селективности, время отклика)?

**5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней и внешней независимой оценки качества образования**

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: *тестовые задания*

**Комплект заданий диагностической работы**

<b>Код и наименование компетенции ПК-1</b>	
1	<p>Укажите правильный ответ.</p> <p>Для кислородного электрода уравнение Нернста при стандартных условиях имеет вид:</p> <p>А) <math>E = E^0 - 0,059 \lg a_{OH^-}</math></p> <p>Б) <math>E = E^0 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{a_{O_2}}{a_{OH^-}^4}</math></p> <p>В) <math>E = E^0 + \frac{0,059}{4} \lg \frac{a_{OH^-}^4}{a_{O_2} a_{H_2O}}</math></p> <p>Г) <math>E = E^0 - 0,059 pH</math></p>
2	<p>При потенциометрическом титровании ионов <math>Fe^{2+}</math> раствором <math>K_2Cr_2O_7</math> в качестве индикаторного электрода следует использовать:</p> <p>А) хлорсеребряный электрод</p>

	<p>Б) платиновый электрод  В) ртутный пленочный электрод  Г) каломельный электрод</p>
3	<p>Самым чувствительным электрохимическим методом анализа является  А) потенциметрическое титрование  Б) ионометрия  В) классическая полярография  Г) инверсионная вольтамперометрия</p>
4	<p>Количество электричества измеряют  А) амперметрами  Б) вольтметрами  В) иономерами  Г) кулонометрами</p>
5	<p>Какой раздел электрохимических методов анализа включает амперометрическое титрование?  А) потенциметрия  Б) кулонометрия  В) вольтамперометрия  Г) кондуктометрия</p>
<b>Код и наименование компетенции ПК-2</b>	
1	<p>Какой фактор ограничивает применение стеклянного электрода для измерения pH раствора?  А) наличие окислителей и восстановителей в растворе  Б) присутствие больших количеств солей щелочных металлов  В) присутствие соединений мышьяка  Г) быстрое установление равновесия на границе мембрана – раствор</p>
2	<p>В основе электрохимических методов анализа находится зависимость  А) силы тока от напряжения  Б) силы тока от электродного потенциала  В) какого-либо электрического параметра от концентрации раствора  Г) электродного потенциала от концентрации раствора</p>
3	<p>Хлорсеребряный электрод является  А) вспомогательным электродом  Б) электродом сравнения  В) идеально поляризуемым электродом  Г) выполняет все указанные функции</p>
4	<p>Какой электрод берут в качестве электрода сравнения при определении стандартных окислительно-восстановительных потенциалов?  А) каломельный  Б) хлоридсеребряный  В) водородный  Г) стеклянный</p>
5	<p>К электрохимическим методам анализа относятся методы  А) молекулярная абсорбционная спектроскопия  Б) атомная спектроскопия  В) вольтамперометрия  Г) рефрактометрия</p>