

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Васильевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 10.09.2026 10:01:04
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bb98f3b6cb77a486b9a878808522525



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия»
по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине
Ионометрия**

Направление подготовки (специальность)
04.05.01 –Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)
«Фундаментальная и прикладная химия»

Присваиваемая квалификация (степень)
Химик. Преподаватель химии

Форма обучения
очная

Год набора 2026

Челябинск 2026 г.

Ионометрия

Направление подготовки (специальность) 04.05.01 –Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) «Фундаментальная и прикладная химия»

Присваиваемая квалификация (степень) Химик. Преподаватель химии

Форма обучения очная

Год набора 2026

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе

утверждено 27.02.26

А.А. Саламатов

Ученым советом химического факультета

Протокол заседания № 6 от 26.02.2026

Председатель Ученого совета

химического факультета

согласовано

В. А. Бурмистров

Заседанием ректората

Протокол заседания № 2 от 25.02.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

А.И. Бирюков

Автор (составитель)

Е.И. Агеенко

Структура фондов оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27 сентября 2022 №573-1

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический Кафедра аналитической и физической химии			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионметрия» по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 2 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закрепленные за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический Кафедра аналитической и физической химии			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия» по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 3 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
Направленность (профиль) – Фундаментальная и прикладная химия

Дисциплина: Ионометрия
Семестр изучения: № 6.
Форма промежуточной аттестации: экзамен

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Ионометрия» направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции со ФГОС	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2-1. Определяет этапы жизненного цикла проекта и выстраивает последовательность их реализации.	Знать: теоретические основы принятия решений в сфере управления проектами, различные способы решения задач в рамках цели проекта. Уметь: ориентироваться в причинно-следственных связях между ними. Владеть: знанием теоретических основ принятия решений в сфере управления проектами.
ОПК-1: Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно- теоретических работ химической направленности	ОПК-1-2. Умеет использовать знания в области химических наук применительно к конкретной области химии.	Знать: теоретические знания в области химических наук. Уметь: планировать отдельные стадии исследования. Владеть: теоретическими знаниями в области химических наук и методами получения и исследования химических веществ и реакций с использованием ионометрии.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия»
по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4 из 24

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы (номер и название раздела из РПД п.2.2)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знать: теоретические основы принятия решений в сфере управления проектами, различные способы решения задач в рамках цели проекта.	Раздел 1. Введение в ионометрию	6	Часть I – 1 Часть II – 1-7	Задание открытого типа с развернутым ответом
	Уметь: ориентироваться в причинно-следственных связях между ними.	Раздел 1. Введение в ионометрию	6	Часть I – 2 Часть II – 1-7	Задание открытого типа с развернутым ответом
	Владеть: знанием теоретических основ принятия решений в сфере управления проектами.	Раздел 1. Введение в ионометрию	6	Часть I – 3,4 Часть II – 1-7	Задание открытого типа с развернутым ответом
ОПК-1: Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности ..	Знать: теоретические знания в области химических наук.	Раздел 2. Термодинамика растворов электролитов	6	Часть I – 5 Часть II – 9-11	Задание открытого типа с развернутым ответом
		Раздел 3. Характеристики ИСЭ	6	Часть I – 6,7, Часть II – 12-16	Задание открытого типа с развернутым ответом
	Уметь: планировать отдельные стадии исследования.	Раздел 4. ИСЭ с мембранами на основе ионофоров	6	Часть I – 8,9 Часть I – 12-21	Задание открытого типа с развернутым ответом
		Раздел 5. Стекланные электроды	6	Часть I – 11 Часть II – 22-26	Задание открытого типа с развернутым ответом
	Владеть: теоретическими знаниями в области химических наук и методами получения и исследования химических веществ и реакций с использованием ионометрии.	Раздел 6. Ионселективные электроды с кристаллическими мембранами	6	Часть I – 10,12,13 Часть II – 27-30	Задание открытого типа с развернутым ответом
		Раздел 7. Потенциометрические методы анализа	6	Часть I – 14-17 Часть I – 32-37	Задание открытого типа с развернутым ответом

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический Кафедра аналитической и физической химии			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия» по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 5 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

3.2 Содержание оценочных средств

Часть I. Банк заданий открытого типа в развёрнутом ответом

Задание 1. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Потенциал границы «мембрана/раствор» для однозарядного иона описывается

Внутренний раствор электрода имеет постоянную активность $a = 0.1$ М.

Рассчитайте, как изменится граничный потенциал (ΔE , мВ) при изменении активности анализируемого раствора:

- с 0.01 до 0.001 М;
- с 0.001 до 0.0001 М.

Какой вывод о чувствительности метода можно сделать?

Задание 2. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Дана ячейка: $\text{Ag} \mid \text{AgCl} \mid \text{KCl (нас.)} \parallel \text{исследуемый раствор (} a_x = 10^{-3} \text{ М)} \mid \text{мембрана} \mid \text{внутр. раствор (} a_{\text{вн}} = 10^{-2} \text{ М)} \mid \text{AgCl} \mid \text{Ag}$

- Обозначьте все границы раздела фаз, где возникает потенциал.
- Упростите выражение для ЭДС ячейки до классической формы $E = \text{const} + 0.059 \lg a_x$, объяснив, почему активность внутреннего раствора «исчезает» из итогового уравнения

Задание 3. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Рассчитайте ионную силу (I) и средний ионный коэффициент активности ($\gamma_{\pm}$) для 0.005 М раствора Na_2SO_4 , используя предельный закон Дебая-Хюккеля при 25°C.

Задание 4. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Как изменится активность ионов Ca^{2+} в 0.001 М растворе CaCl_2 , если в него добавить KCl до концентрации 0.1 М? (Рассчитайте коэффициенты активности до и после добавления).

Задание 5. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

При градуировке нитрат-селективного электрода получены данные:

$C(\text{NaNO}_3) = 10^{-4}$ М ; $E = 180$ мВ

$C = 10^{-3}$ М ; $E = 124$ мВ

$C = 10^{-2}$ М ; $E = 68$ мВ

ЭДС ячейки заполненной пробой воды составил 102 мВ. Постройте график в координатах $E - \lg C$, определите концентрацию NO_3^- в пробе (в моль/л и мг/л).

Задание 6. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Для калий-селективного электрода получены значения:

В 0.01 М KCl: $E_1 = 150$ мВ

В 0.001 М KCl: $E_2 = 209$ мВ

Рассчитайте крутизну (S) в мВ/дек. Соответствует ли она теоретической (59 мВ при 25°C)? Предложите причину отклонения.

Задание 7. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

По данным градуировки:

10^{-5} М E 220 мВ



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия»
по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 6 из 24

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

10^{-4} М Е 190 мВ

10^{-3} М Е 160 мВ

10^{-2} М Е 130 мВ

При измерении в холостом растворе (фоне) потенциал в пределах 235 ± 3 мВ.
Определите практический предел обнаружения (графически или расчетом).

Задание 8. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Коэффициент селективности $K_{K,Na}$ для калий-селективного электрода равен 0.01.
Крутизна $S = 58$ мВ/дек. Рассчитайте потенциал электрода в растворе, содержащем 0.001 М КСl и 0.1 М NaCl. На сколько мВ изменится потенциал по сравнению с чистым раствором КСl (без натрия)?

Задание 9. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Потенциал кальций-селективного электрода в 0.01 М $CaCl_2$ составил 100 мВ.
Потенциал того же электрода в 0.1 М NaCl составил 85 мВ. Рассчитайте коэффициент селективности $K_{Ca,Na}$, используя метод отдельных растворов (по значениям потенциалов). $S = 29$ мВ.

Задание 10. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Потенциал фторид-селективного электрода в стандарте F^- (10^{-4} М, pH=5) равен 100 мВ. Рассчитайте ожидаемый потенциал в том же растворе при pH=9, если $K_{F,OH} = 0.1$, а $K_w = 10^{-14}$. Крутизна 59 мВ.

Задание 11. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Объясните, почему один и тот же стеклянный электрод может быть использован как pH-электрод в кислой среде, но начинает врать (показывает щелочную ошибку) в сильнощелочной среде. Какой ион начинает мешать определению H^+ и почему?

Задание 12. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Почему фторидный электрод на основе монокристалла LaF_3 обладает практически идеальной селективностью? Укажите единственный серьезный мешающий ион. Напишите уравнение Никольского для этого случая.

Задание 13. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Как на основе сульфида серебра можно сделать электрод для определения ионов свинца (Pb^{2+})? Каким требованием должна обладать соль свинца, впрыснутая в мембрану? Напишите уравнение потенциалопределяющей реакции.

Задание 14. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Для определения калия в растворе удобрения к 50 мл пробы добавили 1 мл 0.1 М КСl. Потенциал изменился с -20 мВ до -15 мВ. Крутизна электрода $S = 58$ мВ. Рассчитайте исходную концентрацию калия в пробе (моль/л).

Задание 15. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Для определения свинца в сточной воде:

V пробы = 50 мл, $E_1 = -50.0$ мВ.

+1 мл 0.01 М $Pb(NO_3)_2 \rightarrow E_2 = -44.5$ мВ.

еще 1 мл 0.01 М $Pb(NO_3)_2 \rightarrow E_3 = -40.0$ мВ.

Рассчитайте C_{Pb} в пробе, используя итерационное решение (считаем S

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический Кафедра аналитической и физической химии			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия» по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 7 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

неизвестной, но постоянной).

Задание 16. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

При анализе воды на содержание фторидов методом многократных добавок получены данные. После каждой добавки измеряли E . Рассчитайте функцию Грана и постройте график. Определите точку пересечения с осью абсцисс, которая даст объем добавки, эквивалентный содержанию иона в пробе.

Задание 17. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

При титровании 50 мл HCl 0.1 М NaOH получены данные: $V(\text{NaOH}) = 20$ мл ($E=220$ мВ), 30 мл (240 мВ), 40 мл (260 мВ), 45 мл (280 мВ), 49 мл (310 мВ), 50 мл (350 мВ), 51 мл (390 мВ), 55 мл (410 мВ).

Постройте интегральную и дифференциальную ($\Delta E/\Delta V$) кривые титрования. Найдите точку эквивалентности. Рассчитайте концентрацию HCl .

Часть II. Вопросы к экзамену (задания с ответом открытого типа)

1. Ионоселективные электроды (ИСЭ) как электрохимические сенсоры. Отличие ИСЭ от редокс-электродов.
2. Классификация ИСЭ по природе мембраны (твердофазные, жидкие, пленочные). Примеры.
3. Электрохимические ячейки с переносом и без переноса. Роль электродов сравнения и солевого мостика.
4. Граничный потенциал: природа возникновения, термодинамика ионного обмена на границе мембрана/раствор.
5. Диффузионный потенциал: причины возникновения, условия минимизации.
6. Мембранный потенциал как сумма двух граничных и диффузионного потенциалов (сегментная модель).
7. Жидкостный потенциал (потенциал соединения) и методы его уменьшения.
8. Активность и коэффициент активности. Физический смысл и роль в ионометрии.
9. Ионная сила раствора. Правило ионной силы. Расчет для смешанных электролитов.
10. Теория Дебая-Хюккеля: предельный закон и его применимость.
11. Влияние ионной силы на растворимость осадков и коэффициенты активности.
12. Электродная функция ИСЭ. Уравнение Нернста. Крутизна (S) и ее теоретическое значение.
13. Диапазон линейности градуировочного графика. Нижний и верхний пределы обнаружения.
14. Время отклика электрода. Факторы, влияющие на время установления потенциала.
15. Коэффициент селективности. Физический смысл. Уравнение Никольского.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический Кафедра аналитической и физической химии		
	Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия» по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		
Версия документа - 1	стр. 8 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

16. Методы определения коэффициентов селективности: отдельных растворов и смешанных растворов.
17. Ионифоры: определение, назначение. Нейтральные и заряженные ионифоры.
18. Механизм работы нейтральных ионифоров на примере валиномицина (K^+ -селективный электрод).
19. Компоненты полимерной мембраны: полимер, пластификатор, липофильные добавки. Их функции.
20. Ряд Гофмейстера. Влияние пластификатора на селективность мембран.
21. Принцип Доннановского исключения. Механизм, препятствующий проникновению мешающих ионов.
22. Состав и структура стеклянной мембраны. Природа проводимости стекла.
23. Механизм потенциалообразования на стеклянном электроде. Теория Никольского.
24. Водородная функция стеклянного электрода. Причины селективности к H^+ .
25. Щелочная ошибка стеклянного электрода: причины и способы учета.
26. Стеклянные электроды для определения ионов щелочных металлов (Na^+ , K^+ , Li^+).
27. Классификация кристаллических электродов (монокристаллические, поликристаллические, гетерогенные).
28. Фторид-селективный электрод (LaF_3): механизм проводимости, селективность, мешающее влияние OH^- .
29. Электроды на основе сульфида серебра (Ag_2S). Принцип работы. Электроды для определения галогенидов и ионов тяжелых металлов (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+}).
30. Халькогенидные стекла как мембранные материалы. Определяемые ионы.
31. Прямая потенциометрия: суть метода, достоинства и недостатки.
32. Метод градуировочного графика. Требования к стандартным растворам (постоянство ионной силы).
33. Метод однократной стандартной добавки. Вывод расчетной формулы.
34. Метод двойной стандартной добавки.
35. Метод Грана. Графическая обработка данных при многократных добавках.
36. Потенциометрическое титрование. Типы кривых титрования. Способы нахождения точки эквивалентности.
37. Буферные растворы, обладающие постоянной ионной силой (БРОИС). Назначение и состав.

4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Экзамен проводится в присутствии преподавателя и предполагает развернутый, полный ответ на два теоретических вопроса. Вопросы составляются с учётом материала, пройденного как на лекционных занятиях, так и на

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический Кафедра аналитической и физической химии			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия» по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 9 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

практических занятиях. Время, отводимое на выполнение итоговой работы 60 минут. Экзамен ориентирован на выявление уровня сформированности знаний, умений и навыков, составляющих основу профессиональных компетенций, обеспечиваемых учебной дисциплиной. Экзамен проводится в соответствии с расписанием экзаменационной сессии.

Этапы проведения экзамена:

Этап	Действия	Время
1	Получение билета. Студент выбирает билет, называет его номер	1 мин
2	Подготовка ответа. Студент письменно готовит ответы на вопросы билета	до 45 мин
3	Устный ответ. Студент отвечает на вопросы билета, преподаватель задает уточняющие вопросы	до 12 мин
4	Объявление результатов. Преподаватель объявляет оценку, вносит ее в ведомость	2 мин

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Дополнительные материалы и оборудование

При выполнении заданий промежуточной аттестации экзаменуемый имеет право пользоваться:

- Периодическая система химических элементов им. Д.И. Менделеева,
- Справочник по аналитической химии Ю.Ю. Лурье.

Ответ на каждый вопрос билета оценивается по 5-балльной шкале в соответствии с детализированными критериями.

Экзаменационный балл (ЭБ) рассчитывается как сумма баллов за два вопроса:

$ЭБ = O_1 + O_2$, где O_1 и O_2 – баллы за первый и второй вопрос соответственно.

Максимальное значение ЭБ = 10 баллов.

В течение семестра студент выполняет практические задания (решение задач, расчетно-графические работы, индивидуальные задания). По результатам выполнения заданий формируется средний балл текущей аттестации ($CA_{тек}$). Он рассчитывается как среднее арифметическое баллов за все выполненные задания (по 5-балльной шкале). Невыполненные задания оцениваются в ноль баллов.

$CA_{тек} = (\text{сумма оценок за задания}) / (\text{количество заданий})$

Итоговый балл (ИБ) рассчитывается как сумма среднего балла текущей аттестации ($CA_{тек}$) и экзаменационного балла (ЭБ):

$ИБ = CA_{тек} + ЭБ$

Максимальный итоговый балл – 15.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический Кафедра аналитической и физической химии			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия» по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 10 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Шкала перевода итогового балла в оценку:

Итоговый балл (ИБ)	Итоговая оценка
13 – 15 баллов	Отлично (5)
10 – 12 баллов	Хорошо (4)
7 – 9 баллов	Удовлетворительно (3)
6 и менее баллов	Неудовлетворительно (2)

Часть I. Банк заданий открытого типа в развёрнутом ответом

Задание 1. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Потенциал границы «мембрана/раствор» для однозарядного иона описывается

Внутренний раствор электрода имеет постоянную активность $a = 0.1$ М.

Рассчитайте, как изменится граничный потенциал (ΔE , мВ) при изменении активности анализируемого раствора:

а) с 0.01 до 0.001 М;

б) с 0.001 до 0.0001 М.

Какой вывод о чувствительности метода можно сделать?

Критерий	Баллы
Правильно применена формула для обоих случаев	1
Верно выполнены арифметические расчеты	2
Сделан правильный вывод: изменение на порядок дает одинаковый скачок, что и есть основа логарифмической зависимости	2
ИТОГО	5

Задание 2. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Дана ячейка: $\text{Ag} | \text{AgCl} | \text{KCl (нас.)} || \text{исследуемый раствор (} a_x = 10^{-3} \text{ М)} | \text{мембрана} | \text{внутр. раствор (} a_{\text{вн}} = 10^{-2} \text{ М)} | \text{AgCl} | \text{Ag}$

1. Обозначьте все границы раздела фаз, где возникает потенциал.

2. Упростите выражение для ЭДС ячейки до классической формы $E = \text{const} + 0.059 \lg a_x$, объяснив, почему активность внутреннего раствора «исчезает» из итогового уравнения.

Критерий	Баллы
Верно обозначены все границы (мембрана/раствор слева и справа, границы электродов сравнения)	1
Правильно показано, что потенциалы двух электродов сравнения вычитаются и сокращаются	2
Объяснено, что активность внутреннего раствора входит в константу, так как она неизменна	2
ИТОГО	5

Задание 3. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Рассчитайте ионную силу (I) и средний ионный коэффициент активности ($\gamma_{\pm}$) для

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический Кафедра аналитической и физической химии			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия» по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 11 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

0.005 М раствора Na_2SO_4 , используя предельный закон Дебая-Хюккеля при 25°C .

Критерий	Баллы
Правильно рассчитана ионная сила	2
Корректно применен предельный закон Дебая-Хюккеля	2
Верно вычислен γ	1
ИТОГО	5

Задание 4. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Как изменится активность ионов Ca^{2+} в 0.001 М растворе CaCl_2 , если в него добавить KCl до концентрации 0.1 М? (Рассчитайте коэффициенты активности до и после добавления).

Критерий	Баллы
Правильно рассчитана ионная сила до добавления KCl	1
Правильно рассчитана ионная сила после добавления	1
Верно вычислены коэффициенты активности γ_1 и γ_2 (по Дебаю-Хюккелю)	2
Сделан вывод о том, что добавление фона снижает активность Ca^{2+}	1
ИТОГО	5

Задание 5. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

При градуировке нитрат-селективного электрода получены данные:

$\text{C}(\text{NaNO}_3) = 10^{-4} \text{ М}$; $E = 180 \text{ мВ}$

$\text{C} = 10^{-3} \text{ М}$; $E = 124 \text{ мВ}$

$\text{C} = 10^{-2} \text{ М}$; $E = 68 \text{ мВ}$

ЭДС ячейки заполненной пробой воды составил 102 мВ. Постройте график в координатах $E - \lg C$, определите концентрацию NO_3^- в пробе (в моль/л и мг/л).

Критерий	Баллы
Правильно построен график (или выполнена линейная регрессия) в координатах $E - \lg C$	1
Верно определена концентрация по графику	2
Корректно выполнен пересчет в мг/л (учтена молярная масса $\text{NO}_3^- = 62 \text{ г/моль}$)	2
ИТОГО	5

Задание 6. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Для калий-селективного электрода получены значения:

В 0.01 М KCl: $E_1 = 150 \text{ мВ}$

В 0.001 М KCl: $E_2 = 209 \text{ мВ}$

Рассчитайте крутизну (S) в мВ/дек. Соответствует ли она теоретической (59 мВ при 25°C)? Предложите причину отклонения.

Критерий	Баллы
Верно применена формула $S = \Delta E / \Delta \lg C$	1
Правильно вычислена S	2



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия»
по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 12 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------------	------------------------	---------------

Сделан вывод о соответствии теоретическому значению (59 мВ при 25°C) или объяснено возможное отклонение	2
ИТОГО	5

Задание 7. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

По данным градуировки:

10^{-5} М Е 220 мВ

10^{-4} М Е 190 мВ

10^{-3} М Е 160 мВ

10^{-2} М Е 130 мВ

При измерении в холостом растворе (фоне) потенциал в пределах 235 ± 3 мВ.

Определите практический предел обнаружения (графически или расчетом).

Критерий	Баллы
Правильно определен уровень сигнала холостого опыта	2
По графику (или интерполяцией) найдена концентрация, соответствующая	2
Корректно записан ответ	1
ИТОГО	5

Задание 8. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Коэффициент селективности $K_{K,Na}$ для калий-селективного электрода равен 0.01.

Крутизна $S = 58$ мВ/дек. Рассчитайте потенциал электрода в растворе, содержащем 0.001 М КСl и 0.1 М NaCl. На сколько мВ изменится потенциал по сравнению с чистым раствором КСl (без натрия)?

Критерий	Баллы
Правильно записано уравнение Никольского для смешанного раствора	1
Верно рассчитана суммарная активность	2
Корректно вычислен потенциал и разница с чистым раствором	2
ИТОГО	5

Задание 9. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Потенциал кальций-селективного электрода в 0.01 М $CaCl_2$ составил 100 мВ.

Потенциал того же электрода в 0.1 М NaCl составил 85 мВ. Рассчитайте коэффициент селективности $K_{Ca,Na}$, используя метод отдельных растворов (по значениям потенциалов). $S = 29$ мВ.

Критерий	Баллы
Правильно применена формула lgK	2
Верно подставлены значения с учетом знаков	2
Получен правдоподобный результат	1
ИТОГО	5

Задание 10. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Потенциал фторид-селективного электрода в стандарте F^- (10^{-4} М, pH=5) равен 100 мВ. Рассчитайте ожидаемый потенциал в том же растворе при pH=9, если $K_{F,OH} = 0.1$, а $K_w = 10^{-14}$. Крутизна 59 мВ.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия»
по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 13 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------------	------------------------	---------------

Критерий	Баллы
Правильно определена $[\text{OH}^-]$ при $\text{pH}=9$	1
Верно записано уравнение Никольского с учетом вклада OH^-	1
Рассчитана активность	2
Вычислен новый потенциал	1
ИТОГО	5

Задание 11. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Объясните, почему один и тот же стеклянный электрод может быть использован как рН-электрод в кислой среде, но начинает врать (показывает щелочную ошибку) в сильнощелочной среде. Какой ион начинает мешать определению H^+ и почему?

Критерий	Баллы
Указана причина щелочной ошибки: конкуренция Na^+ (или K^+) с H^+ за места в решетке геля	2
Объяснен механизм: при высоком рН $[\text{H}^+]$ мала, и стекло начинает откликаться на щелочные металлы	2
Ответ полный, логичный, без фактических ошибок	1
ИТОГО	5

Задание 12. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Почему фторидный электрод на основе монокристалла LaF_3 обладает практически идеальной селективностью? Укажите единственный серьезный мешающий ион. Напишите уравнение Никольского для этого случая.

Критерий	Баллы
Правильно указан механизм: проводимость только по F^- через вакансии в кристалле	2
Назван мешающий ион: OH^- (из-за близости ионных радиусов и образования $\text{La}(\text{OH})_3$)	1
Верно записано уравнение Никольского	2
ИТОГО	5

Задание 13. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Как на основе сульфида серебра можно сделать электрод для определения ионов свинца (Pb^{2+})? Каким требованием должна обладать соль свинца, впрыснутая в мембрану? Напишите уравнение потенциалоопределяющей реакции.

Критерий	Баллы
Указано, что для Pb^{2+} используют смесь $\text{Ag}_2\text{S} + \text{PbS}$ (или другой труднорастворимой соли свинца)	2
Объяснено требование: соль должна быть более растворима, чем Ag_2S ,	2
Записано уравнение: потенциал определяется активностью Pb^{2+} через произведение растворимости PbS	1
ИТОГО	5

Задание 14. (Задание открытого типа с развернутым ответом)



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия»
по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 14 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------------	------------------------	---------------

Для определения калия в растворе удобрения к 50 мл пробы добавили 1 мл 0.1 М KCl. Потенциал изменился с -20 мВ до -15 мВ. Крутизна электрода $S = 58$ мВ. Рассчитайте исходную концентрацию калия в пробе (моль/л).

Критерий	Баллы
Правильно применена формула	2
Верны вычисления	1
Корректно выполнен арифметический расчет концентрации	2
ИТОГО	5

Задание 15. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

Для определения свинца в сточной воде:

V пробы = 50 мл, $E_1 = -50.0$ мВ.

+1 мл 0.01 М $Pb(NO_3)_2 \rightarrow E_2 = -44.5$ мВ.

еще 1 мл 0.01 М $Pb(NO_3)_2 \rightarrow E_3 = -40.0$ мВ.

Рассчитайте C_{Pb} в пробе, используя итерационное решение (считаем S неизвестной, но постоянной).

Критерий	Баллы
Составлена система уравнений для двух добавок	1
Проведена итерационная процедура (или решена система) с разумной точностью	2
Получен правдоподобный результат	2
ИТОГО	5

Задание 16. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

При анализе воды на содержание фторидов методом многократных добавок получены данные. После каждой добавки измеряли E . Рассчитайте функцию Грана и постройте график. Определите точку пересечения с осью абсцисс, которая даст объем добавки, эквивалентный содержанию иона в пробе.

Критерий	Баллы
Правильно рассчитаны значения функции Грана для всех точек	2
Построен график и проведена линия тренда до пересечения с осью X	2
Определен объем добавки в точке пересечения и рассчитана исходная концентрация	1
ИТОГО	5

Задание 17. (Задание открытого типа с развернутым ответом)

При титровании 50 мл HCl 0.1 М NaOH получены данные: $V(NaOH) = 20$ мл ($E=220$ мВ), 30 мл (240 мВ), 40 мл (260 мВ), 45 мл (280 мВ), 49 мл (310 мВ), 50 мл (350 мВ), 51 мл (390 мВ), 55 мл (410 мВ).

Постройте интегральную и дифференциальную ($\Delta E/\Delta V$) кривые титрования.

Найдите точку эквивалентности. Рассчитайте концентрацию HCl.

Критерий	Баллы
Правильно построена интегральная кривая титрования ($E-V$)	1
Правильно построена дифференциальная кривая ($\Delta E/\Delta V$)	2

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический Кафедра аналитической и физической химии			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия» по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 15 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
Верно определена точка эквивалентности ($V = 50$ мл)			1
Рассчитана концентрация HCl (0.1 M)			1
ИТОГО			5

Часть II. Вопросы к экзамену (задания с ответом открытого типа)

1. Ионоселективные электроды (ИСЭ) как электрохимические сенсоры. Отличие ИСЭ от редокс-электродов.

Критерий	Баллы
Дано четкое определение ИСЭ	1
Указан механизм возникновения потенциала (ионный обмен на мембране)	1
Указан механизм работы редокс-электродов (электронный обмен)	1
Отмечена роль мембраны в обеспечении селективности ИСЭ	1
Приведены примеры ИСЭ и редокс-электродов	1
ИТОГО	5

2. Классификация ИСЭ по природе мембраны (твердофазные, жидкие, пленочные). Примеры.

Критерий	Баллы
Приведена классификация твердофазных ИСЭ (кристаллические, стеклянные)	1
Охарактеризованы жидкофазные (полимерные) ИСЭ	1
Упомянуты газочувствительные и ферментные электроды	1
Для каждого типа приведены примеры определяемых ионов	1
Ответ структурирован, логичен, использована профессиональная терминология	1
ИТОГО	5

3. Электрохимические ячейки с переносом и без переноса. Роль электродов сравнения и солевого мостика.

Критерий	Баллы
Даны определения ячеек с переносом и без переноса	1
Объяснено назначение электрода сравнения	1
Описана роль солевого мостика (минимизация жидкостного потенциала)	1
Объяснен выбор электролита для солевого мостика	1
Указано, какой тип ячеек используется в ионометрии	1
ИТОГО	5

4. Граничный потенциал: природа возникновения, термодинамика ионного обмена на границе мембрана/раствор.

Критерий	Баллы
----------	-------



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия»
по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 16 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------------	------------------------	---------------

Объяснена физическая природа граничного потенциала	1
Описан механизм ионного обмена на границе фаз	1
Приведено термодинамическое выражение для граничного потенциала	1
Указана зависимость от активности ионов в растворе	1
Объяснена роль граничного потенциала в общем мембранном потенциале	1
ИТОГО	5

5. Диффузионный потенциал: причины возникновения, условия минимизации.

Критерий	Баллы
Объяснена причина возникновения (разная подвижность ионов в градиенте концентрации)	1
Описано, где возникает диффузионный потенциал (внутри мембраны)	1
Указаны условия минимизации (равные подвижности или неподвижность одного иона)	1
Приведено уравнение для диффузионного потенциала (качественно)	1
Объяснена роль диффузионного потенциала в сегментной модели	1
ИТОГО	5

6. Мембранный потенциал как сумма двух граничных и диффузионного потенциалов (сегментная модель).

Критерий	Баллы
Записано выражение для мембранного потенциала	1
Объяснен физический смысл каждого слагаемого	1
Показано, как сегментная модель приводит к уравнению Нернста	1
Указаны условия, при которых диффузионный потенциал равен нулю	1
Приведена схема распределения потенциала в ячейке	1
ИТОГО	5

7. Жидкостный потенциал (потенциал соединения) и методы его уменьшения.

Критерий	Баллы
Дано определение жидкостного потенциала	1
Указано место возникновения (граница двух растворов разного состава)	1
Назван основной метод уменьшения (солевой мостик)	1
Объяснен принцип действия солевого мостика (KCl , равные подвижности K^+ и Cl^-)	1
Упомянуты другие методы (применение электродов сравнения с диффузионным барьером)	1
ИТОГО	5

8. Активность и коэффициент активности. Физический смысл и роль в ионометрии.

Критерий	Баллы
Дано определение активности и коэффициента активности	1



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия»
по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 17 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------------	------------------------	---------------

Объяснен физический смысл (учет межионных взаимодействий)	1
Указана связь $a = \gamma \cdot C$	1
Объяснено, почему ИСЭ измеряет активность, а не концентрацию	1
Приведен пример влияния ионной силы на активность	1
ИТОГО	5

9. Ионная сила раствора. Расчет для смешанных электролитов.

Критерий	Баллы
Дано определение, формула ионной силы	1
Сформулировано правило ионной силы	1
Выполнен пример расчета для бинарного электролита	1
Выполнен пример расчета для смешанного электролита	1
Объяснено значение ионной силы в ионометрии	1
ИТОГО	5

10. Теория Дебая-Хюккеля: предельный закон и его применимость.

Критерий	Баллы
Изложена суть теории (электростатическое взаимодействие, ионная атмосфера)	1
Записан предельный закон $\lg \gamma = -A \cdot z^+ \cdot z^- \cdot \sqrt{I}$	1
Указаны границы применимости ($I < 0.01 \text{ M}$)	1
Объяснен физический смысл коэффициента A	1
Приведен пример расчета коэффициента активности по предельному закону	1
ИТОГО	5

11. Влияние ионной силы на растворимость осадков и коэффициенты активности.

Критерий	Баллы
Объяснена зависимость коэффициента активности от ионной силы	1
Описано влияние ионной силы на растворимость хорошо растворимых солей	1
Описано влияние ионной силы на растворимость малорастворимых солей	1
Приведена связь с произведением растворимости	1
Приведены конкретные примеры	1
ИТОГО	5

12. Электродная функция ИСЭ. Уравнение Нернста. Крутизна (S) и ее теоретическое значение.

Критерий	Баллы
Записано уравнение Нернста:	1
Объяснен физический смысл крутизны S	1
Указано теоретическое значение S при 25°C ($59/z \text{ мВ}$)	1
Объяснено, что такое "нернстовский отклик"	1

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический Кафедра аналитической и физической химии			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия» по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 18 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Приведены примеры отклонений	1
ИТОГО	5

13. Диапазон линейности градуировочного графика. Нижний и верхний пределы обнаружения.

Критерий	Баллы
Дано определение диапазона линейности	1
Дано определение нижнего предела обнаружения	1
Дано определение верхнего предела обнаружения	1
Объяснен графический способ определения пределов	1
Указаны факторы, ограничивающие диапазон линейности	1
ИТОГО	5

14. Время отклика электрода. Факторы, влияющие на время установления потенциала.

Критерий	Баллы
Дано определение времени отклика	1
Указаны основные факторы (толщина мембраны, скорость диффузии, концентрация)	1
Объяснено влияние перемешивания	1
Объяснено влияние температуры	1
Указан способ экспериментального определения времени отклика	1
ИТОГО	5

15. Коэффициент селективности. Физический смысл. Уравнение Никольского.

Критерий	Баллы
Дано определение коэффициента селективности	1
Объяснен физический смысл	1
Записано уравнение Никольского в общем виде	1
Объяснено, как $K_{i,j}$ влияет на потенциал в смешанных растворах	1
Приведены примеры значений $K_{i,j}$ для разных электродов	1
ИТОГО	5

16. Методы определения коэффициентов селективности: отдельных растворов и смешанных растворов.

Критерий	Баллы
Описан метод отдельных растворов (принцип, формула)	1
Указаны достоинства и недостатки метода отдельных растворов	1
Описан метод смешанных растворов (метод фиксированного фона)	1
Описан метод фиксированного потенциала.	1
Проведено сравнение методов, указаны области применения	1
ИТОГО	5

17. Ионофоры: определение, назначение. Нейтральные и заряженные ионофоры.

Критерий	Баллы
----------	-------



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия»
по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 19 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------------	------------------------	---------------

Дано определение ионофора	1
Объяснено назначение (селективное связывание ионов, перенос через мембрану)	1
Охарактеризованы нейтральные ионофоры, приведены примеры	1
Охарактеризованы заряженные ионофоры, приведены примеры	1
Объяснено различие в механизмах действия	1
ИТОГО	5

18. Механизм работы нейтральных ионофоров на примере валиномицина (K^+ -селективный электрод).

Критерий	Баллы
Описана структура валиномицина	1
Объяснен механизм комплексообразования с K^+	1
Указана причина селективности к K^+ (соответствие размера иона полости)	1
Описан процесс переноса иона через мембрану	1
Приведены аналитические характеристики K^+ -электрода	1
ИТОГО	5

19. Компоненты полимерной мембраны: полимер, пластификатор, липофильные добавки. Их функции.

Критерий	Баллы
Названы основные компоненты полимерной мембраны	1
Объяснена функция полимера (матрица, механическая прочность)	1
Объяснена функция пластификатора (повышение подвижности, растворение ионофора)	1
Объяснена функция липофильных добавок (снижение сопротивления, подавление влияния анионов)	1
Приведены примеры конкретных веществ для каждой роли	1
ИТОГО	5

20. Ряд Гофмейстера. Влияние пластификатора на селективность мембран.

Критерий	Баллы
Приведен ряд Гофмейстера для анионов (или катионов)	1
Объяснен физический смысл ряда (липофильность, гидратация)	1
Указано, что в отсутствие ионофора селективность подчиняется ряду Гофмейстера	1
Объяснено влияние пластификатора (полярность, диэлектрическая проницаемость) на селективность	1
Приведены примеры изменения селективности при смене пластификатора	1
ИТОГО	5

21. Принцип Доннановского исключения. Механизм, препятствующий проникновению мешающих ионов.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия»
по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 20 из 24

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Критерий	Баллы
Сформулирован принцип Доннановского исключения	1
Объяснена роль фиксированных зарядов в мембране	1
Описано возникновение доннановского потенциала	1
Объяснено, как принцип препятствует проникновению ко-ионов	1
Приведены примеры реализации принципа в ИСЭ	1
ИТОГО	5

22. Состав и структура стеклянной мембраны. Природа проводимости стекла.

Критерий	Баллы
Описан состав стеклянной мембраны (SiO_2 , Na_2O , CaO , Al_2O_3)	1
Описана структура (силикатная сетка с ионами Na^+ в полостях)	1
Объяснена природа проводимости (ионная, за счет Na^+)	1
Указано влияние состава на свойства мембраны	1
Объяснено, как создают селективность к разным ионам	1
ИТОГО	5

23. Механизм потенциалообразования на стеклянном электроде. Теория Никольского.

Критерий	Баллы
Изложены основные положения теории Никольского	1
Описан набухший слой геля на поверхности стекла	1
Объяснен ионный обмен $\text{H}^+ \leftrightarrow \text{Na}^+$ в геле	1
Описана диффузия ионов в геле	1
Записано уравнение для потенциала стеклянного электрода	1
ИТОГО	5

24. Водородная функция стеклянного электрода. Причины селективности к H^+ .

Критерий	Баллы
Констатировано наличие водородной функции в кислых средах	1
Объяснена роль силикатных групп ($\equiv\text{Si}-\text{O}^-$) в связывании H^+	1
Указана высокая подвижность H^+ в геле	1
Объяснено, почему в кислых средах стекло "не видит" другие катионы	1
Записано уравнение для водородной функции	1
ИТОГО	5

25. Щелочная ошибка стеклянного электрода: причины и способы учета.

Критерий	Баллы
Дано определение щелочной ошибки	1
Объяснена причина (конкуренция Na^+ , K^+ с H^+ при высоком pH)	1
Указано, при каких значениях pH возникает ошибка	1
Описаны способы учета (использование специальных стекол, введение поправок)	1
Приведены примеры стекол с малой щелочной ошибкой	1



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия»
по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 21 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------------	------------------------	---------------

ИТОГО	5
-------	---

26. Стекланные электроды для определения ионов щелочных металлов (Na^+ , K^+ , Li^+).

Критерий	Баллы
Объяснено, как изменением состава стекла меняют селективность	1
Указана роль Al_2O_3 в создании катионной функции	1
Приведены примеры составов для Na^+ -селективных стекол	1
Приведены примеры для K^+ и Li^+	1
Указаны аналитические характеристики таких электродов	1
ИТОГО	5

27. Классификация кристаллических электродов (монокристаллические, поликристаллические, гетерогенные).

Критерий	Баллы
Приведена классификация кристаллических электродов	1
Охарактеризованы монокристаллические электроды, приведен пример (LaF_3)	1
Охарактеризованы поликристаллические электроды, приведен пример (Ag_2S)	1
Охарактеризованы гетерогенные электроды, приведен пример	1
Указаны особенности и области применения каждого типа	1
ИТОГО	5

28. Фторид-селективный электрод (LaF_3): механизм проводимости, селективность, мешающее влияние OH^- .

Критерий	Баллы
Описан состав мембраны (монокристалл LaF_3 , легированный EuF_2)	1
Объяснен механизм проводимости (движение F^- по вакансиям)	1
Объяснена высокая селективность к F^-	1
Объяснено мешающее влияние OH^- (близость радиусов, образование $\text{La}(\text{OH})_3$)	1
Записано уравнение Никольского для системы F^-/OH^-	1
ИТОГО	5

29. Электроды на основе сульфида серебра (Ag_2S). Принцип работы. Электроды для определения галогенидов и ионов тяжелых металлов (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+}).

Критерий	Баллы
Описаны свойства Ag_2S (ионная проводимость по Ag^+ , электронная проводимость)	1
Объяснен принцип работы электрода на основе Ag_2S	1
Описано изготовление электродов для галогенидов ($\text{Ag}_2\text{S} + \text{AgHal}$)	1
Описано изготовление электродов для тяжелых металлов ($\text{Ag}_2\text{S} + \text{MeS}$)	1
Объяснена роль произведения растворимости в формировании	1



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия»
по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 22 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------------	------------------------	---------------

потенциала	
ИТОГО	5

30. Халькогенидные стекла как мембранные материалы. Определяемые ионы.

Критерий	Баллы
Дано определение халькогенидных стекол (As_2S_3 , As_2Se_3)	1
Описаны особенности структуры и проводимости (электронная)	1
Указаны определяемые ионы (Fe^{3+} , Cu^{2+} , ионы тяжелых металлов)	1
Объяснены преимущества перед кристаллическими электродами	1
Приведены примеры аналитических применений	1
ИТОГО	5

31. Прямая потенциометрия: суть метода, достоинства и недостатки.

Критерий	Баллы
Дано определение прямой потенциометрии	1
Описана суть метода	1
Указаны достоинства (быстрота, неразрушающий контроль, непрерывность)	1
Указаны недостатки (зависимость от ионной силы, мешающее влияние, погрешность)	1
Приведены примеры практического применения	1
ИТОГО	5

32. Метод градуировочного графика. Требования к стандартным растворам (постоянство ионной силы).

Критерий	Баллы
Описан алгоритм метода градуировочного графика	1
Объяснено требование постоянства ионной силы в стандартах и пробе	1
Указаны способы поддержания ионной силы (фоновый электролит)	1
Описан способ определения концентрации по графику	1
Указаны источники погрешности метода	1
ИТОГО	5

33. Метод однократной стандартной добавки. Вывод расчетной формулы.

Критерий	Баллы
Описана процедура метода однократной добавки	1
Записаны исходные уравнения до и после добавки	1
Выполнен вывод расчетной формулы	1
Записана конечная формула	1
Указаны условия применимости метода	1
ИТОГО	5

34. Метод двойной стандартной добавки.

Критерий	Баллы
Объяснено, почему может потребоваться двойная добавка (неизвестна	1



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический
Кафедра аналитической и физической химии

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионметрия»
по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»
направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 23 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------------	------------------------	---------------

точная крутизна)	
Описана процедура метода (две последовательные добавки)	1
Записана система уравнений для двух добавок	1
Объяснен принцип итерационного решения	1
Указаны преимущества перед однократной добавкой	1
ИТОГО	5

35. Метод Грана. Графическая обработка данных при многократных добавках.

Критерий	Баллы
Описана суть метода Грана (линеаризация зависимости)	1
Объяснено, как строится функция Грана	1
Описан способ построения графика и нахождения точки пересечения с осью X	1
Объяснено, как по графику определить концентрацию пробы	1
Указаны преимущества метода Грана перед простыми добавками	1
ИТОГО	5

36. Потенциометрическое титрование. Типы кривых титрования. Способы нахождения точки эквивалентности.

Критерий	Баллы
Дано определение потенциометрического титрования	1
Описаны типы кривых титрования (интегральные, дифференциальные)	1
Описан способ нахождения ТЭ по интегральной кривой	1
Описан способ нахождения ТЭ по дифференциальной кривой ($\Delta E/\Delta V$)	1
Указаны преимущества перед прямой потенциометрией	1
ИТОГО	5

37. Буферные растворы, обладающие постоянной ионной силой (БРОИС). Назначение и состав.

Критерий	Баллы
Дано определение БРОИС	1
Объяснено назначение (поддержание ионной силы, маскирование помех, регулирование pH)	1
Приведен состав БРОИС для фторидного электрода	1
Объяснена роль каждого компонента	1
Приведены примеры других БРОИС	1
ИТОГО	5

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично и предполагает формирование компетенций на высоком уровне:

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический Кафедра аналитической и физической химии			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Ионометрия» по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) «Фундаментальная и прикладная химия» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»			
Версия документа - 1	стр. 24 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

обучающийся показывает готовность к самостоятельной профессиональной деятельности: навыки планирования и проведения ионометрического анализа, навыки систематизации теоретических, расчетных и экспериментальных данных для решения профессиональных задач. Студент способен аргументировать собственную точку зрения по решению профессиональных вопросов, критически оценивать информацию, формулировать собственные выводы.

2. Средний уровень соответствует оценке хорошо и предполагает формирование компетенций на среднем уровне: обучающийся показывает комплексное знание планирования и проведения ионометрического анализа, умение сбора, анализа и обработки данных, необходимых для решения профессиональных задач. Студент способен давать развернутые ответы на теоретические вопросы.

3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно и предполагает формирование компетенций на начальном уровне: обучающийся показывает знание основных положений планирования и проведение ионометрического анализа. Студент способен отвечать на теоретические вопросы дисциплины вопросы. Количество правильных ответов – не менее 50%

4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно обучающийся имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажающие их смысл; не ориентируется в нормативно- концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.