

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущей и промежуточной аттестации

по учебной дисциплине

«Аналитическая химия»

для направления 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Профиль "Ресурсосберегающие технологии
в горно-металлургическом и нефтегазовом комплексе"

1. Описание показателей (дискрипторов) и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Компетенции	Показатели	Критерии в соответствии с уровнем освоения ОП			Оценочное средство
		пороговый (удовлетворительно) 55-69 баллов	стандартный (хорошо) 70-84 балла	эталонный (отлично) 85-100 баллов	
ОПК 2	Знать	Анализ, методы качественного и количественного анализа	Анализ, методы качественного и количественного анализа, титриметрия, гравиметрия, аналитический сигнал	Анализ, методы качественного и количественного анализа, титриметрия, гравиметрия, аналитический сигнал, принципы химических, физических, физико-химических методов анализа	Теоретические
	Уметь	Использовать химические методы	Использовать химические методы для решения задач профессиональной деятельности	Использовать химические методы для решения задач профессиональной деятельности в области аналитической химии	Теоретические
	Владеть	Навыками использования химических методов	Навыками использования химических методов для решения задач профессиональной деятельности	Навыками использования химических методов для решения задач профессиональной деятельности в области аналитической химии	Решение задач, выполнение

2. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

2.1. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучаемых и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением семинаров, оцениванием контрольных заданий, проверкой конспектов лекций, выполнением индивидуальных и творческих заданий, периодическим опросом обучающихся на занятиях. Контролируемые разделы (темы) дисциплины, компетенции и оценочные средства представлены в таблице.

Модуль	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение в аналитическую химию	ОПК-2	Проведение терминологической работы по теме Решение задач, выполнение упражнений, лабораторная работа

			Составление обобщающей таблицы «Методы анализа»
			Промежуточное тестирование и контрольная работа
2	Термодинамика и кинетика химических реакций и процессов	ОПК-2	Проведение терминологической работы по теме
			Решение задач, выполнение упражнений, лабораторная работа
			Организация работы с текстом по обобщению, систематизации и структурированию учебной информации
			Промежуточное тестирование и контрольная задача
3	Качественный анализ	ОПК-2	Проведение терминологической работы по теме
			Решение задач, выполнение упражнений, лабораторная работа
			Анализ научной статьи
			Промежуточное тестирование и контрольная работа
4	Количественный анализ (гравиметрия, титриметрия)	ОПК-2	Проведение терминологической работы по теме
			Защита лабораторной работы
			Решение задач, выполнение упражнений
			Промежуточное тестирование и контрольная задача
			Выступление с презентацией / Устное сообщение с предоставлением тезисов
			Защита курсовой работы
			Проведение экспериментального исследования

Критерии и шкала оценивания тестирования (промежуточного итогового)

<i>Оценка</i>	<i>Критерий оценки</i>
«зачтено»	<i>Выполнение более 60% тестовых заданий</i>
«не зачтено»	<i>Выполнение менее 60% тестовых заданий</i>

Критерии и шкала оценивания терминологической работы по теме

Количество терминов и объем их описаний соответствуют заданию	1 балл
Используемая литература включает как классические, так и современные издания	1 балл
Содержание подкреплено необходимыми комментариями, примерами и поясняющими цитатами	1 балл
Максимальный балл	3 балла

Критерии и шкала оценивания выступления с презентацией

Понимание проблемы, стремление разъяснить ее суть с научных позиций	2 балла
Умение интересно подать материал, наличие личностного отноше-	1 балла

ния к нему	
Грамотность и логичность изложения материала	1 балл
Общее восприятие презентации, эмоциональность, убедительность	1 балл
Максимальный балл	5 баллов

Критерии и шкала оценивания контрольных задач

<i>Оценка</i>	<i>Критерий оценки</i>
«зачтено»	<i>Задача решена верно, приведены правильные аргументирующие выводы и разработаны рекомендации по совершенствованию кадрового потенциала. Результаты расчетов отображены графически.</i>
«не зачтено»	<i>Задача не решена или решена со значительными замечаниями.</i>

Критерии и шкала оценивания докладов

<i>Оценка</i>	<i>Критерий оценки</i>
«зачтено»	<i>Выставляется студенту, если доклад создан с использованием компьютерных технологий (презентация Power Point, Flash–презентация, видео-презентация и др.) Используются дополнительные источники информации. Содержание заданной темы раскрыто в полном объеме. Отражена структура доклада (вступление, основная часть, заключение, присутствуют выводы и примеры). Оформление работы, соответствует предъявляемым требованиям. Оригинальность выполнения (работа сделана самостоятельно, представлена впервые)</i>
«не зачтено»	<i>Доклад сделан устно, без использования компьютерных технологий. Содержание доклада ограничено информацией. Заданная тема доклада не раскрыта, основная мысль сообщения не передана.</i>

Критерии и шкала оценивания устного сообщения с предоставлением тезисов

Понимание проблемы, стремление разъяснить ее суть с научных позиций	2 балла
Умение интересно подать материал, наличие личностного отношения к нему	1 балла
Грамотность и логичность изложения материала	1 балл
Предоставление тезисов заданного формата	1 балл
Максимальный балл	5 баллов

Критерии и шкала оценивания составления обобщающей таблицы

Качество и полнота включенной информации, логичность структуры	1 балл
Грамотное выделение и отражение важнейших позиций	1 балла
Подкрепление необходимыми комментариями, примерами и поясняющими цитатами, ссылками	1 балл
Максимальный балл	3 балла

Критерии и шкала оценивания анализа статьи

Полнота раскрытия авторской позиции и ее состоятельность	1 балл
Подкрепление представленной информации необходимыми комментариями, примерами и поясняющими цитатами	2 балла
Представление правильных аргументирующих выводов	1 балл
Грамотность и логичность изложения материала	1 балл
Максимальный балл	5 баллов

Критерии и шкала оценивания лабораторной работы

Соблюдение ТБ и ПБ, методики проведения химических операций	1 балла
Оформление отчета в тетради	1 балла
Ответы на контрольные вопросы	2 балл
Максимальный балл	4 балла

Критерии и шкала оценивания работы с текстом по обобщению, систематизации и структурированию учебной информации

Умение проводить смысловую группировку текста, выделять основополагающие идеи	2 балла
Умение создавать на основе выделенной в тексте информации схемы, таблицы, конспекты	2 балла
Умение высказывать оценочные суждения, свою точку зрения о прочитанном в тексте	1 балл
Максимальный балл	5 баллов

Критерии и шкала оценивания контрольной работы

В контрольной работе, выполняемой индивидуально по карточкам в письменной форме содержится 5 заданий (задачи и упражнения). Выполнение каждого задания оценивается в 1 балл. Соответственно 1 балл – min, 5 баллов – max.

Итоговое тестирование

Итоговый тест включает: 1) задания с единственным и множественным выбором ответа, позволяющие оценить знание программного материала дисциплины; 2) задания на сопоставление и установление соответствия, позволяющие оценить знания, необходимые для решения типовых заданий, умение выполнять предусмотренные программой типовые задания; 3) кейс, содержание которого направлено на выявление умения применять теоретические знания в нестандартных ситуациях при решении творческих заданий, обосновывать свои действия. Максимальное число баллов – 10.

2.3. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Для оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации используется двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на 85% и более тестовых заданий. Правильно выполнил задания кейса. Ответил на все дополнительные вопросы	Эталонный
	Обучающийся правильно ответил на 70% и более тестовых заданий. С небольшими неточностями выполнил задания кейса. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Стандартный
	Обучающийся правильно ответил на 60% и более тестовых заданий. С существенными неточностями выполнил задания кейса. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Пороговый

«не зачтено»	Обучающийся ответил менее, чем на 60% тестовых заданий. При выполнении заданий кейса продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы
--------------	--	-----------------------------

Для оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации используется четырехбалльная шкала: «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно», «Неудовлетворительно».

Шкала оценивания	Критерии	Уровень освоения компетенций
Отлично	наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы	Эталонный
Хорошо	наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала	Стандартный
Удовлетворительно	наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике	Пороговый
Неудовлетворительно	наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.	Компетенции не сформированы

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Оценочные средства текущего контроля успеваемости

Темы для выступления с презентацией / устного сообщения с представлением тезисов на семинарских и практических занятиях:

1. Анализ природных вод: проблемы определения микрокомпонентов минеральной природы.
2. Анализ природных вод: определение органических токсичных компонентов.
3. Проблемы анализа производственных сточных вод.
4. Проблемы анализа производственных газообразных выбросов.
5. Анализ почв: определение макро- и микрокомпонентов.
6. Анализ веществ растительного и животного происхождения.
7. Анализ медицинских препаратов.

8. Проблемы анализа геологических объектов.
9. Проблемы анализа объектов цветной и черной металлургии.
10. Анализ нефти и нефтепродуктов.
11. Анализ пищевых продуктов.
12. Химический анализ в криминалистике.
13. Анализ полимерных материалов.
14. Проблемы анализа веществ высокой чистоты.
15. Объекты анализа и проблемы пробоотбора.
16. Оптимизация методов первичной обработки и хранения проб.
17. Методы разложения проб минеральной и органической природы.
18. Эмиссионный спектральный анализ.
19. Абсорбционная спектроскопия.
20. Атомно-абсорбционный спектральный анализ.
21. Рефрактометрические методы анализа.
22. Вольтамперометрия.
23. Радиометрические методы анализа.
24. Масс-спектрометрия.
25. Хроматография.
26. Проблемы анализа производственных сточных вод.
27. Проблемы анализа производственных газообразных выбросов.
28. Анализ почв: определение макро- и микрокомпонентов.
29. Анализ веществ растительного и животного происхождения.
30. Анализ медицинских препаратов.
31. Проблемы анализа геологических объектов.
32. Проблемы анализа объектов цветной и черной металлургии.
33. Анализ нефти и нефтепродуктов.
34. Анализ пищевых продуктов.
35. Химический анализ в криминалистике.
36. Анализ полимерных материалов.
37. Проблемы анализа веществ высокой чистоты.
38. Объекты анализа и проблемы пробоотбора.
39. Оптимизация методов первичной обработки и хранения проб.
40. Методы разложения проб минеральной и органической природы.

Примерный перечень понятий для проведения терминологической работы по темам:

Введение в аналитическую химию

Анализ, качественный и количественный анализ, титрование, гравиметрия, инструментальный анализ, аналитический сигнал, метрология, ошибка, погрешность, проба, пробоотбор, пробоподготовка, аналитический сигнал.

Термодинамика и кинетика химических реакций и процессов

Кислотно-основное равновесие, кислота, основание, амфотерность, растворитель, ионное произведение воды, буферный раствор, рН, гидролиз, ионное уравнение.

Качественный анализ

Дисперсная система, ПР, солевой эффект, осаждение, комплексообразование, константа устойчивости, ОВР, электродный процесс, электродный потенциал, реагент, специфичность, качественная реакция.

Анализ катионов и анионов

Сухой и мокрый анализ, макро-, полумикро- и микрометоды, чувствительность реакции, дробный и систематический анализ, аналитические группы, капельный анализ.

Количественный анализ

Весовой и объемный анализ, методы и методики анализа, аликвота, анализ, навеска, градуировка, аналитические весы, бюретка, идентификация, предел обнаружения.

Гравиметрия

Осаждаемая форма, гравиметрическая форма, гравиметрический фактор, осадок, перекристаллизация, соосаждение, осадитель, загрязнение осадка.

Титриметрический анализ

Титрант, рабочий раствор, конечная точка титрования, точка эквивалентности, стандартный раствор, титр, фиксанал, концентрация, эквивалент, молярная концентрация эквивалента, кривая титрования, скачок титрования, метод пипетирования и отдельных навесок, индикатор, индикаторная ошибка, редоксиметрия, комплексонометрия, алкалиметрия, ацидиметрия, осадительное титрование.

Инструментальные методы анализа

Экстракция, хроматография, термогравиметрия, спектрофотометрия, ИК-спектроскопия, вольтамперометрия, потенциометрия, колориметрия, АЭС.

Тест для проведения промежуточного тестирования (модуль 1)

1. Аналитическая химическая реакция - это реакция, сопровождающаяся:
 - 1) изменением окраски раствора
 - 2) определенным аналитическим эффектом за счет образования продукта реакции, обладающего специфическими свойствами
 - 3) изменением pH раствора
 - 4) растворением осадка
 - 5) образованием осадка
2. Специфические аналитические реакции - это реакции:
 - 1) обнаружения катионов
 - 2) идущие до конца
 - 3) с помощью которых в данных условиях можно обнаружить только одно вещество
 - 4) с помощью которых можно обнаружить все вещества в данных условиях
 - 5) комплексообразования
 - 6) осаждения
3. Тип аналитической химической реакции взаимодействия хлорида диамиаксеребра с азотной кислотой:
 - 1) обмена ионов
 - 2) комплексообразования
 - 3) окисления-восстановления
 - 4) осаждения
 - 5) каталитическая
4. Требования к качественной аналитической химической реакции:
 - 1) наличие аналитического эффекта
 - 2) стехиометричность
 - 3) полнота протекания
 - 4) скорость протекания
 - 5) чувствительность
 - 6) избирательность
5. Тип аналитической химической реакции $\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$:
 - 1) обмена ионов
 - 2) осаждения
 - 3) комплексообразования
 - 4) окисления-восстановления
 - 5) каталитическая
6. Групповой реагент на катионы Ag(I), Hg(I), Pb(II) при использовании кислотно-основной схемы анализа:

- | | | |
|---------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1) H ₂ S | 3) H ₂ O ₂ | 5) HCl |
| 2) NH ₃ | 4) NaOH | 6) H ₂ SO ₄ |
7. Реактив для обнаружения ионов аммония:
- | | | |
|---|---|------------------------------------|
| 1) Bi(NO ₃) ₃ + NaNO ₂ + CH ₃ COOH | 3) Na ₂ HPO ₄ | 6) Na ₃ PO ₄ |
| 2) NaNO ₃ | 4) K ₂ [HgI ₄] + KOH | |
| | 5) NH ₄ F | |
8. Реактивы, с помощью которых можно обнаружить ионы меди (II) в водном растворе, в отсутствие мешающего влияния других ионов:
- | | | |
|----------------------|----------------------|---|
| 1) NH ₃ | 3) ZnSO ₄ | 5) KI |
| 2) FeCl ₃ | 4) KSCN | 6) KMnO ₄ + H ₂ SO ₄ |
9. Реактивы, с помощью которых можно обнаружить ионы железа (II) в водном растворе, в отсутствие мешающего влияния других ионов:
- | | | |
|--|--|---|
| 1) K ₃ [Fe(CN) ₆] | 3) (NH ₄) ₂ SO ₄ | 5) KI |
| 2) K ₄ [Fe(CN) ₆] | 4) NH ₄ SCN | 6) KMnO ₄ + H ₂ SO ₄ |
10. Реактивы, с помощью которых можно обнаружить ионы железа (III) в водном растворе, в отсутствие мешающего влияния других ионов:
- | | | |
|--|--|---|
| 1) K ₃ [Fe(CN) ₆] | 3) (NH ₄) ₂ SO ₄ | 5) KI |
| 2) K ₄ [Fe(CN) ₆] | 4) NH ₄ SCN | 6) KMnO ₄ + H ₂ SO ₄ |

Контрольная работа №1

Вариант 1

1. Рассчитайте ионную силу 0,1 моль/л раствора нитрата кальция Ca(NO₃)₂.
2. Рассчитайте активность иона водорода в 0,01М растворе соляной кислоты в присутствии 0,05 М раствора сульфата натрия.
3. Термодинамическая константа диссоциации азотистой кислоты равна 6,2 * 10⁻⁴. Рассчитайте реальную константу диссоциации кислоты с ионной силой 0,10.
4. Вычислить молярную долю S²⁻ и равновесную концентрацию этого иона в 0,1 М растворе сульфида аммония (NH₄)₂S при рН равном 7,0 (ионную силу раствора не учитывать)
5. Рассчитайте равновесную концентрацию карбонат-иона в 1,25 * 10⁻³ М растворе угольной кислоты при рН 6,0.

Вариант 2

1. Напишите уравнение материального баланса для раствора щавелевой кислоты H₂C₂O₄.
2. Напишите уравнение электронейтральности для смеси водных растворов ацетата натрия и уксусной кислоты.
3. Рассчитайте равновесную концентрацию и активность ацетат-иона в 0,1 М растворе уксусной кислоты в присутствии 0,05 М раствора хлорида натрия.
4. Рассчитайте равновесную концентрацию карбонат-иона в 1,25*10⁻³ М растворе угольной кислоты при рН 5,0.
5. Рассчитайте реальную константу диссоциации щавелевой кислоты по первой ступени в присутствии 0,01М раствора хлорида калия.

Тест для проведения промежуточного тестирования (модуль 2)

1. Качественный дробный анализ используют для открытия:
 - a) катионов
 - b) анионов
 - c) комплексных ионов
 - d) ионов с помощью специфических реакций
2. При дробном качественном анализе открывают:
 - a) ионы в любой последовательности

- b) сначала анионы
 - c) сначала катионы
 - d) сначала малоионизирующие вещества
 - e) сначала катионы металлов I группы периодической таблицы
3. В «мокрых» реакциях открывают:
- a) элементы главных подгрупп
 - b) ионы
 - c) металлы
 - d) неметаллы
 - e) малорастворимые вещества
4. «Сухие» аналитические реакции это:
- a) образование твердой фазы
 - b) окрашивание пламени
 - c) термическое разложение
 - d) окрашивание перлов плавления
 - e) окрашивание при растирании порошков неводной среде
5. При кислотно-основной системе анализа к I аналитической группе относятся:
- | | | |
|--------|----------------------------------|---------------------|
| a) Li+ | d) Cu+ | g) Cu ²⁺ |
| b) Na+ | e) Pb ²⁺ | h) Au+ |
| c) Ag+ | f) Hg ₂ ²⁺ | |
6. При кислотно-основной системе анализа к II аналитической группе относятся:
- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| a) Ca ²⁺ | d) Cd ²⁺ | g) Sr ²⁺ |
| b) Ba ²⁺ | e) Hg ²⁺ | h) Be ²⁺ |
| c) Zn ²⁺ | f) Mg ²⁺ | |
7. При кислотно-основной системе анализа к III аналитической группе относятся:
- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| a) B ³⁺ | e) As ³⁺ | i) Sn ²⁺ |
| b) Be ²⁺ | f) Sn ⁴⁺ | j) As ⁵⁺ |
| c) Al ³⁺ | g) Sc ³⁺ | |
| d) Cr ³⁺ | h) Zn ²⁺ | |
8. При кислотно-основной системе анализа к V аналитической группе относятся:
- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| a) V ²⁺ | d) Ni ²⁺ | g) Cd ²⁺ |
| b) Co ²⁺ | e) Cu ²⁺ | h) Bi ³⁺ |
| c) As ³⁺ | f) Sb ³⁺ | |
9. Перечисленные ионы открывают с помощью реагентов:
- | | |
|---------------------|--|
| A) Ag+ | 1. NaBiO ₃ |
| B) Ca ²⁺ | 2. HCl |
| B) Fe ³⁺ | 3. (NH) ₂ C ₂ O ₄ |
| Г) Mn ²⁺ | 4. K ₄ [Fe(CN) ₆] |
10. Перечисленные ионы открывают с помощью реагентов:
- | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| A) NH ₄ ⁺ | 1. NaOH |
| B) Na+ | 2. H ₂ O ₂ |
| B) Cr ³⁺ | 3. K[Sb(OH) ₆] |
| Г) Sn ²⁺ | 4. Bi(NO ₃) ₃ |

Контрольная работа №2

Вариант 1

1. Рассчитайте произведение растворимости хромата свинца PbCrO₄, если 1 л его насыщенного раствора содержит $4,4 \cdot 10^{-5}$ PbCrO₄.
2. Рассчитайте растворимость гидроксида магния а) при ионной силе, равной нулю; б) в 0,05 М растворе хлорида калия.
3. Какие из сульфидов (ZnS, MnS, CuS, HgS) будут растворяться в 0,1 М растворе HCl, а какие не будут? Ответ подтвердите расчетами.

4. Почему иодид серебра практически нерастворим в растворе аммиака, но растворим в растворе тиосульфата натрия? Ответ подтвердите расчетами
5. Произведение растворимости $Zn(OH)_2$ при $25^\circ C$ равно $1,0 \cdot 10^{-17}$. Рассчитать концентрацию ионов цинка в г/л в насыщенном водном растворе данной соли.

Вариант 2

1. К раствору, в 1 л которого содержится 0,02 г соли серебра и 0,02 г соли свинца по каплям прибавляли хромат калия. Какая соль выпадет в осадок раньше, если произведение растворимости при $25^\circ C$ хромата серебра равно $4,05 \cdot 10^{-12}$, а произведение растворимости хромата свинца $6,05 \cdot 10^{-14}$.
2. Рассчитайте молярную концентрацию катионов свинца и иодид-ионов в насыщенном водном растворе PbI_2 , если произведение растворимости данной соли при $25^\circ C$ равно $8,7 \cdot 10^{-9}$.
3. Образуется ли осадок сульфата стронция, при смешивании равных объемов водных растворов хлорида стронция и сульфата калия, если их исходные молярные концентрации составляют $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л? Произведение растворимости сульфата стронция равно $3,2 \cdot 10^{-7}$.
4. У какого соединения $Zn(OH)_2$ или $Al(OH)_3$ – растворимость в 0,1М растворе NaOH больше? Ответ подтвердите расчетами.
5. Рассчитайте, при каком значении pH происходит полное осаждение оксалата кальция CaC_2O_4 раствором оксалата аммония.

Тест для проведения промежуточного тестирования (модуль 3)

1. Перечисленные ионы открывают с помощью реагентов:

- | | |
|--------------|----------------------|
| А) Bi^{3+} | 1. $NH_3 \cdot H_2O$ |
| Б) Co^{2+} | 2. Диметилглиоксим |
| В) Ni^{2+} | 3. H_2O |
| Г) Cu^{2+} | 4. NH_4SCN |
| | 5. HCl |

2. Перечисленные ионы открывают с помощью реагентов:

- | | |
|--------------|--------------------|
| А) Al^{3+} | 1. $K_2[HgI_4]$ |
| Б) Mg^{2+} | 2. Магnezон |
| В) NH_4^+ | 3. Ализарин |
| Г) Cu^{2+} | 4. $K_4[Fe(CN)_6]$ |
| | 5. Диметилглиоксим |

3. Ионы окрашивают пламя газовой горелки в соответствующие цвета:

- | | |
|--------------|----------------------|
| А) Na^+ | 1. кирпично-красный |
| Б) Ca^+ | 2. карминово-красный |
| В) Ba^{2+} | 3. фиолетовый |
| Г) Sr^{2+} | 4. желтый |
| Д) K^+ | 5. зеленый |
| | 6. синий |
| | 7. оранжевый |

4. Галогениды серебра имеют следующие цвета:

- | | |
|-----------|------------------|
| А) $AgCl$ | 1. коричневый |
| Б) $AgBr$ | 2. светло-желтый |
| В) AgI | 3. белый |
| | 4. желтый |

5. Перечисленные ионы открывают с помощью реагентов:

- | | |
|----------------|--------------|
| А) NO_3^- | 1. метиламин |
| Б) SO_4^{2-} | 2. $AgNO_3$ |
| В) Cl^- | 3. $BaCl_2$ |

ся 0,005 моль нитрата меди и 0,001 моль сульфата алюминия.

Тест для проведения промежуточного тестирования (модуль 4)

1. Более правильным является утверждение: хлорная вода служит для открытия:
- a) Br⁻ в отсутствии I⁻
 - b) Br⁻ и I⁻ при совместном присутствии
 - c) Только Br⁻
 - d) Только I⁻
 - e) I⁻ в отсутствии Br⁻
2. В водном растворе NH₃ растворяются:
- a) AgOH
 - b) Mn(OH)₂
 - c) Cd(OH)₂
 - d) Fe(OH)₂
 - e) Mg(OH)₂
 - f) Fe(OH)₃
 - g) Cu(OH)₂
 - h) Co(OH)₂
 - i) Ni(OH)₂
3. В избытке щелочи растворяются:
- a) CuOH
 - b) Sn(OH)₂
 - c) Cu(OH)₂
 - d) Fe(OH)₂
 - e) Al(OH)₃
 - f) Fe(OH)₃
4. Хлориды, сульфаты, гидроксиды растворимы в воде для:
- a) Ag⁺, Na⁺, K⁺
 - b) Ca²⁺, NH₄⁺, Na⁺
 - c) Al³⁺, K⁺, NH₄⁺
 - d) Co²⁺, NH₄⁺, K⁺
 - e) K⁺, Na⁺, NH₄⁺
5. Для ненасыщенного раствора ионное произведение IP и произведение растворимости SP соотносятся:
- a) IP < SP
 - b) IP = SP
 - c) IP > SP
 - d) IP ≤ SP
 - e) IP ≥ SP
6. Закончить определение: ацидиметрия — это метод определения...
- a) оснований при титровании стандартным раствором кислот;
 - б) многоосновных кислот при титровании раствором гидроксида натрия;
 - в) кислот при титровании стандартным раствором основания;
 - г) кислых солей при титровании стандартным раствором NaOH.
7. Размерность титра:
- a) г/дм³;
 - в) моль/дм³;
 - б) г/см³;
 - г) моль/см³.
8. При титровании расходуется следующее количество титранта:
- a) равное по объему анализируемому раствору;
 - б) избыточное;
 - в) меньшее, чем объем анализируемого раствора;
 - г) эквивалентное количеству определяемого вещества.
9. Константы равновесия реакций, применяемых в титриметрическом анализе, соответствуют условию:
- a) K < 1;
 - в) K = 1;
 - б) K ≪ 1;
 - г) K > 1.
10. Последовательность осаждения солей при одинаковой начальной концентрации катионов:
- a. CaSO₄(3)
 - b. SrSO₄(2)
 - c. BaSO₄(1)

Контрольная работа №4

Вариант 1

1. Буферные растворы. Расчет pH кислотного буферного раствора.
2. Анализируемый раствор содержит смесь катионов Al^{3+} , Cr^{3+} , Cd^{2+} . Составьте схему анализа смеси катионов, напишите уравнения реакций их обнаружения.
3. Рассчитайте pH раствора щавелевой кислоты с массовой концентрацией растворенного вещества 0,90 г/л.
4. Вычислить, во сколько раз степень гидролиза соли K_2S по первой ступени больше, чем по второй.
5. Предложите схему анализа смеси катионов 5 группы.

Вариант 2

1. Степень и константа диссоциации, связь между ними. Константа кислотности и основности. Показатель константы кислотности и основности.
2. В анализируемом растворе находятся следующие катионы: Fe^{3+} , Cr^{3+} , Hg^{2+} .
3. Рассчитайте константу и степень гидролиза нитрата аммония с молярной концентрацией 0,2 моль/л. Влиянием ионной силы пренебречь.
4. К 40,00 мл 0,01 М раствора KH_2PO_4 прибавили 60 мл 0,01 М раствора K_2HPO_4 . Рассчитайте pH и буферную емкость полученного раствора.
5. Предложите схему анализа смеси катионов 3 группы.

Тест для проведения промежуточного тестирования (модуль 5)

1. Закончить определение «Фотометрические методы анализа основаны на...»
 - а) измерении интенсивности рассеянного света;
 - б) изучении спектров излучения;
 - в) в использовании фотоэлементов;
 - г) измерении интенсивности светопоглощения.
2. Зависимость, устанавливаемая законом Бугера-Ламберта:
 - а) слои вещества одинаковой толщины поглощают одну и ту же часть входящего вещества;
 - б) коэффициент светопоглощения пропорционален концентрации раствора;
 - в) лучи разных длин волн характеризуются различным светопоглощением;
 - г) оптическая плотность раствора пропорциональна его концентрации и толщине светопоглощающего слоя.
3. Закончить определение: Оптическая плотность раствора – это...
 - а) произведение молярного коэффициента светопоглощения, концентрации и толщины светопоглощающего слоя раствора;
 - б) отношение интенсивностей прошедшего через раствор и входящего в него световых потоков, выраженного в процентах;
 - в) логарифм отношения интенсивностей входящего и прошедшего через раствор световых потоков;
 - г) произведение концентрации и толщины светопоглощающего слоя раствора.
4. При прохождении одного луча света из одной среды в другую происходит:
 - а) отражение;
 - в) поглощение;
 - б) преломление;
 - г) поляризация.
5. Какие электроды относятся к электродам второго рода?
 - 1) Хлорсеребряный, каломельный
 - 2) Хингидронный, сурьмяный
 - 3) Стекланный, водородный
 - 4) Платиновый, серебряный

6. Что характерно для потенциометрического титрования по методу осаждения?
- 1) Использование серебряного или хлорсеребряного электродов.
 - 2) Возможность титрования смеси веществ.
 - 3) Возможность титрования окрашенных растворов.
 - 4) Использование стеклянного и каломельного электродов.
7. Как изменяется электропроводность растворов электролитов при разбавлении?
- 1) Не изменяется.
 - 2) Уменьшается.
 - 3) Увеличивается.
 - 4) Стремится к нулю.
8. Укажите преимущество кондуктометрических определений на переменном токе.
- 1) Предотвращение поляризации электродов.
 - 2) повышение электропроводности растворов.
 - 3) Уменьшение электропроводности растворов.
 - 4) Отсутствие ионизации соединений.
9. Агрегатное состояние фаз в методе хроматографии на бумаге:
- а) газ-твердое вещество;
 - б) газ-жидкость;
 - в) жидкость-жидкость;
 - г) жидкость-твердое вещество.
10. Заменить многоточие в формулировке: в методе хроматографии на бумаге реализуется ... механизм разделения:
- а) адсорбционный;
 - б) распределительный;
 - в) ионообменный;
 - г) осадочный.

Контрольная работа №5

Вариант 1

1. Влияние концентраций ионов на значение потенциалов окислительно-восстановительных пар и на направление протекания реакций в растворах.
2. Предложите схему анализа смеси анионов: CO_3^{2-} , Cl^- , NO_3^- . напишите уравнения реакций их обнаружения.
3. Рассчитайте значение термодинамической константы равновесия реакции: $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \leftrightarrow 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$, если $E^0_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+} = +0,159 \text{ В}$, $E^0_{\text{I}_2/\text{I}^-} = +0,536 \text{ В}$, $K^0_{\text{S}(\text{CuI})} = 1,1 \cdot 10^{-12}$
4. Образуется ли осадок иодида серебра, если к 10 мл 2М раствора $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ прилить равный объем 1М раствора иодида калия?
5. Типы комплексных соединений.

Вариант 2

1. Устойчивость, растворимость, окраска комплексных соединений.
2. Предложите схему анализа смеси анионов: SO_4^{2-} , Br^- , NO_2^- и напишите аналитические реакции их обнаружения.
3. Рассчитайте стандартный потенциал полуреакции:
 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e} \leftrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
исходя из стандартных потенциалов.
4. Как изменится равновесная концентрация ионов кадмия (II) в 0,1 М растворе комплексного иона $[\text{CdI}_5]^{3-}$, если в этот раствор добавить иодид калия до концентрации 1,0 моль/л? Влиянием ионной силы пренебречь.
5. Влияние pH на значение потенциалов окислительно-восстановительных пар и на направление протекания реакций в растворах.

Тест для проведения промежуточного тестирования (модуль б)

№	Вопрос	а	б	в	г
1	Гравиметрия основана на...	точном измерении объёмов растворов известной и неизвестной концентрации	точном измерении массы определяемого компонента	точном измерении объёма раствора, пошедшего на реакцию с анализируемым объектом	точном измерении массы анализируемого объекта
2	Гравиметрия подразделяется на...	методы осаждения и отгонки	методы взвешивания и фильтрации	методы сушки и прокаливания	методы осаждения и промывания
3	Осаждаемая форма...	вещество, содержащее анализируемый компонент	осадок, состоящий из анализируемого объекта	осадок точно известного состава	вещество, которое осаждается
4	Весовая форма...	осадок, который переводится в другой осадок для получения окончательного результата	вещество, которое сушится и прокаливается	вещество, которое взвешивается для получения окончательного результата	осадок, содержащий анализируемый компонент с точно известной массой
5	Осаждаемая форма должна...	обладать малой растворимостью, легко фильтроваться и полностью переходить в весовую форму	иметь относительно хорошую растворимость, легко переходить в осадки другого состава, легко отмыться от примесей	легко осаждаться и переходить в аморфное состояние для более полного выделения анализируемого компонента	точно соответствовать весовой форме и легко растворяться в растворах сильных кислот
6	Весовая форма должна...	соответствовать осаждаемой форме и быть химически устойчивой	точно соответствовать химической формуле и быть устойчивой	точно соответствовать массе анализируемого образца	точно соответствовать массе анализируемого компонента
7	Какие вещества можно использовать в качестве весовой формы	CaO	CaSO ₄	BaSO ₄	Fe(OH) ₃
8	Осадитель должен...	быть специфичным и полностью осаждать определяемый компонент	удалять из раствора мешающие примеси	добавляться в избытке для более полного осаждения анализируемого образца	быть селективным и чувствительным
9	Осаждение считается полным, если остаточное количество осаждаемого вещества в растворе не превышает...	10^{-3} моль	10^{-4} моль	10^{-4} г	10^{-5} г
10	Целесообразно осаждать в гравиметрии осадки	мелкокристаллические	крупнокристаллические	аморфные	изоморфные

Контрольная работа №6

Вариант 1

1. Вычислить фактор эквивалентности и молярную массу эквивалента в реакции полной нейтрализации: а) HNO₃; б) NaOH; в) NH₃; г) H₂SO₄; д) KHSO₄; е) Na₂B₄O₇ · 10H₂O; ж) Na₂CO₃; з) NaHCO₃; к) K₂O, л) N₂O₅

2. Какую навеску латуни, содержащей 5% олова, нужно взять для определения его в виде диоксида? Ответ: 1,6 г.

3. Сколько процентов MgSO₄ · 7H₂O содержит проба технического сульфата магния; если из его навески 0,4085 г. получено 0,1800 г. Mg₂P₂O₇? Ответ: 97,54%.

4. Какой должна быть навеска чугуна с массовой долей серы 2%, если для ее гравиметрического определения в виде сульфата бария, чтобы получить можно было при анализе 0,5 г. осадка? Ответ: 3,435 г.

4. Вычислить массовую долю меди в образце руды, если из 0,4320 г. пробы получено 0,1985 г. $\text{Cu}(\text{SCN})_2$. Ответ: 23,89%.

Вариант 2

1. Рассчитайте массу навески известняка для определения кальция в виде его оксалата, если гравиметрической формой служили: а) оксид кальция; б) сульфат кальция; Масса гравиметрической формы 0,1 г. Ответ: а) 0,50 г.; б) 0,23 г.

2. Вычислить массовую долю(%) Fe_3O_4 , если из навески руды массой 0,50000г получили 0,3989г Fe_2O_3 . Ответ: 77,12%.

3. Вычислить массовую долю(%) FeO в образце технического железного купороса, если из навески массой 0,9200 г в результате анализа получили 0,2545 г Fe_2O_3 . Вычислить массовую долю (%) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в исследуемом образце. Ответ: 24,89%; 96,32%.

4. Из навески технического сульфида натрия массой 0,3000г после окисления сульфида до сульфата получили 0,8250 г BaSO_4 . Вычислить массовую долю (%) серы в исследуемом образце и сравнить его с теоретическим. Ответ: 37,79%; 41,08%.

5. Из навески криолита массой 0,4525г получили 0,0809 г Al_2O_3 . Вычислить массовую долю (%) Na_3AlF_6 в криолите. Ответ: 73,62%.

Тест для проведения промежуточного тестирования (модуль 7)

№	Вопросы	а	б	в	г
1	Титриметрия - ... метод анализа.	Химический	Физико-химический	Физический	Химико-физический
2	Титриметрия - ... метод анализа.	Объёмный	Весовой	Гравиметрический	Концентрационный
3	Титриметрия основана на точном измерении...	Массы анализируемого объекта и стандартного образца	Массы анализируемого объекта	Объёмов растворов известной и неизвестной концентрации	Объёма раствора неизвестной концентрации
4	Титрант...	Вещество известного состава	Раствор с точно известной концентрацией	Анализируемый раствор	Вещество неизвестного состава
5	Титр – это...	Масса вещества в 1 л раствора (г/л)	Концентрация раствора (г/мл)	Количество вещества в 1 л раствора (моль/л)	Масса вещества в 100 г раствора
6	Титрование...	Постепенное добавление раствора к другому раствору до точки эквивалентности	Постепенное добавление раствора к другому раствору до окончания реакции	Сливание двух растворов до окончания реакции	Осаждение вещества при добавлении раствора известной концентрации
7	Точка эквивалентности...	Характеризует количество эквивалентов вещества растворов известной и неизвестной концентрации	Момент окончания титрования	Соответствует равенству $n_1 \text{экв} = n_2 \text{экв}$	Момент окончания реакции
8	Точку эквивалентности можно определить по резкому изменению...	Концентрации раствора	Мутности раствора	электропроводности раствора	Окраски раствора
9	В титриметрии используются реакции...	В которых можно фиксировать точку эквивалентности	Протекающие с небольшой скоростью	Протекающие обратимо	В которых протекают побочные процессы
10	Титриметрия подразделяется на ... титрование	Обменное	Индикаторное	Кислотно-основное	Осадительное

Контрольная работа №7

Вариант 1

1. В 250,0 мл. раствора NaOH содержится 10,00 г этого вещества. Чему равен титр этого раствора? Ответ: 0,040000 г/мл
2. Чему равна нормальность растворов, содержащих в 1 л: а) 4,0106 г HCl; б) 4,8059 г H₂SO₄? Ответ: а) 0,1100 н.; б) 0,09797 н.
3. Найти нормальность раствора HCl, если титр его равен 0,003592 г/мл. Ответ: 0,0965 н.
4. Чему равен титр 0,1205 н. раствора H₂SO₄? Ответ: 0,005909 г/мл
5. Сколько граммов KOH содержится в 200 мл 0,0900 н. раствора его? Ответ: 1,032 г.

Вариант 2

1. Чему равны нормальность и титр растворов KOH, если 26,00 мл его израсходовано на титрование навески 0,1560 г х.ч. (двухосновной) янтарной кислоты? Ответ: 0,1016 н.; 0,005700 г/мл
2. Сколько процентов H₂C₂O₄·2H₂O содержит данный препарат щавелевой кислоты, если на титрование навески 0,1500 г его, растворенной в произвольном объеме воды, израсходовано 25,60 мл 0,0900 н. раствора KOH? Ответ: 96,79%
3. На титрование 0,0340 г AgNO₃ израсходовано 20,00 раствора HCl. Найти T_{HCl/Ag}. Ответ: 0,001077 г/мл
4. Чему равен T_{HCl/CaO}, если на титрование 0,1144 г CaCO₃ идет 27,65 мл раствора соляной кислоты (см. задачу 12). Ответ: 0,002189 г/мл
5. Определить массовую долю (%) индифферентных примесей в MgSO₄·7H₂O, если после растворения навески массой 0,2000 г магний оттитровали 14,64 мл 0,05500М ЭДТА. Ответ: 0,77%

Тест для проведения промежуточного тестирования (модуль 8)

1. Достоинствами инструментальных методов анализа являются
 - А. Низкая погрешность, простота,
 - Б. Отсутствие эталонов, анализ в заданной точке
 - В. Низкий предел обнаружения, экспрессность, дистанционность
 - Г. Доступность, возможность компьютеризации
2. К основным инструментальным методам анализа относятся
 - А. Оптический, хроматографический
 - Б. Электрохимический, радиационный
 - В. Электромеханический, химический
 - Г. Торсионный, гравиметрический
3. Оптические методы анализа основаны
 - А. на взаимодействии света с веществом
 - Б. на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом
 - В. на взаимодействии электричества с веществом
 - Г. на взаимодействии химических элементов между собой
4. Основным волновым параметром используемым в фотометрическом анализе является
 - А. частота излучения
 - Б. волновое число
 - В. длина волны
 - Г. энергия квантов
5. Основным волновым параметром используемым в ИК-спектроскопии является
 - А. частота излучения
 - Б. волновое число
 - В. длина волны

- Г. энергия квантов
6. Оптическая плотность раствора обозначается символом
- А. Т
Б. Е
В. А
Г. С
7. Согласно основному закону светопоглощения ...
- А. Оптическая плотность раствора пропорциональна концентрации раствора и толщине кюветы
Б. Оптическая плотность раствора обратно пропорциональна концентрации раствора и толщине кюветы
В. Коэффициент пропускания раствора пропорциональна концентрации раствора и толщине кюветы
Г. Коэффициент пропускания раствора обратно пропорциональна концентрации раствора и толщине кюветы
8. Какие методы используются для расчетов в спектрофотометрии?
- А. Метод добавок
Б. Метод сравнения
В. Метод градуировочного графика
Г. Гравиметрический метод
9. Спектр поглощение это...
- А. зависимость оптической плотности от толщины кюветы
Б. зависимость оптической плотности от длины волны
В. зависимость светопропускания от концентрации раствора
Г. зависимость светопропускания от толщины кюветы
10. Инструментальный метод анализа для определения показателя преломления раствора
- А. поляриметрия
Б. нефелометрия
В. рефрактометрия
Г. турбодиметрия

Контрольная работа №8

Вариант 1

1. Вычислите потенциал медного электрода, помещённого в раствор нитрата меди, относительно насыщенного хлорсеребряного электрода, если в 150 см³ раствора содержится 24,2 г $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Ответ: 0,139 В. 389.
2. Потенциал хингидронного электрода по отношению к насыщенному каломельному электроду равен 0,215 В при 20 °С. Вычислите рН раствора ($E_{\text{нас.кэ.}} = 0,244 \text{ В}$). Ответ: 4,26. 390.
3. Вычислите потенциал водородного электрода, опущенного в раствор 0,05М раствора НСООН , если добавлено 50% 0,05 М раствора КОН . Ответ: -0,217 В. 391.
4. Вычислите потенциал платинового электрода, помещённого в раствор FeSO_4 , если добавлено 90% раствора KMnO_4 . Ответ: 0,830 В. 392.
5. Вычислите потенциал медного электрода, помещённого в раствор, содержащий 16 г CuSO_4 в 1000 см³, относительно СВЭ.

Вариант 2

1. Выразите оптическую плотность в процентах светопропускания: а) 0,054; б) 0,801; в) 0,521; г) 0,205. Ответ: а) 88,3%; б) 15,8%; в) 30,1%; г) 62,3%.
2. Переведите данные измерения светопропускания в оптические плотности: а) 22,2%; б) 52,5%; в) 79,8%; г) 62,3%. Ответ: а) 0,654; б) 0,280; в) 0,098; г) 0,205.

3. Светопоглощение раствора KMnO_4 с концентрацией 5 мкг/см^3 , измеренное в кювете с $l = 2 \text{ см}$ при $\lambda = 520 \text{ нм}$, равно $0,400$. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения. Ответ: $0,6 \cdot 10^4$.

4. Оптическая плотность аммиачного комплекса меди, содержащего $0,40 \text{ мг Cu}^{2+}$ -ионов в 250 см^3 при $l = 1 \text{ см}$, равна $0,150$. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения. Ответ: $6,0 \cdot 10^3$.

5. Светопоглощение окрашенного раствора соли алюминия, содержащего $3,20 \text{ мг Al}^{3+}$ -ионов в 100 см^3 при 480 нм в кювете с $l = 2 \text{ см}$, равно $34,6\%$. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения.

Пример лабораторной работы

Тема: Качественный и количественный анализ на примере аналитического исследования воды

Цель: познакомиться с методами определения жесткости воды и способами ее устранения.

Вопросы для самоподготовки:

1. Что такое жесткость воды? Каковы единицы измерения этого показателя?
2. Какие соли обуславливают жесткость природной воды?
3. Какую жесткость называют карбонатной, некарбонатной?
4. С помощью каких методов определяют жесткость воды? На каких химических реакциях они основаны?
5. Как можно устранить карбонатную, некарбонатную жесткость?

Лабораторная работа

Опыт 1. Определение общей жесткости воды

Общую жесткость воды (*Жо*) определяют комплексонометрическим методом. Этот метод основан на способности двухзамещенной натриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (комплексона III или трилона Б) $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ образовывать с ионами магния и кальция мало диссоциированные комплексные соединения.

Для определения общей жесткости воду титруют раствором трилона Б в присутствии индикатора (кислотный хромтемносиний или эриохром черный Т). В точке эквивалентности при титровании индикатор изменяет розовую окраску (в присутствии ионов жесткости - Ca^{2+} и Mg^{2+}) на синюю (в отсутствие этих ионов).

Комплексообразование ионов кальция и магния с трилоном Б происходит в щелочной среде ($\text{pH} \approx 10$), поэтому при выполнении работы используют буферный раствор.

Ход работы

В две конические колбы влейте по 100 мл водопроводной воды, отмеренной с помощью мерной колбы.

Добавьте к исследуемой воде 5 мл аммиачного буферного раствора, поддерживающего $\text{pH} \approx 10$, и $3-5$ капель индикатора кислотного хромтемносинего или несколько кристалликов (на кончике шпателя) эриохром черного и перемешайте.

Бюретку заполните трилоном Б, предварительно промыв ее этим же раствором. Оттитруйте воду раствором трилона Б до перехода розовой или винно-красной окраски раствора в сине-сиреневый цвет.

Измерьте объем трилона Б, пошедший на титрование данной порции воды. Результат титрования запишите и внесите в таблицу.

Если результаты титрования совпадают ($\Delta V \leq 0,1 \text{ мл}$), то рассчитайте общую жесткость воды.

В противном случае оттитруйте еще одну пробу воды.

Найдите среднее значение объема раствора трилона Б и по закону эквивалентов рассчитайте общую жесткость воды (ммоль/л):

$$\text{Ж}_0 = \frac{V_2 * C_2}{V_1} 10^3$$

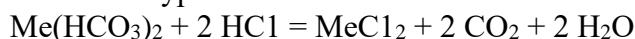
где V_1 – объем анализируемой воды, мл;
 V_2 - объем раствора трилона Б, мл;
 C_2 – молярная концентрация эквивалента раствора трилона Б, моль/л;
 10^3 – коэффициент перевода моль/л в ммоль/л.

Результаты определения общей жесткости воды

№	Объем раствора трилона Б	Молярная концентрация эквивалента трилона Б	Объем исследуемой пробы воды	Общая жесткость воды
	V_2 , мл	C_2 , моль/л	V_1 , мл	Жо, моль/л
1				
2				
3				

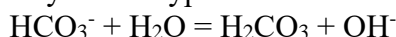
Опыт 2. Определение карбонатной и некарбонатной жесткости воды

Карбонатную жесткость воды (ЖК) определяют титрованием исследуемой воды раствором соляной кислоты. При этом растворенные в воде гидрокарбонаты количественно реагируют с соляной кислотой по уравнению:



Метилловый оранжевый изменяет свою окраску от красной (при $\text{pH} < 3,1$) до желтой (при $\text{pH} > 4,4$). В точке перехода метилловый оранжевый имеет оранжевую окраску.

Анион HCO_3^{1-} в воде гидролизует по уравнению:



Поэтому вода, содержащая гидрокарбонаты кальция и магния, имеет щелочную реакцию среды. Добавленный к воде метилловый оранжевый окрашивает пробу в желтый цвет. При титровании исследуемой воды раствором соляной кислоты протекает реакция нейтрализации:



Количество ионов OH^{1-} эквивалентно концентрации ионов HCO_3^{1-} , а следовательно, и концентрации гидрокарбонатов кальция и магния.

Ход работы

В две конические колбы с помощью мерной колбы (мерного цилиндра) отмерьте по 100 мл водопроводной воды. Добавьте к исследуемой воде 2-3 капли раствора индикатора метилового оранжевого.

Оттитруйте подготовленную пробу раствором соляной (хлороводородной) кислоты известной концентрации при постоянном перемешивании до тех пор, пока раствор не приобретет оранжевую окраску (но не розовую). Результат титрования запишите.

Оттитруйте исследуемую воду во второй колбе. Если результаты двух титрований совпадут ($\Delta V \leq 0,1$ мл), то вычислите карбонатную жесткость воды. Если результаты двух титрований не совпадают, то оттитруйте еще одну или две пробы воды.

Карбонатную, или временную, жесткость воды (ммоль/л) рассчитайте, используя закон эквивалентов:

$$\text{Ж}_к = \frac{V_2 * C_2}{V_1} 10^3$$

где V_1 – объем анализируемой воды, мл;
 V_2 - объем раствора соляной кислоты, мл;
 C_2 – молярная концентрация эквивалента или молярная концентрация раствора, моль/л;
 10^3 – коэффициент перевода моль/л в ммоль/л.

Некарбонатную жесткость воды (ЖНК) определяют по разности: $J_{НК} = J_О - J_К$

Результаты опыта сведите в таблицу.

№	Объем исследуемой пробы воды	Объем раствора HCl	Молярная концентрация HCl	Жесткость воды		
				карбонатная	некарбонатная	общая
	V_1 , мл	V_2 , мл	C_2 , ммоль/л	$J_К$, ммоль/л	$J_{НК}$, ммоль/л	$J_О$, ммоль/л
1						
2						
3						

Опыт 3. Определение содержания ионов Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-}

В три пробирки налейте 1 см водопроводной воды и исследуйте на содержание ионов Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} . Для этого прибавьте по несколько капель растворов следующих реактивов: в 1-ую – оксалата аммония, во 2-ую – нитрата серебра, в 3-ю – хлорида бария. Если в водопроводной воде содержатся указанные ионы, то произойдет помутнение в результате образования практически нерастворимых соединений оксалата кальция, хлорида серебра, сульфата бария. Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярной и ионно-молекулярной формах.

Самоконтроль:

А) Задачи и упражнения:

1. Какую массу Na_3PO_4 надо прибавить к 500 л воды, чтобы устранить ее карбонатную жесткость/равную 5 мэкв?
2. Чему равна жесткость воды, в 100 л которой содержится 14,632 г гидрокарбоната магния?
3. Вычислите карбонатную жесткость воды, зная, что для реакции с гидрокарбонатом кальция, содержащимся в 200 см³ воды, требуется 15 см³ 0,08 н раствора HCl.

Б) Тесты:

1. Какова будет жесткость воды (мэкв), если в 500 л ее содержится 202,5 г $Ca(HCO_3)_2$.
 - А) 5
 - В) 15
 - С) 18
2. Какую массу соды (г) надо добавить к 500 л воды, чтобы устранить ее жесткость, равную 5 мэкв?
 - А) 265
 - В) 100
 - С) 132,5
3. Жесткость воды выражается содержанием в 1 л воды суммы миллиэквивалентов ионов:
 - А) Na^+ и Cl^-
 - В) Ca^{2+} и Mg^{2+}
 - С) Fe^{2+} и Fe^{3+}
4. Один миллиэквивалент жесткости отвечает содержанию:
 - А) 20,04 мг/л Ca^{2+}
 - В) 12,16 мг/л Mg^{2+}
 - С) 32 мг/л Ca^{2+}
5. Какая реакция лежит в основе термоумягчения воды?
 - А) $Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2 CaCO_3 \downarrow + 2 H_2O$
 - В) $3 MgSO_4 + 2 Na_3PO_4 \rightarrow Mg_3(PO_4)_2 \downarrow + 3 Na_2SO_4$
 - С) $Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + CO_2 + H_2O$

3.2. *Оценочные средства промежуточной аттестации*

Вопросы к диф. зачету

2 семестр

1. Предмет и методы аналитической химии.
2. Разделы аналитической химии. Решаемые задачи.
3. Способы и условия выполнения аналитических реакций.
4. Чувствительность, избирательность, специфичность аналитических реакций.
5. Аналитические классификации катионов.
6. Кислотно-основная классификация катионов. Дробный и систематический анализ на примере кислотно-основной классификации.
7. Классификация анионов.
8. Групповой реагент. Требования, предъявляемые к групповым реагентам.
9. Теоретические основы аналитической химии. Закон действия масс.
10. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации.
11. Сильные электролиты. кажущаяся степень диссоциации. Коэффициент активности, ионная сила.
12. Формула Дебая-Хюккеля, уравнения Дэвиса для теоретической оценки коэффициентов активности.
13. Термодинамическая и концентрационная (реальная, условная) константы равновесия, их расчет.
14. Уравнение материального баланса. Условие электронейтральности.
15. Типы реакций, применяемых в аналитической химии.
16. Комплексные соединения в химическом анализе. Дентантность. Координационное число. Хелаты.
17. Механизм образования связи в комплексных соединениях.
18. Классификации комплексных соединений.
19. Протолитическая теория кислот и оснований. Значение теории в аналитической химии.
20. Константа кислотности и основности. Константа автопротолиза.
21. Водородный показатель рН.
22. Вычисление рН сильных кислот и оснований.
23. Вычисление рН слабых кислот и оснований.
24. Расчет рН растворов амфолитов.
25. Расчет рН буферных растворов.
26. Гидролиз солей. Расчет рН растворов амфолитов.
27. Способы выражения константы устойчивости комплексных соединений.
28. Функция образования, степень образования комплексных соединений и расчет равновесных концентраций.
29. Условные константы устойчивости комплексных соединений.
30. Реакции осаждения – растворения. Способы выражения ПР. Расчет растворимости.
31. Условия образования осадков. Факторы, влияющие на полноту осаждения иона.
32. Окислительно-восстановительные процессы и равновесие.
33. Основные положения теории окислительно-восстановительных реакций.
34. Методы составления уравнений окислительно-восстановительных реакций.
35. Влияние среды на протекание окислительно-восстановительных реакций (на примере).
36. Уравнение Нернста. Факторы, определяющие величины потенциалов электродных процессов.
37. Способы определения электродных потенциалов.

38. Расчет стандартного потенциала полуреакции, получаемой сочетанием полуреакций окисления и восстановления и реакции осаждения
39. Расчет стандартного потенциала полуреакции, получаемой сочетанием двух полуреакций
40. Расчет стандартного потенциала полуреакции, получаемой сочетанием полуреакций окисления и восстановления и реакций: а) комплексообразования, б) протонирования.
41. Формальный (реальный) потенциал. Примеры его расчета.
42. Электродвижущая сила электрохимической ячейки. Гальванический элемент.

Вопросы к экзамену

3 семестр

1. Основные понятия гравиметрического анализа. Классификация методов гравиметрического анализа.
2. Осаждаемая и гравиметрическая формы, требования предъявляемые к ним.
3. Механизмы образования осадков. Условия образования кристаллических и аморфных осадков.
4. Правила осаждения кристаллических и аморфных осадков.
5. Загрязнение осадка. Совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение.
6. Виды соосаждения. Адсорбция, окклюзия, изоморфизм (образование твердых растворов). Способы уменьшения соосаждения.
7. Способы выражения концентрации в титриметрическом анализе (молярная, нормальная, титр, титр по определяемому веществу).
8. Классификация методов титриметрического анализа. Виды (приемы) титрования (прямое, косвенное, обратное)
9. Способы определения в титриметрическом анализе (метод отдельных навесок, аликвотных частей). Методы установления конечной точки титрования.
10. Кривые титрования (линейные, логарифмические). Степень оттитрованности.
11. Кислотно-основное титрование, сущность метода. Основные реакции и титранты метода, типы кислотно-основного титрования: алкаиметрия, ацидиметрия.
12. Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Требования, предъявляемые к ним и их выбор.
13. Кривые кислотно-основного титрования. Расчет, построение и анализ кривой титрования сильной кислоты сильным основанием. Выбор индикатора.
14. Расчет, построение и анализ кривой титрования слабого основания сильной кислотой, выбор индикатора.
15. Ошибки кислотно-основного титрования, их расчет и устранение.
16. Окислительно-восстановительное титрование. Сущность метода. Классификация редокс методов. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования, требования, предъявляемые к реакциям.
17. Виды окислительно-восстановительного титрования (прямое, обратное, титрование по замещению). Расчеты результатов титрования.
18. Расчет индикаторных погрешностей в методе окислительно-восстановительного титрования.
19. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Расчет, построение, анализ.
20. Перманганатометрия, сущность метода, условия проведения титрования. Титрант, его приготовление, стандартизация. Установление КТТ, примеры практического применения.
21. Йодометрическое титрование. Определение восстановителей и окислителей. Титранты, их приготовление, стандартизация и хранение. Условия проведения титрования, определение КТТ, применение метода.

22. Бихроматометрическое титрование, сущность метода. Титрант и его приготовление, определение КТТ, применение метода.
23. Броматометрия. Сущность метода. Применение.
24. Осадительное титрование. Сущность метода, требования, предъявляемые к реакциям. Классификация, виды осадительного титрования.
25. Органические осадители. Их роль в аналитической химии.
26. Индикаторы метода осадительного титрования. Метод Мора.
27. Индикаторы метода осадительного титрования. Метод Фольгарда.
28. Комплексонометрическое титрование. Сущность метода. Требования к реакциям в комплексонометрии, применение. Индикаторы метода.
29. Кривые комплексонометрического титрования, их расчет, построение и анализ.
30. Метод осаждения малорастворимых соединений и соосаждение, как метод выделения, разделения и концентрирования.
31. Электрохимические методы разделения, выделения и концентрирования.
32. Метод экстрагирования.
33. Хроматография. Сущность метода. Классификация.
34. Флотация, как метод разделения и концентрирования.
35. Кинетические методы анализа.
36. Биохимические методы анализа.

Пример экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Забайкальский государственный университет»	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 по дисциплине <u>Аналитическая химия</u> направление подготовки 18.03.02 Семестр
<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитическая химия: предмет, задачи. 2. Перманганатометрия: сущность метода, практическое применение. 3. Вычислите молярную концентрацию трилона Б в растворе и титр по Ca^{2+}, если на титрование 25,00 мл этого раствора расходуется 24,45 мл раствора сульфата цинка, $C(\text{ZnSO}_4) = 0,1000$ моль/л. 4. Каково содержание оксида кальция в известняке (%), если при определении кальция из навески 0,4000 г получено 0,4340 г сульфата кальция? 	
Составил: Н.С. Кузнецова «__» ____ 20__ г.	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой химии Салогуб Е.В. _____ «__» ____ 20__ г.

Задания итогового тестирования

1. Чему равно значение рН 0,1М раствора NaOH:
 - 1) 1
 - 2) -1
 - 3) 13
 - 4) 2
2. Чему равна концентрация моль/л ионов H^+ , если рН = 7:
 - 1) 10^{-7}
 - 2) 10^{-2}
 - 3) 10^{-11}
 - 4) 1
3. Стандарты, используемые для стандартизации титранта KMnO_4 :

- 1) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- 2) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- 3) бура
- 4) сульфат железа
4. Чему равен фактор эквивалентности KMnO_4 при титровании в кислой среде:
 - 1) 1/2
 - 2) 1
 - 3) 1/5
 - 4) 1/3
5. Какая реакция лежит в основе аргентометрии:
 - 1)кислотно-основная
 - 2)окислительно-восстановительная
 - 3)образования осадка
 - 4)образование комплекса
6. Соли каких катионов обуславливают жёсткость воды:
 - 1) Na^+
 - 2) Ca^{2+}
 - 3) Mg^{2+}
 - 4) K^+
7. К металлохромным индикаторам относятся:
 - 1) фенолфталеин
 - 2) эриохром чёрный
 - 3) метилоранж
 - 4) мурексид
8. В каком соотношении протекает реакция трилона Б с солями металлов:
 - 1) 1: 2
 - 2) зависит от валентности металла
 - 3) 1: 1
 - 4) 1 : 4
9. Мерные колбы предназначены для:
 - 1) приблизительного отмеривания жидкости
 - 2) для приготовления растворов точной концентрации
 - 3) для разведения растворов до точного объёма
 - 4) для хранения гигроскопичных веществ
10. С какой точностью можно определить массу на аналитических весах:
 - 1) 0,01г
 - 2) 0,0001г
 - 3) 0,001г
 - 4) 0,005г
11. Молярная концентрация обозначает:
 - 1) количество моль эквивалентов вещества в 1 литре раствора
 - 2) количество моль вещества в 1мл раствора
 - 3) количество моль вещества в 1 литре раствора
 - 4) количество моль вещества в 1 кг растворителя
12. Закон эквивалентов гласит:
 - 1) химические количества вступающих в реакцию веществ равны
 - 2) химические количества эквивалентов вступающих в реакцию веществ равны
 - 3) массы вступающих в реакцию веществ равны
 - 4) вещества независимо от реакции имеют постоянную эквивалентную массу
13. Какое условие надо соблюдать, чтобы выпал крупнокристаллический осадок?
 - 1) быстро добавлять осадитель
 - 2) медленно добавлять осадитель

- 3) фильтровать сразу после осаждения
4) не оставлять осадок для старения
14. При определении ионов кальция его осаждают в виде CaC_2O_4 и прокаливают до CaO . Гравиметрической формой является:
- 1) Ca
 - 2) CaO
 - 3) CaCO_3
 - 4) CaC_2O_4
15. Какая формула применима для расчета гравиметрического фактора при определении Fe(III) , если использовать метод осаждения в виде гидроксида?
- 1) $F = M(\text{Fe})/M(\text{Fe}_2\text{O}_3)$
 - 2) $F = M(\text{Fe})/M(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O})$
 - 3) $F = M(\text{Fe})/2M(\text{Fe}_2\text{O}_3)$
 - 4) $F = 2M(\text{Fe})/M(\text{Fe}_2\text{O}_3)$
16. Для приготовления 500 г 5%-го раствора надо взять вещества (г):
- 1) 25
 - 2) 2,5
 - 3) 5
 - 4) 50
17. Для нейтрализации 15 мл 0,1М раствора NaOH необходим 0,5М HCl объемом:
- 1) 9
 - 2) 6
 - 3) 3
 - 4) 1
18. Для получения 0,0001 М HCl надо разбавить 0,1М раствор кислоты в ____ раз:
- 1) 10
 - 2) 20
 - 3) 50
 - 4) 1000
19. Для нейтрализации 10 мл 0,1М раствора HCl необходим 1М NaOH объемом (мл):
- 1) 1
 - 2) 0,1
 - 3) 10
 - 4) 5
20. Для приготовления 100 мл 0,1М раствора надо взять навеску нитрата серебра массой (г):
- 1) 170
 - 2) 17
 - 3) 1,7
 - 4) 0,17

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1. Описание процедур проведения текущего контроля успеваемости студентов

В таблице представлено описание процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов, в соответствии с рабочей про-

граммой дисциплины, и процедур оценивания результатов обучения с помощью запланированных оценочных средств.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Проведение терминологической работы по теме	Терминологическая работа выполняется студентом по результатам освоения конкретной темы (раздела) дисциплины во внеучебное время. Преподаватель на занятии предлагает перечень основных терминов по конкретной теме (разделу), знакомит студентов с критериями оценивания. В назначенный срок студенты сдают выполненные задания на проверку
Выступление с презентацией / Устное сообщение с представлением тезисов	Индивидуальные творческие задания выдаются на практических занятиях, предшествующих изучению предлагаемой темы. Преподаватель знакомит студентов с критериями оценивания. Индивидуальные творческие задания должны быть выполнены к занятию по изучению предлагаемой темы и в соответствии с требованиями к оформлению (подготовка выступления с презентацией или подготовка устного сообщения и написание тезисов). Выполненное задание предъявляется студентом на занятии по изучению предлагаемой темы.
Составление обобщающей таблицы	Обобщающая таблица может быть предложена студентам для составления на практическом занятии или во внеучебное время после изучения конкретной темы. Преподаватель на занятии доводит до сведения студентов название обобщающей таблицы, знакомит с критериями оценивания. В назначенный срок студенты сдают выполненное задание на проверку
Промежуточное тестирование	Промежуточное тестирование проводится по результатам освоения разделов дисциплины во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения.
Контрольная работа	Контрольная работа проводится по результатам освоения отдельных разделов дисциплины письменно во время практических занятий. Во время проведения пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контрольной работы, доводит до обучающихся: темы, количество заданий, время выполнения.
Контрольная задача	Задание носит экспериментальный характер, выполняется на лабораторном занятии для проверки практических навыков. Студенту выдается опытная проба вещества/раствора, и задание для выполнения. Оценивается методика работы, знание методической части и результативность применения выбранной схемы анализа.
Реферат	Студенты готовят текст реферата и делают по нему презентацию доклада, который представляют в группе. Обсуждение доклада происходит с участием всех студентов группы. Такая интерактивная технология обучения способствует развитию у студентов информационной коммуникативности, активности мышления, умения вести дискуссию, аргументировано отвечать на вопросы, ана-

	лизировать и синтезировать изучаемый материал.
Лабораторная работа	Лабораторная работа проводится в аудиторное время в соответствии с изучаемым теоретическим материалом. Предлагаемые опыты должны быть выполнены на занятии, ход эксперимента, результаты, выводы, контрольные вопросы должны быть оформлены в тетради и сданы индивидуально преподавателю.
Анализ научной статьи	Анализ научной статьи выполняется студентом по результатам освоения раздела дисциплины во внеучебное время. Статья выбирается самостоятельно из библиотечного архива или электронных баз данных. В назначенный срок сдается на проверку.
Организация работы с текстом по обобщению, систематизации и структурированию учебной информации	Текст предлагается студентам для работы с ним на практическом занятии или во внеучебное время. Тексты могут быть предложены студентам из научно-популярных журналов («Химия и жизнь», «В мире науки», «Наука и жизнь» и т.п.). Преподаватель на практическом занятии знакомит студентов с критериями оценивания. В назначенный срок студенты сдают выполненные задания на проверку
Итоговое тестирование	Итоговое тестирование проводится по результатам освоения дисциплины в целом во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения.

4.2. Описание процедур проведения промежуточной аттестации Дифференцированный зачет

При определении уровня достижений обучающихся на зачете учитывается:

- знание программного материала и структуры дисциплины;
- знания, необходимые для решения типовых задач, умение выполнять предусмотренные программой задания;
- владение методологией дисциплины, умение применять теоретические знания при решении задач, выполнении лабораторных работ, обосновывать свои действия.

Проведение промежуточной аттестации в форме зачета позволяет сформировать среднюю оценку по дисциплине по результатам текущего контроля. Так как оценочные средства, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. Для чего преподаватель находит среднюю оценку уровня сформированности компетенций у обучающегося, как сумму всех полученных оценок деленную на число этих оценок.

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета, то обучающийся сдает зачет. Зачет проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и решения типовых контрольных заданий. Перечень теоретических вопросов и типовых контрольных заданий обучающиеся получают в начале семестра.

Экзамен

При определении уровня достижений обучающихся на экзамене учитывается:

- знание программного материала дисциплины;
- знания, необходимые для решения типовых заданий, умение выполнять предусмотренные программой типовые задания;

- владение методологией дисциплины, умение применять теоретические знания в нестандартных ситуациях при решении творческих заданий, обосновывать свои действия.

Проведение промежуточной аттестации в форме экзамена позволяет сформировать индивидуальный балл студента по дисциплине по результатам текущего контроля, реализуемого в форме балльно-рейтинговой системы оценивания, т.к. оценочные средства, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. Преподаватель учитывает индивидуальный балл как сумму баллов текущего и итогового контроля.

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения экзамена на основе балльно-рейтинговой системы оценивания, то обучающийся сдает экзамен, который проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов, выполнения итогового теста. Перечень теоретических вопросов и типовых тестовых контрольных заданий обучающиеся получают в начале семестра.