

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра химии и химической технологии

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Аналитическая химия

Образовательная программа: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль: Основные процессы химических производств и химическая кибернетика

Курс: 2, семестр : 3

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	3
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	94
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	36
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	20
10	Самостоятельная работа, час.	86
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

ФГОС введен в действие приказом №227 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ХХТ, протокол заседания кафедры №2/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.х.н. Александрова Т. П.

Заведующий кафедрой:

д.х.н. Уваров Н. Ф.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Апарнев А. И.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; в части следующих результатов обучения:	
з13. знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа	
у1. умеет планировать и проводить химические и физико-химические эксперименты, обрабатывать и интерпретировать их результаты	
у6. уметь применять основные экспериментальные и расчетные методы определения макроскопических характеристик систем и методы химического и физико-химического анализа различных классов веществ	
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; в части следующих результатов обучения:	
з1. знает роль химического анализа в установлении качества сырья и продукции, оптимизации технологического процесса	
Компетенция ФГОС: ПК.14 способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе; в части следующих результатов обучения:	
у6. уметь провести качественный и количественный анализ соединений с использованием химических методов анализа; выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений	
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность следить за выполнением правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда на предприятиях; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь обращаться с аналитическим оборудованием, посудой и реактивами; выполнять операции в методах анализа в соответствии с требованием правил техники безопасности	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Аналитическая химия</i>	
ОПК.2.з13 знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа	
1.о структуре содержания и задачах курса аналитической химии	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.у1 умеет планировать и проводить химические и физико-химические эксперименты, обрабатывать и интерпретировать их результаты	
2.о классификации аналитических реактивов, реакций, химических и физико-химических методах анализа веществ	Лекции
ОПК.2.з13 знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа	
3.о применении основных законов химии в аналитической химии	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.у6 уметь применять основные экспериментальные и расчетные методы определения макроскопических характеристик систем и методы химического и физико-химического анализа различных классов веществ	

4.о применении методов аналитической химии в профессиональной деятельности	Лекции
ОПК.2.у1 умеет планировать и проводить химические и физико-химические эксперименты, обрабатывать и интерпретировать их результаты	
5.границы применения закона действия масс (ЗДМ) и закона эквивалентов в приложениях к аналитическим реакциям	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.з13 знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа	
6.способы выражения концентрации растворов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.14.у6 уметь провести качественный и количественный анализ соединений с использованием химических методов анализа; выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений	
7.методы количественного и качественного анализа	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.у1 умеет планировать и проводить химические и физико-химические эксперименты, обрабатывать и интерпретировать их результаты	
8.методику построения кривых титрования и способы фиксирования точки эквивалентности (Т.Э)	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.2.з13 знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа	
9.кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства, способность к химическим соединений комплексообразованию и осаждению	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.у1 умеет планировать и проводить химические и физико-химические эксперименты, обрабатывать и интерпретировать их результаты	
10.способы регистрации аналитического сигнала и его связь с составом раствора	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
11.диапазон определяемых концентраций, предел обнаружения веществ, чувствительность методов анализа	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
ОПК.2.з13 знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа	
12.определять направление аналитических реакций	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.14.у6 уметь провести качественный и количественный анализ соединений с использованием химических методов анализа; выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений	
13.разделять смесь катионов кислотно-основным методом анализа	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
14.определять качественный состав неизвестного вещества	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.у6 уметь применять основные экспериментальные и расчетные методы определения макроскопических характеристик систем и методы химического и физико-химического анализа различных классов веществ	

15.рассчитывать концентрации и массы анализируемых веществ	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
16.рассчитывать pH в растворах кислот, оснований, гидролизующихся солей и в буферных растворах	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.14.у6 уметь провести качественный и количественный анализ соединений с использованием химических методов анализа; выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений	
17.использовать комплексообразование при маскировке, обнаружении, разделении ионов и титровании	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.2.з13 знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа	
18.составлять уравнения окислительно-восстановительных реакций, рассчитывать их константу равновесия и определять направление ОВР	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.14.у6 уметь провести качественный и количественный анализ соединений с использованием химических методов анализа; выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений	
19.оценивать погрешности результатов анализа	Лекции; Лабораторные работы
ОПК.2.у1 умеет планировать и проводить химические и физико-химические эксперименты, обрабатывать и интерпретировать их результаты	
20.работать с аналитической посудой и химическим оборудованием	Лекции; Лабораторные работы
ПК.14.у6 уметь провести качественный и количественный анализ соединений с использованием химических методов анализа; выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений	
21.готовить растворы	Лекции; Лабораторные работы
ПК.1.з1 знает роль химического анализа в установлении качества сырья и продукции, оптимизации технологического процесса	
22. химический анализ в установлении качества сырья и продукции, оптимизацию технологического процесса	Лекции; Лабораторные работы
ПК.6.у1 уметь обращаться с аналитическим оборудованием, посудой и реактивами; выполнять операции в методах анализа в соответствии с требованием правил техники безопасности	
23.обращаться с аналитическим оборудованием, посудой и реактивами	Лекции; Лабораторные работы

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 3			
Дидактическая единица: Качественный химический анализ			
1. Содержание курса. Классификация методов анализа. Химические реактивы. Аналитические реакции - классификация и требования Оценка достоверности аналитических данных. Правильность и воспроизводимость экспериментальных данных. Случайные, систематические ошибки, промахи.	0	2	1, 10, 11, 19, 2, 22, 3, 4, 7

2. Систематический анализ. Системы анализа. Аналитические группы катионов и периодическая система элементов. Действие групповых реагентов кислотно-основного метода анализа на катионы I-VI аналитических групп. Разделение смеси катионов кислотно-основным методом анализа. Аналитические группы анионов. Дробный анализ. Аналитические реакции обнаружения катионов и анионов	0	2	1, 13, 14, 17, 21, 23, 7, 9
3. Способы выражения состава растворов. Титр (Т) и ТРВ $\leftrightarrow$ ОВ. Способы приготовления растворов. Растворы с приготовленным и установленным титром. Расчеты при приготовлении растворов и пересчете концентрации	0	2	1, 15, 6
4. Применение ЗДМ к аналитическим реакциям. Обратимые и необратимые реакции, направление реакций. Вычисление рН в растворах сильных и слабых кислот и оснований. Протолитическая теория кислот и оснований.	0	2	1, 12, 16, 23, 3, 5
5. Буферные растворы: состав, механизм буферирования, буферная емкость, вычисление рН, использование в аналитической химии. Равновесие в растворах гидролизующихся солей: константа и степень гидролиза, расчет рН, использование в аналитической химии.	0	2	1, 16, 20, 21, 4
Дидактическая единица: Количественный химический анализ			
6. Титриметрический анализ. Основные понятия: титрование, титрант, О.В, Р.В. Способы титрования (классификации по типу реакции и титранту; по способу определений). Кислотно-основное титрование: сущность, случаи титрования, О.В., Р.В. стандартизация кислот и щелочей, фиксирование ТЭ. Методика построения кривой кислотно-основного титрования, выбор индикаторов.	0	2	1, 19, 2, 22, 23, 5, 7, 8
7. ОВР в аналитической химии: электродный потенциал, уравнение Нернста, вычисление константы равновесия ОВР, направление ОВР. Редоксометрическое титрование. Перманганатометрия и иодометрия: основная реакция, О.В, стандартный и стандартизированные растворы, способ титрования, фиксирование ТЭ, расчет массы О.В.	0	2	1, 15, 18, 23, 8, 9
8. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии. Комплексонометрическое титрование: сущность метода, основная реакция, О.В, Р.В, способы титрования, фиксирование ТЭ, расчет жесткости воды.	0	2	1, 17, 20, 22, 8, 9
9. Реакции осаждения в аналитической химии. Гравиметрический метод анализа. Осадительное титрование, способы титрования, фиксирование ТЭ, методика построения кривых осадительного титрования, аргентометрическое определение хлорид-ионов, роданометрия.	0	2	1, 10, 5, 9

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 3				
Дидактическая единица: Качественный химический анализ				

1. Действие групповых реактивов кислотного-щелочного метода анализа на катионы I-VI аналитических групп	0	4	13, 17, 20, 23, 6, 7, 9	1. Оформляет результаты эксперимента на языке символов (уравнение реакций). 2. Обобщает полученные результаты по определенным критериям (определяет аналитические группы). 3. Выбирает алгоритм для разделения катионов на группы и подгруппы.
2. Качественные реакции катионов.	0	4	11, 14, 17, 6, 7, 9	1. Оформляет результаты эксперимента на языке символов (уравнение реакций). 2. Находит качественные признаки реакций. 3. Обобщает полученные результаты по определенным критериям (определяет аналитические группы). 4. Выбирает алгоритм для идентификации неизвестной смеси веществ.
3. Качественные реакции анионов. Идентификация неизвестного вещества в смеси веществ.	2	4	1, 13, 14, 17, 23, 6, 7, 9	1. Оформляет результаты эксперимента на языке символов (уравнение реакций). 2. Находит качественные признаки реакций. 3. Обобщает полученные результаты по определенным критериям (определяет аналитические группы). 4. Выбирает алгоритм для идентификации неизвестной смеси веществ.
Дидактическая единица: Количественный химический анализ				
4. Метод кислотно-основного титрования. Определение содержания кислот и щелочей в растворе, карбонат и бикарбонат-ионов, карбонатной жесткости минеральной воды.	0	4	15, 17, 19, 20, 21, 22, 6, 7	1. Рассчитывает массу определяемого вещества (О.В.) по результатам прямого титрования, фиксируя ТЭ с помощью рН-индикатора. 2. Обобщает результаты по определенным критериям.
5. Перманганатометрическое титрование. Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия. Определение содержания железа в растворе соли Мора.	0	4	15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 6, 7	1. Готовит 0,02 н раствор KMnO_4 . Устанавливает концентрацию KMnO_4 по первичному стандартному раствору. 2. Рассчитывает массу определяемого вещества (О.В.) по результатам титрования. 3. Обобщает результаты по определенным критериям.

6. Дихроматометрия. Определение железа в растворе соли Мора.	0	4	15, 17, 19, 21, 5, 6, 7	1. Рассчитывает массу дихромата калия для приготовления 0,02 н раствора, готовит раствор. 2. Рассчитывает массу определяемого вещества (О.В.) методом прямого титрования, фиксируя ТЭ с помощью индикаторов. 2. Обобщает результаты по определенным критериям.
7. Иодометрия. 1.Определение концентрации тиосульфата натрия. 2.Определение содержания ионов меди в растворе.	0	4	15, 17, 19, 20, 21, 23, 5, 6, 7	1. Рассчитывает концентрацию и массу определяемого вещества (О.В.), фиксируя ТЭ с помощью индикатора. 2. Обобщает результаты по определенным критериям.
8. Комплексонометрия. 1. Установление титра раствора трилона Б. 2. Определение общей и раздельной (по кальцию и магнию) жесткости воды методом прямого титрования. 3. Определение массы свинца в пробе методом обратного титрования.	2	4	1, 10, 17, 19, 20, 22, 23, 5, 6, 7, 9	1. Устанавливает титр раствора трилона Б. 2. Рассчитывает общую и раздельную жесткость воды. Определяет массу свинца в пробе.
9. Аргентометрическое титрование. 1. Приготовление стандартного раствора нитрата серебра. 2. Определение хлорид-ионов в растворе.	0	4	11, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 5, 6, 7, 9	1. Рассчитывает массу нитрата серебра и готовит определенный объем 0,1 н раствора. 2. Определяет массу хлорид-ионов в растворе по результатам титрования раствором нитратом серебра с хроматом калия в качестве индикатора..

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 3				
Дидактическая единица: Качественный химический анализ				
1. Систематический ход анализа смеси катионов. Качественные реакции катионов и анионов.	2	2	1, 11, 13, 14, 17, 7	1. Составляет схему разделения смеси катионов по кислотно-основной классификации. 2. Записывает молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций обнаружения указанных ионов. 2. Указывает качественные признаки реакций
Дидактическая единица: Количественный химический анализ				

2. Способы выражения концентрации .Переход от одной концентрации к другой.	2	2	1, 15, 6	1. Строит алгоритмическую модель расчета множества способов выражения концентрации (Т, w, С, Сэк, Сm) по известным массе вещества и объему воды. 2. производит расчеты, оформляя результаты на языке формул и символов.
3. Кисотно-основное равновесие. Расчет рН растворов сильных и слабых кислот и оснований, гидролизующихся солей, буферных систем. Растворы электролитов. Расчет рН и рОН в растворах кислот, оснований и солей. Составление, ионно-молекулярных уравнений гидролиза солей. Расчет произведения растворимости, предсказание возможности образования осадка малорастворимого соединения в заданных условиях.	2	4	1, 12, 16, 6, 9	1. Оформляет на языке символов процесс диссоциации слабого электролита и гидролиза соли; 2. строит алгоритмическую модель расчета рН раствора; 3. составляет ионно-молекулярные уравнения гидролиза солей. 4. определяет множество показателей гидролиза для расчета рН; 5. рассчитывает рН растворов соли и растворов слабых и сильных кислот и оснований.
4. Равновесие в растворах гетерогенных систем	2	2	1, 12, 15, 3, 5, 9	1. Рассчитывает произведение растворимости малорастворимых веществ, 2. определяет возможность образования осадка малорастворимого соединения в заданных условиях, 3. рассчитывает растворимость осадка малорастворимого соединения в заданных условиях.
5. Равновесие в растворах комплексных соединений	2	2	1, 12, 15, 6, 9	1. Оформляет на языке символов процесс диссоциации комплексных соединений; 2. рассчитывает концентрации ионов в растворах комплексных соединений, 3. определяет устойчивость комплексных соединений.
6. Окислительно-восстановительные реакции, равновесие в растворах окислительно-восстановительных систем	2	2	1, 12, 18, 9	1. Определяет степень окисления, эквивалент и молярную массу эквивалентов веществ по формуле и по уравнению реакции; 2. представляет на языке символов окислительно-восстановительную реакцию по методу ионно-электронного баланса; 3. рассчитывает константу равновесия, определяет направления процесса.

7. Закон эквивалентов в титриметрических методах анализа. Оценка достоверности аналитических данных..	2	4	1, 10, 11, 15, 3, 5, 6, 7	1.Рассчитывает молярную массу эквивалентов веществ для различных типов реакций: ионного обмена, окислительно-восстановительных, 2.строит алгоритмическую модель определения количества вещества эквивалента по результатам прямого, обратного и заместительного титрования, 3. рассчитывает концентрацию и массу определяемого вещества, 4.рассчитывая систематическую и случайную погрешность делает выводы о правильности и воспроизводимости экспериментальных данных.
---	---	---	---------------------------	---

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	Равновесие в растворах комплексных соединений и гетерогенных систем.	15, 16, 17, 6, 8	10	4
Контрольная работа выполняется в письменной форме, проводится в аудиторное время (время выполнения 60 минут), после проверки защищается по собеседованию с преподавателем. Подготовка заключается в проработке теоретических вопросов лекционного курса и решении типовых задач, примеры которых приведены в учебно-методической литературе.: Апарнев А. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890 . - Загл. с экрана.				
2	Построение кривой окислительно-восстановительного титрования	15, 16, 3, 5, 6	10	4
1.рассчитывает потенциал индикаторного электрода в 9 точках; 2.строит график $E = f(VP.B.)$; 3.по графику определяет скачок E на кривой титрования; 4.обосновывает выбор индикаторов: Апарнев А. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890 . - Загл. с экрана. Аналитическая химия : сборник лабораторных работ для технических направлений дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Т. П. Александрова и др.]. - Новосибирск, 2014. - 60, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197084				
3	Подготовка к занятиям	10, 13, 14, 15, 17, 18, 6	30	8

Задания ориентированы на тематику лабораторных работ и служат для проработки теории к отдельным темам курса. Студент должен ознакомиться с рекомендуемой учебно-методической литературой, кратко описать теорию по теме эксперимента в рабочем журнале, сформулировать ответы на поставленные в лабораторной работе вопросы домашнего задания.

Индивидуальные домашние задания выполняются согласно методически рекомендациям

"Аналитическая химия : учебное пособие / [А. И. Апарнев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 90 с. : табл.. - Режим доступа:

http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/08_Aparnev.rar : Апарнев А. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890. - Загл. с экрана. Аналитическая химия : сборник лабораторных работ для технических направлений дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Т. П. Александрова и др.]. - Новосибирск, 2014. - 60, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197084

4	Подготовка к аттестации	1, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 3, 5, 7, 9	36	4
---	-------------------------	---	----	---

При подготовке к экзамену студент самостоятельно работает с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, с электронным учебно-методическим комплексом.: Апарнев А. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890. - Загл. с экрана. Аналитическая химия : сборник лабораторных работ для технических направлений дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Т. П. Александрова и др.]. - Новосибирск, 2014. - 60, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197084

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ; ЭБС
Консультирование	Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ОПК.2;
Формируемые умения: з13. знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа		
Краткое описание применения: Совместное аргументированное обсуждение вопроса студентов и преподавателя.		
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Апарнев А. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890 . - Загл. с экрана."		

2	Проблемный метод	ОПК.2;
Формируемые умения: з13. знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа		
Краткое описание применения: Перед студентами ставится проблема, обсуждаются методы ее решения, которые затем реализуются при выполнении лабораторных работ.		
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Апарнев А. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890 . - Загл. с экрана."		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 3		
Лабораторная:	15	30
Контролирующие материалы приводятся в "Аналитическая химия : сборник лабораторных работ для технических направлений дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Т. П. Александрова и др.]. - Новосибирск, 2014. - 60, [1] с. : табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197084 "		
Контрольные работы:	5	10
Контролирующие материалы приводятся в "Апарнев А. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890 . - Загл. с экрана."		
РГЗ:	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Апарнев А. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890 . - Загл. с экрана."		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Апарнев А. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Экзамен
ОПК.2	з13. знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа	+	+	+
	у1. умеет планировать и проводить химические и физико-химические эксперименты, обрабатывать и интерпретировать их результаты	+	+	+
	у6. уметь применять основные экспериментальные и расчетные методы определения макроскопических характеристик систем и методы химического и физико-химического анализа различных классов веществ	+	+	+

ПК.1	з1. знает роль химического анализа в установлении качества сырья и продукции, оптимизации технологического процесса			+
ПК.14	уб. уметь провести качественный и количественный анализ соединений с использованием химических методов анализа; выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений	+	+	+
ПК.6	у1. уметь обращаться с аналитическим оборудованием, посудой и реактивами; выполнять операции в методах анализа в соответствии с требованием правил техники безопасности			+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Цитович И. К. Курс аналитической химии : учебник / И. К. Цитович. - СПб., 2007. - 494, [1] с. : ил.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. В 2 т.. Т. 1 : [учебник для вузов по химико- технологическим направлениям и специальностям / Ю. М. Глубоков и др.] ; под ред. А. А. Ищенко. - М., 2010. - 351, [1] с. : граф., табл.
3. Основы аналитической химии. В 2 т.. Т. 1 : [учебник для химического направления и химических специальностей вузов / Т. А. Большова и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. - М., 2010. - 383, [1] с. : ил., табл., схемы
4. Аналитическая химия: Учебник / Мовчан Н.И., Романова Р.Г., Горбунова Т.С. и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 394 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-009311-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=431581> - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Васильев В. П. Аналитическая химия. [В 2 кн.]. Кн. 1 : [учебник для вузов по химико-технологическим специальностям] / В. П. Васильев. - Москва, 2007. - 366, [1] с.
2. Аналитическая химия : учебное пособие / [А. И. Апарнев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 90, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221452

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Апарнев А. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890. - Загл. с экрана.

2. Аналитическая химия : сборник лабораторных работ для технических направлений дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Т. П. Александрова и др.]. - Новосибирск, 2014. - 60, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197084

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MathCAD

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	проведение лекционных занятий

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	весы лаборат	проведение лабораторных работ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра химии и химической технологии

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н., доцент В.В. Янпольский
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитическая химия

Образовательная программа: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль: Основные процессы химических производств и химическая кибернетика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Аналитическая химия приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	з13. знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа	1.Классификация методов анализа. Химические реактивы. Аналитические реакции - классификация и требования Качественные реакции анионов. Качественные реакции катионов Идентификация неизвестного вещества в смеси веществ..	Отчет по лабораторной работе №1-3	Экзамен, задание 1 (вопросы № 1-7)
		2. Протолитическая теория кислот и оснований. Кислотно-основное равновесие. Расчет pH растворов сильных и слабых кислот и оснований, гидролизующихся солей, буферных систем. Буферные растворы: состав, механизм буферирования, буферная емкость, вычисление pH, использование в аналитической химии. Равновесие в растворах гидролизующихся солей: константа и степень гидролиза, расчет pH, использование в аналитической химии.	РГЗ, отчет по лабораторной работе №4	Экзамен, задание 3 (вопросы № 21-4)
		3.Использование реакций комплексообразования в аналитической химии. Комплексонометрическое титрование: сущность метода, основная	Контрольная работа, задания 1,2, отчет по лабораторной работе №8	Экзамен, задание 2 (вопрос 28,38),

		реакция, О.В, Р.В, способы титрования, фиксирование ТЭ. 4. Равновесие в растворах гетерогенных систем. Расчет произведения растворимости, предсказание возможности образования осадка малорастворимого соединения в заданных условиях. Реакции осаждения в аналитической химии. Гравиметрический метод анализа. Осадительное титрование, способы титрования, фиксирование ТЭ, методика построения кривых осадительного титрования, аргентометрическое определение хлорид-ионов, роданометрия. 5. ОВР в аналитической химии: электродный потенциал, уравнение Нернста, вычисление константы равновесия ОВР, направление ОВР. Редоксометрическое титрование. Перманганатометрия и иодометрия: основная реакция, О.В, стандартный и стандартизированные растворы, способ титрования, фиксирование ТЭ, расчет массы О.В 6. Оценка достоверности аналитических данных. Правильность и воспроизводимость экспериментальных данных. Случайные, систематические ошибки, промахи.	Контрольная работа, задания 3-5, отчет по лабораторной работе № 9 Отчет по лабораторной работе № 5-7	Экзамен, задание 2 (вопрос 39), 3,4 (вопросы № 27,32-34) Экзамен, задание 2 (вопрос № 35-37) Экзамен, задание 2 (вопрос 40)
--	--	--	--	--

		7.Способы выражения концентрации .Переход от одной концентрации к другой. Способы выражения состава растворов. Титр (Т) и ТРВ⇌ОВ. Способы приготовления растворов. Растворы с приготовленным и установленным титром. Расчеты при приготовлении растворов и пересчете концентрации		Экзамен, задания 3,4
ОПК.2	у1. умеет планировать и проводить химические и физико-химические эксперименты, обрабатывать и интерпретировать их результаты	1.Классификация методов анализа. Химические реактивы. Аналитические реакции - классификация и требования.Качественные реакции анионов. Качественные реакции катионов Идентификация неизвестного вещества в смеси веществ. 2. Протолитическая теория кислот и оснований. Кислотно-основное равновесие. Расчет рН растворов сильных и слабых кислот и оснований, гидролизующихся солей, буферных систем. Буферные растворы: состав, механизм буферирования, буферная емкость, вычисление рН, использование в аналитической химии. Равновесие в растворах гидролизующихся солей: константа и степень гидролиза, расчет рН, использование в аналитической химии. 3.Использование реакций комплексообразования в аналитической химии. Комплексонометрическое титрование: сущность	Отчет лабораторных работ № 1-3 Отчет лабораторных работ № 4, РГЗ Контрольная работа, задания 1,2, отчет по лабораторной работе № 8	Экзамен, задания 1 (вопросы № 8-20) Экзамен, задание 3 (вопросы № 21-49) Экзамен, задание 2 (вопрос 39), 3,4 (вопросы № 27,32-34)

		метода, основная реакция, О.В, Р.В, способы титрования, фиксирование ТЭ. 4. Равновесие в растворах гетерогенных систем. Расчет произведения растворимости, предсказание возможности образования осадка малорастворимого соединения в заданных условиях. Реакции осаждения в аналитической химии. Гравиметрический метод анализа. Осадительное титрование, способы титрования, фиксирование ТЭ, методика построения кривых осадительного титрования, аргентометрическое определение хлорид-ионов, роданометрия. 5. ОВР в аналитической химии: электродный потенциал, уравнение Нернста, вычисление константы равновесия ОВР, направление ОВР. Редоксометрическое титрование. Перманганатометрия и иодометрия: основная реакция, О.В, стандартный и стандартизированные растворы, способ титрования, фиксирование ТЭ, расчет массы О.В. 6. Оценка достоверности аналитических данных. Правильность и воспроизводимость экспериментальных данных. Случайные, систематические ошибки, промахи.	Контрольная работа, задания 3-5, отчет по лабораторной работе №9 Отчет лабораторных работ № 5-7	Экзамен, задание 3 (вопросы № 47,48), задание 4 (вопросы №63-64) Экзамен, задание 2 (вопрос № 35-37) Экзамен, задание 2 (вопрос 40)
--	--	--	---	--

ОПК.2	уб. уметь применять основные экспериментальные и расчетные методы определения макроскопических характеристик систем и методы химического и физико-химического анализа различных классов веществ	Идентификация неизвестного вещества в смеси веществ. Метод кислотно-основного титрования. Кислотно-основное равновесие. Расчет pH растворов сильных и слабых кислот и оснований, гидролизующихся солей, буферных систем. Растворы электролитов. Расчет pH и pOH в растворах кислот, оснований и солей. Расчет произведения растворимости, предсказание возможности образования осадка малорастворимого соединения в заданных условиях. Способы выражения концентрации. Переход от одной концентрации к другой.	РГЗ Контрольная работа, задания 3,5	Экзамен, задание 1 (вопросы № 8-20) Экзамен, задания 2,3 (вопросы № 41-44) Экзамен, задания 3,4
ПК.1 способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	з1. знает роль химического анализа в установлении качества сырья и продукции, оптимизации технологического процесса	Оценка достоверности аналитических данных.		Экзамен, задание 2 (вопрос 40)
ПК.14 способность применять современные методы исследования технологических процессов и	уб. уметь провести качественный и количественный анализ соединений с использованием химических	1.Классификация методов анализа. Химические реактивы. Аналитические реакции - классификация и требования. Качественные реакции анионов. Качественные реакции	Отчет по лабораторным работам № 1-3	

природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе	методов анализа; выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений	катионов Идентификация неизвестного вещества в смеси веществ.	Отчет по лабораторным работам №8	Экзамен, задания 2,4 (вопросы № 38,64-65)
		2.Комплексонометрическое титрование: сущность метода, основная реакция, О.В, Р.В, способы титрования, фиксирование ТЭ.		
		3. Гравиметрический метод анализа. Осадительное титрование, способы титрования, фиксирование ТЭ		
		4. Редоксометрическое титрование. Виды титрования, О.В, стандартный и стандартизированные растворы, способ титрования, фиксирование ТЭ, расчет массы О.В.		
		6.Оценка достоверности аналитических данных. Правильность и воспроизводимость экспериментальных данных. Случайные, систематические ошибки, промахи.		Экзамен, задание 2 (вопрос 40)
ПК.6 способность следить за выполнением правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда на предприятиях	у1. уметь обращаться с аналитическим оборудованием, посудой и реактивами; выполнять операции в методах анализа в соответствии с требованиями правил техники безопасности	Качественный химический анализ Титриметрический методы анализа. Основные понятия: титрование, титрант, О.В, Р.В. Способы титрования (классификации по типу реакции и титранту; по способу определений) Гравиметрический метод анализа	Отчет по лабораторным работам №1-3 Отчет по лабораторным работам №4-9	Экзамен, задания 1,2 (вопросы. № 2-7, 29-39) Экзамен, задание 2 (вопрос39)

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1, ПК.14, ПК.6.

Экзамен проводится в устной форме по билетам, форма экзаменационного билета, диапазон вопросов и заданий к ним, а также критерии оценки приведены в паспорте экзаменационного билета.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (РГЗ), контрольная работа, отчеты по лабораторным работам. Требования к выполнению РГЗ, контрольной работы, отчетов по выполнению лабораторных работ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ, контрольной работ, приложении 1.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1, ПК.14, ПК.6, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Аналитическая химия», 3 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет состоит из четырех заданий. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-20, второй вопрос из диапазона вопросов 21-40, третий вопрос из диапазона вопросов 41-57, четвертый вопрос из диапазона вопросов 58-70 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Оцениваемыми параметрами при выполнении заданий является знание теоретического материала и умение применять его для решения конкретных задач и заданий.

Каждое задание экзаменационного билета оценивается от 5 до 10 баллов.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Аналитическая химия»

1. Качественный химический анализ, его задачи. Особенности аналитических реакций и способы их применения. Реакции обнаружения ионов Co^{2+} и NH_4^+ «сухим» способом.
2. Точность аналитических определений. Систематические и случайные ошибки, оценка воспроизводимости и правильности результата анализа.
3. Рассчитайте степень диссоциации и величину pH 0,01 М растворов H_3PO_3 и NaH_2PO_3 (константы ионизации H_3PO_3 $K_1 = 1.6 \cdot 10^{-3}$, $K_2 = 6.3 \cdot 10^{-7}$).
4. Навеску 0,6 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ растворили в мерной колбе объемом 100 см³. На титрование 20 см³ полученного раствора израсходовано 18,34 см³ раствора NaOH. Определите $C_{\text{эк}}$ раствора NaOH и $T_{\text{NaOH}/\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}$

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 20 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20-24 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 25-35 баллов
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 36-40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Общая оценка по дисциплине складывается из оценки за экзамен (минимум 20 баллов, максимум 40 баллов) и суммы текущих оценок за семестр по балльно-рейтинговой системе (минимум 30 баллов, максимум 60 баллов). Соответствие баллов с традиционной оценкой и оценкой ECTS представлено в таблице ниже.

98-100	93-97	90-92	87-89	83-86	80-82	77-79	73-76	70-72	67-69	63-66	60-62	50-59	25-49	0-24
A+	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D	D-	E	FX	F
отлично				хорошо				удовлетворительно				неудовлетворительно		

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Аналитическая химия»

1. Качественный химический анализ, его задачи
2. Особенности аналитических реакций и их способы выполнения.
3. Требования к аналитическим реакциям, их чувствительность и селективность.
4. Специфические, селективные реакции.
5. Дробный и систематический анализ.
6. Кислотно-основная классификация катионов.
7. Классификация анионов, групповые реагенты, характеристики групп
- 8-11. Реакции обнаружения ионов K^+ , NH_4^+ , Ba^{2+} , Ag^+ , Hg_2^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Mn^{2+} . Для всех реакций обнаружения указать условия их проведения, написать ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций.
12. Реакции обнаружения анионов NO_3^- , CH_3COO^- , Cl^- , SO_4^{2-} . Для всех реакций обнаружения указать условия их проведения, написать ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций.
13. Анализ смеси, содержащей Ca^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} кислотно – основным методом

(соответствующие уравнения реакций).

14. Обнаружение Ca^{2+} в присутствии ионов бария.

15. Разделить и обнаружить катионы NH_4^+ , Fe^{3+} , Ni^{2+} кислотно-основным методом (привести соответствующие качественные реакции).

16. Разделить и обнаружить катионы Fe^{3+} , Ba^{2+} , Cr^{3+} кислотно – основным методом (уравнения реакций).

17. Анализ смеси, содержащей Ca^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} кислотно – основным методом (соответствующие уравнения реакций).

18. Разделить и обнаружить катионы Na^+ , Hg_2^{2+} , Mg^{2+} кислотно – основным методом. Записать уравнения реакций.

19. Провести анализ смеси Ag^+ , Fe^{2+} , Ca^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} по кислотно – основной схеме (написать соответствующие уравнения реакций).

20. Разделить и обнаружить катионы NH_4^+ , Cr^{3+} , Pb^{2+} кислотно-основным методом (привести соответствующие качественные реакции).

21. Протолитическая теория кислот и оснований.

22. Электролитическая диссоциация сильных и слабых электролитов. Степень и константа диссоциации.

23. Буферные растворы, расчет pH буферной смеси.

24. Гидролиз солей, типы гидролиза. Количественные характеристики процесса гидролиза..

25. Окислительно-восстановительные реакции в химическом анализе. Наиболее распространенные окислители и восстановители. Оценка окислительно-восстановительной способности.

26. Равновесие в растворах окислительно-восстановительных систем. Уравнение Нернста.

27. Гетерогенное равновесие. Растворимость, факторы влияющие на растворимость.

28. Равновесие в растворах комплексных соединений. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии

29. Количественный химический анализ, его задачи.

30. Титриметрический анализ, классификация методов титриметрии.

31. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований (их расчет). Выбор индикатора.

32. Осадительное титрование, требования к реакциям.

33. Аргентометрическое титрование, кривая титрования. Метод Мора (определение концентрации Cl^-).

34. Тиоцианатометрическое титрование. Метод определения галогенидов (метод Фольгарда), его преимущества по сравнению с аргентометрией.
35. Перманганатометрическое титрование. Стандартные растворы, установка их концентраций. Примеры определения окислителей и восстановителей.
36. Дихроматометрия. Определение восстановителей, индикатор, преимущества по сравнению с перманганатометрией.
37. Иодометрическое титрование. Стандартные растворы, индикатор, определение кислот, окислителей и восстановителей (примеры реакций).
38. Комплексонометрическое титрование, способы титрования, индикаторы.
39. Гравиметрический анализ. Операции в гравиметрии: отбор средней пробы, взятие навески, растворение, осаждение, фильтрование, промывка осадка, высушивание и прокаливание. Вычисление в гравиметрии.
40. Точность аналитических определений. Систематические и случайные ошибки, оценка воспроизводимости и правильности результата анализа
41. Определите степень гидролиза и величину pH 0,2 н растворов солей: сульфида и гидросульфида натрия (константы ионизации H_2S :
 $K_1=5.7 \cdot 10^{-7}$, $K_2=1.2 \cdot 10^{-13}$).
42. Рассчитайте степень диссоциации и величину pH 0,01 М растворов H_3PO_3 и NaH_2PO_3 (константы ионизации H_3PO_3 $K_1 = 1.6 \cdot 10^{-3}$. $K_2 = 6.3 \cdot 10^{-7}$).
43. Определите степень гидролиза и величину pH 0,1 М раствора фторида аммония ($K_{HF}=6.6 \cdot 10^{-4}$, $K_{NH_4 OH}=1.8 \cdot 10^{-5}$).
44. Рассчитать степень гидролиза 0,1 М раствора $Fe(CH_3COO)_3$. Как она изменится при разбавлении раствора в 10 раз ($K_{CH_3 COOH}=1.75 \cdot 10^{-5}$, $K_{3(Fe(OH)_3)}=1.35 \cdot 10^{-12}$).
45. Записать в молекулярном и электронно-ионном виде реакцию между хлоратом калия и нитратом натрия в кислой среде. Рассчитать константу равновесия данной реакции ($E^{0(ClO_3^-/Cl^-)}=1,45B$, $E^{0(NO_3^-/NO_2^-)}=0,01 B$).
46. Рассчитать концентрацию всех форм серебра (Ag^+ , $Ag(NH_3)^+$ и $Ag(NH_3)_2^+$) в 1 М растворе аммиака. Исходная концентрация серебра $C_{Ag^+}=0,01 M$, а общие константы нестойкости $K_1=6,3 \cdot 10^{-4}(Ag(NH_3)^+)$ и $K_2=9,31 \cdot 10^{-8}(Ag(NH_3)_2^+)$.
47. К раствору содержащему 0,001 М $[Ag(CN)_2]^-$ и 0,1 М CN^- добавили 0,1 М Na_2S . На основании расчета растворимости Ag_2S ($IP=6 \cdot 10^{-50}$) и концентрации Ag^+ , получающейся при диссоциации его цианидного комплекса (константа устойчивости $\beta_2=1 \cdot 10^{21}$), сделать вывод о возможности осаждения сульфида серебра.
48. Какова растворимость насыщенного водного раствора соли Ag_3PO_4 в моль/л и концентрация ионов серебра в г/л. ($IP_{Ag_3 PO_4}=1 \cdot 10^{-20}$)

49. Рассчитать значение pH при титровании 10 мл 0,1 М азотистой кислоты 0,1 М раствором NaOH при следующих объемах добавленного титранта (изменение объемов не учитываем), мл: 0; 5; 9 и 10. Константа ионизации кислоты $K_K = 4 \cdot 10^{-4}$.
50. Чему равняется pH 0,1 М раствора силиката натрия ($K_2(H_2SiO_3) = 1,6 \cdot 10^{-12}$).
51. Рассчитать степень гидролиза и pH 0,1 М раствора NH_4CN ($K(NH_4OH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $K_{HCN} = 6,2 \cdot 10^{-10}$).
52. Рассчитать концентрации всех форм меди (исходная концентрация Cu^{2+} равна 0,01 моль/л) в 1 М растворе этилендиамина (еп): $[Cu^{2+}]$, $[Cu(еп)]^{2+}$ и $[Cu(еп)_2]^{2+}$. Общие константы нестойкости $K_1 = 1,74 \cdot 10^{-11}$, $K_2 = 7,41 \cdot 10^{-21}$.
53. Рассчитайте общую и равновесную концентрации NH_3 (моль/л), которые нужно создать в растворе 0,1 М $CuSO_4$, чтобы понизить концентрацию $[Cu^{2+}]$ до 10^{-6} моль/л за счет образования ионов $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$.
54. Составьте молекулярное и ионно-электронные уравнения реакции $K_2Cr_2O_7 + HBr = ?$ Запишите выражение константы равновесия. Вычислите константу равновесия, используя E^0 .
55. Рассчитайте pH раствора, полученного растворением 3,2 г нитрата аммония в 50 мл воды. $K(NH_4OH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$. Составьте молекулярное и ионно-молекулярное уравнения гидролиза нитрата аммония.
56. Вычислите pH раствора HNO_3 , полученного разбавлением водой 200 см³ раствора HNO_3 с $\omega = 12\%$, $\rho = 1,067$ г/см³ до 2000 см³.
57. Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения ступенчатого гидролиза соли $Na_2C_2O_4$. Рассчитайте pH раствора, если $c_{соли} = 10^{-2}$ моль/л, $K_2(H_2C_2O_4) = 5,4 \cdot 10^{-5}$.
58. Навеску 0,6 г $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ растворили в мерной колбе объемом 100 см³. На титрование 20 см³ полученного раствора израсходовано 18,34 см³ раствора NaOH. Определите $C_{эк}$ раствора NaOH и $T_{NaOH/H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O}$.
59. Какую массовую долю (%) Na_2CO_3 содержит образец загрязненной соды, если на нейтрализацию навески ее в 0,2648 г израсходовано 24,5 мл 0,197 н раствора HCl.
60. 0,4477 г технического ZnO растворили в 15 мл HCl с титром 0,03646. Избыток оттитрован 25 мл 0,2 н раствора NaOH. Определите ω_{ZnO} (%) в техническом образце.
61. Какую навеску оксалата натрия требуется взять, чтобы на титрование ее пошло 15 мл 0,1 н раствора $KMnO_4$. Записать уравнения в ионно-электронной и молекулярной форме.

62. К 25 мл хлорной воды прибавили избыток KI. На титрование выделившегося йода пошло 20,1 мл 0,11 н. раствора тиосульфата натрия. Сколько граммов хлора содержит 1 л хлорной воды. Написать уравнение реакций в ионно – электронной и молекулярной форме.

63. 4 г сплава, содержащего 80% серебра растворили в мерной колбе емкостью 250 см³. На титрование ионов серебра в 20 см³ этого раствора пошло 23,7 см³ раствора роданида аммония. Определите $C_{\text{NH}_4\text{CNS}}$

64. Рассчитайте навеску вещества, содержащего 35% кальция, если при комплексонометрическом определении кальция расходуется 20 см³ 0,2 н. раствора комплексона III.

65. К раствору, содержащему Al^{3+} прибавили 15 см³ 0,11 н. раствора комплексона III, избыток комплексона оттитровали 3 см³ 0,1 н. раствора ZnSO_4 . Сколько граммов Al^{3+} содержится в растворе.

66. Сколько процентов сульфата железа (II) содержит образец технической соли, если ее навеска 7,15 г растворена в мерной колбе емкостью 250 см³, и на титрование 67 см³ этого раствора расходуется 24,48 см³ 0,0986 н. раствора KMnO_4 . Напишите уравнения реакции в ионно-электронной и молекулярной форме.

68. В мерной колбе емкостью 250 см³ растворена навеска 1,4425 г технического нитрита натрия. На титрование 20 см³ этого раствора израсходовано 25 см³ раствора KMnO_4 с титром 0,00152 г/см³. Определите массовую долю (%) нитрита натрия в образце. Запишите уравнение реакции в ионно – электронной и молекулярной форме.

69. К раствору, содержащему 0,151 г технического KClO_3 прилили 100 см³ 0,09852 н. раствора $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Избыток $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ оттитровали 48,6 см³ 0,0532 н. раствора KMnO_4 . Вычислите массовую долю (ω , %) KClO_3 в образце. Запишите уравнения реакций в ионно – электронной и молекулярной форме.

70. На титрование йода, выделившегося при обработке навески PbO_2 иодидом калия в кислой среде, израсходовано 25 см³ раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ с титром 0,0248 г/см³. Сколько граммов PbO_2 содержит навеска. Запишите уравнения реакций в ионно – электронном и молекулярном виде.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Аналитическая химия», 3 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме «Равновесие в растворах комплексных соединений и гетерогенных систем» и включает 5 заданий. Контрольная работа выполняется в письменной форме, проводится во время консультаций, время выполнения 60 минут.

Оцениваемыми параметрами при выполнении всех заданий является правильность решения задачи, а также знание теоретического материала по указанной теме и умение применять его для решения конкретных заданий.

Каждое задание контрольной работы оценивается от 1 до 2 баллов.

2. Критерии оценки

Контрольная работа считается **невыполненной**, если верно решено менее 50% заданий. Оценка составляет 0-4 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если верно решено 50% заданий, приведены уравнения химических реакций, выражения для констант равновесия в растворе. Оценка составляет 5-6 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если верно решено 75-80% заданий, приведены уравнения химических реакций, выражения для констант равновесия в растворе, использован правильный алгоритм проведения расчетов, правильно записаны уравнения химических реакций, выражения для констант равновесия в растворе, но при этом допущены незначительные погрешности при вычислениях, которые не повлияли на конечный результат. Оценка составляет 7-8 баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если выполнены все задания, использован правильный алгоритм решения задач, правильно записаны уравнения химических реакций, выражения для констант равновесия в растворе, правильно использованы расчетные формулы и проведены вычисления. Оценка составляет 9-10 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

Задание 1. В растворе, полученном при смешивании равных объемов 0,1 М раствора AgNO_3 и 2 М раствора аммиака, образуется комплексный ион $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Ag}^+]$ и $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$.

Задание 2. Смешали по 50 мл растворов 0,2 М AgNO_3 и 1 М NH_3 . Образуется ли осадок AgCl , если к этому раствору добавить 0,1 г NaCl ?

Задание 3. Определите, выпадет ли осадок при сливании 100 мл 0,005М LiCl

и 150 мл 0,0025 н $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ при 25 °С.

Задание 4. В раствор, содержащий 0,05 моль/л ионов Sr^{2+} и 0,02 моль/л ионов Ba^{2+} , постепенно при перемешивании добавляют раствор реагента Na_2CO_3 . Какой из катионов при этом будет осажаться первым?

Задание 5. Как изменится растворимость NiCO_3 при добавлении в его насыщенный раствор KNO_3 до концентрации равной 0,25 М?

5. Перечень вопросов контрольной работы

Задание 1.

1. В растворе, полученном при смешивании равных объёмов 0,1 М раствора AgNO_3 и 2 М раствора аммиака, образуется комплексный ион $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Ag}^+]$ и $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$.
2. В растворе, полученном при смешивании равных объёмов 0,05 М $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ и 0,8 М NaCl , образуется комплексный ион $[\text{HgCl}_4]^{2-}$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Hg}^{2+}]$ и $[\text{HgCl}_4]^{2-}$.
3. В растворе, полученном при смешивании равных объёмов 0,02 М $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ и 1,8 М NH_3 , образуется комплексный ион $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Cd}^{2+}]$ и $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.
4. В растворе, содержащем 18,3 г/л $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ и NH_3 с массовой долей 5 %, образуется комплексный ион $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Ni}^{2+}]$ и $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.
5. В растворе, полученном при смешении равных объёмов 0,2 М CuSO_4 и 4,8 М NH_3 , образуется комплекс $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Cu}^{2+}]$ и $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.
6. К 100 мл 0,05 М $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ прибавили 2,338 г NaCl . Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Hg}^{2+}]$ и $[\text{HgCl}_4]^{2-}$ в полученном растворе.
7. Смешали равные объёмы 0,1 М ZnSO_4 и 2 М NH_3 . Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Zn}^{2+}]$ и $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$ в полученном растворе.
8. При растворении 0,133 г AlCl_3 в 100 мл 0,2 М NaOH образуется комплекс $[\text{Al}(\text{OH}_4)]^-$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Al}^{3+}]$ и $[\text{Al}(\text{OH}_4)]^-$ в полученном растворе.
9. В 1 мл 6 М NH_3 полностью растворили 0,0573 г AgCl . Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Ag}^+]$ и $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ в полученном растворе.
10. В 100 мл 2 М NaOH растворили 0,1615 г ZnSO_4 . Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Zn}^{2+}]$ и $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ в полученном растворе.
11. Смешали равные объёмы 0,2 М $\text{K}[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]$ и 0,8 М KCN . Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Ag}^+]$, $[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^-$ и $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ в полученном растворе.
12. К 10 мл раствора, содержащего 0,6 моль/л KCl и 0,1 моль/л $\text{K}_2[\text{HgCl}_4]$, прибавили 0,830 г KI . Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Hg}^{2+}]$, $[\text{HgCl}_4]^{2-}$ и $[\text{HgI}_4]^{2-}$ в полученном растворе.
13. К 10 мл раствора 0,1 М $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ прибавили 0,581 г KF . Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Fe}^{3+}]$, $[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$ и $[\text{FeF}_6]^{3-}$ в полученном растворе.
14. Для понижения концентрации $[\text{Hg}^{2+}]$ в растворе до 10^{-6} моль/л к раствору 0,1 М $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ прибавили KSCN . Рассчитайте общую и равновесную концентрации KSCN (моль/л), если в растворе образуется преимущественно комплекс $[\text{Hg}(\text{SCN})_4]^{2-}$.
15. Для понижения концентрации $[\text{Fe}^{3+}]$ до 10^{-6} моль/л к раствору 0,1 М $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ прибавили KF . Рассчитайте общую и равновесную концентрации KF (моль/л), если в растворе образуется комплекс $[\text{FeF}_6]^{3-}$.
16. Рассчитайте общую и равновесную концентрацию NH_3 (моль/л), которые нужно создать в растворе 0,1 М CuSO_4 , чтобы понизить концентрацию $[\text{Cu}^{2+}]$ до 10^{-6} моль/л за счёт образования ионов $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

17. Смешали равные объёмы 0,05 М AgNO_3 и 2М KSCN . Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Ag}^+]$ и $[\text{Ag}(\text{SCN})_4]^{3-}$ в полученном растворе.
18. Рассчитайте общую и равновесную концентрацию KI (моль/л), которые нужно создать в растворе 0,1 М $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, чтобы понизить концентрацию $[\text{Cd}^{2+}]$ до 10^{-6} моль/л за счёт образования ионов $[\text{CdI}_4]^{2-}$.
19. Какую массу NaOH необходимо прибавить к 10,0 мл 0,1 М ZnCl_2 до полного растворения гидроксида и образования ионов $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$?
20. После растворения 0,2698 г Al в 100 мл щелочного раствора рН оказался равным 12,5. Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Al}^{3+}]$ и $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ и общую концентрацию NaOH (моль/л).
21. В растворе, полученном при смешивании равных объёмов 0,01 М $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ и 0,07 М KI , образуется комплекс $[\text{HgI}_4]^{2-}$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Hg}^{2+}]$ и $[\text{HgI}_4]^{2-}$.
22. В растворе, содержащем 21 г/л NiCl_2 и 0,75 моль/л KCN , образуется комплекс $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$. Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Ni}^{2+}]$ и $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$.
23. Какую массу NaOH необходимо прибавить к 12 мл 0,1 М $\text{Sb}(\text{NO}_3)_3$ до полного растворения гидроксида и образования ионов $[\text{Sb}(\text{OH})_4]^-$?
24. Для понижения концентрации $[\text{Pt}^{2+}]$ в растворе до 10^{-5} моль/л к раствору 0,2 М $\text{Pt}(\text{NO}_3)_2$ прибавили KCl . Рассчитайте общую и равновесную концентрации KCl (моль/л), если в растворе образуется комплексный ион $[\text{PtCl}_4]^{2-}$.
25. Рассчитайте общую и равновесную концентрацию NH_3 (моль/л), которые нужно создать в растворе 0,1 М AgNO_3 , чтобы понизить концентрацию $[\text{Ag}^+]$ до 10^{-6} моль/л за счёт образования ионов $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$.

Задание 2

1. Смешали по 50 мл растворов 0,2 М AgNO_3 и 1 М NH_3 . Образуется ли осадок AgCl , если к этому раствору добавить 0,1 г NaCl ?
2. Выпадет ли осадок сульфида кадмия, если через раствор, содержащий $1 \cdot 10^{-2}$ М кадмия и 1 М соляной кислоты, пропустить сероводород до насыщения (0,1 М)?
3. Смешали по 80 мл растворов 0,2 М AgNO_3 и 1 М NH_3 . Образуется ли осадок Ag_3PO_4 , если к этому раствору добавить 0,1 г Na_3PO_4 ?
4. Выпадет ли осадок йодида серебра, если через раствор, содержащий 0,01 М нитрата серебра и 1 М аммиака, прибавить йодид калия до конечной концентрации 0,01 М.
5. К 0,01 М раствору нитрата серебра добавили столько аммиака, что его избыток составил 0,1 М. При какой концентрации бромид-иона выпадет осадок бромида серебра?
6. Образуется ли осадок тиоционата серебра из 0,01 М раствора аммиачного комплекса серебра при добавлении к нему 0,1 М тиоционата калия, если равновесная концентрация аммиака составляет 1 моль/л и в данных условиях преобладает комплекс $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$?
7. Будет ли образовываться осадок $\text{Cd}(\text{OH})_2$ в $5 \cdot 10^{-3}$ М растворе аммиачного комплекса кадмия $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ если равновесная концентрация аммиака равна 0,1 М?
8. При равновесной концентрации аммиака, равной 1 М, ион никеля образует в основном комплексный катион состава $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Может ли в этих условиях образовываться осадок $\text{Ni}(\text{OH})_2$, если общая концентрация ионов $[\text{Ni}^{2+}]$ равна 10^{-2} М?
9. Образуется ли осадок сульфида кадмия, если к раствору 0,1 М $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ добавить сульфид-ион, концентрация которого составляет $2 \cdot 10^{-6}$ моль/л?
10. В растворе, содержащем 0,1 моль/л соли Co^{2+} и 1 моль/л NH_3 , создали концентрацию сульфид-иона $[\text{S}^{2-}] = 10^{-8}$ моль/л. Будет ли осаждаться соответствующий сульфид?
11. При какой концентрации $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]$ в растворе не будет образовываться осадок бромида серебра при добавлении к 0,01 М раствору нитрата серебра 0,1 М бромида калия?

Состав тиосульфатного комплекса серебра, который будет в этих условиях доминировать в растворе, соответствует формуле $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$.

12. Смешали по 100 мл растворов 0,2 М AgNO_3 и 1 М NH_3 . Образуется ли осадок AgBr , если к этому раствору добавить 0,2 г KBr ?

13. Выпадает ли осадок сульфида серебра, если раствор, содержащий 0,001 М $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, насытить сероводородом до концентрации сульфид-ионов, равной 10^{-10} моль/л?

14. Вычислить растворимость $\text{Zn}(\text{OH})_2$ в 1 л 1 М раствора NH_3 , если в растворе образуются только комплексные ионы $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

15. Определите, образуется ли осадок FeS , если к 0,2 М раствору комплексного соединения состава $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ добавить равный объём 0,02 М раствора Na_2S .

16. К раствору, содержащему 0,1 моль соединения $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ и 0,25 моль KCN , прибавлен сульфид-ион до концентрации 0,001 моль/л. Выпадет ли в осадок сульфид кадмия?

17. Выпадает ли осадок хлорида серебра, если 0,02 моль нитрата серебра, 0,02 моль хлорида натрия и 0,5 моль аммиака растворить в 1 л воды?

18. Смешали по 5 мл растворов 0,2 М AgNO_3 и 1 М NH_3 . Образуется ли осадок AgI , если к этому раствору добавить 0,01 г KI ?

19. Сколько миллиграммов гидроксида цинка может раствориться в 5 мл 2 М раствора аммиака, если в растворе образуются только комплексные ионы $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$?

20. Сколько миллилитров 5 М раствора аммиака надо прибавить, чтобы растворить 0,1 г иодида серебра?

21. Какова начальная концентрация (моль/л) раствора KCN , в 2 мл которого растворили 18,8 мг бромида серебра и при этом образовался комплексный ион $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$?

22. Какая необходима начальная концентрация ионов CN^- (моль/л) для растворения 0,1 г бромида серебра, находящегося в 5 мл воды?

23. Смешали по 50 мл растворов 0,2 М AgNO_3 и 1 М NH_3 . Образуется ли осадок AgCrO_4 , если к этому раствору добавить 0,1 г K_2CrO_4 ?

24. Произойдёт ли разрушение комплекса, если к 0,2 М раствору соли состава $\text{Na}[\text{AgS}_2\text{O}_3]$ прилить равный объём 0,2 М раствора иодида калия? Ответ подтвердить расчётом.

25. Вычислить растворимость (моль/л) $\text{Ni}(\text{OH})_2$ в 1 л 0,05 М раствора аммиака, если образуются только комплексные ионы $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$.

Задание 3. Определите, выпадет ли осадок при сливании растворов реагента I и реагента II при 25 °С.

Вариант		1	2	3	4	5
Реагент	I	100 мл 0,005М LiCl	100 мл 0,01 н SrCl_2	200 мл 0,02 н BaCl_2	150 мл 0,007 М FeCl_2	50 мл 0,02н $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$
	II	150 мл 0,0025 н $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	100 мл 0,005 н Na_2CrO_4	300 мл 0,01н $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$	350 мл 0,005 н Na_2S	75 мл 0,01 н Na_2CO_3
Вариант		6	7	8	9	10
Реагент	I	100 мл 0,01н Na_2S	350 мл 0,005 М ZnCl_2	100 мл 0,005 н $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	100 мл 0,005 н AgNO_3	500 мл 0,015 н $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
	II	200мл 0,005 н $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$	150 мл 0, 002 н Na_2S	250 мл 0,005 М $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	150 мл 0,0025 М NaBrO_3	300 мл 0,01 н $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$
Вариант		11	12	13	14	15
Реагент	I	50 мл 0,005 М NaF	100 мл 0,01 н $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	200 мл 0,005 н CdCl_2	150 мл 0,005 н $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	100 мл 0,005 М CoCl_2

	II	100 мл 0,005 н MgSO ₄	150 мл 0,005 н K ₂ SO ₄	300 мл 0,002 н KOH	100 мл 0,003 н Na ₂ CO ₃	150 мл 0,005 н Na ₂ C ₂ O ₄
Вариант		16	17	18	19	20
Реагент	I	150 мл 0,0025 М AgNO ₃	25 мл 0,001 М LiCl	30 мл 0,002 н Mg(NO ₃) ₂	100 мл 0,01н Pb(NO ₃) ₂	250 мл 0,005 н NiCl ₂
	II	100 мл 0,005 М NaBr	75 мл 0,003 н K ₂ CO ₃	50 мл 0,001 н NaF	150 мл 0,0025 н NaBr	250 мл 0,005 н Na ₂ C ₂ O ₄
Вариант		21	22	23	24	25
Реагент	I	150 мл 0,1 н FeCl ₂	100 мл 0,005 н AgNO ₃	250 мл 0,01 н BaCl ₂	50 мл 0,005 М ZnCl ₂	150 мл 0,005 н Pb(NO ₃) ₂
	II	350 мл 0,01 М NaOH.	150 мл 0,0025 М KCl	150 мл 0,01н K ₂ C ₂ O ₄	150 мл 0, 001 н Na ₂ CO ₃	100 мл 0,003 н NaI

Задание 4. В раствор, содержащий 0,05 моль/л ионов X_1^{n+} и 0,02 моль/л ионов X_2^{n+} , постепенно при перемешивании добавляют раствор реагента Y. Какой из катионов при этом будет осаждаться первым?

Вариант	Смесь ионов		Реагент Y	Вариант	Смесь ионов		Реагент Y
	X_1^{n+}	X_2^{n+}			X_1^{n+}	X_2^{n+}	
1	Sr ²⁺	Ba ²⁺	Na ₂ CO ₃	14	Ag ⁺	Pb ²⁺	KI
2	Ag ⁺	Pb ²⁺	NaCl	15	Sr ²⁺	Ca ²⁺	K ₂ C ₂ O ₄
3	Ag ⁺	Pb ²⁺	Na ₂ S	16	Sr ²⁺	Pb ²⁺	Na ₂ SO ₄
4	Zn ²⁺	Cd ²⁺	K ₂ CO ₃	17	Fe ³⁺	Al ³⁺	K ₃ PO ₄
5	Sr ²⁺	Ca ²⁺	NaF	18	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ₂ C ₂ O ₄
6	Sr ²⁺	Zn ²⁺	Na ₃ PO ₄	19	Pb ²⁺	Cu ²⁺	KOH
7	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Na ₂ SO ₃	20	Pb ²⁺	Ba ²⁺	NaF
8	Ca ²⁺	Pb ²⁺	Na ₂ SO ₄	21	Ni ²⁺	Mg ²⁺	K ₂ CO ₃
9	Ba ²⁺	Pb ²⁺	Na ₂ CrO ₄	22	Li ⁺	Ag ⁺	K ₃ PO ₄
10	Co ²⁺	Mn ²⁺	Na ₂ CO ₃	23	Sr ²⁺	Pb ²⁺	K ₂ CrO ₄
11	Al ³⁺	Li ⁺	Na ₃ PO ₄	24	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Na ₂ SO ₄
12	Bi ³⁺	Ag ⁺	NaI	25	Ag ⁺	Ba ²⁺	K ₂ CrO ₄
13	Ag ⁺	Ba ²⁺	K ₂ CO ₃	26	Ce ⁺³	Ag ⁺	KJO ₃

Задание 5. Как изменится растворимость реагента I при добавлении в его насыщенный раствор реагента II до концентрации $C_{\text{реагента II}} = 0,25 \text{ М}$?

Вариант		1	2	3	4	5
Реагент	I	NiCO ₃	PbCl ₂	FeCO ₃	MnS	BaC ₂ O ₄
	II	KNO ₃	NaNO ₃	KCl	NaNO ₃	KNO ₃
Вариант		6	7	8	9	10

Реагент	I	CaCO ₃	BaCO ₃	Cd(OH) ₂	SrSO ₄	ZnCO ₃
	II	NaNO ₃	NaNO ₃	Na ₂ SO ₄	KNO ₃	Li ₂ SO ₄
Вариант		11	12	13	14	15
Реагент	I	Ag ₂ C ₂ O ₄	Li ₃ PO ₄	MgF ₂	NiC ₂ O ₄	ZnC ₂ O ₄
	II	NaNO ₃	CaCl ₂	KNO ₃	K ₂ SO ₄	NaCl
Вариант		16	17	18	19	20
Реагент	I	BaF ₂	SrCrO ₄	Ag ₃ PO ₄	MnCO ₃	CoC ₂ O ₄
	II	LiNO ₃	KNO ₃	KNO ₃	NaCl	NaCl
Вариант		21	22	23	24	25
Реагент	I	PbCl ₂	SrSO ₄	ZnC ₂ O ₄	MgF ₂	Ag ₂ C ₂ O ₄
	II	KNO ₃	NaNO ₃	KCl	NaNO ₃	KNO ₃

Паспорт расчетно-графического задания № 1

по дисциплине «Аналитическая химия», 3 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны на основе численных значений параметров, заданных в таблице для своего варианта, рассчитать значение pH для каждой из расчетных точек кривой титрования: до начала титрования, этап до точки эквивалентности (ТЭ) (точки, соответствующие 0; 25,0; 50,0; 99,0 и 99,9 процентам оттитровывания), в ТЭ и этап после ТЭ (точки, соответствующие 100,1, 101 и 150 процентам оттитровывания), построить рассчитанную кривую титрования в координатах: pH - расход титранта V(титранта), подобрать 2 индикатора, наиболее подходящие для установления конечной точки титрования, рассчитать индикаторную погрешность для выбранных индикаторов. На графике должны быть указаны следующие расчетные точки: точка эквивалентности (ТЭ), точки начала и конца скачка, интервалы изменения окраски и pH двух выбранных индикаторов.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ объекта диагностирования, выбрать алгоритм описания объекта и выполнить необходимые вычисления.

Титульный лист РГЗ должен содержать названия министерства, ВУЗа, факультета и кафедры, на которой выполнялась РГЗ. Ниже должна содержаться фраза «Расчетно-графическая работа по дисциплине «Аналитическая химия» на тему «Построение кривой кислотно-основного титрования». Далее содержится фраза «Выполнил: студент» с указанием группы студента, его фамилии с инициалами и номера варианта. Ниже указывается преподаватель, проверивший РГЗ. Внизу титульного листа указывается город и год выполнения РГЗ.

Обязательные структурные части РГЗ.

Обязательными структурными частями РГЗ являются:

исходная таблица данных, содержащая определяемое вещество и титрант, с указанием их концентраций и объемов;

для всех расчетных точек должны быть приведены формулы расчета и рассчитанные значения концентраций катионов водорода (оценивается от 2 до 4 баллов), pH растворов (оценивается от 2 до 4 баллов);

подбор индикаторов и расчет индикаторной погрешности подобранных индикаторов (оценивается от 3 до 6 баллов);

график зависимости pH от V(титранта). На графике должны быть указаны следующие расчетные точки: точка эквивалентности (ТЭ), точки начала и конца скачка, интервалы изменения окраски и pH двух выбранных индикаторов (оценивается от 3 до 6 баллов).

Оцениваемыми позициями являются наличие всех пунктов задания и правильность их выполнения.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если работа оформлена не в соответствии с требованиями с существенными замечаниями и выполнена не в полном объеме: не

правильно проведены расчеты, график противоречит расчетным данным, неправильно подобраны индикаторы, неверно рассчитаны погрешности выбранных индикаторов., оценка составляет 0-9 баллов.

- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями, но не в полном объеме: при выполнении расчетов использован правильный теоретический материал, но расчет требуемых величин выполнен с ошибками, график противоречит расчетным данным, правильно выбраны индикаторы, но неверно рассчитаны индикаторные погрешности, оценка составляет 10-13 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями, выполнена в полном объеме, верно проведены расчеты, но не указаны не все единицы измерения, правильно построен график, но не обозначены оси координат, правильно выбраны индикаторы, применены верные формулы для расчета индикаторных погрешностей, но имеются ошибки в вычислениях, оценка составляет 14-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями, выполнена в полном объеме, правильно проведены расчеты, указаны все единицы измерения, верно построен график, правильно подобраны индикаторы и рассчитаны индикаторные погрешности, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ

1. Рассчитайте теоретическую кривую титрования протолита в соответствии с вариантом.
2. Постройте рассчитанную кривую титрования в координатах: pH - V(титранта).
3. Подберите 2 индикатора, наиболее подходящие для установления конечной точки титрования.
4. Рассчитайте индикаторную погрешность для выбранных индикаторов.
5. Укажите на графике: скачок титрования, точку эквивалентности (ТЭ), линию нейтральности, интервалы перехода окраски двух индикаторов и значения показателей титрования для них (pT).

Таблица вариантов

Номер варианта	Определяемое вещество ОВ			Рабочее вещество РВ	
	$C_{эж}$, моль/л	V , см ³		$C_{эж}$, моль/л	
1	NaOH	0,01	100	HCl	0,05
2	HCl	0,01	100	KOH	0,02
3	HNO ₃	0,1	20	KOH	0,02
4	KOH	0,1	50	HCl	0,2
5	NH ₄ OH	0,1	50	HNO ₃	0,1
6	CH ₃ COOH	0,1	100	NaOH	0,2
7	HNO ₂	0,01	50	KOH	0,1
8	NH ₄ OH	0,02	20	HCl	0,02
9	NaOH	0,1	20	HBr	0,2
10	LiOH	0,01	20	HNO ₃	0,02
11	HCOOH	0,1	100	NaOH	0,2
12	HCOOH	0,2	50	KOH	0,5
13	NaOH	0,1	100	HCOOH	0,1
14	NH ₄ OH	0,01	100	HCl	0,1
15	HNO ₂	0,2	20	LiOH	0,1
16	KOH	0,01	100	HNO ₃	0,1
17	HNO ₂	0,1	20	NaOH	0,2

18	CH ₃ COOH	0,1	100	NaOH	0,5
19	LiOH	0,1	50	HCl	0,05
20	HBr	0,01	100	KOH	0,1
21	LiOH	0,1	50	CH ₃ COOH	0,2
22	HNO ₃	0,01	50	NH ₄ OH	0,1
23	HCl	0,1	20	NH ₄ OH	0,1
24	HSCN	0,1	20	KOH	0,2
25	HBr	0,01	100	NH ₄ OH	0,01
26	KOH	0,02	50	HCOOH	0,2
27	H ₂ SO ₄	0,2	50	NaOH	0,1
28	KOH	0,1	50	H ₂ SO ₄	0,2
29	HClO	0,01	100	KOH	0,05
30	KOH	0,1	20	HClO	0,05

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЩИТА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ)

1. Примеры вариантов контролирующих материалов для защиты лабораторных работ по качественному химическому анализу (ЛР № 1-3).

Вариант 1 (ЛР № 1)

1. Укажите аналитические группы катионов Sn(II) , Al(III) , Fe(II) , Mn(II) .
2. Что произойдет, если на смесь катионов (см. п.1) подействовать избытком NaOH ? Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения.
3. Какими свойствами обладают гидроксиды катионов IV группы?
4. Чем отличается VI аналитическая группа катионов от других групп кислотно-основной классификации?

Критерии оценки

Каждое задание оценивается в 1 балл.

- Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если выполнено 2 задания, оценка составляет 2 балл
- Ответ засчитывается на базовом уровне, если выполнено 3 задания, оценка составляет 3 балла
- Ответ засчитывается на продвинутом уровне, если выполнены все задания, оценка составляет 4 балла

Вариант 2 (ЛР № 2)

1. Какими качественными реакциями обнаруживают катионы Fe^{3+}
2. В чем различие дробного и систематического хода анализа
3. Специфические, селективные реакции. Приведите примеры.
4. Можно ли обнаружить катион K^+ в присутствии катиона NH_4^+ ?

Критерии оценки

Каждое задание оценивается в 1 балл.

- Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если выполнено 2 задания, оценка составляет 2 балл
- Ответ засчитывается на базовом уровне, если выполнено 3 задания, оценка составляет 3 балла
- Ответ засчитывается на продвинутом уровне, если выполнены все задания, оценка составляет 4 балла

Вариант 3 (ЛР № 3)

1. Предложите схему разделения катионов Al(III) , Mn(II) , Ca(II) , используя кислотно-основную классификацию катионов.
2. Качественные реакции обнаружения ацетат-иона. Укажите качественный признак реакций.
3. Кислотно-основная классификация анионов.

Критерии оценки

Задание 1 оценивается в 2 балла, задания 2,3 – по 1 баллу.

- Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если выполнен задания 2 и задание 3, оценка составляет 2 балл
- Ответ засчитывается на базовом уровне, если выполнено задание 1 и задания 2 или 3, оценка составляет 3 балла
- Ответ засчитывается на продвинутом уровне, если выполнены все задания, оценка составляет 4 балла

Контрольные вопросы к защите лабораторных работ по качественному анализу

1. Какой реактив является групповым на I аналитическую группу катионов?
2. Как выполняется реакция обнаружения Pb^{2+} действием KI?
3. На чем основано растворение осадка AgCl в растворе аммиака?
4. Чем можно разрушить аммиачный комплекс серебра? Что при этом наблюдается?
5. Какова сравнительная растворимость сульфатов катионов II группы?
6. Как понизить растворимость сульфата кальция $CaSO_4$?
7. С помощью какого реактива открывают Ba^{2+} в присутствии Sr^{2+} и Ca^{2+} ?
8. Каковы условия практически полного осаждения $BaCrO_4$ при действии дихромата калия?
9. Почему необходимо удалить катион Ba^{2+} перед обнаружением Sr^{2+} и Ca^{2+} ?
10. Какое свойство гидроксидов катионов III группы позволило выделить их в отдельную аналитическую группу?
11. Какие анионы образуются при окислении Cr^{3+} в щелочной среде? В кислой среде?
12. С помощью какого реактива можно отделить катион Zn^{2+} от остальных катионов III группы?
13. С какой целью при обнаружении Al^{3+} ализарином капельным способом прибавляют $K_4[Fe(CN)_6]$?
14. Какими свойствами обладают гидроксиды катионов IV группы?
15. Какие катионы IV группы можно обнаружить дробным методом?
16. Какие катионы IV группы можно обнаружить с помощью окислительно-восстановительных реакций?
17. При действии щелочей на смесь катионов IV группы выпал белый осадок. Какие катионы отсутствуют в исследуемом растворе?
18. Какое свойство катионов V группы позволяет выделить их в отдельную аналитическую группу?
19. Почему аминокомплекс Co (II) образуется только при большом избытке аммиака?
20. В какой цвет окрашены аммиакаты катионов V группы?
21. Что произойдет при подкислении аминокомплекса Cu (II)? Как при этом изменится окраска раствора?
22. Каковы условия образования комплекса $Co(NCS)_4^{2-}$?
23. При действии концентрированного раствора аммиака на смесь катионов V группы получили бесцветный раствор. О присутствии или отсутствии каких катионов это свидетельствует?
- 24-26. Какими реактивами можно разделить следующие катионы Al^{3+} и Ni^{2+} ? Mg^{2+} и Cd^{2+} ? Mg^{2+} и Fe^{3+} ?
27. Присутствие каких катионов возможно в анализируемой смеси, если при растворении ее в воде образовался белый осадок?
28. Как можно растворить осадки $Fe(OH)_3$, $Mg(OH)_2$, $Cd(OH)_2$, $MnO(OH)_2$?
29. Чем отличается VI аналитическая группа катионов от других групп кислотной классификации?
30. Можно ли обнаружить катион K^+ в присутствии катиона NH_4^+ ?
31. Можно ли обнаружить катион Na^+ в присутствии катиона NH_4^+ ?

- 32.Какая из реакций обнаружения катиона NH_4^+ является специфической?
- 33.Почему при обнаружении катиона NH_4^+ щелочами необходимо нагревание и смачивание индикаторной бумаги?
- 34.Какие реактивы используют для обнаружения катиона K^+ ?
- 35.Как можно удалить катион NH_4^+ из анализируемого раствора?
- 36.Как проверить полноту удаления иона
- 37-43. Приведите реакции обнаружения ионов K^+ , NH_4^+ , Co^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} . Для всех реакций обнаружения указать условия их проведения, написать ионно-молекулярные и молекулярные уравнения
- 44-47. Приведите реакции обнаружения нитрат-, ацетат, хлорид, сульфат-ионов. Для всех реакций обнаружения указать условия их проведения, написать ионно-молекулярные и молекулярные уравнения
- 48-54. Предложите схему разделения катионов, используя кислотно-основную Классификацию 1) Ca^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} ; 2) NH_4^+ , Fe^{3+} , Ni^{2+} ; 3) Fe^{3+} , Ba^{2+} , Cr^{3+} ; 3) Ca^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} ; 4) Na^+ , Hg_2^{2+} , Mg^{2+} ; 5) Ag^+ , Fe^{2+} , Ca^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} ; 6) NH_4^+ , Cr^{3+} , Pb^{2+}

2. Примеры вариантов контролирующих материалов для защиты лабораторных работ по количественному химическому анализу .

Вариант 1 (ЛР № 4)

1. Классификация титриметрических методов анализа по типу реакции (перечислить, примеры с указанием ОВ. и РВ)
2. Какие Вы знаете кислотно-основные индикаторы? Перечислите. Как, зная константу ионизации этих индикаторов, найти интервал рН изменения окраски индикаторов?
3. Навеску 0,1590 г х.ч. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ растворили в произвольном объёме воды. На титрование этого раствора пошло 24,6 см³ КОН. Напишите уравнение реакции и вычислите $C_{\text{эк}}$ и $T_{\text{кон}}$.

Вариант 1 (ЛР № 5)

1. Перманганатометрическое титрование. Рабочие растворы (титранты), установка их концентраций.
2. Приведите примеры перманганатометрического титрования: прямого, обратного и по замещению.
3. В мерной колбе емкостью 250 см³ растворена навеска 1,4425 г технического нитрита натрия. На титрование 20 см³ этого раствора израсходовано 25 см³ раствора KMnO_4 с титром 0,00152 г/см³. Определите массовую долю (%) нитрита натрия в образце. Запишите уравнение реакции в ионно – электронной и молекулярной форме.

Вариант 1 (ЛР № 6)

1. Дихроматометрия: основная реакция, определяемые вещества, титрант, способ определения, фиксирование точки эквивалентности.
2. Для чего дихроматометрическое титрование катионов железа(II) ведут в присутствии серной и фосфорной кислот?
3. Навеска сплава 0,220 г, содержащего 99% чистого железа, растворена в серной кислоте. Раствор сульфата железа(II) оттитрован 0,5 н раствором дихромата калия.

Какой объем раствора дихромата калия затрачен на титрование? Запишите уравнение реакций в ионно-электронной и молекулярной формах.

Вариант 1(ЛР № 7)

1. Иодометрия: основная реакция. О.В., способ определения, фиксирование точки эквивалентности.
2. Что такое титр вещества? Что такое титр одного вещества по другому? Какая разница в определении титров (разберите на примере - $T_{Na_2S_2O_3}$ и $T_{Na_2S_2O_3/I_2}$).
3. К 20 см^3 $KMnO_4$ с $T = 0,0032\text{ г/см}^3$ прибавили избыток KI и H_2SO_4 . Выделившийся I_2 оттитровали 15 см^3 раствора $Na_2S_2O_3$. Рассчитайте $C_{эк}(Na_2S_2O_3)$, $T_{Na_2S_2O_3}$ и $T_{Na_2S_2O_3/I_2}$.

Вариант 1 (ЛР № 8)

1. Сущность метода комплексонометрии. Для анализа каких катионов используют этот метод?
2. Определяемые вещества в комплексонометрии. Способ фиксирования ТЭ.
3. К $50,00\text{ см}^3$ раствора хлорида алюминия добавили $20,00\text{ см}^3$ $0,1\text{ М}$ раствора ЭДТА. Избыток ЭДТА оттитровали $5,40\text{ см}^3$ раствора сульфата цинка с титром $0,01616\text{ см}^3$. Рассчитайте концентрацию (в г/дм^3) ионов алюминия в исходном растворе.

Вариант 1 (ЛР № 9)

1. Титрант и определяемые вещества в argentометрическом титровании.
2. Индикаторы осадительного титрования.
3. 4 г сплава содержащего 80% Ag , растворили в мерной колбе ёмкостью 250 см^3 . На титрование ионов серебра из 25 см^3 этого раствора идёт $23,74\text{ см}^3$ NH_4SCN . Рассчитайте $C_{эк}$ и T раствора NH_4SCN .

Критерии оценки

Задание 1 и 2 оцениваются по 1 баллу, задание 3 – 2 балл.

- Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если выполнены задания 1 и задание 2, оценка составляет 2 балла
- Ответ засчитывается на базовом уровне, если выполнено задание 3 и задания 1 или 2, оценка составляет 3 балла
- Ответ засчитывается на продвинутом уровне, если выполнены все задания, оценка составляет 4 балла

Контрольные вопросы к защите лабораторных работ по количественному химическому анализу

1. Какие принципы положены в основу классификации титриметрических методов?
2. Какие требования предъявляют к реакциям прямого титрования в титриметрии?
3. Перечислите способы выражения концентрации растворов. Что такое химический эквивалент, эквивалентная масса?
4. Как изменяется выражение закона эквивалентов для разных приемов титрования?
5. Как связаны между собой титр и молярная концентрация эквивалентов?
6. Дайте определение первичного и вторичного стандарта. Перечислите требования, предъявляемые к первичным стандартам. Что такое фиксанал?
7. Изложите сущность метода пипетирования и метода отдельных навесок. Как рассчитать результаты титрования в этих методах?
8. Что такое титр по определяемому веществу? В каких случаях им удобно пользоваться?
9. Что такое точка эквивалентности, конечная точка титрования?

10. На основании чего проводится выбор индикаторов?
11. Дайте краткую характеристику метода нейтрализации.
12. Приведите примеры использования разных приемов титрования в методе нейтрализации.
13. Укажите рабочие растворы метода нейтрализации и способы их приготовления.
14. Какие вещества используют для приготовления первичных стандартных растворов в методе нейтрализации.
15. Каковы предельные значения кислотности (основности), при которых возможно прямое титрование (наблюдается скачок титрования)? Покажите их на примерах.
16. Дайте характеристику индикаторов метилового оранжевого и фенолфталеина (формулу, интервал перехода окраски, цвет, показатель титрования).
17. Дайте краткую характеристику метода окислительно-восстановительного титрования.
18. Какие способы фиксирования точки эквивалентности применяют в методе окислительно-восстановительного титрования? Что такое редокс-индикаторы?
19. Вычислите молярные массы эквивалентов перманганата калия при его восстановлении в кислой, нейтральной и щелочной среде.
20. Какие приемы титрования применяются в методе окислительно-восстановительного титрования? Приведите примеры.
21. Назовите первичные стандарты, применяемые для установления концентрации перманганата калия.
22. Какими химическими реакциями, протекающими в растворе, обуславливается изменение концентрации перманганата калия?
23. Напишите схему взаимодействия перманганат-иона с оксалат-ионом.
24. Какие восстановители применяют для предварительного восстановления железа(III)? Напишите реакции.
25. Назовите компоненты смеси Рейнгарда-Циммермана и объясните их роль в процессе титрования железа (II).
26. Покажите возможности перманганатометрии в определении разных веществ и их расширение путем выбора приемов титрования?
27. Что называется индуцированной реакцией? Что такое актор, индуктор и акцептор? Чем индуктор отличается от катализатора?
28. Чем отличаются цепные индуцированные реакции от сопряженных индуцированных реакций? Приведите примеры сопряженных реакций.
29. По какому веществу устанавливают титр KMnO_4 ? В какой среде проводят титрование и почему?
30. Запишите основную реакцию в дихроматометрии. В какой среде проводят титрование дихроматом калия и почему? Рассчитайте $M_{\text{эк}}(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$.
31. Как методом иодометрии определяют Cu в растворе CuSO_4 ? Запишите ионно-электронные и ионные уравнения реакций: а) $\text{CuSO}_4 + \text{KI} \rightarrow ?$
б) $\text{I}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow ?$
32. Чему равен $M_{\text{эк}}(\text{Cu}^{2+})$? Как фиксируют ТЭ в перманганатометрии, дихроматометрии, иодометрии?
33. Перечислите основные требования к реакциям, применяемым в методе комплексометрического титрования?
34. Почему в комплексометрическом титровании редко используют неорганические реагенты?
35. Назовите способы обнаружения конечной точки титрования.
36. Изложите сущность метода комплексонометрии.
37. Объясните сущность прямого, обратного, вытеснительного и косвенного приемов комплексометрического титрования. В каких случаях применяется каждый из названных приемов?

38. Что такое металлохромные индикаторы? Напишите равновесие в растворе металлохромного индикатора.
39. Назовите важнейшие металлохромные индикаторы. Каким требованиям они должны удовлетворять?
40. Как повысить селективность комплексонометрического титрования? Приведите примеры.
41. Приведите графическую формулу ЭДТА. Какова дентатность ЭДТА?
42. Какова стехиометрия комплексов ЭДТА? Приведите графическую формулу комплексов двух - и трехзарядных ионов металлов с ЭДТА.
43. Какие вещества пригодны для стандартизации раствора ЭДТА?
44. В каких условиях проводят титрование ионов кальция раствором ЭДТА или ее солями?
45. Как проводят комплексонометрическое определение кальция и магния при совместном присутствии?
46. Почему следует удалить аммонийные соли при титровании кальция в присутствии магния?
47. Какие приемы используют в комплексонометрии при медленном протекании реакции с ЭДТА?
48. Какие ионы определяют общую жесткость воды и каковы условия ее определения? Какова роль ЭДТА в определении и устранении общей жесткости воды?
49. Навеску 0,1590 г х.ч. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ растворили в произвольном объеме воды. На титрование этого раствора пошло 24,6 см³ КОН. Напишите уравнение реакции и вычислите $C_{\text{ЭК}}$ и $T_{\text{КОН}}$.
50. Вычислите $C(\text{I}_2)$, если на титрование 40 см³ его затрачено 24,68 см³ раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ с $T = 0,025$ г/см³. Напишите молекулярное и ионно-электронное уравнение реакции. Укажите способ титрования.
51. Навеску 0,16 г х.ч. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ растворили в мерной колбе ёмкостью 250 см³. Какой объем KMnO_4 с $T = 0,00142$ г/см³ пойдёт на титрование 25 см³ раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Напишите молекулярное и ионно-электронное уравнение реакции.
52. Из 1,45 г технического Na_2SO_3 приготовили 200 см³ раствора Na_2SO_3 . На титрование 20 см³ раствора Na_2SO_3 пошло 16,2 см³ 0,124 н раствора I_2 . Рассчитайте массовую долю (%) чистого Na_2SO_3 .
53. На титрование раствора H_2SO_4 пошло 20 см³ раствора NaOH с $T = 0,004$ г/см³. Вычислите массу H_2SO_4 в растворе, $T_{\text{NaOH}/\text{H}_2\text{SO}_4}$.
54. К 20 см³ KMnO_4 с $T = 0,0032$ г/см³ прибавили избыток KI и H_2SO_4 . Выделившийся I_2 оттитровали 15 см³ раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Рассчитайте $C_{\text{ЭК}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$, $T_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ и $T_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{I}_2}$.
55. Определите массовую долю (%) Ag в сплаве, если после растворения навески сплава 0,1 г на титрование полученного раствора пошло 39,6 см³ раствора, содержащего 0,4103 г KSCN в 100 см³ раствора.
56. Навеску 2,08 г технической буры растворили в мерной колбе объемом 100 см³. На титрование 20 см³ этого раствора пошло 21,8 см³ раствора HCl с $T_{\text{HCl}/\text{NaOH}} = 0,004$ г/см³. Вычислите массовую долю (%) х.ч. $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ в технической буре.
57. К 25 см³ подкисленного раствора KMnO_4 с $T = 0,0018$ г/см³ прибавлен избыток KI , на титрование выделившегося I_2 пошло 20,5 см³ раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Вычислите $C_{\text{ЭК}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$.
58. На титрование раствора, содержащего 1,025 г х.ч. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, требуется 22 см³ раствора КОН. Рассчитайте $C_{\text{ЭК}}(\text{КОН})$ и $T_{\text{КОН}}$.

59. 4 г сплава содержащего 80 % Ag, растворили в мерной колбе ёмкостью 250 см³. На титрование ионов серебра из 25 см³ этого раствора идёт 23,74 см³ NH₄SCN. Рассчитайте C_{эк} и T раствора NH₄SCN.
60. На титрование 20 см³ раствора KOH пошло 18,7 см³ раствора HCl с T = 0,0029 г/см³. Вычислите C_{KOH} и T_{KOH/H₂SO₄}.
61. На титрование 25 см³ раствора K₂Cr₂O₇ пошло 30 см³ 0,1 н раствора Na₂SO₃. Сколько граммов K₂Cr₂O₇ содержит 1 л раствора?
62. Технический Na₂CO₃ содержит 90 % Na₂CO₃ и примеси. Какую навеску технического Na₂CO₃ следует взять, чтобы на титрование её пошло 25 см³ раствора HCl с T_{HCl/Na₂CO₃} = 0,0025 г/см³.
63. Рассчитайте навеску K₂Cr₂O₇ для приготовления 250 см³ 0,15 н раствора K₂Cr₂O₇.
64. Навеска сплава 0,220 г, содержащего 99% чистого железа, растворена в серной кислоте. Раствор сульфата железа(II) оттитрован 0,5 н раствором дихромата калия. Какой объем раствора дихромата калия затрачен на титрование? Запишите уравнение реакций в ионно-электронной и молекулярной формах.
65. На титрование раствора, содержащего 0,248 г технического Na₂CO₃ пошло 24 см³ 0,2 н раствора HCl. Вычислите массовую долю (%) х.ч. Na₂CO₃ в образце технического Na₂CO₃.
66. Навеска 0,1070 г оксалата натрия в присутствии разбавленной серной кислоты оттитрована 21,5 см³ раствора перманганата калия. Определите молярную концентрацию эквивалентов раствора перманганата калия и титр его по пероксиду водорода. Запишите уравнения реакций в ионно-электронной и молекулярной формах
67. На титрование 15 см³ раствора KOH пошло 18,7 см³ раствора HCl с T = 0,0029 г/см³. Вычислите C_{KOH} и T_{KOH/H₂SO₄}.
68. Сколько граммов K₂S содержится в 250 см³ раствора K₂S, если на титрование 25 см³ раствора K₂S пошло 40 см³ 0,1 н раствора KMnO₄.
69. Сколько (%) оксида фосфора (V) находится в растворе фосфорной кислоты, если на 3,35 г этого раствора идёт 22,7 см³ раствора гидроксида натрия с титром по оксиду фосфора (V), равным 0,062308 г/см³?
70. К 25 см³ раствора йода с C_{эк}, равной 0,2 моль/дм³, прилили 30 см³ 0,3 М раствора тиосульфата натрия. Синим или бесцветным будет раствор, если к нему добавить крахмал? Рассчитайте массу вещества, находящегося в избытке.
4. К 50,00 см³ раствора хлорида алюминия добавили 20,00 см³ 0,1 М раствора ЭДТА. Избыток ЭДТА оттитровали 5,40 см³ раствора сульфата цинка с титром 0,01616 см³. Рассчитайте концентрацию (в г/дм³) ионов алюминия в исходном растворе. На титрование 0,32 г технического карбоната калия израсходовано 20 см³ раствора соляной кислоты T_{HCl/K₂CO₃} = 0,015 г/см³. Вычислите процентное содержание карбоната калия в технической соли.
4. На титрование 20 см³ раствора йодида калия пошло 25 см³ перманганата калия с титром 0,003941 г/см³. Сколько воды нужно добавить к 200 см³ раствора йодида калия, чтобы его молярная концентрация была равна 0,05 моль/дм³.