

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
Институт фундаментальных наук



Рабочая программа дисциплины
Аналитическая химия.
Физико-химические методы анализа.

Направление
04.03.01 Химия

Уровень бакалавриата

Форма обучения
очная

Кемерово 2018

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа.» рассмотрена на заседании кафедры аналитической и неорганической химии (протокол № 5 от 19.01.2018 г.)

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа.» рекомендована Научно-методическим советом института фундаментальных наук (протокол № 6 от 29.01.2018).

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа.» утверждена Учёным советом института фундаментальных наук (протокол № 6 от 12.02.2018).

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата / специалитета / магистратуры (выбрать)	7
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	7
3.1. Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий (в часах)	7
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	8
4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	8
4.2 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	12
6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю).....	12
6.2 Типовые контрольные задания или иные материалы	12
6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций	17
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	18
а) основная учебная литература:.....	Ошибка! Закладка не определена.
б) дополнительная учебная литература:.....	Ошибка! Закладка не определена.
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)*	20
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)	20
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)	24
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	25
12. Иные сведения и (или) материалы.....	25
12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)	Ошибка! Закладка не определена.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы Химия

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

<i>Коды компетенции</i>	<i>Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций</i>	<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>
ОПК-1	способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач;	Знать: теоретические основы методов химического анализа, основы электрохимических и оптических процессов. Уметь: применять основные законы естественнонаучных дисциплин в качественном и количественном анализе, в исследовании физико-химических процессов и объектов. Владеть: приемами составления и реализации алгоритма теоретического и экспериментального анализа объектов, выражать и обосновывать собственную позицию в сфере профессиональной деятельности.
ОПК-2	владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций);	Знать: правила хранения химических реагентов, безопасной работы с химическими веществами и ионизирующим излучением, свойства химических соединений, правила их смешивания, методы качественного контроля химических процессов, физико-химические методы анализа, методы разделения, концентрирования веществ. Уметь: планировать химический эксперимент, прогнозировать результаты, анализировать полученные данные, интерпретировать экспериментальные результаты, оценивать эффективность экспериментальных методов, выбирать метод исследования, методику проведения эксперимента в соответствии с поставленными задачами. Владеть: техникой эксперимента,

		приемами выполнения эксперимента по заданной либо выбранной методике, техникой составления схемы анализа объекта на заданные характеристики, приемами измерения физических величин с заданной точностью, приемами измерения аналитического сигнала.
ОПК-6	знание норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Знать: назначение, нормы техники безопасности и принципы работы на современной учебно-научной аппаратуре по оптическим методам анализа. Уметь: использовать аппаратуру для выполнения конкретной экспериментальной задачи с учетом норм техники безопасности. Владеть: навыками работы на аналитической аппаратуре.
ПК-1	способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	Знать: правила хранения химических реагентов; правила безопасной работы с химическими веществами, свойства химических соединений, правила их смешивания; методы качественного контроля химических процессов; методы количественного химического анализа; физические методы исследования; физико-химические методы анализа; методы разделения, концентрирования и очистки химических веществ. Уметь: планировать химический эксперимент, прогнозировать результаты эксперимента, анализировать полученные экспериментальные данные, интерпретировать полученные экспериментальные результаты, оценивать эффективность экспериментальных методов, описывать свойства полученных химических соединений, выбирать метод исследования, методику проведения эксперимента в соответствии с поставленными задачами. Владеть: техникой эксперимента; приемами выполнения

		эксперимента по заданной либо выбранной методике; навыками планирования синтеза органического вещества с заданными свойствами; техникой составления схемы анализа объекта; приемами измерения физических величин с заданной точностью; приемами измерения аналитического сигнала.
ПК-3	владение системой фундаментальных химических понятий	<p>Знать: основы фундаментальных разделов химии; основы аналитической химии (метрологические основы анализа, существо реакций, принципы и области использования химического анализа), перспективы развития наук; роль химического анализа</p> <p>Уметь: применять теоретические знания для решения конкретных задач в химии; пользоваться современными представлениями основных разделов естественных наук для объяснения специфики поведения химических соединений; использовать данные по строению веществ и соединений для изучения их свойств; использовать структурные данные в химическом исследовании.</p> <p>Владеть: методами и способа синтеза веществ; навыками описания свойств веществ; методологией выбора методов анализа, навыками их применения; методологическими основами анализа; основами теории фундаментальных разделов химии; навыками решения конкретных теоретических и экспериментальных задач.</p>
ПК-7	владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	<p>Знать: свойства химических материалов, методы безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p> <p>Уметь: использовать методы безопасного обращения с</p>

		химическими материалами с учетом их физических и химических свойств Владеть: методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств
ОПК-1	способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач;	Знать: теоретические основы методов химического анализа, основы электрохимических и оптических процессов. Уметь: применять основные законы естественнонаучных дисциплин в качественном и количественном анализе, в исследовании физико-химических процессов и объектов. Владеть: приемами составления и реализации алгоритма теоретического и экспериментального анализа объектов, выражать и обосновывать собственную позицию в сфере профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Данная дисциплина (модуль) относится к дисциплинам профессионального цикла базовой части. Содержание модуля является дополнением и углублением основной дисциплины «Аналитическая химия», изучаемого в 3 и 4 семестрах, и включает, главным образом, спектроскопические методы

Дисциплина (модуль) изучается на 4 курсе в 7 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц (ЗЕ), 180 академических часов.

3.1. Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий (в часах)

Объем дисциплины	Всего часов
------------------	-------------

		для очной формы обучения	
Общая трудоемкость дисциплины	180		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	108		
Аудиторная работа (всего):	108		
в т. числе:			
Лекции	36		
Лабораторные работы	72		
в т.ч. в активной и интерактивной формах	72		
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36		
Вид промежуточной аттестации обучающегося (экзамен)	36		

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоёмкость (часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
			аудиторные учебные занятия	самостоятельная работа обучающихся		
	Введение	8	2	2	4	тест
	Методы атомного спектрального анализа	28	8	16	4	Защита лаб. Раб.
	Рентгеновская спектроскопия и радиоактивационный анализ.	12	4	4	4	тест
	Электронные спектры молекул. Фотометрические методы анализа.	44	8	24	12	Защита лаб. раб. коллоквиум
	Фотометрическое титрование.	26	6	14	6	Защита лаб. раб.
	Люминесцентный анализ.	26	8	12	6	Защита лаб. раб.
	Экзамен	36	144	36	72	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Содержание разделов базового обязательного модуля дисциплины

	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
	Введение.	Виды излучений в диапазоне от радиоволн до гаммаизлучения. Основные характеристики излучений. Кванты и частицы. Шкала энергии квантов и переходов в ядерной и электронной подсистемах. Классификация физических и физикохимических методов анализа. Спектральные методы
	Методы атомного спектрального анализа	<p>.Атомные спектры поглощения и испускания. Коэффициенты Эйнштейна. Квантовые числа атомов и символы электронных состояний. Правила отбора излучательных переходов в атомах. Резонансное поглощение. Аналитические линии. Аналитический сигнал.</p> <p>Атомно-эмиссионный и флуоресцентный анализ. Способы возбуждения и атомизации. Особенности работы различных источников возбуждения спектров. Пламя. Процессы в пламени. Учет влияния посторонних примесей. Способы определения концентрации. Лазерные атомизаторы. Аппаратура для атомно-флуоресцентного и эмиссионного анализа.</p> <p>Атомно-абсорбционная спектроскопия. Атомизаторы для ААС. Требования к источникам света. Измерительные схемы и аппаратура. Аналитические возможности и области применения.</p>
	Рентгеновская спектроскопия и радиоактивационный анализ.	<p>Рентгеновская эмиссионная спектроскопия (РЭС). РЭС простых веществ и сплавов. Номенклатура линий спектров РЭС. Линии – сателлиты. Интерпретация РЭС простых веществ и идентификация элементов по РЭС. РЭС сложных молекул. Теорема Купманса. Сечения ионизации K- и L – уровней. Химический сдвиг K- и L – линий рентгеновских спектров. Возможности РЭС в количественном анализе. Принцип работы и устройство рентгенофлуоресцентных анализаторов (РФЛА). Недостатки метода РФЛА.</p> <p>Фотоэлектронная спектроскопия (ФЭС). Схема внешней фотоэмиссии из молекул и кристаллов. Особенности аппаратурного оформления методов ЭСХА и УФЭС. Источники излучения в методах ЭСХА (РФЭС) и УФЭС. Химический сдвиг в РФЭС. Физико-химическая информация, содержащаяся в спектрах ФЭС. Аналитические возможности, преимущества и недостатки методов ЭСХА и УФЭС.</p> <p>Радиоактивационный метод анализа. Процессы возбуждения и релаксации ядер. Виды ядерных реакций. Зависимость сечения (n,γ) реакций от энергии нейтронов и заряда ядра. Активность радиоактивного изотопа и ее зависимость от времени активации. Измерение радиоактивности. Идентификация элементов по спектру излучения и периоду полураспада. ПрО элементов в</p>

		радиоактивационном методе анализа. Области применения и ограничения метода радиоактивационного анализа.
	Электронные спектры молекул. Фотометрические методы анализа.	<p>Фотометрия в видимой и УФ областях спектра. Поглощение и излучение света однородными средами. Правила отбора оптических переходов в молекуле. Основные величины, характеризующие молекулярное поглощение и излучение. Связь между окраской вещества и спектром поглощения. Основные законы светопоглощения.</p> <p>Спектрофотометрия. Условия выполнимости закона Бугера-Ламберта-Бера. Метрологические характеристики фотометрических методов анализа. Способы определения концентрации: использование точного значения молярного коэффициента поглощения и метод градуировочного графика. Химические и физические причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера. Качественный анализ смесей светопоглощающих веществ.</p>
	Фотометрическое титрование	. Требования к реакциям, применяемым в фотометрическом титровании. Виды кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования.
	Люминесцентный анализ	<p>. Способы возбуждения и основные характеристики люминесценции. Схема процессов поглощения и дезактивации возбужденных состояний в фотolumинесценции. Основные законы фотolumинесценции. Связь между интенсивностью излучения и концентрацией люминесцирующего вещества. Влияние различных условий на квантовый выход.</p> <p>Тушение люминесценции. Роль тушения в люминесцентном анализе. Способы прямого и косвенного количественного люминесцентного анализа. Люминесцентное титрование. Аппаратура, используемая в фотометрическом и люминесцентном анализе. Источники и приемники света. Способы монохромирования. Типы фотометрических приборов.</p>
		Перечень лабораторных работ
Введение		Техника безопасности и общие указания по выполнению работ
Методы атомного спектрального анализа		Пламенно-фотометрическое определение натрия
		Определение калия и кальция фотометрией пламени
		Устройство и принцип работы AAC
Рентгеновская спектроскопия		Устройство и принцип работы РФЛА «Спектроскан»
Электронные спектры молекул. Фотометрические		Фотометрическое определение хрома и марганца при совместном присутствии

методы анализа	Фотометрическое определение железа в присутствии никеля
	Нефелометрическое определение ионов сульфата
Фотометрическое титрование	Фотометрическое определение железа с сульфосалициловой кислотой
	Спектрофотометрическое титрование сульфосалицилового комплекса железа
Люминесцентный анализ	Флуориметрическое определение родамина бж

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Невоструев, В.А. Теоретические основы спектральных методов в химии: Учеб. пособие / В.А.Невоструев. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2006. – 71 с.

Аналитические методы молекулярной спектроскопии: учеб.-метод. пособие для студентов 4 курса/ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»; сост. О.Н. Булгакова, Н.В.Иванова, В.А. Невоструев, Г.Н. Шрайбман.- Томск: Издательство ТПГУ, 2009.-74с.

Спектроскопические методы элементного анализа .учеб.-метод. пособие учеб.-метод. пособие для студентов 4 курса/ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»; сост. О.Н. Булгакова, Н.В.Иванова, В.А. Невоструев, Г.Н. Шрайбман.- Кемерово, 2010.-80с.

Невоструев В. А Люминесцентный анализ. [учеб.-метод. пособие / Кемеровский гос. ун-т, 2008. - 89 с.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка – по желанию	наименование оценочного средства
1.	Введение	ПК-3	тест
2.	Методы атомного спектрального анализа	ПК – 3	Защита лаб. Раб.
3.	Рентгеновская спектроскопия и радиоактивационный анализ.	ПК – 3	тест
4.	Электронные спектры молекул. Фотометрические методы анализа.	ПК – 2,3	Защита лаб. раб. коллоквиум
5.	Фотометрическое титрование.	ОПК-2,6	Защита лаб. раб.
6.	Люминесцентный анализ.	ОПК-2,6	Защита лаб. раб.

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.2.1. Тесты

a) типовые вопросы (задания)

Тестовые задания по оптическим методам анализа №1

1. На поглощении излучения веществом основаны методы анализа:

- 1) атомная эмиссионная спектроскопия;
- 2) спектрофотометрия;
- 3) нефелометрия;
- 4) атомно–абсорбционный спектральный анализ.

2. Волновое число связано с длиной волны выражением:

$$1) \nu = \frac{1}{\lambda}; \quad 2) \nu = \frac{c}{\lambda}; \quad 3) \tilde{\nu} = \frac{c}{\lambda}; \quad 4) \tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda}.$$

3. Какую окраску имеет раствор некоторого комплексного соединения, если известно, что он поглощает излучение с длиной волны 580 нм:

- 1) желтую;
- 2) зеленую;
- 3) красно–оранжевую;
- 4) голубую.

4. Для какого из типов электронных переходов в молекуле характерно наибольшее значение энергии поглощенного кванта:

- 1) $\sigma \rightarrow \sigma^*$;
- 2) $n \rightarrow \pi^*$;

3) $\mathbf{n} \rightarrow \sigma^*$;

4) $\pi \rightarrow \pi^*$.

5. Основной закон светопоглощения выражается уравнением:

1) $I = I_0 \cdot 10^{k \cdot c \cdot l}$;

2) $T = k \cdot c \cdot l$;

3) $I = I_0 \cdot 10^{-k \cdot c \cdot l}$;

4) $A = 10^{-k \cdot c \cdot l}$.

6. Единицей измерения оптической плотности является:

1. кДж·с/см²;

2. л·моль/с;

3. л/моль·см;

4. оптическая плотность – безразмерная величина.

7. На испускании электромагнитного излучения возбужденными атомами основан метод анализа:

1) фотометрия пламени;

2) люминесцентный анализ;

3) рефрактометрия;

4) рентгенофлуоресцентный анализ.

8. Запишите названия областей спектра электромагнитного излучения в порядке возрастания энергии. Укажите соответствующие величины длин волн и волновых чисел. Какие электронные переходы возбуждаются в каждой из областей.

Тестовые задания по оптическим методам анализа №2

1. На поглощении электромагнитного излучения возбужденными атомами основан метод анализа:

1) атомная эмиссионная спектроскопия;

2) спектрофотометрия;

3) нефелометрия;

4) атомно–абсорбционный спектральный анализ.

2. Энергия электромагнитного излучения рассчитывается по формуле:

1) $E = \frac{h}{\lambda}$; 2) $E = \frac{hc}{\lambda}$;

3) $E = h\nu$; 4) $E = h\lambda$.

3. Какую окраску имеет раствор некоторого комплексного соединения, если известно, что он поглощает излучение с длиной волны 895 нм:

1) красно–оранжевую;

2) зеленую;

3) голубую;

4) раствор не имеет окраски.

4. Какой из типов электронных переходов в молекуле возбуждается при поглощении электромагнитного излучения дальней УФ–области:

1) $\sigma \rightarrow \sigma^*$; 2) $n \rightarrow \pi^*$; 3) $n \rightarrow \sigma^*$; 4) $\pi \rightarrow \pi^*$.

5. Основной закон светопоглощения выражается уравнением:

- 1) $I = I_0 \cdot 10^{k \cdot c \cdot l}$;
- 2) $T = \varepsilon \cdot c \cdot l$;
- 3) $I = I_0 \cdot 10^{-k \cdot c \cdot l}$;
- 4) $A = 10^{-\varepsilon \cdot c \cdot l}$.

6. Оптическая плотность – это

- 1) отношение интенсивности падающего света к интенсивности прошедшего;
- 2) отношение интенсивности прошедшего света к интенсивности падающего;
- 3) логарифм отношения интенсивности падающего света к интенсивности прошедшего;
- 4) логарифм отношения интенсивности прошедшего света к интенсивности падающего.

7. На испускании электромагнитного излучения возбужденными молекулами основан метод анализа:

- 1) фотометрия пламени;
- 2) люминесцентный анализ;
- 3) рефрактометрия;
- 4) рентгенофлуоресцентный анализ.

8. Запишите названия областей спектра электромагнитного излучения в порядке возрастания энергии. Укажите соответствующие величины длин волн и волновых чисел. Какие электронные переходы возбуждаются в каждой из областей.

- б) критерии оценивания компетенций (результатов)
- в) описание шкалы оценивания

6.2.2 Наименование оценочного средства* (в соответствии с таблицей 6.1)

- а) типовые задания (вопросы) - образец
- б) критерии оценивания компетенций (результатов)
- в) описание шкалы оценивания

Вопросы для индивидуальной и самостоятельной работы.

Введение. Классификация методов анализа. Физические и физико-химические методы анализа. Сравнение этих методов с химическими методами. Спектральные методы анализа. Сопоставление шкалы энергии ЭМИ с переходами в химических частицах.

Атомный спектральный анализ. Поглощение и испускание света атомами. Коэффициенты Эйнштейна и сила осциллятора.

Электронные состояния атомов и их символы. Примеры. Правила отбора для излучательных переходов в атомах. Спектры поглощения и флуоресценции атомов.

Абсорбционные и эмиссионные методы атомного спектрального анализа. Общность и различия эмиссионных методов (РФЛА, АЭСА, АФЛА, ФП).

Способы атомизации и возбуждения. Особенности пламен как способа атомизации и возбуждения. Фотометрия пламени как аналитический метод. Атомно-абсорбционный анализ.

Основы рентгеновского флуоресцентного анализа. Классификация рентгеновских линий. Идентификация элементов по рентгеновским эмиссионным спектрам. Химсдвиг K- и L- линий. Количественный рентгенофлуоресцентный анализ.

Основы фотоэлектронной спектроскопии. Особенности РФЭС и УФЭС. Качественный и количественный анализ методом РФЭС (ЭСХА).

Основы радиоактивационного анализа. Способы активации ядер. Характеристики радиоактивного распада. Качественный радиоактивационный анализ. Способы определения вида излучений и периода полураспада. ПрО элементов. Количественный радиоактивационный анализ.

Характеристики электронных состояний многоатомных молекул и их номенклатура. Вероятности излучательных переходов между электронно-колебательными состояниями. Принцип и фактор Франка – Кондона. Правила отбора электронных переходов, сила осциллятора. Классификация и идентификация электронных переходов.

Характеристики спектров поглощения. Идентификация веществ по спектрам поглощения. Количественный фотометрический анализ. Закон Бугера – Ламберта - Бера. Молярный коэффициент поглощения и его значение в фотометрическом анализе. Причины отклонения от закона Бера. Другие источники ошибок.

Требования к реакциям, используемым в фотометрическом титровании. Примеры кривых титрования. Определение конечной точки титрования.

Классификация люминесценции молекул по способу возбуждения и механизму свечения. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Закон Стокса – Ломмеля. Правило Левшина.

Выход люминесценции. Зависимость его от различных факторов. Закон Вавилова. Тушение люминесценции.

Прямые методы количественного люминесцентного анализа.

Сортовой анализ. Косвенные методы количественного люминесцентного анализа.

Аппаратура, используемая в фотометрическом и люминесцентном анализе. Источники и приемники света. Способы монохромирования.

6.2.3 Экзамен

г) типовые задания (вопросы) - образец

Примерный перечень вопросов к экзамену.

1. Основные характеристики и виды излучений.
2. Классификация физико-химических методов анализа.
3. Классификация спектральных методов анализа по энергии используемых квантов и видам взаимодействия излучения с веществом.
4. Спектры поглощения и испускания атомов. Коэффициенты Эйнштейна.
5. Электронные состояния атомов. Правила отбора для излучательных переходов в атомах.
6. Общность и различия эмиссионных методов (РФЛА, АЭСА, АФЛА, ФП).
7. Атомно-абсорбционный анализ. Атомизаторы для ААС.
8. Основы рентгеновского флуоресцентного анализа. Идентификация элементов по рентгеновским эмиссионным спектрам.
9. Основы фотоэлектронной спектроскопии. Качественный и количественный анализ методом РФЭС (ЭСХА).
10. Основы радиоактивационного анализа. Качественный и количественный радиоактивационный анализ.
11. Электронные состояния многоатомных молекул и их номенклатура.
12. Классификация и идентификация электронных переходов в молекулах. Сила осциллятора.
13. Правила отбора электронных переходов. Принцип и фактор Франка – Кондона.
14. Характеристики спектров поглощения молекул. Идентификация веществ по спектрам поглощения.
15. Фотометрия как аналитический метод. Метрологические характеристики метода.
16. Молярный коэффициент поглощения и его значение в фотометрическом анализе.
17. Химические причины отклонения от закона Бера.

18. Физические причины отклонения от закона Бера.
19. Анализ смесей светопоглощающих веществ.
20. Фотометрическое титрование. Требования к реакциям.
21. Виды кривых фотометрического титрования. Определение конечной точки титрования.
22. Классификация люминесценции молекул по способу возбуждения и механизму свечения.
23. Закон Стокса – Ломмеля. Правило Левшина.
24. Выход люминесценции. Зависимость его от различных факторов. Закон Вавилова.
25. Внешнее тушение люминесценции. Его роль в люминесцентном анализе.
26. Внутреннее тушение люминесценции.
27. Связь между интенсивностью фотолюминесценции и концентрацией люминесцирующего вещества.
28. Прямые методы количественного люминесцентного анализа. Сортовой анализ.
29. Косвенные методы количественного люминесцентного анализа.
30. Аппаратура, используемая в фотометрическом и люминесцентном анализе. Способы монохромирования.
31. Источники и приемники света. Измерение интенсивности излучений в фотометрических приборах.

д) критерии оценивания компетенций (результатов)

е) описание шкалы оценивания

6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

**Рейтинговая система оценки знаний студентов по курсу
«Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа»**

Мероприятие	Баллы	
	Выполнение	Защита
Лабораторный практикум		
Молекулярная спектрометрия		
Лабораторная работа №1 Фотометрическое определение железа в присутствии никеля	5	5
Лабораторная работа №2 Фотометрическое определение перманганат- и бихромат-ионов при совместном присутствии	5	5
Лабораторная работа №3	5	5

Фотометрическое определение железа в виде комплексов с сульфосалициловой кислотой		
Лабораторная работа №4 Определение железа методом спектрофотометрического титрования	5	10
Лабораторная работа №5 Фототурбидиметрическое определение сульфат-ионов	5	5
Лабораторная работа №6 Люминесцентное определение родамина бЖ	5	5
Атомная спектрометрия		
Лабораторная работа №7 Пламенно-фотометрическое определение натрия	5	5
Лабораторная работа №8 Атомно-абсорбционный анализ (теоретическая)	-	5
Лабораторная работа №9 Рентгенофлуоресцентный анализ (теоретическая)	-	5
Коллоквиумы		
Тема	Задача	Теория
Аналитические методы атомного спектрального анализа	<i>Правила отбора, термы</i> 5	10
Фотометрия, спектрофотометрия и спектрофотометрическое титрование	<i>Правила отбора, расчет</i> 5	10
Люминесцентный анализ	Схема Яблонского 5	10
Посещение лекций	17*2=36	
Итого	166 баллов	

Проходной балл для допуска на экзамен: 110 баллов. За несвоевременное выполнение предполагаются штрафные санкции на усмотрение преподавателя.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Вилков, Лев Васильевич. Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы [Текст] : учеб. для хим. спец. вузов / Л. В. Вилков, Ю. А. Пентин. - М. : Высшая школа, 1989. - 288 с.

2.Дорохова,ЕвгенияНиколаевна. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа [Текст] / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - М. : Высшая школа, 1991 . - 256 с.
б)дополнительная литература

3.Лебухов В. И. Физико-химические методы исследования, 1-е изд/ В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л. П. Павлюченкова ."Лань",2012.- 480 с. ISBN:978-5-8114-1320-1.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4543

4. Невоструев, В.А. Теоретические основы спектральных методов в химии: Учеб. пособие / В.А.Невоструев. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2006. – 71 с.

5. Пентин, Юрий Андреевич.

Физические методы исследования в химии [Текст] : учебник / Ю. А. Пентин, Л. В. Вилков. - Москва : Мир, 2009. - 683 с.

6. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс / Кемеровский гос. ун-т, Кафедра аналитической химии ; сост. О. Н. Булгакова [и др.]. - Электрон. текстовые дан. - Кемерово : КемГУ, 2009. - 1 on-line : цв. <http://edu.kemsu.ru/res/res.htm?id=14777>

7. Аналитические методы молекулярной спектроскопии: учеб.-метод. пособие для студентов 4 курса/ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»; сост. О.Н. Булгакова, Н.В.Иванова, В.А. Невоструев, Г.Н. Шрайбман.- Томск: Издательство ТПГУ, 2009.- 74с.

8. Спектроскопические методы элементного анализа .учеб.-метод. пособие учеб.-метод. пособие для студентов 4 курса/ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»; сост. О.Н. Булгакова, Н.В.Иванова, В.А. Невоструев, Г.Н. Шрайбман.- Кемерово, 2010.-80с.

9. Невоструев В. А Люминесцентный анализ. [учеб.-метод. пособие / Кемеровский гос. ун-т, 2008. - 89 с.

10. Золотов, Ю.А. Основы аналитической химии / Методы химического анализа: Учеб. для вузов / Ю.А.Золотов, Е.Н.Дорохова, В.И.Фадеева и др.; под ред. Ю.А.Золотова. – М.: ВШ, 1999. – 461 с.

11. Вилков, Л.В. Физические методы исследования в химии: Учеб. для хим. спец. Вузов / Л.В.Вилков, Ю.А.Пентин. – М.: Мир: АСТ, 2003. – 683 с.

12. Зайдель, А.Н. Атомно-флуоресцентный анализ / А.Н.Зайдель. – Л.: Химия, 1983.

13. Брицке, М.Э. Атомно-абсорбционный спектрохимический анализ / М.Э.Брицке. – М.: Химия, 1982.

14.Тарасевич, Н.И. Руководство к практикуму по спектральному

- анализу / Н.И.Тарасевич. – М.: МГУ, 1977.
15. Боэн, Г. Радиоактивационный анализ / Г.Боэн, Д.Гибсон. – М.: Атомиздат, 1968.
16. Лосев, Н.Ф. Основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа / Н.Ф.Лосев, А.Н.Смагунова. – М.: Химия, 1982.
- 17.Мазалов, Л.Н. Рентгеновская и рентгеноэлектронная спектроскопия молекул / Л.Н.Мазалов. – Новосибирск: НГУ, 1979.
18. Дорохова, Е.Н. Аналитическая химия, Физико-химические методы анализа / Е.Н.Дорохова, Г.В.Прохорова. – М.: ВШ, 1991.
19. Пешкова, В.М. Методы абсорбционной спектроскопии в аналитической химии / В.М.Пешкова, М.И.Громова. – М.: ВШ, 1976.
20. Бабко, А.К. Фотометрический анализ. Общие сведения и аппаратура. / А.К.Бабко, А.Т.Пилипенко. – М.: Химия, 1968.
21. Столяров, К.П. Введение в люминесцентный анализ неорганических веществ / К.П.Столяров, Н.Н.Григорьев. – Л.: Химия, 1967.
- 22.Головина, А.П. Химический люминесцентный анализ неорганических веществ / А.П.Головина, Л.В.Левшин. – М.: Химия, 1978.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Дисциплина «Аналитическая химия» изучается студентами химического факультета во втором, третьем, седьмом семестрах. Модуль «Физико-химические методы анализа» представляет собой последний завершающий компонент общепрофессиональной дисциплины базового цикла.

Изучение физико-химических методов анализа базируется на:

- прослушивании курса лекций, отражающих принципиальные теоретические вопросы, аспекты практического применения различных методов анализа, современные достижения и перспективы развития науки;
- выполнении лабораторного практикума, охватывающего приложение

максимального числа изучаемых методов анализа, развивающего экспериментальные навыки и навыки научного мышления, детализирующего теоретические сведения;

- осуществлении самостоятельной работы, предполагающей проработку и углубление основных разделов теории и практики анализа с использованием дополнительной литературы, выполнение индивидуальных расчетных заданий.

Модуль «Физико-химические методы анализа» посвящен рассмотрению различных вариантов спектральных методов: абсорбционных и эмиссионных, прямых и косвенных, физических и физико-химических, их теоретических основ, областей применения, аппаратурных особенностей и принципов выбора метода для решения конкретной аналитической задачи.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- уметь обосновывать связь химико-аналитических свойств атомов, ионов, молекул с аналитическим сигналом (физическими величинами);
- знать теоретические основы физико-химических методов анализа и области их целесообразной применимости, исходя из характеристик того или иного метода; знать устройство и принцип работы спектральных приборов;
- знать метрологические основы аналитической химии;
- уметь на основе теоретических знаний оценить возможности методов, обоснованно выбрать метод, схему анализа для решения конкретной практической задачи;
- овладеть навыками работы с основным аналитическим оборудованием, посудой и реактивами;
- уметь квалифицированно провести эксперимент и математически обработать его результаты с применением вычислительной техники.
- владеть практическими навыками проведения анализа и обращения с приборами.

Изучение аналитической химии в целом, и физико-химических методов анализа в частности, основано на использовании межпредметных связей и

проводится на базе знаний по:

- общей и неорганической химии;
- органической химии;
- физической химии;
- физическим методам исследования;
- физике (разделы «Оптика», «Электричество»);
- математике (использование теории вероятностей и математической статистики, решения квадратных уравнений, алгебраических преобразований, операций с логарифмами).

. По итогам изучения дисциплины контроль знаний осуществляется по системе «зачтено – не зачтено». Студент, получивший зачет, допускается до экзамена.

Критерии оценки знаний.

Студент, знания и умения которого отвечают перечисленным требованиям, заслуживает оценки «отлично». Оценка «хорошо» предполагает, что студент достаточно владеет теоретическими знаниями, умеет выполнять анализ по предложенной методике, оптимизировав условия определения.

Оценка «удовлетворительно» предполагает частичное владение теоретическими знаниями, практическими навыками экспериментальной работы в области физико-химических методов анализа, предусмотренных программой.

Рекомендации по проведению лекционных занятий и ведению конспекта

Лекционные занятия могут проводиться в *обычном режиме* - преподаватель устно раскрывает тему, студенты записывают основное содержание излагаемого материала. При этом слушателям рекомендуется фиксировать теоретические положения, заслушивать и обсуждать примеры из практики. По ходу изложения лекции студентам разрешается задавать вопросы по изучаемой теме. Для этого студент должен поднять руку. Можно задать вопросы и в конце лекции. Допускается проведение лекций в форме *активного диалога*. Если лектор применяет *мультимедийные средства* в виде презентаций, видео, тренингов и т.д., студентам рекомендуется при конспектировании

материала с экрана оставлять свободное место на полях для пояснений и комментариев. В целом лекционный материал по дисциплине содержит 6 разделов (их краткое содержание см. в Рабочей программе по дисциплине). По каждой теме предполагается изучение теоретических основ спектральных методов анализа и основных аспектов их практического применения.

Рекомендации по выполнению лабораторного практикума

Согласно рабочей программе и календарному плану дисциплины студент в седьмом семестре должен выполнить лабораторный практикум по физико-химическим методам анализа, содержащий 10 лабораторных работ и позволяющий студентам получить представление об аналитических операциях, необходимых в практике оптических методов анализа, а также приобрести навыки проведения измерений и обработки экспериментальных результатов. оформить и защитить.

При выполнении лабораторных работ необходимо следовать перечисленным ниже рекомендациям.

1. Прочитать все разделы пособия, касающиеся выполняемой работы.
2. Познакомиться с описанием прибора и порядком работы на нем. Включать прибор следует непосредственно перед проведением измерений.
3. Ознакомиться с ходом выполнения работы, составить краткий конспект.
4. Получить у преподавателя, ведущего занятие, допуск и приступить к выполнению лабораторной работы с соблюдением всех правил техники безопасности согласно соответствующим инструкциям.
5. По окончании работы необходимо отключить все приборы. Привести рабочее место в порядок.
6. . Записи в лабораторном журнале рекомендуется делать в следующем порядке: *а)* название выполняемой лабораторной работы, *б)* ход анализа, *в)* условия проведения измерений, *г)* результаты измерений в виде таблиц и графиков,
д) обработка результатов измерений и оценка определяемых величин.
7. Защитить выполненную работу. При подготовке к защите опираться на список вопросов, приведенный после методики выполнения каждой

лабораторной работы в соответствующем учебно-методическом пособии.

Рекомендации по ведению самостоятельной работы

Посещение лекционных занятий и конспектирование рассматриваемых на них материалов, выполнение лабораторного практикума является недостаточным условием для усвоения необходимых знаний по предмету. Каждый студент должен индивидуально готовиться по темам дисциплины, читая конспекты лекций и рекомендуемую литературу, заучивая базовые определения, классификации, схемы и типологии. Самостоятельная работа позволяет студенту в спокойной обстановке подумать, разобраться с информацией по теме, при необходимости обратиться к справочной литературе. Внимательное чтение и повторение прочитанного помогает в полном объеме усвоить содержание темы, структурировать знания. Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась надолго, целесообразно изучать ее поэтапно - по темам и в строгой последовательности. Наилучший результат может быть получен, если студент сочетает выполнение и защиту лабораторного практикума со сдачей соответствующего теоретического материала. В помощь студенту предлагаются учебно-методические пособия, в которых содержаться не только методические рекомендации по выполнению и оформлению лабораторных работ, но и базовые определения и теоретические закономерности физико-химических методов анализа. Сформулированы контрольные вопросы, приведены упражнения, примеры решения типовых и нестандартных задач, способствующие углублению теоретических представлений, а также задачи для самоконтроля. В рабочей программе по предмету указан список основной и дополнительной литературы, которая может быть рекомендована студенту для самостоятельного изучения при подготовке к коллоквиуму, зачету и экзамену. Там же приведен список примерных вопросов.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю),

включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Лекции-презентации

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Оборудование, химическая посуда, реактивы лабораторий химического анализа и физико-химических методов анализа кафедры аналитической химии.

Лабораторные работы проводятся в лабораториях кафедры аналитической химии КемГУ, которая оснащена вытяжными шкафами, лабораторными установками для выполнения анализов, техническими и аналитическими весами, набором химической посуды. Лабораторные работы проводятся с использованием приборов: фотоэлектроколориметр ФЭК-56М, фотоэлектроколориметр ОР-105, спектрофотометр СПЕКОЛ-10, 11, пламенный фотометр ФПМ, атомно-абсорбционный спектрофотометр ААС.

12. Иные сведения и (или) материалы

Особенности реализации дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

В процессе изучения дисциплины и осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптированные формы обучения с учётом индивидуальных психофизиологических особенностей. При определении форм проведения занятий с обучающимися-инвалидами учитываются рекомендации данные по результатам медико-социальной экспертизы, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья пользуются специальными рабочими местами, созданными с учётом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

Для лиц с нарушением зрения (слепых и слабовидящих):

- специализированное стационарное рабочее место ЭлСИС 201;
- специализированное стационарное рабочее место ЭлСИС 221;
- специализированное мобильное место ЭлНОТ 301;
- принтер Брайля (+ПО для трансляции текста в шрифт Брайля).

Для лиц с нарушением слуха:

- система информационная для слабослышащих стационарная «Исток» С-1И;
- беспроводная звукозаписывающая аппаратура коллективного пользования:

радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-3.1.

Для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- компьютерный стол для лиц с нарушениями опорнодвигательной системы с электроприводом;
- клавиатура с накладной и с кнопочной мышкой с расположением кнопок сверху Аккорд;
- беспроводная мышь трекбол для ПК Logitech M570;
- клавиатура с джойстиком для выбора клавиши на цветовом поле.

Особенности процесса изучения дисциплины и осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

Для лиц с нарушением зрения задания и инструкции по их выполнению предоставляются с укрупненным шрифтом, для слепых задания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются им. При необходимости обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс, предоставляется увеличивающее устройство, а также возможность использовать собственное увеличивающие устройство.

Для лиц с нарушением слуха дидактический материал (слайд-презентации лекций, задания и инструкции к их выполнению) предоставляются в письменной форме или электронном виде при необходимости. Обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования.

Для лиц с тяжелыми нарушениями речи текущий и промежуточный контроль проводятся в письменной форме.

При необходимости лица с нарушениями двигательных функций нижних конечностей выполняют лабораторные работы на базе 7 блочной аудитории в присутствии инженера; письменные задания выполняются дистанционно, при этом взаимодействие с преподавателем осуществляется через ЭИОС; лекции проводятся в 1 и 2 блочных аудиториях, практические занятия в аудиториях 8 и 2 корпусов КемГУ.

Для лиц с нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей лабораторные работы выполняются в присутствии инженера; письменные задания выполняются дистанционно, при этом взаимодействие с преподавателем осуществляется через ЭИОС; экзамен сдаётся в устной форме.

При необходимости лицу с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для выполнения заданий и сдачи экзамена, но не более чем на 0.5 часа.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья сдают экзамен в одной аудитории совместно с иными обучающимися, если это не создает трудностей для студентов при сдаче экзамена.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья могут в процессе обучения и прохождения текущего и итогового контроля пользоваться

техническими средствами, необходимыми им в связи с их индивидуальными особенностями.

Допускается присутствие в аудитории во время сдачи экзамена ассистента из числа работников КемГУ или привлечённых лиц, оказывающих студентам с ограниченными возможностями здоровья необходимую техническую помощь с учётом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателями).

Особые условия предоставляются студентам с ограниченными возможностями здоровья на основании заявления, содержащего сведения о необходимости создания соответствующих специальных условий.

Составитель (и): Иванова Н.В., доцент кафедры аналитической и неорганической химии
(фамилия, инициалы и должность преподавателя (ей))