


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники


/Небольсин В.А./

07 марта 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физико-химические методы анализа»

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов

Профиль Функциональные материалы

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

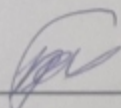
Год начала подготовки 2024

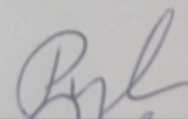
Автор программы

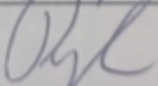
Заведующий кафедрой

Химии и химической
технологии материалов

Руководитель ОПОП


Е.Г. Давыдова


О.Б. Рудаков


О.Б. Рудаков

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физико-химические методы анализа» является изучение теоретических основ современных физико-химических методов анализа веществ, их освоение и формирование знаний для понимания возможности их применения для решения конкретных практических задач.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- освоение теоретических основ физико-химических методов анализа, их аппаратного и оформления, метрологических характеристик, методик выполнения измерений и расчетов при проведении испытаний;

- получение практических навыков физико-химических методов анализа;

- формирование практических навыков по применению полученных знаний и поиску оптимальных решений в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Физико-химические методы анализа» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования структуры и свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации

ПК-6 - Способен выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических и химических процессов для прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств материалов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать - теоретические основы методов физико-химического анализа, методов исследования поверхностей, принципы, на которых они построены и области применения; - метрологические основы физико-химического анализа, в том числе принципы обработки результатов измерений, с использованием технологий обработки больших данных. - приемы построения методик при

	<p>использовании различных физико-химических методов анализа; - основные этапы пробоподготовки сырья и продуктов его переработки</p> <p>Уметь - формулировать аналитическую задачу для анализа предложенных объектов; - выбрать доступный метод пробоподготовки, оптимальный метод анализа в зависимости от объекта и задачи, а также обосновать свой выбор; - пользоваться справочной литературой для решения поставленных задач. - пользоваться основными химическими базами данных для расшифровки результатов физико-химического анализа;</p> <p>Владеть - навыками проведения физико-химического анализа; - умением работы на приборах для выполнения физико-химического анализа; - оценки результатов анализа сырья, материалов и готовой продукции - способностью расшифровки аналитических сигналов, полученных вручную и с использованием соответствующего программного обеспечения при проведении физико-химического анализа и обработке полученной информации, связанных с ними расчетов с использованием современных информационных технологий;</p>
ПК-6	<p>Знать - основной приборный парк современной аналитической лаборатории; - основные критерии, используемые при выборе метода анализа; - основы компьютерного моделирования химических соединений, определения некоторых их физико-химических характеристик</p> <p>Уметь - применять наилучший метод анализа экспериментальных данных с использованием технологий обработки больших данных; - проводить анализ согласно аттестованной методике проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции</p> <p>Владеть - методологией выбора метода анализа для решения конкретных аналитических задач;</p>

	- методами правильного представления результатов анализа в отчете о проделанной экспериментальной работе с использованием возможностей Microsoft Excel и их критической оценке.
--	---

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физико-химические методы анализа» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Аудиторные занятия (всего)	122	54	68
В том числе:			
Лекции	70	36	34
Практические занятия (ПЗ)	52	18	34
Самостоятельная работа	130	54	76
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - зачет, экзамен	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	288	108	180
зач.ед.	8	3	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего , час
1	Электрохимические методы анализа	Кондуктометрия, вольтамперометрия, кулонометрия. Прямая потенциометрия с применением ИСЭ и потенциометрическое титрование. Аппаратура и методики.	12	8	20	40
2	Спектрофотометрия и фотолюминесценция	УФ-спектрофотометрия, ИК-спектрометрия, флуориметрия. Аппаратура для анализа, расшифровка спектров и применение	12	8	22	42
3	Атомно-абсорбционный и	Приборы и методы ААС, АЭС. Виды эмиссионного	12	8	22	42

	эмиссионный спектральный анализ	спектрального анализа, их роль в исследованиях				
4	Хроматографические методы анализа	ГХ,ЖХ, ВЭЖХ, ионообменная хроматография Применение хроматографии для определения и разделения неорганических и органических веществ.	12	8	22	42
5	Масс-спектрометрия	Общие принципы работы с масс-спектрометрами	12	10	22	44
6	Другие физико-химические методы	Методы анализа поверхности: сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Рентгеноспектральный микроанализ. Термический анализ. Компьютерное моделирование в аналитической химии. Способы обработки экспериментальных данных с использованием цифровых технологий.	10	10	22	42
Итого			70	52	130	252

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 7 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Использование ГЭР в дисперсионной жидкостной экстракции»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Освоить методику дисперсионной жидкостной экстракции
- Овладеть методами подбора ГЭР
- Научиться обрабатывать и интерпретировать полученные результаты, формулировать выводы

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку, теоретическую, экспериментальную часть и выводы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	Знать теоретические основы методов физико-химического анализа, методов исследования поверхностей, принципы, на которых они построены и области применения; - метрологические основы физико-химического анализа, в том числе принципы обработки результатов измерений, с использованием технологий обработки больших данных. - приемы построения методик при использовании различных физико-химических методов анализа; - основные этапы пробоподготовки сырья и продуктов его переработки	Полное посещение лекционных и практических. Прохождение промежуточного тестирования.	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах
	Уметь - формулировать	Полное посещение лекционных и	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

	<p>аналитическую задачу для анализа предложенных объектов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбрать доступный метод пробоподготовки, оптимальный метод анализа в зависимости от объекта и задачи, а также обосновать свой выбор; - пользоваться справочной литературой для решения поставленных задач. - пользоваться основными химическими базами данных для расшифровки результатов физико-химического анализа; 	<p>практических. Прохождение промежуточного тестирования.</p>	<p>предусмотрены в рабочих программах</p>	<p>предусмотрены в рабочих программах</p>
	<p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проведения физико-химического анализа; - умением работы на приборах для выполнения физико-химического анализа; - оценки результатов анализа сырья, материалов и готовой продукции - способностью расшифровки аналитических сигналов, полученных вручную и с использованием соответствующего программного обеспечения при проведении физико-химического анализа и обработке полученной информации, связанных с ними расчетов 	<p>Полное посещение лекционных и практических. Прохождение промежуточного тестирования.</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах</p>

	использованием современных информационных технологий;			
ПК-6	Знать - основной приборный парк современной аналитической лаборатории; - основные критерии, используемые при выборе метода анализа; - основы компьютерного моделирования химических соединений, определения некоторых их физико-химических характеристик	Полное посещение лекционных и практических. Прохождение промежуточного тестирования.	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах
	уметь - применять наилучший метод анализа экспериментальных данных с использованием технологий обработки больших данных; - проводить анализ согласно аттестованной методике проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции	Полное посещение лекционных и практических. Прохождение промежуточного тестирования.	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах
	Владеть - методологией выбора метода анализа для решения конкретных аналитических задач; - методами правильного представления результатов анализа в отчете о проделанной экспериментальной работе с использованием возможностей Microsoft Excel и их критической	Полное посещение лекционных и практических. Прохождение промежуточного тестирования.	Выполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренных в рабочих программах

	оценке.			
--	---------	--	--	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6, 7 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	Знать: - теоретические основы методов физико-химического анализа, методов исследования поверхностей, принципы, на которых они построены и области применения; - метрологические основы физико-химического анализа, в том числе принципы обработки результатов измерений, с использованием технологий обработки больших данных. - приемы построения методик при использовании различных физико-химических методов анализа; - основные этапы пробоподготовки сырья и продуктов его переработки	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь: - формулировать аналитическую задачу для предложенных объектов; - выбрать доступный метод	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	<p>пробоподготовки, оптимальный метод анализа в зависимости от объекта и задачи, а также обосновать свой выбор;</p> <p>- пользоваться справочной литературой для решения поставленных задач.</p> <p>- пользоваться основными химическими базами данных для расшифровки результатов физико-химического анализа;</p>			
	<p>Владеть:</p> <p>- навыками проведения физико-химического анализа;</p> <p>- умением работы на приборах для выполнения физико-химического анализа;</p> <p>- оценки результатов анализа сырья, материалов и готовой продукции</p> <p>- способностью расшифровки аналитических сигналов, полученных вручную и с использованием соответствующего программного обеспечения при проведении физико-химического анализа и обработке полученной информации, связанных с ними расчетов с использованием современных информационных технологий;</p>	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-6	<p>Знать:</p> <p>- основной</p>	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	<p>приборный парк современной аналитической лаборатории;</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные критерии, используемые при выборе метода анализа; - основы компьютерного моделирования химических соединений, определения некоторых их физико-химических характеристик 			
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять наилучший метод анализа экспериментальных данных с использованием технологий обработки больших данных; - проводить анализ согласно аттестованной методике проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции 	<p>Решение стандартных практических задач</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методологией выбора метода анализа для решения конкретных аналитических задач; - методами правильного представления результатов анализа в отчете о проделанной экспериментальной работе с использованием возможностей Microsoft Excel и их критической оценке. 	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>

ИЛИ
«отлично»;
«хорошо»;

«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы методов физико-химического анализа, методов исследования поверхностей, принципы, на которых они построены и области применения; - метрологические основы физико-химического анализа, в том числе принципы обработки результатов измерений, с использованием технологий обработки больших данных. - приемы построения методик при использовании различных физико-химических методов анализа; - основные этапы пробоподготовки сырья и продуктов его переработки 	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать аналитическую задачу для анализа предложенных объектов; - выбрать доступный метод пробоподготовки, оптимальный метод анализа в зависимости от 	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	<p>объекта и задачи, а также обосновать свой выбор;</p> <p>- пользоваться справочной литературой для решения поставленных задач.</p> <p>- пользоваться основными химическими базами данных для расшифровки результатов физико-химического анализа;</p>					
	<p>Владеть:</p> <p>- навыками проведения физико-химического анализа;</p> <p>- умением работы на приборах для выполнения физико-химического анализа;</p> <p>- оценки результатов анализа сырья, материалов и готовой продукции</p> <p>- способностью расшифровки аналитических сигналов, полученных вручную и с использованием соответствующего программного обеспечения при проведении физико-химического анализа и обработке полученной информации, связанных с ними расчетов с использованием современных информационных технологий;</p>	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-6	Знать:	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильн

	аналитической лаборатории; - основные критерии, используемые при выборе метода анализа; - основы компьютерного моделирования химических соединений, определения некоторых их физико-химических характеристик					БХ ОТВЕТОВ
	Уметь: - применять наилучший метод анализа экспериментальных данных с использованием технологий обработки больших данных; - проводить анализ согласно аттестованной методике проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: - методологией выбора метода анализа для решения конкретных аналитических задач; - методами правильного представления результатов анализа в отчете о проделанной экспериментальной работе с использованием возможностей Microsoft Excel и их критической оценке.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки)

знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

1. Чувствительность метода атомно-абсорбционной спектроскопии составляет:

- 1) 10^{-14} г
- 2) 10^{-5} г
- 3) 10^{-3} г
- 4) 10^{-7} г

2. Какие частицы имеют в спектрах широкие полосы поглощения?

- 1) атомы;
- 2) молекулы;
- 3) ионы.

3. Какой величине, характеризующей электромагнитное излучение, обратно пропорциональна его энергия?

- 1) длине волны;
- 2) частоте;
- 3) волновому числу;
- 4) скорости распространения излучения.

4. Какой раствор следует взять в качестве раствора сравнения в методе обычной спектрофотометрии при измерении оптической плотности испытуемого раствора A_x , если реагент при выбранной длине волны не поглощает?

- 1) раствор сравнения ($C_0 < C_x$);
- 2) раствор сравнения ($C_0 > C_x$);
- 3) раствор сравнения ($C_0 \approx C_x$);
- 4) растворитель.

5. Укажите правильное понятие разрешающей силы прибора.

- 1) величина спектрального интервала, приходящегося на линейный интервал в фокальной плоскости объектива монохроматора;
- 2) минимальное расстояние между двумя спектральными полосами;
- 3) величина светового потока на 1 мм диаметр коллиматора;
- 4) число длин волн на 1 мм входной щели монохроматора.

6. Что такое люминесценция?

- 1) свечение атомов, ионов, молекул или других более сложных комплексов, возникающее в результате электронного перехода в этих частицах при их возвращении из возбужденного состояния в основное;
- 2) избирательное поглощение однородной нерассеивающей системой электромагнитных излучений различных участков спектра;

3) излучение атомов, молекул, возникающее в результате электронных переходов между энергетическими уровнями возбужденных атомов или ионов.

7. На чем основан метод эмиссионной спектрометрии пламени?

- 1) на измерении интенсивности света, излучаемого возбужденными атомами (или молекулами) при введении вещества в пламя;
- 2) на измерении поглощения резонансного излучения атомами определяемого элемента;
- 3) на измерении переизлучения световой энергии, поглощенной свободными атомами;
- 4) на измерении свечения атомов, ионов, молекул или других более сложных центров, возникающего в результате электронного перехода в этих частицах при их возвращении из возбужденного состояния в нормальное.

8. Основные элементы атомно-эмиссионной установки

- 1) источник возбуждения, в котором анализируемое вещество переводится в атомарно-возбужденное состояние;
- 2) диспергирующее устройство (призма, дифракционная решётка, светофильтры), разлагающее эмиссионное излучение на монохроматические составляющие;
- 3) приёмник излучения (детектор), преобразующий световую энергию в электричество;
- 4) устройство для регистрации спектра.
- 5) электродвигатель
- 6) мешалка

9. Какие металлы могут быть определены методом пламенной фотометрии?

- 1) Na
- 2) Cu
- 3) Ca
- 4) Au

10. При какой температуре происходит атомизация и возбуждение атомов электрической дуге?

- 1) 1500 - 3000°C
- 2) 2500 - 5000°C
- 3) 3000 - 7000°C
- 4) 7000 - 10000°C

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. При фотоколориметрическом определении Fe^{3+} с сульфосалициловой кислотой из стандартного раствора с содержанием железа 10 мг/см³ приготовили ряд разведений в мерных колбах вместимостью 100 см³,

измерили оптическое поглощение и получили следующие данные:

$V_{\text{ст}}, \text{см}^3$	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
A	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75

Определите концентрацию Fe^{3+} в анализируемых растворах, если их оптическое поглощение равно 0,30 и 0,50.

Ответ:

- А) 24,0 и 40,0 мг/100 см³
- Б) 40,0 и 24,0 мг/100 см³
- В) 48,0 и 40,0 мг/100 см³

2. После растворения 0,2500 г стали раствор разбавили до 100,0 мл. В три колбы вместимостью 50,0 мл поместили по 25,00 мл этого раствора и добавили: в первую колбу стандартный раствор, содержащий 0,50 мг Ti , растворы H_2O_2 и H_3PO_4 , во вторую – растворы H_2O_2 и H_3PO_4 , в третью – раствор H_3PO_4 (нулевой раствор). Растворы разбавили до метки и фотометрировали два первых раствора относительно третьего. Получили значения оптической плотности: $A_{\text{х+ст}} = 0,650$, $A_{\text{х}} = 0,250$. Рассчитать массовую долю (%) титана в стали.

Ответ:

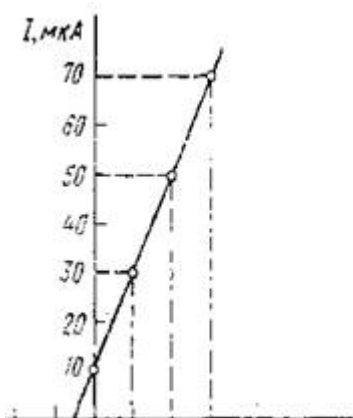
- А) 5,0
- Б) 0,50
- В) 50,0

3. Для определения длины волны интересующей линии λ_{\square} были выбраны две линии в спектре железа с известными длинами волн: $\lambda_1 = 325,436$ и $\lambda_2 = 328,026$ нм. На измерительной шкале микроскопа были получены следующие отсчеты: $b_1=9,12$, $b_2=10,48$, $b_{\text{х}}=10,33$ мм. Какова длина волны искомой линии в спектре анализируемого образца?

Ответ:

- А) 219,003 нм
- Б) 654,020 нм
- В) 327,360 нм

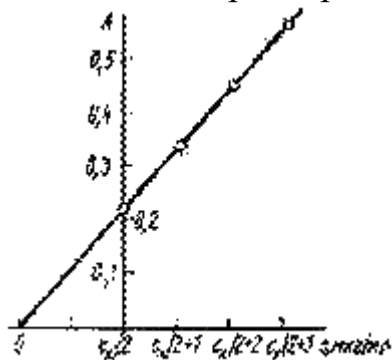
4. Определите содержание Ca^{2+} в растворе (в мкг/см³), если при фотометрировании пламени этого раствора методом добавок получены следующие результаты при добавках стандарта $x=10$ мкг/см³.



Ответ:

- А) 10 мкг/см³
- Б) 5 мкг/см³
- В) 0,05 мкг/см³

5. При определении марганца в сплаве методом добавок навеску массой 0,5000г растворили и разбавили раствор до 200,0 мл. Отобрали четыре одинаковые порции раствора и к каждой порции добавили такие же порции



стандартных растворов марганца, содержащих 0; 2; 4; 6 мкг/мл марганца. На атомно - абсорбционном спектрофотометре измерили оптическую плотность для аналитической линии 279,48 нм, распыляя растворы в пламени ацетилен-воздух. Получили значения оптической плотности соответственно 0,225; 0,340; 0,455; 0,570. Вычислите массовую долю марганца в сплаве (%).

Ответ:

- А) 0,16
- Б) 0,8
- В) 1,8

6. При анализе пробы массой 0,9816 г на содержание кобальта хемиллюминесцентным фотографическим методом на одну фотопластинку снимали свечение пробы анализируемого раствора, стандартов и холостого опыта. В ячейки кюветы помещали по 0,5 мл раствора соли кобальта, прибавляли салицилат натрия (для устранения мешающего действия катионов меди и железа) и одинаковое количество перекиси водорода. Затем кювету выдерживали до полного прекращения свечения; пластинку фотометрировали на микрофотометре МФ-2. Значение ΔS стандартных растворов, содержащих 4,0; 8,0; 12,0; 16,0 мкг/мл кобальта, составили 0,17; 0,28; 0,40; 0,53 соответственно. Вычислите массовую долю (%) кобальта в пробе, если $\Delta S_x = 0,20$.

Ответ:

- А) $2,55 \cdot 10^{-6}$
- Б) $2,55 \cdot 10^{-4}$
- В) $25,5 \cdot 10^{-4}$

7. Вычислите электродный потенциал медного электрода, опущенного в раствор соли меди с концентрацией Cu^{2+} равной 0,1 моль/л; $E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0} = 0,34 \text{ В}$.

Ответ:

- А) 0,311 В
- Б) 0,340 В
- В) 0,315 В

8. Рассчитайте концентрацию NH_4VO_3 в анализируемом растворе, если при потенциометрическом титровании 20,0 мл раствора NH_4VO_3 0,1 моль-экв/л

раствором FeSO_4 были получены следующие данные:

$V(\text{мл})$	10,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0
$E(\text{мВ})$	730	700	680	650	550	500	480	470

Ответ:

А) 0,1402 моль-экв/л

Б) 0,0717 моль-экв/л

В) 0,0941 моль-экв/л

9. Сопротивление ячейки с 0,1 моль-экв/л раствора NaCl равно 46,8 Ом. Площадь каждого электрода $1,50 \text{ см}^2$, а расстояние между ними 0,75 см. Определите удельную и эквивалентную электрическую проводимость.

Ответ:

А) $\chi = 0,0107 \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}$; $\lambda = 107 \text{ См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$

Б) $\chi = 0,0381 \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}$; $\lambda = 156 \text{ См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$

В) $\chi = 0,0214 \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}$; $\lambda = 102 \text{ См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$

10. На полное восстановление цинка в кулонометрии понадобилось 26 мин при силе тока 100 мА. Определить содержание (г) и концентрацию (моль/л) цинка в растворе, если на кулонометрический анализ было взято 10 мл раствора.

Ответ:

А) $m_{\text{Zn}^{2+}} = 0,08552 \text{ г}$; $c_{\text{Zn}^{2+}} = 0,1616 \text{ моль/л}$

Б) $m_{\text{Zn}^{2+}} = 0,12871 \text{ г}$; $c_{\text{Zn}^{2+}} = 0,0911 \text{ моль/л}$

В) $m_{\text{Zn}^{2+}} = 0,05285 \text{ г}$; $c_{\text{Zn}^{2+}} = 0,0808 \text{ моль/л}$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

1. Ширина основания хроматографического пика этанола составляет 20 мм. Число теоретических тарелок для этанола на данной колонке равно 2000. Скорость движения диаграммной ленты самописца 1200 мм/ч. Вычислить время удерживания этанола.

Ответ:

А) 11 сек

Б) 11 мин

В) 22 мин

2. Ширина основания хроматографического пика азота составляет 12 мм. Расстояние на хроматограмме от момента введения пробы до середины пика азота составляет 14 см. Вычислить число теоретических тарелок в данной колонке.

Ответ:

А) 2780

Б) 2870

В) 8720

3. Рассчитать число теоретических тарелок (N) и высоту, эквивалентную теоретической тарелке (H), по следующим экспериментальным данным: Скорость потока газа-носителя $80 \text{ см}^3/\text{мин}$. Расстояние от точки ввода до выхода максимума пика, $t_R = 140 \text{ мм}$. Ширина пика на середине высоты $\mu_{0,5} = 24 \text{ мм}$. Длина колонки 150 см . Расстояние от точки ввода несорбирующегося компонента до выхода максимума пика - 5 мм .

Ответ:

А) $N = 182$, $H = 0,85 \text{ см}$

Б) $N = 106$, $H = 0,43 \text{ см}$

В) $N = 176$, $H = 0,85 \text{ см}$

4. Рассчитать объемы удерживания веществ А и В и критерий селективности, если: $V_H = 1 \text{ см}^3$, $V_0 = 2 \text{ см}^3$, $K_D^A = 5,0$, $K_D^B = 16,0$

Ответ:

А) $V_R^A = 18$, $V_R^B = 7$, $K_c = 0,44$

Б) $V_R^A = 7$, $V_R^B = 18$, $K_c = 0,44$

В) $V_R^A = 14$, $V_R^B = 8$, $K_c = 0,04$

5. Навеску минерала массой $0,9745$, содержащего KCl , растворили в мерной колбе на 100 мл . Аликвотную часть $10,00 \text{ см}^3$ пропустили через слой катионообменника в H^+ - форме. На титрование фильтрата израсходовано $6,8 \text{ мл}$ $0,1271 \text{ М}$ раствора NaOH . Рассчитайте процентное содержание KCl в образце.

Ответ:

А) $77,06$

Б) $66,07$

В) $60,67$

6. В колбу, содержащую 100 мл стандартизированного раствора с титром 20 мг/мл Mg^{2+} поместили $12,752 \text{ г}$ катионообменника в H^+ - форме. После установления равновесия 25 мл данного раствора оттитровали $0,01 \text{ М}$ ЭДТА, затратив $6,8 \text{ мл}$ титранта. Определить коэффициент распределения $K_D(\text{Mg}^{2+})$. Определить статическую обменную емкость.

Ответ:

А) $K_D = 2365$, С.О.Е. = $6,43 \text{ ммоль/г}$

Б) $K_D = 6523$, С.О.Е. = $3,64 \text{ ммоль/г}$

В) $K_D = 2301$, С.О.Е. = $5,11 \text{ ммоль/г}$

7. Для определения динамической емкости катионита, через колонку, содержащую $3,870 \text{ г}$ последнего, пропустили 300 мл $0,05 \text{ н.}$ раствора соли меди. Элюат собирали порциями по 50 мл . Анализ порций показал следующие концентрации катионов меди: $0,000$; $0,005$; $0,0012$; $0,020$; $0,045$; $0,050 \text{ н.}$ Определить динамическую емкость катионита.

Ответ:

А) $1,923 \text{ ммоль-экв/г}$

- Б) 1,723 ммоль-экв/г
 В) 1,823 ммоль-экв/г

8. При определении этилового спирта методом газовой хроматографии измерили высоту пиков в зависимости от массы спирта и получили следующие данные:

m, мг	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
h, мм	18	37	48	66	83

Для 0.02 г исследуемого раствора получен пик высотой 57 мм. Вычислить массовую долю (%) этилового спирта.

Ответ:

- А) 3,58
 Б) 4,65
 В) 3,85

9. Через колонку, заполненную катионитом массой 10 г, пропустили 250,0 мл. Выходящие из колонки порции раствора по 50,0 мл титровали 0,1 н. раствором тиосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ($f_{\text{экв}} = 1$) и получили следующие результаты:

Порция раствора	1	2	3	4	5
Расход тиосульфата на титрование, мл	0	12,00	25,00	39,20	39,20

Вычислить динамическую емкость (ммоль/г) катионита по меди. если молярная масса эквивалента составляет $M(1/2 \text{Cu}^{2+})$.

Ответ:

- А) 1,96(1/2 Cu^{2+}) г.
 Б) 1,88(1/2 Cu^{2+}) г.
 В) 1,69(1/2 Cu^{2+}) г.

10. Получены экспериментальные данные при хроматографировании смеси метанол-вода.

$V(\text{H}_2\text{O}), \text{мм}^3$	0,2	0,4	0,6	0,8
$S, \text{пика}, \text{мм}^2$	61	123	182	243

Определить содержание воды в пробе спирта (с г/л), если объем пробы составил 2мм^3 , площадь пика равна 91мм^2 .

Ответ:

- А) 150 г/л
 Б) 300 г/л

В) 50 г/л

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету Электрохимические методы анализа

Электрохимические методы. Классификация методов. Электрохимическая ячейка. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Потенциометрия. Равновесный потенциал. Способы измерения потенциала. Прямая потенциометрия. Индикаторные электроды. Ионоселективные электроды. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Способы прямых потенциометрических измерений. Практическое применение ионометрии: определение. Индикаторные электроды. Кулонометрия. Законы Фарадея. Прямая кулонометрия. Условия потенциометрических измерений: достижение 100%-ного выхода по току; измерение количества электричества; определение конца электрохимической реакции. Кулонометрическое титрование. Примеры определения электроактивных и электронеактивных веществ. Электрогенерированные кулонометрические титранты. Преимущества перед другими титриметрическими методами. Вольтамперометрия. Особенности электрохимической ячейки. Теоретические основы классической полярографии. Характеристики полярограммы. Потенциал полуволны. Диффузионный ток. Практическое применение полярографии. Качественный анализ. Полярографический спектр. Количественный анализ. Способы определения концентрации вещества. Возможности и ограничения метода. Современные разновидности полярографии. Суть метода инверсионной вольтамперометрии. Амперометрическое титрование. Выбор условий амперометрического титрования. Примеры практического применения.

Оптические методы анализа

Спектр электромагнитного излучения. Классификация оптических методов анализа: абсорбционные и эмиссионные методы, их возможности при проведении различных видов анализа. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектр поглощения. Аппаратура для молекулярно-абсорбционного анализа: фотоэлектроколориметры, спектрофотометры для ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областей спектра. Причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера. Фотометрические реагенты. Анализ смеси компонентов в молекулярно-абсорбционной спектроскопии. Основные принципы построения аналитической методики в молекулярно-абсорбционной спектроскопии. Использование молекулярно-абсорбционной спектроскопии в ультрафиолетовой и видимой областях спектра для элементного анализа органических и неорганических объектов. Метрологические характеристики метода. Молекулярный спектральный анализ по инфракрасным спектрам. Особое значение

инфракрасной (ИК) спектроскопии для идентификации и структурно-группового анализа органических, элементоорганических и неорганических веществ. Атласы ИК -спектров и информационно-поисковые системы для идентификации молекул органических веществ. Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Источники фотолюминесценции и хемиллюминесценции. Понятие о фотопроцессах в молекулах. Характеристики люминесцирующих молекул: спектр возбуждения люминесценции, спектр люминесценции. Количественный люминесцентный анализ. Определение ионов металлов в виде комплексов с органическими реагентами, галогенидных комплексов, кристаллосолей. Определение органических соединений. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). Принципиальная схема аппаратуры. Источники излучения. Возможности метода с пламенными и электро-термическими источниками атомизации. Метрологические характеристики метода. Преимущества метода ААС при проведении элементного анализа органических и неорганических объектов по сравнению с методом молекулярно-абсорбционной спектроскопии. Эмиссионный спектральный анализ. Теоретические основы метода. Происхождение атомно-эмиссионных спектров. Принципиальная схема аппаратуры для атомно-эмиссионного спектрального анализа (АЭС). Возможности метода в зависимости от источников возбуждения и способов регистрации спектров. Элементный качественный и количественный спектральный анализ. Зависимость интенсивности спектральных линий элемента от концентрации этого элемента в исследуемой пробе. Атомно-эмиссионный метод с индуктивно-связанной плазмой (ИСП). Схема атомизатора с ИСП. Схема беспроводного спектрометра.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Хроматография

Теоретические основы ВЭЖХ и ее использование. Основные параметры хроматограммы. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Классификация хроматографических методов. Методы оптимизации хроматографического эксперимента. Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография. Изотермы адсорбции. Требования к газам-носителям и адсорбентам. Химическое и адсорбционное модифицирование поверхности адсорбента. Влияние температуры на удерживание и разделение. Детекторы. Примеры применения. Контроль производства. Газо-жидкостная хроматография. Требования к носителям и неподвижным жидким фазам. Влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения. Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. Реакционная газовая хроматография. Примеры применения для идентификации веществ, для анализа сложных смесей, объектов окружающей среды. Сверхкритическая флюидная хроматография. Сущность, особенности и отличия от газовой и жидкостной хроматографии, применение. Аппаратурное оборудование в жидкостной хроматографии. Основные представления о механизме жидкостной

хроматографии: роль химии поверхности адсорбента и природы жидкой подвижной фазы. Неподвижные фазы в жидкостной хроматографии. Влияние различных факторов на селективность разделения веществ. Нормально-фазовая, гидрофильная и обращенно-фазовая хроматография ВЭЖХ. Колонки для ВЭЖХ. Классификация детекторов для ВЭЖХ (спектрофотометрический, диодно-матричный, рефрактометрический, флуориметрический и по светорассеянию (ELSD)). Общие правила и особенности эксплуатации детекторов. Вспомогательное оборудование. Причины и признаки появления неполадок в хроматографической системе. Пробоподготовка в хроматографическом анализе. Варианты, достоинства и недостатки. Разделение полярных органических веществ гидрофильной хроматографией. Сорбенты для гидрофильной хроматографии. Преимущества гидрофильной хроматографии. Основы хиральной хроматографии. Закономерности разделения заряженных частиц. Ионная хроматография, факторы, влияющие на разделение ионов. Сорбенты для ионной хроматографии. Ион-эксклюзионная хроматография, неподвижные и подвижные фазы. Использование электромиграционных методов для разделения веществ. Основы капиллярного электрофореза и методов электрохроматографии. Факторы, влияющие на скорость миграции и селективность разделения соединений. Детектирование в электромиграционных методах.

Масс-спектрометрические методы.

Основные положения. Интерпретация масс-спектров. Определение молекулярных масс, метод ионизации полем. Основные характеристики и режимы работы масс-спектрометров. Области применения. Использование масс-спектрометрического детектирования в высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Методы анализа поверхности

Аналитическая электронная микроскопия. Принципы растровой и просвечивающей электронной микроскопии. Формирование изображения анализируемой пробы. Аналитические каналы в растровом и просвечивающем электронных микроскопах. Аналитическая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Рентгеноспектральный микроанализ – принципы, количественный анализ. Характеристическое и тормозное рентгеновское излучение, пределы обнаружения элементов, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, катодolumинесцентный анализ полупроводников и диэлектриков. Оже-электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рентгеновская абсорбционная спектроскопия тонкой структуры края поглощения.

Компьютерное моделирование

Основы квантово-механических расчетов. Расчеты строения и спектров

молекул и других атомно-молекулярных систем на основе квантовой химии и теоретической молекулярной спектроскопии. Моделирование химических реакций и химических равновесий, макрокинетические процессы. Установление корреляций структура-свойство, проблемы материаловедения.

Основы обработки экспериментальных данных

Современные большие массивы экспериментальных данных в масс-спектрометрии, хроматографии, связь с быстродействием современных аналитических приборов. Химические базы данных PubChem, ChemSpider. Понятие о методах многомерной статистики, методологии интеллектуального анализа текста text mining, облачных вычислениях в инструментальном химическом анализе. Методы обработки экспериментальных данных в Microsoft Excel.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

- 1. «Незачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.*
- 2. «Зачтено» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)*

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Электрохимические методы анализа	ПК-2, ПК-6	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
2	Спектрофотометрия и фотолюминесценция	ПК-2, ПК-6	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
3	Атомно-абсорбционный и эмиссионный спектральный анализ	ПК-2, ПК-6	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
4	Хроматографические методы анализа	ПК-2, ПК-6	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
5	Масс-спектрометрия	ПК-2, ПК-6	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту

6	Другие физико-химические методы	ПК-2, ПК-6	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
---	---------------------------------	------------	---

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Александрова, Т. П. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебное пособие / Т.П. Александрова, А.И. Апарнев, А.А. Казакова; Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016. - 106 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 98. - ISBN 978-5-7782-3033-0.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575157>

2. Звягинцева, А.В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: курс лекций [Текст]: учебное пособие / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2017. - 249 с.: ил. - Библиогр.: с. 247-248 (12 назв.). - 78-44.

3. Апарнев, А. И. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А. И. Апарнев, А. А. Казакова, Т. П. Александрова. - Аналитическая химия и физико-химические методы анализа; 2025-02-05. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. - 139 с. - Гарантированный срок размещения в

ЭБС до 05.02.2025 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-7782-3611-0. URL: <http://www.iprbookshop.ru/91180.html>

4. Громов, Н. В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Сборник задач с основами теории и примерами решений [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Н. В. Громов, О. П. Таран. - Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Сборник задач с основами теории и примерами решений; 2025-02-05. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. - 112 с. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 05.02.2025 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-7782-3580-9. URL: <http://www.iprbookshop.ru/91181.html>

5. Мильман Б. Л., Журкович И. К. Большие данные в современном химическом анализе. Журнал аналитической химии, 2020, Т. 75, № 4, стр. 316-326. <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=ankhim&y=2020&v=75&n=4&a=AnKhim2002013Milman>

Вспомогательная литература

1. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : Учебное пособие для СПО / О. Б. Кукина [и др.]. - Аналитическая химия ; 2029-09-06. - Саратов : Профобразование, 2019. - 161 с. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 06.09.2029 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-4488-0373-4.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/87269.html>

2. Аникин Н. А., Мускатин А.Ю., Кузьминский М.Б., Русаков А.И. GRID-система на основе европейских стандартов EGI для крупномасштабных расчетов по оригинальному ускоренному методу квантовой химии. Моделирование и анализ информационных систем. Т. 26, No 3 (2019), с. 306–364. <https://www.mais-journal.ru/jour/article/view/1229/894>

3. Гудилин Д. Ю. Ионная хроматография: эволюция, вызовы, инновации, ЛАБОРАТОРИЯ И ПРОИЗВОДСТВО / No4/2019 (8). DOI: 10.32757/2619-0923.2019.4.8.62.72.

https://labpro-media.ru/wp-content/uploads/2019/10/062-073-IC_DG_f.pdf

4.Справочное руководство 013-14074D.

<https://www.polymedia.ru/upload/iblock/a83/PS-2600%20%D0%91%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B9%20%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%20PASCO.pdf>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Химический каталог. Аналитическая химия. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>

2. Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus>

3. Электронная библиотека РФФИ <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
4. Доступ к коллекциям книг (2009-2010) и журналов издательства " Elsevier ".
<http://www.sciencedirect.com/3>
5. Доступ к реферативным базам Данных <http://www.scopus.com> и <http://www.isiknowledge.com>
6. Кристаллографические данные минералов (база данным MINCRYST) Института экспериментальной минералогии РАН (англ)
<http://database.iem.ac.ru/mincryst/rus/index.php>.
7. <http://www.chemspider.com/> Ресурс находится в свободном доступе.
8. База данных ТКВ.
<http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl?show=welcome.html/welcome.html>
9. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
10. <https://e.lanbook.com/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, ноутбук, компьютеры на базе Pentium др. оборудование.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Физико-химические методы анализа» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета физико-химических характеристик. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают

	<p>трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.</p>
<p>Практическое занятие</p>	<p>Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--