

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор химико-технологического
института
д.т.н., проф. Р.Н. Ястребинский
« 24 » мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Аналитическая химия

направление подготовки (специальность):

**18.03.02 – Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии**

Направленность программы (профиль, специализация)

**Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в
химической технологии вяжущих материалов**

Квалификация (степень)
бакалавр

Форма обучения
Очная

Институт: химико-технологический

Кафедра теоретической и прикладной химии

Белгород – 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 – Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 923
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель: к.т.н., доц.  (В.А. Полуэктова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой:


Технологии цемента и композиционных материалов

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  (И.Н. Борисов)

« 12 » мая 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » мая 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.И. Павленко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (Л.А. Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-2.6 Использует химические и физико-химические методы анализа для установления качественного и количественного состава исследуемого вещества	<p>Знания: – основных понятий, законов, природы и сущности явлений и процессов, лежащих в основе химических методов анализа; основных положений, лежащих в основе выбора метода анализа и схемы анализа.</p> <p>Умения: – выполнять основные химические операции; выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и оценивать возможность каждого метода анализа; работать на аналитических установках и приборах; выполнять количественный анализ химическими методами; рассчитывать концентрации растворов различных соединений, строить кривые титрования; интерпретировать результаты анализа.</p> <p>Навыки: – владения методиками исследований с помощью химических методов, методами обработки результатов, получения необходимой информации для идентификации химических соединений; приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1.	Математика
2.	Физика
3.	Инженерная графика и основы конструкторской документации
4.	Электротехника и промышленная электроника
5.	Органическая химия
6.	Аналитическая химия
7.	Процессы и аппараты химической технологии
8.	Физическая химия
9.	Коллоидная химия
10.	Общая технология силикатов
11.	Производственная эксплуатационная практика
12.	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
13.	Научно-исследовательская работа

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Форма промежуточной аттестации зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	70	70
лекции	17	17
лабораторные	51	51
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	74	74
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) самостоятельной работы	74	74

Экзамен		
---------	--	--

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Содержание лекционных занятий

Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, час.			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Введение в аналитическую химию. Основы титриметрии.					
	Предмет аналитической химии. Классификация методов анализа. Качественный анализ. Методы количественного анализа. Равновесие в гомогенных системах: закон действующих масс, границы применимости. Константа равновесия. Теория сильных электролитов: ионная сила, активность, коэффициент активности, формула Дебая-Хюккеля. Основы титриметрии. Способы выражения концентрации раствора: молярная, нормальная, титр, титр по определяемому веществу, поправочный коэффициент	6	-	8	20
2. Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации).					
	Сущность метода нейтрализации. Кривых титрования. Выбор формул для расчет pH. Кислотно-основные индикаторы, выбор индикатора.	4	-	12	20
3. Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии).					
	Классификация методов редоксиметрии. Сущность перманганатометрии, иодометрии, хроматометрии. Кривые титрования, редокс индикаторы.	3	-	14	20
4. Комплексометрия. Основы гравиметрического анализа.					
	Основы комплексонометрии. Комплексоны. Способы титрования в комплексонометрии. Металлоиндикаторы. Теоретические основы осаждения. Основы гравиметрического анализа	4		17	14
ИТОГО:		17	-	51	74

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические (семинарские) занятия учебным планом не предусмотрены.

4.3. Содержание лабораторных занятий

Первое занятие - вводное, инструктаж по технике безопасности, ознакомление с правилами работы, с приборами и оборудованием. На остальных занятиях каждый студент выполняет индивидуально лабораторные работы из приведенного ниже перечня по графику, составляемому ежегодно.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №2				
1	Введение в аналитическую химию. Основы титриметрии.	Вводное занятие	2	8
		Стандартизация раствора соляной кислоты	6	
2	Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации)	Приготовление титрованного раствора щелочи и установка его титра	6	24
		Определение содержания аммиака в солях аммония способом обратного титрования	6	
3	Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии).	Определение оксида кальция в известняке методом перманганатометрии	8	14
		Иодометрическое определение Fe ₂ O ₃ в силикатных материалах	6	
4	Комплексометрия. Основы гравиметрического анализа.	Определение ионов кальция и магния методом комплексометрии	4	17
		Гравиметрическое определение сульфат-ионов	13	
ИТОГО:			51	51

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы по дисциплине «Аналитическая химия» не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Выполнение РГЗ (ИДЗ) по дисциплине «Аналитическая химия» не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

- 1. Компетенция ОПК-2** Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-2.6 Использует химические и физико-химические методы анализа для установления качественного и количественного состава исследуемого вещества	Выполнение и защита лабораторных работ, решение многоуровневых задач, собеседование, тестирование, зачет.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	2	3
1	Введение в аналитическую химию. Основы титриметрии.	<ol style="list-style-type: none"> Общая характеристика и классификация методов количественного анализа, его значение. Закон действующих масс в аналитической химии, границы применимости. Константа равновесия в кажущейся и термодинамической формах. Константа диссоциации как частный случай константы равновесия (на конкретных примерах с использованием справочных данных). Основы теории сильных электролитов. Активность и коэффициент активности, ионная сила раствора: вычисление, связь с коэффициентом активности (формула Дебая - Хюккеля). Сущность титриметрического анализа. Требования к реакциям, применяемым в титриметрии, их типы. Молярная масса эквивалента вещества: понятие и вычисление. Зависимость величины эквивалента от характера реакции, в которую вступает вещество. Закон эквивалентов и правило пропорциональности. Точка эквивалентности и конечная точка титрования, методы установления. Способы выражения концентрации растворов: молярность, нормальность, титр стандартного раствора, титр по определяемому веществу; их вычисление. Точность определений в объемном анализе. Роль поправочного коэффициента в расчетах. Стандартные растворы. Способы титрования: их сущность, примеры. Приготовление титрованного раствора щелочи по точной навеске и установка его титра методом пипетирования и методом отдельных навесок. Расчеты в титриметрическом анализе: расчет навески, содержания определяемого вещества в зависимости от способа титрования.
2	Кислотно-основное тит-	<ol style="list-style-type: none"> Общая характеристика метода нейтрализации, рабочие

	<p>рование (метод нейтрализации).</p>	<p>растворы и определяемые вещества.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Кислотно-основные индикаторы. Строение метилоранжа и фенолфталеина, причины изменения их окраски. 3. Основные характеристики кислотно-основных индикаторов: интервал перехода и показатель титрования, связь с константой диссоциации индикатора. 4. Механизм действия кислотно-основных индикаторов. Ионно-хромофорная теория индикаторов. 5. Выбор индикаторов по ΔpH, pT и кривой титрования с использованием справочных таблиц. 6. Ионное произведение воды. Понятия pH, pOH, pK. 7. Буферные растворы и их роль в анализе. Механизм действия, буферная емкость, примеры буферных растворов. 8. Общая характеристика кривых кислотно-основного титрования. 9. Построение и анализ кривых титрования с выбором индикаторов: <ol style="list-style-type: none"> а) сильной кислоты сильным основанием; б) сильного основания сильной кислотой; в) слабой кислоты сильным основанием; г) слабого основания сильной кислотой. 10. Индикаторные ошибки в кислотно-основном титровании, их типы. 11. Вычисление pH водных растворов слабых кислот, вывод формулы. 12. Вычисление pH водных растворов слабых оснований, вывод формулы. 13. Вычисление pH кислотного буферного раствора, вывод формулы. 14. Вычисление pH основного буферного раствора, вывод формулы. 15. Вычисление pH солей, гидролизующихся по аниону; вывод формулы. 16. Вычисление pH солей, гидролизующихся по катиону; вывод формулы.
3	<p>Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация методов редоксиметрии, их краткая характеристика. 2. Основы окислительно-восстановительного взаимодействия. Электронно-ионный метод подбора коэффициентов в окислительно-восстановительных реакциях (на примерах). 3. Окислительно-восстановительный потенциал, его вычисление. Уравнение Нернста. Нормальный редокс-потенциал. 4. Кривые титрования в перманганатометрии, расчет редокс-потенциала в различные моменты титрования. 5. Способы фиксирования точки эквивалентности в окислительно-восстановительных методах. 6. Редокс-индикаторы: характеристика, механизм действия, примеры. Интервал перехода редокс-индикаторов. 7. Основы перманганатометрии: характеристика метода,

		<p>рабочие растворы и определяемые вещества, условия проведения анализа.</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. Основы иодометрии: характеристика, рабочие растворы и определяемые вещества, условия проведения. 9. Определение молярной массы эквивалентов окислителей (KMnO_4 в разной среде, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KBrO_3, I_2) и восстановителей ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; KI; FeSO_4; $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). 10. Автокаталитические реакции в перманганатометрии (на примере взаимодействия с оксалат-ионами). 11. Приготовление, стандартизация и условия хранения перманганата калия. 12. Достоинства и недостатки перманганатометрии. 13. Приготовление и стандартизация рабочих растворов в иодометрии, химизм, условия их хранения. 14. Достоинства и недостатки иодометрии. 15. Использование косвенного и обратного способа титрования на примерах: а) в перманганатометрии; б) иодометрии
4	<p>Комплексонометрия. Основы гравиметрического анализа.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сущность метода комплексонометрии. Типы комплексонов и их строение. 2. Внутриклеточные соединения и их строение. Понятие об ионнокоординационной связи. 3. Определение общей жесткости воды комплексонометрическим методом. Химизм комплексонометрического титрования. 4. Приготовление и стандартизация раствора комплексона III (трилона Б). Роль среды в комплексонометрических определениях. 5. Металлоиндикаторы. Эриохром черный Т, его строение и механизм действия. 6. Диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости и константа устойчивости. 7. Общая характеристика гравиметрического анализа. Основные операции весовых определений (на конкретном примере). 8. Расчет навески анализируемого вещества. 9. Выбор осадителя, расчет его объема для оптимального осаждения. 10. Оптимальные условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. 11. Осаждаемая и весовая формы, их получение и требования, предъявляемые к ним. 12. Фильтрация и промывание осадков. Выбор промывной жидкости и фильтров. Декантация. 13. Применение з.д.м. к системе "осадок - раствор". Производство растворимости (ПР) и производство активности (ПА). 14. Вычисление растворимости по ПР (и наоборот) различных типов малорастворимых соединений. 15. Действие разноименных ионов на растворимость. Солевой эффект (с выводом) 16. Вычисление результатов весовых определений. Фак-

		<p>тор пересчета в гравиметрии, его вычисление.</p> <p>17. Условие образования осадка (на примере). Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы</p> <p>18. Главнейшие источники ошибок в гравиметрии и возможные меры их устранения. Адсорбция и окклюзия, изоморфное осаждение и образование химических соединений.</p>
--	--	---

Практические задания

1. Навеска мрамора 0,5668 г растворена в 30,00 мл HCl ($T = 0,02871$). На титрование избытка HCl израсходовано 14,10 мл 0,8818 н NaOH. Определить массовое содержание примесей в образце (в %).
2. Навеску 0,5500 г $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ растворили в 500 мл, затем отобрали 50 мл добавили 20,00 мл раствора KOH, а избыток последнего оттитровали 15,14 мл 0,1 н раствора HCl. Найти титр KOH.
3. К 25,00 мл раствора KOH неизвестной концентрации прибавлено 50,00 мл раствора H_2SO_4 ($K=0,9500$, 0,1 н). На титрование избытка кислоты израсходовано 28,90 мл раствора NaOH ($K = 0,8570$, 0,1 н). Какова нормальность раствора KOH?
4. К 20,00 мл раствора HCl неизвестной концентрации прилито 25,00 мл раствора KOH ($K=0,8000$, 0,1 н). Для обратного титрования избытка щелочи пришлось израсходовать 1,55 мл раствора H_2SO_4 ($K=1,200$, 0,1 н). Определить $K(HCl)$ к 0,1 н.
5. Навеску 1,5 г технического $(NH_4)_2SO_4$ растворили в мерной колбе вместимостью 250 мл; 25,00 мл этого раствора прокипятили с концентрированной щелочью. Выделившейся при этом аммиак поглощен 40,00 мл 0,1040 н. раствора серной кислоты, а на обратное титрование израсходовано 25,00 мл 0,0970 М раствора NaOH. Вычислить массовую долю аммиака в навеске $(NH_4)_2SO_4$.
6. На титрование 10 мл 0,1 н. раствора щавелевой кислоты пошло 9,80 мл раствора $KMnO_4$. Вычислите нормальность и титр раствора $KMnO_4$.
7. Для 0,1005 н. раствора $KMnO_4$ используемого для титрования в кислой среде, найти: а) молярную концентрацию; б) титр по железу.
8. На титрование раствора щавелевой кислоты израсходовано 20,15 мл раствора перманганата калия с титром по щавелевой кислоте, равным 0,003320 г/мл. Рассчитайте массу щавелевой кислоты.
9. Навеску известняка массой 0,2041 г растворили в соляной кислоте и осадили кальций, израсходовав 50 мл 0,1 н. раствора щавелевой кислоты. Осадок оксалата кальция отфильтровали. На титрование filtrата израсходовали 26,50 мл 0,05 н. раствора $KMnO_4$. Рассчитайте массовую долю кальция в анализируемом известняке.
10. Определить титр раствора йода, если 20 мл его оттитрованы 21,55 мл раствора тиосульфата натрия с концентрацией 0,1 моль-экв/л.
11. Рассчитайте навеску тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$), необходимую для приготовления 250 мл раствора с концентрацией: а) 0,05 моль-экв/л; б) с $T_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O} = 0,01000$ г/см³.
12. К подкисленному серной кислотой раствору иодида калия добавили 20,00 мл 0,1085 н. раствора $KMnO_4$. На титрование выделившегося йода пошло 23,45 мл раствора тиосульфата натрия. Вычислить молярную концентрацию раствора тиосульфата $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.
13. Сколько железа содержалось в глине, если на титрование выделившегося после прибавления в хале анализа иодида калия идет 10,00 мл 0,05 моль-экв/л раствора тиосульфата натрия, а для анализа взята навеска массой 0,5000 г?
14. Рассчитайте нормальность тиосульфата натрия, если его титр равен 0,002484 г/мл.
15. Навеска кристаллического йода 1,2287 г, очищенного возгонкой, раствора в колбе вместимостью 250 мл. Рассчитайте нормальную концентрацию раствора и его титр по тиосульфату натрия.
16. Раствор $CaCl_2$, рН которого доведен до 12, оттитрован 20,50 см³ 0,045 М раствора ЭДТА в присутствии мурексида. Рассчитать массу кальция в растворе.

17. Чему равно содержание кальция в 500 мл насыщенного раствора, если $IP_{CaF_2} = 4,0 \cdot 10^{-11}$?
18. Сколько граммов ЭДТА $\cdot 2H_2O$ потребуется для приготовления 500мл 0,020 М раствора?
19. Рассчитать массовую долю карбонатов кальция и магния в известняке, если навеска его 0,9866 г. В результате анализа получено 0,3755 г CaO и 0,4105 $Mg_2P_2O_7$?
20. При гравиметрическом определении свинца из 2,0000 г сплава получено 0,6048 г $PbSO_4$. Вычислить массовую долю свинца в сплаве.

Промежуточная аттестация в конце 2-го семестра осуществляется в форме **зачета** после изучения разделов дисциплины «Аналитическая химия».

При проведении зачета зачетный билет, содержащий три теоретических вопроса и одну задачу, выбирают сами студенты в случайном порядке. Вопросы в билете охватывают показатели оценивания результата обучения по дисциплине: знания, умения, навыки. Для подготовки студенту отводится время в пределах 45-60 мин.

Зачёт является значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Выполнение курсового проекта/работы по дисциплине «Аналитическая химия» не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестров в форме защиты лабораторных работ, коллоквиумов, которые включают сдачу теоретического материала и решение разноуровневых задач по каждой теме.

Вопросы для защиты лабораторных работ приведены в конце каждой лабораторной работы в разделе контрольные вопросы и задачи для самоподготовки [Полужктова В. А. Теория и практика аналитической химии. Часть I. Химические методы анализа : лабораторный практикум / В. А. Полужктова. – Белгород: изд-во БГТУ, 2021. –172 с. — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2021051715005286600000655453>.

Для защиты лабораторной работы необходимо:

- а) выполнить экспериментальную часть работы, произвести обработку результатов в соответствии с требованиями, приведенными в лабораторном практикуме;
- б) подготовить ответы на контрольные вопросы и решить задачи.

Решение задач в рамках самостоятельной работы является частью подготовки к сдаче практической части коллоквиумов.

Вопросы для защиты лабораторных работ (пример – лабораторная работа №1)

1. В чем сущность титриметрического анализа?
2. Что называется: а) определяемым веществом? б) реагентом?

3. Какой метод анализа используют для определения концентрации кислот и оснований? Привести уравнение реакции, отражающее химизм определения.
4. Что называется точкой эквивалентности, конечной точкой титрования?
5. Как формулируется правило пропорциональности? Какой формулой оно выражается?
6. Какие индикаторы используют в кислотно-основном титровании? Какую окраску они имеют в точке эквивалентности, в кислой и щелочной средах?
7. Как устанавливают концентрацию вещества методом пипетирования, методом отдельных навесок?
8. Как рассчитать точную навеску щелочи? Какие примеси содержит щелочь?
9. Что показывает поправочный коэффициент, в чем его смысл?
10. Приведите формулы для расчета навески по известной нормальности (N), титру (T),
11. Приведите формулы для расчета нормальности по правилу пропорциональности и нормальности по титру реагента T_B .
12. Что выражает титр реагента по определяемому веществу ($T_{B/A}$). Приведите формулу для расчета навески и нормальности по $T_{B/A}$.

Задачи для самостоятельного решения (пример)

13. Какая навеска NaOH необходима для приготовления 200 мл 0,1 моль-экв/л раствора?
14. Какова нормальность серной кислоты, если в 500 мл раствора содержится 4,9 г H_2SO_4 ?
15. Чему равна нормальная концентрация 10%-ного раствора серной кислоты (плотность раствора 1,04 г/см³).
16. Нормальность раствора H_2SO_4 равна 0,1 моль-экв/л. Чему равен титр этого раствора?
17. Какой объем 0,1 моль-экв/л щелочи взят на титрование, если расход хлористоводородной кислоты составил 10 мл 0,1250 моль-экв/л?
18. Чему равен поправочный коэффициент, если титр раствора NaOH равен 0,004036, а $N_{теор} = 0,1$ моль-экв/л?
19. Рассчитайте нормальную концентрацию раствора щавелевой кислоты, приготовленного растворением 3,122 г $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ в мерной колбе вместимостью 250 мл.
20. Сколько процентов индифферентных примесей содержит образец буры, если на титрование навески его 0,5618 г затрачивается 14,6 мл 0,2 моль-экв/л раствора HCl с $K = 0,9865$.

Собеседование предполагает специальную беседу с обучающимся и позволяет оценить объем его знаний и умений по определенному разделу дисциплины.

Текущий контроль изучения теоретического материала возможен экспресс-методом контроля знаний с использованием **тестирования**. Контрольные задания построены по принципу от простого к сложному.

Перечень типовых тестовых заданий :

Раздел дисциплины	Вопросы	Ответы
1. Введение в аналитическую химию. Основы титриметрии.	Как формулируется правило эквивалентности? Один моль эквивалентов одного вещества реагирует с одним ...	<ol style="list-style-type: none"> 1) граммом другого вещества; 2) моль эквивалентов другого вещества; 3) миллилитром другого вещества; 4) моль другого вещества.
	Титр соляной кислоты можно установить по следующему веществу:	<ol style="list-style-type: none"> 1) NaOH 2) Na₂B₄O₇ 3) H₃PO₄ 4) CaCO₃
2. Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации).	Согласно хромофорной теории, изменение окраски кислотно-основных индикаторов связано с ...	<ol style="list-style-type: none"> 1) обратимой перегруппировкой атомов в молекуле органического соединения – таутомерией 2) со смещением ионных равновесий индикаторов 3) существованием разной окраски молекулярной и ионной формах индикатора 4) последовательным присоединения ионов водорода при действии кислот или отнятия ионов H⁺ при действии щелочей.
	Оптимальное значение pH титруемого раствора, при котором наблюдается наиболее резкое изменение окраски индикатора, свидетельствующее об окончании титрования – это	<ol style="list-style-type: none"> 1) показатель титрования индикатора (<i>pT</i>) 2) интервал перехода окраски индикатора ΔpH 3) величина равная константе диссоциации 4) конечная точка титрования
3.Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии).	Растворы каких веществ могут служить в йодометрии стандартными?	<ol style="list-style-type: none"> 1) J₂ в большом избытке KJ; 2) спиртовой раствор йода; 3) Перманганат калия 4) Na₂S₂O₃, J₂ в KJ.
	Для определения железа в силикатных материалах используют метод:	<ol style="list-style-type: none"> 1) перманганатометрии; 2) осаждения; 3) нейтрализации; 4) йодометрии.
4. Комплексонометрия. Основы гравиметрического анализа.	Какой из предложенных реагентов не является комплексоном:	<ol style="list-style-type: none"> 1) трилон Б; 2) ЭДТА; 3) нитрилукусная кислота; 4) уксусная кислота.
	Определите порядок основных	1) б, д, в, г, а;

	операций гравиметрического метода анализа: а) охлаждение и взвешивание осадка б) расчет, взвешивание и растворение навески в) промывание, прокаливание осадка г) фильтрование осадка д) осаждение и созревание осадка	2) б, в, д, г, а; 3) б, д, г, в, а; * 4) б, г, в, д, а.
--	--	---

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: незачет, зачет.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных законов и сущности методов аналитической химии
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение применять основные законы химии и физики и математические соотношения для решения теоретических и прикладных задач
	Умение проводить количественный анализ индивидуальных веществ, многокомпонентных систем
	Умение использовать справочные данные и результаты химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы.
	Умение анализировать и сравнивать возможности, преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа
	Умение применять различные методики установления количественного состава вещества.
	Умение применять результаты химического для решения задач профессиональной деятельности.
Навыки	Владеть навыками применения химических и инструментальных методов исследования, а также теоретических законов к решению практических вопросов химической технологии.
	Владеть методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов
	Владеть методами работы на приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента.

Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	незачет	зачет
Знание терминов, определений, понятий	Не знает основных терминов, определений, понятий	Знает основные понятия, термины и определения химических методов анализа
Знание основных законов и сущности методов аналитической химии	Не знает основных законов, природы и сущности явлений и процессов, лежащих в основе химических методов анализа; основные положения, лежащие в основе выбора метода анализа и схемы анализа.	Знает основные законы природы и сущности явлений и процессов, лежащих в основе химических методов анализа; основные положения, лежащие в основе выбора метода анализа и схемы анализа., но допускает неточности формулировок, может корректно или допуская неточности сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме или обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы, допустимы неполные ответы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя, допустимо изложение знаний с некоторым нарушениями в логической последовательности
	Не иллюстрирует изложение поясняющими примерами	Применяет знания к решению различных проблем в смежных областях химии и химической технологии, раскрывая полноту усвоенных знаний. Приводит поясняющие примеры, возможно с ошибками
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и точно излагает знания, самостоятельно и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученных знаний. Допустимы неточности в изложении и интерпретации знаний.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	незачет	зачет
Умение применять основные законы и соотношения аналитической химии для решения теоретических и прикладных задач	Не умеет применять основные законы и соотношения аналитической химии для решения теоретических и прикладных задач	Умеет применять основные законы и соотношения аналитической химии для решения теоретических задач
Умение проводить эксперименты по установлению количественного состава индивидуальных веществ и многокомпонентных систем	Не умеет проводить эксперименты по установлению количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем	Умеет проводить эксперименты, возможно допускает ошибки, по установлению количественного состава индивидуальных веществ, многокомпонентных систем, обрабатывать экспериментальные данные
Умение использовать справочные данные и результаты химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы.	Не умеет использовать справочные данные и результаты химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы	Умеет использовать справочные данные и результаты химического и физико-химического эксперимента для определения состава анализируемой пробы, умеет использовать результаты химического анализа для объяснения сущности исполь-

		зуемого метода, но может допускать ошибки
Умение анализировать и сравнивать возможности, преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа	Не умеет анализировать и сравнивать возможности, преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа.	Умеет прогнозировать потенциальные возможности методов, знает преимущества и недостатки, границы применимости разных методов анализа, возможно допускает неточности.
Умение применять различные методики установления количественного состава вещества	Не умеет применять различные методики установления количественного состава вещества	Умеет применять возможно в неполном объеме несколько методик установления количественного состава вещества
Умение применять результаты химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности	Не умеет применять результаты химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности	Умеет применять результаты химического эксперимента для решения задач профессиональной деятельности, но, возможно, затрудняется с обоснованием выбора.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	незачет	зачет
Владеть навыками применения химических методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии	Не владеет навыками применения химических методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии	Владеет навыками применения химических методов исследования, а также теоретических законов аналитической химии к решению практических вопросов химической технологии. Допустимо не в полном объеме.
Владеть методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов	Не владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов	Владеет методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных и Интернет-ресурсов. Допустимо не в полном объеме.
Владеть методами работы на основных химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента.	Не владеет методами работы на основных приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента	Владеет методами работы на основных химических приборах и практическими навыками самостоятельного проведения химического эксперимента. Допустимо не в полном объеме.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебные аудитории для проведения лекционных занятий, промежуточной аттестации и самостоятельной работы	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, экран, компьютер, ноутбук
2.	Читальный зал библиотеки для самостоя-	Специализированная мебель; компьютер-

	тельной работы	ная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
3.	Учебные лаборатории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации	<p>Специализированная мебель.</p> <p>водяные и песчаные бани, электроплитки; аналитические весы марок ВЛКТ-500, ВЛП-200, ВЛА-200, электронные химико-аналитические весы ВК-600; сушильные шкафы СНОЛ; муфельная печь; термокамера ЛУ; центрифуга ЦЛМ; дистиллятор АЭ-15.</p> <p>фотоэлектроколориметры КФК-2М, КФК-3М, ФЭК-56М; анализатор «ЭКОТЕСТ-01»; аквадистиллятор АДЭ-15; спектрофотометр; мост переменного тока; потенциометр ИВ-79; ПЭВМ Р-133; центрифуги ЛЗ-418, ЦЛС-31М; шкаф сушильный LF-404; электролизеры лабораторные ЕР-4; весы ВЛКТ-500; иономеры ЭВ-76; иономеры И-500; рН-метры рН-150М; рефрактометр ИРВ-454БМ.</p> <p>Имеются компьютеры и соответствующее программное обеспечение для сопровождения эксперимента и ведения сложных расчетов, а также для экспресс-контроля входных знаний и умений работы с соответствующим оборудованием.</p>

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

6.3.1. Перечень основной литературы

1. Полуэктова В. А. Теория и практика аналитической химии. Часть I. Химические методы анализа : лабораторный практикум / В. А. Полуэктова. – Белгород: изд-во БГТУ, 2021. – 172 с. — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2021051715005286600000655453>.

6.3.2. Перечень дополнительной литературы

1. Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа: Учеб. пособие / И. В. Тикунова, Н. В. Дробницкая, А. И. Артеменко и др. М.: Высш. Шк., 2009. – 413 с.
2. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.1. Титриметрические и гравиметрический методы анализа. – М.: Дрофа, 2007.
3. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.2. Физико-химические методы анализа. – М.: Дрофа, 2005.
4. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова. – М.: Дрофа, 2003.
5. Poluektova, V. A. Analytical chemistry and phisycal-chemical methods of analysis : учебное пособие / Белгород: Изд-во БГТУ, 2010.
6. Слюсарь, А. А Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Ч. 2. Физико-химические методы анализа: Учеб. пособие / О. А. Слюсарь, В. А. Полуэктова – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. – 150 с.
7. Валова (Копылова), В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: практикум / В. Д. Валова (Копылова), Е. И. Паршина. – М.: Дашков и К, 2015. –199 с. <http://www.iprbookshop.ru/10905>.
8. Трифонова, А. Н. Аналитическая химия: учебное пособие / А. Н. Трифонова, Мельситова И.В. М.: Вышэйшая школа, 2013. – 161 с. <http://www.iprbookshop.ru/24051>.
9. Кукина, О.Б. Аналитическая химия: учебное пособие / О. Б. Кукина, О. В. Слепцова, Е. А. Хорохордина, О. Б. Рудаков В.: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.– 162 с. <http://www.iprbookshop.ru/30833>.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>
2. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <https://elib.bstu.ru/>
3. Электронно-библиотечная система«IPRSMART» <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>
5. Российский химико-аналитический портал <http://www.anchem.ru/literature/>
6. Портал Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.su/rus>
7. Электронные химические библиотеки <http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
8. Российский научный журнал «Успехи химии» <http://www.uspkhim.ru/>