



Факультет	Естественных наук	
Кафедра	Химии	
Направление подготовки	04.03.01 Химия	
Направленность (профиль)	Медицинская и фармацевтическая химия	
	Аналитическая химия	Б1.Б.16

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»
ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л.Н. Толстого»

УТВЕРЖДЕНА
на заседании
Ученого совета университета
протокол № 8 от 31 августа 2017 г.


Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия»

Трудоемкость: 8 зачетных единиц

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2015, 2016, 2017, 2018

Заведующий кафедрой химии  Атрощенко Ю.М.

Декан ФЕН



Шахкельдян И.В.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий	6
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	11
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	11
6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	11
6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	14
6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.....	26
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	29
7.1. Основная литература	29
7.2. Дополнительная литература	29
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	30
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	30
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	32
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	33
12. Аннотация рабочей программы дисциплины	34
13. Лист регистрации изменений к рабочей программе дисциплины	36
Разработчик:	38

**1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ,
СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (код и название компетенции)	Планируемые результаты обучения	Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы
<p>способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1)</p>	<p>Выпускник знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные теоретические положения, лежащие в основе аналитической химии; – природу и сущность явлений, процессов в различных химических системах, лежащих в основе химических методов анализа; – типы реакций и процессов в аналитической химии (кислотно-основные реакции, реакции комплексообразования, окислительно-восстановительные реакции); – специфичность аналитического сигнала и особенности его измерения в различных методах химического анализа. <p>умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять качественный анализ химическими методами; – осуществлять выбор метода количественного анализа конкретного вещества. <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками определения ионов и веществ химическими методами анализа; – навыками приготовления растворов заданной концентрации различными способами (по точной навеске, из стандарт-титра, разбавлением); – навыками измерения аналитического сигнала. 	<p>в соответствии с учебным планом и планируемыми и результатами освоения ОПОП</p>
<p>Владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2)</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы химических методов качественного и количественного (титриметрии и гравиметрии) анализа - специфические реакции, действия групповых реагентов по кислотно-основной классификации, рабочие растворы, определяемые вещества, индикаторы, кривые титрования, стадии гравиметрического определения; – основные принципы и методы идентификации соединений химическими методами анализа; – основные положения, лежащие в основе выбора метода и схемы качественного и количественного анализа; – основные положения учета погрешностей на всех стадиях выполнения анализа и расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик; 	<p>в соответствии с учебным планом и планируемыми и результатами освоения ОПОП</p>

	<p>умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> –выполнять качественный и количественный анализ некоторых веществ на основе самостоятельного выбора схемы анализа и методики его проведения; –оформлять результаты количественного анализа с учетом метрологических характеристик; <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> –навыками качественного и количественного анализа ионов и веществ; –навыками работы на различных аналитических установках и приборах; –навыками расчета и оформления результатов качественного и количественного анализа. 	
<p>Знание норм техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6)</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> –основные группы рисков в аналитической лаборатории; <p>умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> –организовывать безопасную работу в аналитической лаборатории. <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> –навыками безопасной работы в аналитической лаборатории и обращения с химической посудой, реактивами, электрическими приборами. 	<p>в соответствии с учебным планом и планируемым и результатами освоения ОПОП</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к дисциплинам Блока 1 базовой части дисциплин направления. Изучение данной дисциплины базируется на освоении студентами дисциплин «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия».

К началу изучения дисциплины студенты должны владеть:

- *знаниями* электронной теории строения атома и веществ, химических свойств элементов различных групп периодической системы и их важнейших соединений, основных понятий и методов математического анализа и математической статистики; законов химии;
- *умениями* проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы уравнений; решать типовые химические задачи, использовать физические величины, выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии;
- *навыками и (или) опытом деятельности* проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента, теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов, экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений.

Дисциплина «Аналитическая химия» является базовой для дисциплин «Физико-химические методы анализа», «Анализ объектов окружающей среды».

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

РАЗДЕЛ 1. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

Вид учебной работы	Объем зачетных единиц / часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	3/108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	2,06/74
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия (включая защиту отчета по лабораторным работам)	54
семинарские занятия	-
практические занятия	-
КСРС	2
Самостоятельная работа студента (всего)	0,94/34
в том числе:	
внеаудиторная самостоятельная работа по подготовке к лекционным занятиям	2
внеаудиторная самостоятельная работа по подготовке к лабораторным занятиям и защите отчета	12
внеаудиторная самостоятельная работа при подготовке к семинарским и/или практическим занятиям	-
подготовка учебного проекта	-
подготовка к контрольной работе	2
выполнение заданий для самостоятельной работы в системе управления обучением MOODLE	12
выполнение курсового проекта (работы)	-
подготовка к зачету	6
Экзамен	-
другие виды самостоятельной работы студента	-
Промежуточная аттестация в форме зачета	

РАЗДЕЛ 2. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

Вид учебной работы	Объем зачетных единиц / часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	5/180
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	2,83/102
в том числе:	
лекции	26
лабораторные занятия (включая защиту отчета по лабораторным работам)	72
семинарские занятия	-
практические занятия	-
КСРС	4
Самостоятельная работа студента (всего)	42
в том числе:	
внеаудиторная самостоятельная работа по подготовке к лекционным занятиям	2
внеаудиторная самостоятельная работа по подготовке к лабораторным занятиям и защите отчета	12
внеаудиторная самостоятельная работа при подготовке к семинарским и/или практическим занятиям	-
подготовка учебного проекта	12
подготовка к контрольной работе	4
выполнение заданий для самостоятельной работы в системе управления	12

обучением MOODLE	
выполнение курсового проекта (работы)	-
подготовка к зачету	-
Экзамен	36
другие виды самостоятельной работы студента	-
Промежуточная аттестация в форме экзамена	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Наименование тем (разделов)	Количество академических или астрономических часов по видам учебных занятий			
	Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Другие виды учебных занятий	Самостоятельная работа обучающихся
РАЗДЕЛ 1. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ				
Тема 1. Предмет, задачи и методы аналитической химии	2			3
Тема 2. Типы химических реакций и реагентов	4	8		3
Тема 3. Химическое равновесие в реальных системах	2	8		3
Тема 4. Протолитические равновесия	4	8		6
Тема 5. Равновесие в системе осадок-раствор	2	8		4
Тема 6. Равновесия в окислительно-восстановительных реакциях	2	16		5
Тема 7. Химическое равновесие в реакциях комплексообразования	2	6		4
Контроль самостоятельной работы студентов			2	
Подготовка к зачету				6
ИТОГО	108	18	54	2
РАЗДЕЛ 2. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ				
Тема 1. Метрологические характеристики методов анализа	2	4		6
Тема 2. Гравиметрический анализ	4	8		6
Тема 3. Титриметрический анализ	2	8		6
Тема 4. Методы кислотно-основного титрования	6	16		6
Тема 5. Методы редоксиметрии	6	16		6
Тема 6. Методы седиметрии	4	8		6
Тема 7. Методы комплексометрии	2	12		6
Контроль самостоятельной работы студентов			4	
Экзамен			36	
ИТОГО	180	26	72	42

РАЗДЕЛ 1. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

Тема 1. Предмет, задачи и методы аналитической химии

Предмет аналитической химии и основные задачи. Место аналитической химии в системе естественных, математических, технических и гуманитарных наук.

Основные этапы развития аналитической химии. Вклад российских ученых в теорию и практику аналитической химии. Современное состояние аналитической химии.

Принципы, положенные в основу классификации в аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Виды анализа: элементный, изотопный, молекулярный, структурно-групповой, вещественный, фазовый.

Методы анализа. Классификация в зависимости от этапов анализа: методы отбора проб, разложения (вскрытия проб), разделения, обнаружения, определения, гибридные методы. Классификация в зависимости от характера протекающих процессов: химические, физические, физико-химические, биологические. Классификация в зависимости от массы и объема образца: макро-, полумикро-, микро-, ультрамикро-, субмикро-, субультрамикроанализ.

Тема 2. Типы химических реакций и реагентов

Требования, предъявляемые к аналитическим реакциям. Классификация в зависимости от характера химического взаимодействия: кислотно-основные, окислительно-восстановительные, реакции комплексообразования и осаждения-растворения. Классификация в зависимости от применения: реакции разделения, маскировки, обнаружения (открытия), количественного определения. Гомогенные и гетерогенные реакции. Условия проведения аналитических реакций. Влияние среды, температуры, катализатора, концентрации реагирующих и посторонних веществ на протекание аналитических реакций.

Ход качественного анализа: дробный и систематический. Аналитические группы. Классификация катионов по сульфидной, кислотно-щелочной и аммиачно-фосфатной системам анализа.

Сухой (пирохимический, термическое разложение, растирание порошков) и мокрый способы выполнения аналитической реакции. Микрористаллоскопические и капельные реакции. Классификация реакций по степени их селективности: общепаналитические, групповые, селективные (избирательные), специфические. Предел обнаружения. Открываемый минимум, предельная концентрация, предельное разбавление, минимальный объем. Способы повышения предела обнаружения и избирательности реакций.

Тема 3. Химическое равновесие в реальных системах

Закон действия масс как теоретическая основа химического анализа. Скорость химической реакции, константа скорости и ее физический смысл. Факторы, влияющие на скорость реакции: природа и концентрация реагирующих веществ, растворитель, температура, катализатор.

Химическое равновесие. Термодинамическая и концентрационная константы равновесия. Факторы, влияющие на термодинамическую константу равновесия: природа реагирующих веществ, температура.

Ионная сила раствора. Активность и коэффициент активности.

Тема 4. Протолитические равновесия

Основные положения теории электролитической диссоциации С. Аррениуса. Сольвентная теория Э. Франклина. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Понятие о сопряженных кислотах и основаниях. Примеры нейтральных, катионных и анионных кислот и оснований. Протолитические реакции. Электронная теория Льюиса и обобщенная теория Усановича. Сопоставление различных теорий кислот и оснований.

Автопротолиз. Ионное произведение воды. Влияние растворителей на силу электролитов. Классификация растворителей: протонные (протофильные, протогенные, амфипротные) и апротонные (неполярные, полярные); нивелирующие и дифференцирующие.

Константа кислотности (константа диссоциации кислоты) и константа основности (константа диссоциации основания) протолитической пары. Степень диссоциации. Зависимость степени диссоциации от концентрации электролитов в растворе и температуры. Закон разбавления Оствальда. Вычисление константы и степени диссоциации протолитов. Смещение ионных равновесий.

Концентрация катиона водорода в водных растворах протолитов. Водородный показатель. Вывод формул, вычисление концентрации протонов и гидроксид-ионов и pH растворов кислот и оснований в зависимости от их силы.

Буферные системы. Механизм действия буферов. Вычисление pH буферных растворов, концентрации электролитов, степени диссоциации слабых электролитов в них. Буферная емкость. Применение буферных систем в анализе.

Расчеты констант равновесия протолитических реакций между: 1) сильной кислотой и основанием; 2) слабой кислотой и сильным основанием; 3) сильной кислотой и слабым основанием; 4) слабыми кислотой и основанием; 5) солью и кислотой; 6) солью и основанием.

Тема 5. Равновесие в системе осадок-раствор

Равновесие в гетерогенной системе на границе раздела между раствором и твердой фазой (осадком). Константа растворимости (произведение растворимости) K_s . Вычисление растворимости вещества по константе растворимости и наоборот. Факторы, влияющие на растворимость: температура, природа растворителя. Влияние на растворимость осадков одноименных ионов. Солевой эффект. Работы И.В. Тананаева. Условие выпадения осадков.

Факторы, влияющие на полноту осаждения: температура, растворитель, природа и количество осадителя, ионная сила и pH растворов. Дробное осаждение.

Растворение осадка в результате кислотно-основного, окислительно-восстановительного взаимодействия, комплексообразования. Расчет констант равновесия данных типов реакций. Превращение одних трудно растворимых соединений в другие.

Загрязнение осадков и растворов. Соосаждение. Адсорбция и десорбция. Зависимость адсорбции от концентрации раствора, поверхности осаждаемого вещества, температуры. Правила адсорбции ионов. Окклюзия, совместное осаждение, образование смешанных кристаллов (изоморфизм). Коллектор. Адсорбенты. Иониты.

Тема 6. Равновесия в окислительно-восстановительных реакциях

Сущность и классификация окислительно-восстановительных реакций. Стандартные окислительно-восстановительный и формальный потенциалы, их определение. Водородный электрод. Уравнение Нернста.

Факторы, влияющие на окислительно-восстановительный потенциал: концентрация окисленной и восстановленной форм, pH растворов, температура. Направленность окислительно-восстановительной реакции.

Константа равновесия. Способ смещения равновесия: регулирование pH растворов, образование труднорастворимых соединений, комплексообразование, влияние температуры и ионной силы раствора.

Скорость и механизм окислительно-восстановительных реакций. Важнейшие окислители и восстановители, применяемые в анализе, их характеристика. Подбор наиболее эффективных окислителей (восстановителей) для конкретных случаев анализа.

Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций методами электронного и электронно-ионного баланса.

Тема 7. Химическое равновесие в реакциях комплексообразования

Понятие о комплексных соединениях. Классификация, номенклатура комплексных соединений. Двойные соли, внутрикомплексные соединения. Современное представление о строении комплексных соединений.

Равновесия в растворах комплексных соединений. Константа нестойкости и константа устойчивости. Влияние температуры, среды, избытка реагента на равновесия в растворах комплексных соединений.

Разрушение комплексных ионов. Расчет концентрации частиц в растворах комплексных соединений. Применение комплексных соединений в анализе.

РАЗДЕЛ 2. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

Тема 1. Метрологические характеристики методов анализа

Погрешность анализа. Абсолютная и относительная погрешности измерения. Систематические погрешности. Методические, инструментальные, реактивные, оперативные, личные погрешности, их характеристика, способы выявления и устранения. Контрольный (холостой) опыт. Стандартные образцы. Метод варьирования пробы.

Калибровка приборов и инструментов.

Классификация реактивов по степени их чистоты. Случайные погрешности. Промахи.

Правила вычисления результатов анализа. Значащие цифры.

Тема 2. Гравиметрический анализ

Сущность и классификация гравиметрического анализа. Закон сохранения массы веществ. Методы осаждения, выделения, прямой и косвенной отгонки. Осаждаемая и гравиметрическая формы, требования, предъявляемые к ним. Выбор и расчет количества осадителя. Условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. Полнота осаждения. Механизмы осаждения и созревания осадков. Метод возникающих реагентов. Причины загрязнения осадков. Операции метода осаждения. Условия фильтрования, промывания, высушивания и прокаливания осадков. Аналитические весы. Точность гравиметрического анализа. Характеристика метода, область применения. Расчетные задачи. Аналитический множитель.

Тема 3. Титриметрический анализ

Сущность и классификация титриметрического анализа. Характеристика метода и область применения. Работы Гей-Люссака. Молярная и нормальная концентрации, титр, титр по определяемому веществу, их взаимосвязь.

Титрование. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Приготовление титрованных растворов. Стандартные вещества, требования к ним. Первичный и вторичный стандарты.

Способы титрования: метод отдельных навесок и метод пипетирования. Приемы титрования: прямое, обратное (по остатку), косвенное титрование.

Расчет результатов титриметрического анализа. Измерительная посуда и проверка ее вместимости.

Тема 4. Методы кислотно-основного титрования

Ацидиметрия и алкалиметрия. Различные случаи титрования: титрование сильной кислоты сильной щелочью, слабой кислоты сильной щелочью, слабой щелочи сильной кислотой, гидролизующихся солей.

Кривые титрования. Кислотность, щелочность среды и водородный показатель.

Точка нейтрализации и конечная точка титрования. Индикаторы. Теория индикаторов. Интервалы перехода окраски важнейших индикаторов. Показатель индикаторов. Выбор индикаторов для конкретных случаев титрования. Влияние различных факторов на показания различных индикаторов. Индикаторные погрешности титрования.

Тема 5. Методы редоксиметрии

Сущность и классификация методов редоксиметрии. Реакции окисления-восстановления.

Окислительно-восстановительный эквивалент, окислительно-восстановительные потенциалы, зависимость их от концентрации окислительной и восстановительной формы и pH растворов. Константы равновесия редокс-реакций.

Кривые титрования, окислительно-восстановительные индикаторы.

Перманганатометрия. Рабочие растворы. Способы перманганатометрического титрования. Применение метода перманганатометрии для определения разных веществ: восстановителей, окислителей и веществ, не обладающих окислительно-восстановительными свойствами.

Иодометрия. Иод как окислитель и иодид-ион как восстановитель. Рабочие растворы иодометрии. Способы титрования. Определение окислителей и восстановителей.

Дихроматометрия. Рабочие растворы. Способы титрования. Примеры определения окислителей и восстановителей.

Тема 6. Методы седиметрии

Сущность и теоретические основы методов осаждения. Кривые титрования по методу осаждения. Классификация методов осаждения.

Аргентометрия. Сущность метода и область его применения. Приготовление рабочего раствора нитрата серебра. Способы титрования. Безиндикаторный способ Гей-Люссака, способ Мора, способ Фаянса. Индикаторы-реагенты и адсорбционные индикаторы.

Роданометрия или способ Фольгарда. Сущность метода и область применения.

Тема 7. Методы комплексометрии

Сущность и теоретические основы методов комплексометрии. Классификация методов. Рабочие растворы. Способы титрования. Области применения.

Комплексонометрия. Комплексоны и их применение в количественном анализе. Сущность комплексонометрического титрования с трилоном Б (ЭТДА). Индикаторы комплексонометрии. Методика определения общей жесткости воды. Вычисление результатов анализа. Определение алюминия и других катионов комплексонометрическим методом.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов по дисциплине представлены в модульной объектно-ориентированной динамической учебной среде Moodle.

Для самостоятельной проработки материала в течение семестра студентам рекомендуется ряд учебно-методических пособий:

1. Васильев, В. П. Аналитическая химия [Текст]: учебник для студентов вузов / В. П. Васильев. - М.: Дрофа. Кн.1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа, 5-е изд., стер. - 2005. - 368 с.

2. Васильев, В. П. Аналитическая химия [Текст]: сборник вопросов, упражнений и задач / В. П. Васильев, 3-е изд., стереотип. - М.: Дрофа, 2004. - 318 с.: ил.

3. Гильманшина, С. И. Основы аналитической химии: Курс лекций [Текст]: учебное пособие для студентов и преподавателей вузов / С. И. Гильманшина. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2006. - 224 с.

4. Егоров, В. В. Неорганическая и аналитическая химия. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учебник для вузов / В. В. Егоров, Н.И. Воробьева, И.Г. Сильвестрова. - СПб.: Лань, 2014. - 144 с. - ISBN 978-5-8114-1602-8: Б. ц. URL: <http://e.lanbook.com/view/book/45926/>

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Формирование компетенций: Владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2), «знание норм техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях» (ОПК-6), способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1) осуществляется в несколько этапов в соответствии с учебным планом и планируемыми результатами освоения ОПОП, соотнесенными с планируемыми результатами обучения по каждой дисциплине (модулю) и практике.

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1)

Дескриптор компетенций	Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	<ul style="list-style-type: none"> – основных теоретических положений, лежащих в основе аналитической химии; – природы и сущности явлений, процессов в различных химических системах, лежащих в основе химических методов анализа; – типов реакций и процессов в аналитической химии (кислотно-основные реакции, реакции комплексообразования, окислительно-восстановительные реакции); – специфичности аналитического сигнала и особенностей его измерения в различных методах химического анализа. 	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент в целом набрал от 41 до 60 баллов.</p> <p>Оценка «хорошо» выставляется, если студент в целом набрал от 61 до 80 баллов.</p> <p>Оценка «отлично» выставляется, если студент в целом набрал от 81 до 100 баллов.</p>
Умения	<ul style="list-style-type: none"> – выполнять качественный анализ химическими методами; – осуществлять выбор метода количественного анализа конкретного вещества. 	
Навыки и (или) опыт деятельности	<ul style="list-style-type: none"> – определения ионов и веществ химическими методами анализа; – приготовления растворов заданной концентрации различными способами (по точной навеске, из стандарт-титра, разбавлением); – измерения аналитического 	

сигнала.

Владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2)

Дескриптор компетенций	Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	<ul style="list-style-type: none"> –основ химических методов качественного и количественного (титриметрии и гравиметрии) анализа - специфические реакции, действия групповых реагентов по кислотно-основной классификации, рабочие растворы, определяемые вещества, индикаторы, кривые титрования, стадии гравиметрического определения; –основных принципов и методов идентификации соединений химическими методами анализа; – основных положений, лежащих в основе выбора метода и схем качественного и количественного анализа; –основных положений учета погрешностей на всех стадиях выполнения анализа и расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик. 	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент в целом набрал от 41 до 60 баллов.</p> <p>Оценка «хорошо» выставляется, если студент в целом набрал от 61 до 80 баллов.</p> <p>Оценка «отлично» выставляется, если студент в целом набрал от 81 до 100 баллов.</p>
Умения	<ul style="list-style-type: none"> –выполнять качественный и количественный анализ некоторых веществ на основе самостоятельного выбора схемы анализа и методики его проведения; –оформлять результаты количественного анализа с учетом метрологических характеристик. 	
Навыки и (или) опыт деятельности	<ul style="list-style-type: none"> –качественного и количественного анализа ионов и веществ; –работы на различных аналитических установках и приборах; – расчета и оформления результатов качественного и количественного анализа. 	

Знание норм техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6)

Дескриптор компетенций	Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	–основных групп рисков в аналитической лаборатории.	Оценка «удовлетворительно»

Умения	–организовывать безопасную работу в аналитической лаборатории.	выставляется, если студент в целом набрал от 41 до 60 баллов. Оценка «хорошо»
Навыки и (или) опыт деятельности	– безопасной работы в аналитической лаборатории и обращения с химической посудой, реактивами, электрическими приборами.	выставляется, если студент в целом набрал от 61 до 80 баллов. Оценка «отлично» выставляется, если студент в целом набрал от 81 до 100 баллов.

Критерии оценивания компетенций формируются на основе балльно-рейтинговой системы с помощью комплекса методических материалов, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих данный этап формирования компетенций (пункты 6.3, 6.4).

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля.

Текущий контроль. Подразумевает оценку уровня теоретического изучения материала, так и экспериментальной работы в практикуме. Оценка студента складывается из баллов, полученных при выполнении лабораторно-практических занятий, индивидуальных контрольных экспериментальных задач, защиты лабораторных работ, тестов, контрольных работ, домашних работ и коллоквиумов, которые являются обязательным для всех студентов. Результаты текущего контроля служат основанием для выставления оценок в ведомости контрольных недель (аттестаций) на факультете.

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

Для сдачи каждого задания устанавливается определенное время сдачи (в течение недели, месяца и т.п.). Задания, сданные позже этого срока, оцениваются в два раза ниже, чем это установлено в *рейтинг-плане* дисциплины.

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в конце семестра также путем балльной оценки. Рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов на экзамене. Максимальный итоговый рейтинг составляет 100 баллов.

Для сдачи каждого задания устанавливается определенное время (в течение недели, месяца и т.п.). Задания, сданные позже установленного срока, оцениваются в два раза ниже, чем это установлено в *рейтинг-плане* дисциплины.

<i>№п/п</i>	<i>Вид контроля знаний</i>	<i>Баллов</i>
1	Посещение лабораторных занятий (0,5 x 14= 7)	7
2	Защита лабораторных работ (1 x 13 = 13)	13
3.	Индивидуальные контрольные экспериментальные задачи (1 x 10 =10)	10
4.	Контрольная работа (10 x 2 = 20)	20
6.	Решение блоков задач (2 x 5 = 10)	10
7.	Тесты (2 x 5 = 10)	10

Аналитическая химия		Б.1.Б.16
8.	Коллоквиумы (5 x 2 = 10)	10
Количество баллов в семестре:		80 баллов
Количество баллов на зачете:		20 баллов
№ п/п	Вид контроля знаний	Баллов
1.	Посещение лабораторных занятий (0,5 x 12 = 6)	6
2.	Индивидуальные контрольные экспериментальные задачи (2 x 7 = 14)	14
3.	Контрольная работа (15 x 2 = 30)	30
4.	Решение блоков задач (домашние работы) (1 x 5 = 5)	5
5.	Тесты (1 x 5 = 5)	5
6.	Коллоквиумы (5 x 2 = 10)	10
7.	Проектное задание	10
Количество баллов в семестре:		80 баллов
Количество баллов на экзамене:		20 баллов

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

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Аналитическая химия» представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

- Входной контроль (дидактические карточки, 2 варианта). Представляет собой перечень из 10 основных вопросов, ответы на которые студент должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин (общей и неорганической химии, математики, физики). Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Входной контроль проводится в письменном виде на первой лекции в течение 15 минут. Проверяются входные знания к текущему семестру.

- Тесты (дидактические карточки, 5 тем, 10 вариантов). Представляют собой перечень из 10 вопросов с выбором правильного ответа, на составление соответствия, записи уравнений реакций. Проводятся в соответствии с тематическим планом.

- Вопросы к коллоквиумам (дидактические карточки, 15 вариантов). Представляют собой перечень вопросов. Проверяется знание теоретического лекционного материала, тем, вынесенных на самостоятельную проработку, знание и понимание методик проведения экспериментальных исследований, выводы и преобразования уравнений, описывающих основные химические процессы.

- Контрольные работы (дидактические карточки, 2 комплекта по 15 вариантов). Состоят из практических вопросов по основным разделам курса. Проверяется степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенных умений на репродуктивном и продуктивном уровне.

- Билеты к зачету (1 комплект из 10 вариантов). Включают вопросы, охватывающие теоретические знания и практические навыки по всем разделам, изучаемым в данном семестре.

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом на

репродуктивном уровне, когнитивные умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов.

В соответствии с рейтинговой системой, текущий контроль производится ежемесячно в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем).

Пример тестового задания.

Вариант 0

1. Реагенты, дающие возможность открывать данный ион в присутствии других ионов, называются...
 - 1) избирательными
 - 2) групповыми
 - 3) характерными
 - 4) специфическими
2. Мера способности реагента показывать хорошо фиксируемый аналитический эффект при взаимодействии с искомым веществом называется ...
 - 1) избирательностью
 - 2) чувствительностью
 - 3) специфичностью
3. С точки зрения теории Льюиса основанием является...
 - 1) фторид бора(III)
 - 2) ион серебра
 - 3) ион аммония
 - 4) аммиак
4. Летучие соли кальция окрашивают бесцветное пламя горелки в ____ цвет.
 - 1) кирпично-красный
 - 2) желтый
 - 3) желто-зеленый
 - 4) карминово-красный
5. Степень ионизации серной кислоты наибольшая в ...
 - 1) аммиаке
 - 2) этаноле
 - 3) воде
 - 4) уксусной кислоте
6. Наиболее высокое значение ионной силы создает сантимольный раствор...
 - 1) хлорида натрия
 - 2) хлорида бария
 - 3) фосфата натрия
 - 4) сульфата железа(III)
7. Характерной для обнаружения Sr^{2+} в растворе является реакция с ...
 - 1) оксалатом аммония
 - 2) гипсовой водой
 - 3) серной кислотой
 - 4) гексацианоферратом(II) калия
8. Установите соответствие между катионами и реактивами для их обнаружения. Запишите последовательность цифр.

<i>Катион</i>	<i>Реактив</i>
Ag^+	1) NH_4F
Pb^{2+}	2) KI

Na ⁺	3)	KH ₂ SbO ₄
	4)	K ₂ SO ₄

9. Реакция обнаружения K⁺ гексанитрокобальтатом(III) натрия сопровождается...
- 1) появлением желтой окраски раствора
 - 2) образованием белого кристаллического осадка
 - 3) выпадением желтого кристаллического осадка
 - 4) появлением черных кубических кристаллов
10. Величина, показывающая в каком наибольшем объеме водного раствора содержится 1 г определяемого иона, называется...
- 1) минимальным объемом
 - 2) предельным разбавлением
 - 3) предельной концентрацией
 - 4) молярной концентрацией

Пример задания к коллоквиуму

Вариант 0

1. Дайте характеристику и приведите примеры систематического и дробного хода анализа. Предложите схему разделения смеси, состоящей из NH₄⁺, Ag⁺, Pb²⁺.
2. На основе различных теорий кислот и оснований охарактеризуйте свойства AlCl₃.
3. Покажите пути смещения равновесия реакции гидролиза хлорида аммония.
4. Выведите формулу вычисления pH ацетатного буфера.

Пример контрольной работы

Вариант 0

1. Рассчитайте молярную концентрацию бромиды кобальта(II) в растворе (пл. 1,182 г/см³) с массовой долей соли 18%.
2. Молярная концентрация окислителя в растворе равна 0,025 моль/л. Определите молярную концентрацию эквивалента окислителя в реакции:

$$\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \dots$$
3. Вычислите pH сантимольного раствора уксусной кислоты ($K_a=1,74 \cdot 10^{-5}$).
4. Рассчитайте степень гидролиза и pH в 0,18 M растворе бромиды аммония. Составьте уравнения гидролиза соли в молекулярном и молекулярно-ионном виде. $K_b(\text{NH}_3)=1,76 \cdot 10^{-5}$

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

Для успешного решения задач по аналитической химии рекомендуется выучить следующие основные понятия и разобрать следующие вопросы:

- 1) способы выражения состава растворов (массовая доля вещества в растворе, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента), взаимосвязь между этими физическими величинами и переход от одного способа выражения концентрации вещества к другому;

- 2) фактор эквивалентности в реакциях ионного обмена и окислительно-восстановительных реакциях; понятия: окислитель, восстановитель, окисленная форма восстановителя, восстановленная форма окислителя, процесс окисления, процесс восстановления, электронно-ионный баланс;
- 3) протолитическая теория, водородный показатель, степень ионизации, константы ионизации (основности и кислотности);
- 4) гидролиз солей, буферные системы, расчет pH различных систем.
- 5) растворимость (в г/л, моль/л) и произведение растворимости, их математическое выражение, условия образования и растворения осадков;
- 6) комплексные соединения, номенклатура, константа нестойкости и ее математическое выражение; обратить внимание на то, что индекс приведенных в справочнике значений K_n указывает, по какому числу ступеней идет диссоциация, совпадает с координационным числом центрального атома;
- 7) электродный потенциал, константа редокс-процесса, уравнение Нернста, метод электронно-ионного баланса при составлении ОВР с участием изучаемых катионов и анионов; обратить внимание на то, что: в уравнении Нернста под знаком логарифма может стоять отношение:

$$c(\text{Ox})/c(\text{Red}); n(\text{Ox})/n(\text{Red}); c(\text{Ox}) \cdot V(\text{Ox})/c(\text{Red}) \cdot V(\text{Red});$$

- для расчета константы редокс-процесса необходимо помнить, что общее число электронов, отдаваемое восстановителем, равно числу электронов, присоединяемых окислителем;
- изменение редокс-потенциала определяется соотношением концентраций (активностей) окисленной и восстановленной форм. Если соотношение активностей окисленной и восстановленной форм больше 1, то значение редокс-потенциала системы увеличивается по сравнению со стандартным потенциалом; если соотношение активностей окисленной и восстановленной форм меньше 1, то значение редокс-потенциала системы уменьшается по сравнению со стандартным потенциалом.

Пример индивидуальной экспериментальной задачи

Экспериментально определите катионы IV-VI аналитических групп, содержащиеся в контрольной смеси № _____. Составьте схему анализа. Полученные результаты подтвердите уравнениями соответствующих реакций.

Типовые тестовые задания

1. Для приготовления стандартного раствора по навеске применяется...
 - 1) муравьиная кислота
 - 2) концентрированная серная кислота
 - 3) гидроксид натрия
 - 4) десятиводный тетраборат натрия
2. Правильная запись отсчета объема раствора (см^3) по бюретке емкостью 25 см^3 ...
 - 1) 6,6
 - 2) 6,65
 - 3) 6,6555
 - 4) 6,655
3. Точка стехиометричности находится в кислой среде при титровании...
 - 1) $\text{HCl} - \text{NaOH}$
 - 2) $\text{KOH} - \text{H}_2\text{SO}_4$
 - 3) $\text{HCl} - \text{NH}_3$
 - 4) $\text{NaOH} - \text{CH}_3\text{COOH}$
4. Выбор индикатора при титровании определяют...
 - 1) pT индикатора и скачок на кривой титрования
 - 2) pH титранта и интервал перехода индикатора
 - 3) pT индикатора и pH титранта

4) рТ индикатора и рН титруемого раствора

5. При титровании 0,1 моль/дм³ хлороводородной кислоты раствором едкого натра такой же концентрации в качестве индикатора применяется...

- 1) фенолфталеин (интервал перехода 8—10) 2) ализариновый синий (11—13)
3) метиловый желтый (2,9—4,0) 4) бромфеноловый синий (3,0—4,6)

6. 200 см³ 0,01 моль/дм³ раствора для приготовления 0,005 моль/дм³ раствора разбавляют до объема ___ см³.

- 1) 400 2) 800 3) 500 4) 1000

7. В точке стехиометричности системы HCl–NaOH фенолфталеин имеет ___ окраску.

- 1) синюю 2) фиолетовую 3) розовую 4) малиновую

8. Закончить формулировку «при титровании расходуется объем титранта, ...»

- 1) равный объему анализируемого раствора
2) эквивалентный количеству определяемого вещества
3) больший, чем объем анализируемого раствора
4) меньший, чем объем анализируемого раствора

9. Установите соответствие:

<i>Вид титрования</i>	<i>Определение</i>
1) Прямое	А) Определяемое вещество титруют стандартным раствором или наоборот
2) Обратное	Б) Определяемое вещество реагирует с регентом с образованием другого вещества, реагирующего со стандартным
3) Заместительное	В) Определяемое вещество реагирует с веществом, избыток которого реагирует со стандартным

- 1) АБВ 2) АВБ 3) ВАБ 4) БАВ

10. В точке эквивалентности при титровании слабой кислоты сильным основанием рН рассчитывают по уравнению:

- 1) $\text{pH} = 14 - \text{p}K_a + \lg(c_a/c_{\text{соли}})$ 2) $\text{pH} = 7 + 1/2\text{p}K_a + 1/2\lg c_{\text{соли}}$
3) $\text{pH} = 1/2\text{p}K_a - 1/2\lg c_{\text{соли}}$ 4) $\text{pH} = 14 - 1/2\text{p}K_a + \lg(c_a/c_{\text{соли}})$

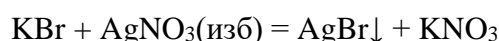
Пример задания к коллоквиуму.

Вариант 0

1. Приведите пример иодометрического определения содержания окислителя X (по вашему выбору).

- Напишите уравнение реакции и выражение закона эквивалентов для этой реакции.
- Рассчитайте константу равновесия данной реакции.
- Нарисуйте схему эксперимента, обозначив основные этапы определения.
- Что является первичным стандартом? Составьте уравнение реакции стандартизации рабочего раствора.
- Объясните, является ли титрант Т стандартным веществом.
- Рассчитайте область скачка кривой титрования.
- Обоснуйте выбор индикатора.

2. Определите, какие метод и способ титрования использованы в приведенном примере:



Приведите формулы для расчета результата анализа (массы, массовой доли X).

*Пример контрольной работы***Вариант 0**

1. Рассчитайте массу (г) сульфата бария, перешедшего в раствор, при промывании осадка 50,0 мл дистиллированной воды. $K_s^\circ = 1,1 \cdot 10^{-10}$
2. К раствору, содержащему 0,3655 г карбоната натрия, добавили 40,00 мл раствора хлорной кислоты $HClO_4$. Раствор прокипятили и избыток кислоты оттитровали 11,25 мл 0,2732 М NaOH. Определите молярную концентрацию хлорной кислоты.
3. Чему равен pH раствора, если к 100,00 мл 0,1000 н. раствора CH_3COOH ($pK_a = 4,76$) прилили 50,00 мл 0,1000 н. раствора NaOH?

*Пример индивидуального экспериментального задания***Пример задания**

С помощью перманганатометрического титрования определите объем раствора соли железа(II) известной концентрации (10 г/л), выданный для анализа.

Пример проектного задания

Дифференцированное определение уксусной и соляной кислот в их смеси.

Рассмотрим характерные свойства объектов исследования: кислотно–основные, окислительно–восстановительные, способность к образованию труднорастворимых и комплексных соединений.

Исходя из анализа величин констант кислотности, стандартных электродных потенциалов, произведений растворимости соответствующих труднорастворимых соединений, констант нестойкости комплексных соединений, приходим к выводу о том, что наиболее характерными являются кислотные свойства исследуемых соединений и

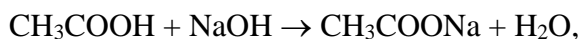
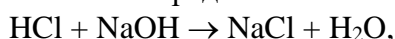
способность хлорид-ионов к образованию труднорастворимых и комплексных соединений. Эти свойства и определяют возможность использования кислотно-основного титрования для определения содержания каждой из кислот и гравиметрии, осадительного титрования, меркуриметрии – для хлороводорода. Следовательно, для решения поставленной задачи можно предположить **два варианта анализа**.

Первый вариант основан на применении метода кислотно-основного титрования. Поскольку исследуемые кислоты существенно отличаются по силе, возникает *гипотеза о возможности их дифференцированного определения при титровании с различными индикаторами*.

Второй вариант предусматривает *сочетание методов анализа*: методом кислотно-основного титрования определяют суммарное количество кислот, количество HCl находят одним из независимых методов (гравиметрия, осадительное или комплексометрическое титрование), а затем вычисляют количество уксусной кислоты в растворе.

Рассмотрим первую гипотезу.

В основе определения лежат следующие реакции:



Проанализируем эти реакции с точки зрения *требований, предъявляемых в титриметрическом анализе*.

а). Реакции протекают *количественно*, практически *до конца*.

Это следует из значений их констант равновесия:

$$K_1 = \frac{a(\text{H}_2\text{O})}{a(\text{H}^+)a(\text{OH}^-)} \approx \frac{c(\text{H}_2\text{O})}{10^{-14}} = \frac{5.56}{10^{-14}} = 5.56 \cdot 10^{15} \gg 1,$$

$$K_1 = \frac{a(\text{CH}_3\text{COO}^-)a(\text{H}_2\text{O})}{a(\text{CH}_3\text{COOH})a(\text{OH}^-)} = \frac{a(\text{CH}_3\text{COO}^-)a(\text{H}_2\text{O})}{a(\text{CH}_3\text{COOH})a(\text{OH}^-)} \cdot \frac{a(\text{H}^+)}{a(\text{H}^+)} = \frac{a(\text{CH}_3\text{COO}^-)a(\text{H}_2\text{O})a(\text{H}^+)}{a(\text{CH}_3\text{COOH})K_{\text{H}_2\text{O}}} \approx$$

$$\approx \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COOH})c(\text{H}_2\text{O})}{K_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{1.76 \cdot 10^{-5} \cdot 5.56}{10^{-14}} = 9.79 \cdot 10^{10} \gg 1.$$

б). Обе реакции протекают *стехиометрично*, в соответствии с представленными уравнениями (1–2), побочные реакции практически отсутствуют. Обратная реакция кислотно-основного взаимодействия образовавшегося CH_3COO^- с водой идет в незначительной степени, так как константа кислотности уксусной кислоты больше 10^{-7} .

в). Обе реакции протекают с *высокой скоростью*, что следует из опытных данных.

г). *Конечную точку титрования* можно фиксировать с помощью рН индикаторов вследствие наличия четкого скачка на кривой титрования ($K_a > 10^{-7}$).

Таким образом, реакции удовлетворяют требованиям титриметрии.

Важным условием титрования является то, что *показатель используемого индикатора (рТ) должен лежать в пределах скачка титрования*. Для 0.1 М растворов исследуемых кислот область скачка находится в пределах ΔpH 4–10 для хлороводорода и 8–10 для уксусной.

Поскольку показатель титрования *фенолфталеина* (рТ 9.0) входит в область скачка титрования каждой из рассмотренных кислот, то с этим индикатором будут титроваться обе кислоты и по результату титрования смеси можно установить *суммарное содержание кислот*. Показатель титрования *метилового оранжевого* (рТ 4.0) входит в область скачка титрования только *хлороводорода*, поэтому правомерно предположить, что с данным индикатором можно определить его количество. Для проверки данного предположения необходимо установить, будет ли к моменту изменения окраски метилового оранжевого вступать в реакцию с титрантом и уксусная кислота. Титрование с метиловым оранжевым заканчивается при рН 4. Найдем рН 0.1 М раствора уксусной кислоты:

$$\text{pH} = 1/2\text{p}K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) - 1/2\lg c(\text{CH}_3\text{COOH}), \text{pH} = 1/2 \cdot 4.76 - 1/2 \cdot \lg 0.1 = 2.3$$

Значит, при рН 4.0 часть уксусной кислоты будет оттитрована. Определим величину вносимой этим погрешности. При титровании уксусной кислоты щелочью образуется ацетат

натрия, который с избытком кислоты дает буферную смесь. Поэтому расчет ведем по формуле:

$$\text{pH} = \text{p}K_a \text{CH}_3\text{COOH} - \lg \frac{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{c_{\text{CH}_3\text{COONa}}}$$

$$\text{Отсюда: } \lg \frac{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{c_{\text{CH}_3\text{COONa}}} = \text{p}K_a \text{CH}_3\text{COOH} - \text{pH} = 4.75 - 4.00 = 0.75, \quad \frac{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{c_{\text{CH}_3\text{COONa}}} = 5.6.$$

Отношение молярной концентрации уксусной кислоты к молярной концентрации ацетата натрия соответствует отношению количества неоттитрованной кислоты к ее оттитрованной части 5.6:1. Следовательно, отношение концентрации оттитрованной уксусной кислоты к начальной ее концентрации составляет $1:(1+5.6)=0.15$, или 15 %. Поэтому с метиловым оранжевым будет оттитрован не только хлороводород, но и 15% от общего количества уксусной кислоты. Это значительно превышает допустимую погрешность анализа и исключает возможность дифференцированного определения кислот в их смеси. Можно установить лишь *суммарное содержание кислот*, причем анализ следует проводить в присутствии фенолфталеина (рТ 9.0) или тимолфталеина (рТ 10.0). Метиловый оранжевый и лакмус для данного определения непригодны.

Рассмотрим *второй вариант*. Как было показано ранее, суммарное содержание кислот находим методом кислотно–основного титрования, используя фенолфталеин в качестве индикатора. Количество хлороводорода определяем независимыми методами.

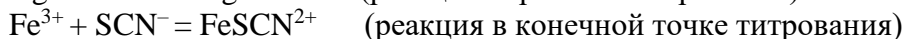
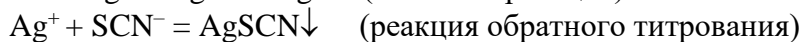
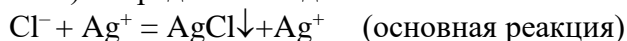
Гравиметрический анализ основан на осаждении хлорид–ионов в виде труднорастворимого соединения, одним из которых является хлорид серебра ($K_s^\circ = 1.78 \cdot 10^{-10}$). Поскольку он легко образует коллоидные растворы, осаждение проводят в присутствии электролита–коагулянта (азотной кислоты) из концентрированных растворов при нагревании и перемешивании. Осадок промывают водой, подкисленной HNO_3 для предотвращения пептизации. На свету и при нагревании (особенно на бумажном фильтре) хлорид серебра разлагается с образованием металлического серебра. Поэтому при созревании осадка в течение часа химический стакан обертывают темной бумагой, фильтрование проводят через стеклянный фильтрующий тигель, а прокаливание заменяют высушиванием при 130°C до постоянной массы.

По массе AgCl рассчитывают молярную концентрацию хлороводорода в растворе:

$$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V} = \frac{n(\text{AgCl})}{V} = \frac{m(\text{AgCl})}{M(\text{AgCl}) \cdot V}$$

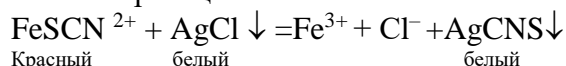
Гравиметрия характеризуется высокой точностью анализа. Однако в сочетании с кислотно–основным титрованием это преимущество метода теряется. В тоже время трудоёмкость анализа и дороговизна осадителя (AgNO_3) делает определение неэкономичным.

Из методов *осадительного титрования* наибольшее распространение получила аргентометрия. Метод Мора неприменим в кислых средах вследствие невозможности фиксирования точки эквивалентности. Поэтому для анализа хлороводорода следует использовать *метод Фольгарда*, или тиоцианатометрию (роданометрию), основанный на реакции между ионами серебра и тиоцианат (роданид)–ионами. Определение проводят способом обратного титрования. К порции исследуемого вещества прибавляют точно измеренный объем титрованного раствора нитрата серебра (заведомый избыток). Не вступивший в реакцию с хлорид–ионом нитрата серебра оттитровывают стандартным раствором тиоцианата аммония в присутствии железоммонийных квасцов (индикатор–реагент). Определение идет по схеме:



Пока не достигнута точка эквивалентности, концентрация тиоцианат–ионов недостаточна для образования комплексов железа. Но первая избыточная капля тиоцианата аммония вызывает оранжево–красное окрашивание реакционной смеси.

Метод Фольгарда позволяет проводить определение в кислотной среде, при этом получаются более точные результаты вследствие предотвращения гидролиза солей железа(III). Однако при стоянии раствора наблюдается его обесцвечивание в результате протекания реакции:



Реакция возможна, так как растворимость хлорид серебра больше, чем тиоцианата серебра ($K_s^\circ(\text{AgCl}) = 1.78 \cdot 10^{-10}$, $K_s^\circ(\text{AgSCN}) = 1.1 \cdot 10^{-12}$). Для получения более точных результатов перед титрованием осадок хлорида серебра отделяют фильтрованием или добавляют в титруемый раствор 1–2 мл нитробензола, четыреххлористого углерода или хлороформа, которые, адсорбируясь на поверхности осадка хлорида серебра, предохраняют его от контакта с раствором. Количество хлороводорода рассчитывают по формуле:

$$n(\text{HCl}) = n(\text{Cl}^-) = n(\text{AgNO}_3) - n(\text{NH}_4\text{SCN}) = c(\text{AgNO}_3) \cdot V(p\text{-pa AgNO}_3) - c(\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot V(p\text{-pa NH}_4\text{SCN})$$

Хлороводород в присутствии уксусной кислоты можно также определить методами меркуро- или меркуриметрии. Несмотря на их простоту и экономичность относительно аргентометрии из-за высокой токсичности титрантов ($\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ и $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$) использование этих методов ограничено.

Вывод: дифференцированное определение хлороводорода и уксусной кислоты в смеси можно провести, используя сочетание двух классических методов. Методом кислотно-основного титрования устанавливают общее количество кислот, количество хлороводорода находят гравиметрически или методом осадительного титрования (роданометрически) и по разности результатов вычисляют количество уксусной кислоты:

$$n(\text{HCl}, \text{CH}_3\text{COOH}) - n(\text{HCl}) = n(\text{CH}_3\text{COOH}).$$

Представим изложенный материал в виде **опорного конспекта**.

Слабая кислота $K_a = 10^{-5}$	← <u>CH₃COOH</u> КОТ	<u>HCl</u> → КОТ	H ⁺ – сильная кислота
		гравиметрия седиметрия комплексометрия	Cl ⁻ → AgCl↓, Hg ₂ Cl ₂ ↓ HgCl ₂ – комплекс

Варианты: 1. КОТ с разными индикаторами → дифференцированное определение;

??

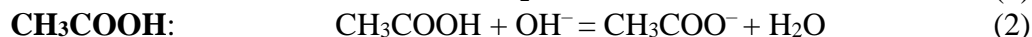
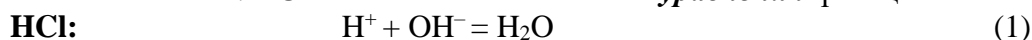
2. а) КОТ с одним индикатором → общее количество кислот;

б) независимые методы → $n(\text{HCl})$,

в) по разности → $n(\text{CH}_3\text{COOH})$.

1. КОТ

Основные *уравнения* реакций:



Выполнение **ТРЕБОВАНИЙ** к реакциям в титриметрии:

Реакции идут:

• до конца, т. к. $K_1 = \frac{a(\text{H}_2\text{O})}{a(\text{H}^+)a(\text{OH}^-)} \approx \frac{c(\text{H}_2\text{O})}{10^{-14}} = \frac{5.56}{10^{-14}} = 5.56 \cdot 10^{15} \gg 1$,

$$K_1 = \frac{a(\text{CH}_3\text{COO}^-)a(\text{H}_2\text{O})}{a(\text{CH}_3\text{COO}^-)a(\text{OH}^-)} = \frac{a(\text{CH}_3\text{COO}^-)a(\text{H}_2\text{O})}{a(\text{CH}_3\text{COO}^-)a(\text{OH}^-)} \cdot \frac{a(\text{H}^+)}{a(\text{H}^+)} = \frac{a(\text{CH}_3\text{COO}^-)a(\text{H}_2\text{O})a(\text{H}^+)}{a(\text{CH}_3\text{COO}^-)K_{\text{H}_2\text{O}}} \approx$$

$$\approx \frac{K_a(\text{CH}_3\text{COO}^-)c(\text{H}_2\text{O})}{K_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{1.76 \cdot 10^{-15} \cdot 5.56}{10^{-14}} = 9.79 \cdot 10^{10} \gg 1.$$

• *стехиометрично*;

• *с высокой скоростью*;

• *возможно фиксировать точку эквивалентности*, например, с помощью рН-индикаторов:

ФЕНОЛФТАЛЕИН рТ 9.0 → $n_{\text{HCl}} + n_{\text{CH}_3\text{COOH}}$,

$\Delta\text{pH}(\text{CH}_3\text{COOH})$ 7.8...10

МЕТИЛЛОРАНЖ рТ 4.0 → только(?) n_{HCl} ,

$\Delta\text{pH}(\text{HCl})$ 4...10

$$pH = pK_a \text{CH}_3\text{COOH} - \lg \frac{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{c_{\text{CH}_3\text{COONa}}}, \quad \lg \frac{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{c_{\text{CH}_3\text{COONa}}} = pK_a \text{CH}_3\text{COOH} -$$

$$-pH = 4.75 - 4.00 = 0.75, \quad \frac{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{c_{\text{CH}_3\text{COONa}}} = 5.6, \quad \frac{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}^{\text{оттитров.}}}{c_{\text{CH}_3\text{COOH}}^{\text{начал.}}} = 0.15.$$

титровать нельзя, т.к. 15% уксусной кислоты оттитровано, погрешность определения велика

Вывод: Титрование с фенолфталеином для определения $[n(\text{HCl})+n(\text{CH}_3\text{COOH})]$ по второму варианту схемы анализа

2. Определение HCl независимыми методами

Гравиметрия
 $\text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow K_s^\circ (\text{AgCl}) = 1.78 \cdot 10^{-10}$

$m(\text{AgCl}) \approx 0.3 \text{ г}$,

т. к. AgCl аморфный

Расчет: $c_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{AgCl}}}{M_{\text{AgCl}} \cdot V}$

Седиметрия

Метод Мора

не используется, т. к.

$pH < 7$

Метод Фольгарда

обратное титрование в кислотной среде

Расчет:

$n(\text{HCl}) = c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3)$

$- c(\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot V(\text{NH}_4\text{SCN})$

Условия

t° , HNO_3

коагулянт, конц.

растворы,

перемешивание

Побочные реакции

t°, hn

$\text{AgCl} \rightarrow \text{Ag}$

для предотвращения:
 стеклянный фильтрующий тигль,
 высушивание при 130°

$\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgCl} \downarrow$

опр. титрант **белый**

$\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{Ag}^+ = \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow$

Индикатор титрант **красный**

Основные процессы

$\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgCl} \downarrow$

опр. избыток **белый**

$\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- = \text{AgSCN} \downarrow$

остаток титрант **белый**

$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- = \text{FeSCN}^{2+}$

индикатор **красный**

Ag_2CrO_4 растворим в кислотной среде \rightarrow невозможно фиксировать точку эквивалентности

Побочные реакции

$\text{FeSCN}^{2+} + \text{AgCl} \downarrow =$
 $= \text{Fe}^{3+} + \text{Cl}^- + \text{AgSCN} \downarrow$

для предотвращения:
 отфильтровать AgCl или добавить CCl_4 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ (адсорб. на поверхности осадка AgCl)

Вывод: дифференцированное определение CH_3COOH и HCl

сочетанием классических методов

$[n(\text{HCl})+n(\text{CH}_3\text{COOH})]$

$n(\text{HCl})$

КОТ с фенолфталеином

гравиметрия

Метод Фольгарда

$n(\text{HCl}) = [n(\text{HCl})+n(\text{CH}_3\text{COOH})]_{\text{КОТ}} - n(\text{HCl})$

Темы проектных заданий

1. Анализ технической соляной кислоты независимыми методами.
2. Анализ технической серной кислоты независимыми методами.
3. Определение степени чистоты щавелевой кислоты независимыми методами.
4. Дифференцированное определение соляной и муравьиной кислот в их смеси.
5. Дифференцированное определение серной и щавелевой кислот в их смеси
6. Определение питьевой соды на содержание основного вещества.
7. Определение содержания Fe(II) в соли Мора независимыми методами.
8. Определение содержания железа в руде независимыми методами.
9. Определение меди в сплавах.
10. Определение кальция в известняке независимыми методами.
11. Определение содержания нитрита натрия в техническом образце.
12. Анализ технического образца дихромата калия на содержание основного вещества.
13. Определение содержания сульфида натрия в техническом образце.
14. Методы определения бромида калия в техническом образце.
15. Определение содержания хлорида калия в сильвините независимыми методами.

16. Дифференцированное определение хлороводорода и хлорида натрия в их смеси.
17. Методы определения жесткости воды.
18. Определение пероксида водорода.
19. Определение хлорида натрия в поваренной соли независимыми методами.
20. Определение сульфата меди(II) в техническом медном купоросе.
21. Определение катионов меди в малахите.
22. Определение содержания карбоната кальция в известняке.
23. Определение содержания железа в чугунах.
24. Определение содержания серы в пирите.
25. Определение содержания железа в пирите.
26. Определение хрома в сплавах.
27. Определение пероксида водорода в растворе независимыми методами.
28. Определение активного хлора в хлорной извести.
29. Определение катионов свинца независимыми методами.
30. Определение никеля в сплавах.

Вопросы к зачету

1. Предмет аналитической химии. Виды анализа: изотопный, элементный, функциональный, структурный, молекулярный, фазовый. Химические, физико-химические, физические методы анализа.
2. Основные метрологические понятия и представления.
3. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.
4. Аналитический сигнал и помехи. Измерение. Объем информации в аналитическом сигнале. Градуировочный график. Способы оценки правильности.
5. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа.
6. Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Отбор проб.
7. Качественный химический анализ. Идентификация атомов, ионов, веществ.
8. Химическое равновесие в реальных системах. Факторы, влияющие на равновесие в реальных системах. Ионная сила раствора. Активность и коэффициенты активности ионов.
9. Скорость реакций в химическом анализе. Факторы, влияющие на скорость.
10. Кислотно-основные реакции. Константа кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания.
11. Вычисления pH растворов сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и смеси оснований, амфолитов. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах.
12. Буферные растворы и их свойства. Расчет pH буферных растворов. Буферная емкость. Типы буферных систем, их назначение в анализе.
13. Гидролиз солей. Взаимосвязь между концентрацией, степенью и константой гидролиза. Вычисления pH растворов солей, подвергающихся гидролизу. Использование реакций гидролиза в химическом анализе.

14. Реакции комплексообразования. Равновесия реакций комплексообразования. Константы устойчивости (ступенчатые и общие).

15. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования.

16. Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы.

17. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций (рН, комплексообразование, образование малорастворимых соединений). Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе.

18. Реакции осаждения. Равновесия в системе осадок-раствор. Произведение растворимости.

19. Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации. Чувствительность аналитических реакций; способы ее выражения. Избирательность и специфичность реакций. Групповые и частные реакции.

20. Системы качественного анализа катионов: кислотнo-щелочная, сульфидная, аммиачно-фосфатная. Групповые реагенты. Аналитические группы катионов и анионов. Качественные реакции отдельных катионов и анионов.

Вопросы к экзамену

1. Гравиметрический анализ. Классификация методов и их сущность.
2. Метод осаждения. Сущность, требования к осаждаемой форме. Загрязнение осадка.
3. Титриметрический анализ. Сущность, классификация.
4. Титриметрический анализ. Способы титрования. Примеры.
5. Кислотно-основное титрование. Сущность, классификация, требования к реакциям, фиксирование конечной точки титрования.
6. Алкалометрия. Объекты, титранты, первичные стандарты. Примеры.
7. Ацидиметрия. Объекты, титранты, первичные стандарты. Примеры.
8. Кислотно-основные индикаторы. Выбор индикаторов.
9. Кривые кислотно-основного титрования и их анализ.
10. Построение кривой титрования сильной кислоты щелочью.
11. Построение кривой титрования щелочи сильной кислотой.
12. Окислительно-восстановительное титрование. Сущность метода. Классификация.
13. Индикаторы редоксиметрии.
14. Перманганатометрия. Сущность метода. Выбор объекта, титранты, первичные стандарты.
15. Примеры перманганатометрического определения восстановителей.
16. Примеры перманганатометрического определения окислителей.
17. Примеры перманганатометрического определения ионов, не обладающих окислительно-восстановительной активностью.
18. Дихроматометрия. Сущность метода. Выбор объекта, титранты, первичные стандарты. Примеры.
19. Иодометрия. Сущность метода. Выбор объекта, титранты первичные стандарты. Примеры.
20. Осадительное титрование (седиметрия). Сущность метода. Классификация. Выбор объекта, титранты, первичные стандарты.
21. Аргентометрия. Сущность, виды. Примеры.
22. Тиоцианатометрия. Сущность метода, примеры.

23. Индикаторы осадительного титрования.

24. Комплексометрическое титрование. Сущность метода. Выбор объекта, титранты, первичные стандарты.

25. Комплексонометрия. Сущность метода. Выбор объекта, титранты, первичные стандарты. Примеры.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Дисциплина «Аналитическая химия» направлена на формирование у студентов общенаучной подготовки по аналитической химии в плане непрерывной химической подготовки с учетом основных областей профессиональной деятельности.

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Аналитическая химия» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

Используется химический анализ катионов, их смеси, анионов и их смеси, индивидуального вещества и смеси веществ, выбор метода анализа в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются некоторые виды проблемного обучения: освещение основных проблем аналитической химии на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении поисковых лабораторных работ, решение задач.

4. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при сдаче коллоквиумов, контрольных работ, при выполнении домашних индивидуальных заданий, выполнении индивидуальных экспериментальных задач, подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам, на еженедельных консультациях.

5. *Балльно-рейтинговая технология обучения*, обеспечивающая объективный учет и контроль достигнутых результатов обучения, кроме того, позволяет студенту проявить максимальную самостоятельность и инициативность в учебном процессе. Данная технология стимулирует студента находить оптимальный путь формирования собственного рейтинга, приучает его к самостоятельной работе с учебной литературой, а также к оптимальной организации работы в аналитическом практикуме. Все это, в конечном итоге, позволяет достичь желаемого профессионального уровня.

Текущая самостоятельная работа по дисциплине «Аналитическая химия», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- выполнение домашних индивидуальных работ;
- подготовка к коллоквиумам;

- подготовка к самостоятельным (тестам) и контрольным работам;
- подготовка к зачету.

Комплекс учебно-методических материалов подготовлен в печатном и электронном виде и выполняет обучающую, информационно-справочную и контролирующие функции. В качестве контролирующей функции комплекс используется для текущего и промежуточного контроля успеваемости. Помимо этого, он полностью обеспечивает возможность самостоятельной работы студента по материалам дисциплины. В комплекс входят следующие учебно-методические материалы: методические рекомендации по самостоятельной работе студентов (в электронном виде), тестовые задания, карты-инструкции к лабораторным занятиям.

Лабораторные занятия, реализуемые в соответствии с тематическим планированием дисциплины (раздел 4), обеспечены методическими рекомендациями, представленными в печатном или электронном виде.

Для формирования итоговой оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности используется балльно-рейтинговая система.

<i>Баллы, набранные студентом в течение семестра</i>	<i>Баллы за промежуточную аттестацию (зачет)</i>	<i>Общая сумма баллов в семестр</i>	<i>Отметка на зачете</i>
41– 80	0 – 20	61 – 100	зачтено
0 – 40	0 – 20	0 – 60	Не зачтено

Студент, пропустивший занятие, имеет право отчитаться по пропущенным темам.

Критерии оценки знаний студентов на зачете

<i>Оценка</i>	<i>Требования</i>
«Зачтено»	<p>Студент демонстрирует:</p> <p><i>знания</i> основных теоретических положений, лежащих в основе химических методов идентификации и определения веществ; природу и сущность явлений и процессов в различных химических системах, лежащих в основе химических методов анализа; специфические реакции, групповые реагенты по кислотно-основной классификации катионов и анионов, аналитические сигналы; основные положения, лежащие в основе выбора метода анализа; схемы анализа;</p> <p><i>умения</i> выполнять анализ некоторых объектов на основе самостоятельного выбора схемы анализа и методики его проведения; оформлять результаты анализа с учетом метрологических характеристик;</p> <p><i>навыки</i> приготовления растворов заданной концентрации различными способами (по точной навеске, из стандарт-титра, разбавлением), работы на различных аналитических установках и приборах, определения аналитического сигнала, расчета результатов анализа.</p>
«Не зачтено»	<p>Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет лабораторно-практические работы (выбор и обоснование схемы систематического анализа катионов и анионов), не называет аналитических признаков определения катионов и анионов,</p>

затрудняется в написании уравнений химических реакций в молекулярно-ионном виде, не владеет методикой решения типовых расчетных задач.

Для формирования оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности **на экзамене** используется балльно-рейтинговая система.

Баллы, набранные студентом в течение семестра	Баллы за промежуточную аттестацию (зачет)	Общая сумма баллов в семестр	Отметка на экзамене
41– 80	0 – 20	81 – 100	отлично
41– 60	0 – 20	61 – 80	хорошо
41	0 – 20	41 – 60	удовлетворительно
0 – 40	0	0 – 40	неудовлетворительно

Студент, пропустивший занятие, имеет право отчитаться по пропущенным темам.

Критерии оценки знаний студентов на экзамене

Оценка	Требования
Отлично	<p>Студент в целом за семестр набрал от 81 до 100 баллов (причем, на экзамене не менее 11 баллов), а также показал глубокие и всесторонние теоретические знания, свободное владение понятиями и терминами, знание основной и дополнительной литературы по предмету. Студент свободно, литературным и химическим языком излагает теоретический материал, проявляет самостоятельность суждений, характеризует основные методы исследования данной науки.</p> <p>Студент демонстрирует:</p> <p><i>знания</i> основных теоретических положений, лежащих в основе количественных методов определения веществ; природу и сущность явлений и процессов в различных химических системах, лежащих в основе количественных методов анализа; основные положения, лежащие в основе выбора метода количественного анализа; методики анализа конкретных ионов и соединений;</p> <p><i>умения</i> выполнять количественный анализ различными методами (гравиметрический, титриметрический); обоснованного выбора методов количественного анализа и методик его проведения; оформлять результаты анализа с учетом метрологических характеристик;</p> <p><i>навыки</i> приготовления растворов первичных стандартов и титрантов различными способами (по точной навеске, из стандарт-титра), установления точной концентрации, титрования, работы на различных аналитических установках и приборах, определения аналитического сигнала, расчета результатов анализа.</p>

Хорошо	Оценку студент получает, если в целом за семестр набрал от 61 до 80 баллов (причем, на экзамене не менее 11 баллов), а также показал глубокие теоретические знания, свободное владение понятиями и терминами, знание основной литературы по предмету. Студент свободно, литературным и химическим языком излагает теоретический материал, проявляет самостоятельность суждений, может привести примеры из лабораторного практикума, но допускает ошибки, которые исправляет самостоятельно.
Удовлетворительно	Оценку студент получает, если в целом за семестр набрал от 41 до 60 баллов (причем, на экзамене не менее 11 баллов), а также продемонстрировал теоретические знания на репродуктивном уровне, затрудняется давать объяснения и формулировать выводы, допускает существенные ошибки.
Неудовлетворительно	Оценка выставляется, если студент в целом за семестр набрал менее 41 баллов, показал существенные пробелы в знаниях учебно-программного материала, при наличии грубых ошибок и незнании терминологии и химических понятий, студент отказывается отвечать на дополнительные вопросы на экзамене.

После выявления отсутствия знаний по предмету преподаватель дает студенту ряд рекомендаций перед дополнительной подготовкой и передачей экзамена.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия [Текст]: учебник для студентов вузов / В. П. Васильев.-М.:Дрофа. Кн.1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа, 5-е изд., стер. - 2005. - 368 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия [Текст]: сборник вопросов, упражнений и задач / В. П. Васильев, 3-е изд., стереотип. - М.: Дрофа, 2004. - 318 с.: ил.

2. Гильманшина, С. И. Основы аналитической химии: Курс лекций [Текст]: учебное пособие для студентов и преподавателей вузов / С. И. Гильманшина. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 224 с.

3. Егоров, В. В. Неорганическая и аналитическая химия. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учебник для вузов / В. В. Егоров, Н.И. Воробьева, И.Г. Сильвестрова. - СПб.: Лань, 2014. - 144 с. - ISBN 978-5-8114-1602-8: Б. ц. URL: <http://e.lanbook.com/view/book/45926/>

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Ximia.org [Электронный ресурс] : информационный портал. – М. : [б. и.], [2000]. – Загл. С титул. Экрана. – Б. ц. URL: <http://www.ximia.org>
2. Вестник Московского университета. Серия 2: Химия [Электронный ресурс]: сайт / Химический факультет. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Москва. 2014. URL: <http://www.chemnet.ru/rus/vmgu/welcome.html>.
3. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация [Электронный ресурс]: сайт / Научная электронная библиотека eLIBRARY. 2014. URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9907>.
4. European Reviews of Chemical Research [Электронный ресурс]: сайт / Научная электронная библиотека eLIBRARY. 2014. URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=51199>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методической основой освоения курса является *рабочая программа* по дисциплине, которую следует получить на сайте университета в системе «Электронное обучение» (MOODLE).

Методические рекомендации к выполнению заданий самостоятельной работы.

1. Работа с лекционным материалом. Лекции при изучении аналитической химии являются ведущим звеном, организующим и направляющим самостоятельную работу студентов. На лекции рассматриваются теоретические основы классических методов аналитической химии и даются принципиальные установки по их практическому применению. Студенту следует в отдельной общей тетради записывать тезисы лекции, начиная каждую тему с новой страницы. Следует оставлять поля для пометок, записи дополнительной информации при повторной проработке учебного материала темы в рекомендуемой литературе.

2. Проработка отдельных разделов теоретического курса.

Цель работы: повторение пройденного материала и проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение.

Студент должен письменно ответить на «вопросы для проработки темы» в лабораторном журнале к соответствующей теме лабораторного занятия.

3. Подготовка к лабораторно-практическим занятиям.

Студент должен иметь лабораторный журнал (общая тетрадь в клетку), в котором четко и аккуратно оформляет отчет по лабораторной работе, внимательно изучив карту-инструкцию, который должен содержать следующие составные части:

- 1) номер лабораторной работы, её название;
- 2) цель лабораторной работы;
- 3) ход работы в табличной форме или в виде схемы с обязательной записью уравнений реакций в молекулярно-ионном виде, для окислительно-восстановительных реакций – составлением баланса методом полуреакций;
- 4) ответы (письменно) на контрольные вопросы;
- 5) баллы;
- 6) дата, подпись преподавателя.

Метод обучения в парах (спарринг – партнерство).

Цель – стимулирование и мотивация познавательной активности.

Студенты парами выполняют лабораторные работы по отработке качественных реакций катионов и анионов. Подготовка к защите сводится к выполнению заданий определенной сложности и заготовкой друг другу самостоятельно разрабатываемых заданий и вопросов. При защите лабораторных работ студенты задают друг другу вопросы и задания. Победитель спарринга считается защитившим лабораторную работу. Преподаватель выбирает проигравшему нового спарринг-партнёра.

Порядок защиты результатов лабораторных работ по решению экспериментальных задач: к защите студент предъявляет полностью оформленный лабораторный отчет и обсуждаются теоретические основы химического анализа. При защите отчетов лабораторных работ преподаватель организует *групповую дискуссию*. Отчет защищает группа студентов (два, три студента). Задается один из контрольных вопросов, и каждый студент предлагает свой вариант ответа. В случае несовпадения ответов преподаватель предлагает одному из студентов, ответивших неправильно, обосновать свой ответ, а других – выступить в роли оппонентов. В ходе дискуссии студенты самостоятельно могут прийти к правильному ответу на контрольный вопрос.

3. Выполнение домашних индивидуальных работ.

Домашние контрольные задания включают расчетные задачи по разделам модулей. Студент получает номер варианта и оформляет решение задач в отдельно тетради для домашних работ. Каждая из пяти домашних работ оформляется с новой страницы (записать тему, номер варианта, текст задачи, решение и ответ). Оставить место для записи рекомендаций для преподавателя. Домашние работы сдаются строго в соответствии с тематическим планом. При защите домашней работы студенту предлагается решить одну из домашних задач (или подобную).

4. Преподаватель проводит два коллоквиума в устной или письменной форме, где проверяет усвоение теоретического материала по данной дисциплине, а также две контрольные работы.

5. Для детального изучения материала, сдачи коллоквиума, подготовки к контрольным работам студентам предлагаются контрольные вопросы по отдельным темам, алгоритмы решения типовых задач.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются информационные технологии, охватывающие ресурсы (компьютеры, программное обеспечение и сети), необходимые для управления информацией (создание, хранение, управление, передача и поиск информации):

- технические средства: компьютерная техника и средства связи (ноутбук, проектор, экран, USB-накопители и т.п.);
- коммуникационные средства (проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты, личного кабинета студента и преподавателя, видеотрансляций);
- организационно-методическое обеспечение (электронные учебные и учебно-методические материалы, компьютерное тестирование, использование электронных мультимедийных презентаций при проведении лекционных и лабораторных занятий);
- программное обеспечение (Microsoft Office (Excel, Power Point, Word и т.д.), Skype, поисковые системы, электронная почта и т.п.);
- среда электронного обучения ТГПУ им. Л.Н. Толстого <http://moodle.tsput.ru>.

комплект лицензионного программного обеспечения

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
2. Программное обеспечение Microsoft Office XP Professional Win32 Russian– Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
3. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.
4. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г.
5. Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.
6. Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.
7. Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 1894-150512-101810 от 12-05-2015 г.

современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Компьютерная информационно-правовая система «Гарант» - регистрационный номер клиента 71-70685-000033.
2. Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>.
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.
4. Портал "Информационно-коммуникационные технологии в образовании" <http://www.ict.edu.ru>.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованные мультимедийными средствами обучения.
2. Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий.
3. Компьютерные классы с доступом в интернет для работы с информационно-правовыми системами, в том числе «Гарант» и с доступом к электронно-библиотечной системе.
4. Аудитории для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой, имеющей доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной информационно-образовательной среде ТГПУ им. Л.Н. Толстого, внутривузовскому сетевому окружению.

12. АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Аналитическая химия».

В процессе изучения дисциплины «Аналитическая химия» формируются компетенции: Владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2), «знание норм техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях» (ОПК-6), способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1)

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести:

Знания:

– основных теоретических положений, лежащих в основе аналитической химии, природы и сущности явлений, процессов в различных химических системах, лежащих в основе химических методов анализа, типов реакций и процессов в аналитической химии (кислотно-основные реакции, реакции комплексообразования, окислительно-восстановительные реакции), специфичности аналитического сигнала и особенностей его измерения в различных методах химического анализа (ОПК-1);

– основ химических методов качественного и количественного (титриметрии и гравиметрии) анализа - специфические реакции, действия групповых реагентов по кислотно-основной классификации, рабочие растворы, определяемые вещества, индикаторы, кривые титрования, стадии гравиметрического определения, основных принципов и методов идентификации соединений химическими методами анализа, основных положений, лежащих в основе выбора метода и схем качественного и количественного анализа, основных положений учета погрешностей на всех стадиях выполнения анализа и расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик (ОПК-2);

– основных групп рисков в аналитической лаборатории (ОПК-6).

Умения:

– выполнять качественный анализ химическими методами, осуществлять выбор метода количественного анализа конкретного вещества (ОПК-1);

– выполнять качественный и количественный анализ некоторых веществ на основе самостоятельного выбора схемы анализа и методики его проведения, оформлять результаты количественного анализа с учетом метрологических характеристик (ОПК-2);

– организовывать безопасную работу в аналитической лаборатории (ОПК-6).

Навыки:

– определения ионов и веществ химическими методами анализа, приготовления растворов заданной концентрации различными способами (по точной навеске, из стандарт-титра, разбавлением), измерения аналитического сигнала (ОПК-1);

– качественного и количественного анализа ионов и веществ, работы на различных аналитических установках и приборах, расчета и оформления результатов качественного и количественного анализа (ОПК-2);

– безопасной работы в аналитической лаборатории и обращения с химической посудой, реактивами, электрическими приборами (ОПК-6).

2. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к дисциплинам Блока 1 базовой части дисциплин направления. Изучение данной дисциплины базируется на освоении студентами дисциплин «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия» и предшествует дисциплинам «Физико-химические методы анализа», «Анализ объектов окружающей среды» и др. К началу изучения дисциплины «Аналитическая химия» студенты должны знать фундаментальные законы и понятия химии, свойства металлических и неметаллических элементов и их соединений, уметь использовать математический аппарат при решении расчетных химических задач, владеть практическими умениями и навыками обращения с химическими веществами.

3. Объем дисциплины 8 зачетных единиц.
4. Образовательный процесс осуществляется на русском языке.
5. Разработчик: Валуева Т.Н., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

13. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2016-2017 учебный год

В рабочую программу дисциплины внесены изменения в части обновления состава необходимого комплекта лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ обучающимся.

Изменения к рабочей программе дисциплины утверждены на заседании Ученого совета университета, протокол № 2 от 16 февраля 2017 г.

2017-2018 учебный год

Обновлен состав необходимого комплекта лицензионного программного обеспечения.

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
2. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 года.
3. Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian - контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 года.
4. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.
5. Программное обеспечение Microsoft Office 2013 Professional - контракт № 405535 от 2 ноября 2015 года, контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г.
6. Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.
7. Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.
8. Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 17E0-170518-102844-823-690 от 18-05-2017 г.

Обновлен состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ обучающимся.

1. Компьютерная информационно-правовая система «Гарант» - регистрационный номер клиента 71-70685-000033.
2. Официальный интернет-портал базы данных правовой информации <http://pravo.gov.ru>.
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.
4. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» <http://www.ict.edu.ru>.
5. Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных <http://webofscience.com>.
6. Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН) <http://neicon.ru>.
7. Базы данных издательства Springer <https://link.springer.com>.

Изменения к рабочей программе дисциплины утверждены на заседании Ученого совета университета, протокол № 8 от 31 августа 2017 г.

2018-2019 учебный год**Обновлен состав необходимого комплекта лицензионного программного обеспечения.**

1. Операционная система ROSA Enterprise Linux Desktop № RL00450-1-110518-01 - RL00450-1-110518-17 от 11 мая 2018 г.
2. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
3. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.
4. Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian - контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.
5. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.
6. Программное обеспечение Microsoft Office 2013 Professional - контракт № 405535 от 2 ноября 2015 года, контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г.
7. Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.
8. Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.
9. Комплексная система антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 17E0-170518-102844-823-690 от 18-05-2017 г.

Обновлен состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ обучающимся.

1. Компьютерная информационно-правовая система «Гарант» - регистрационный номер клиента 71-70685-000033.
2. Официальный интернет-портал базы данных правовой информации <http://pravo.gov.ru>.
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.
4. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» <http://www.ict.edu.ru>.
5. Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных <http://webofscience.com>.
6. Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН) <http://neicon.ru>.
7. Базы данных издательства Springer <https://link.springer.com>.

Изменения к рабочей программе дисциплины утверждены на заседании Ученого совета университета, протокол № 7 от 30 августа 2018 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Разработчик:

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность
Валуева Татьяна Николаевна	Кандидат химических наук	Доцент	Доцент кафедры химии