

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ» (ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии



(Овчинников О.В.)

подпись, расшифровка подписи

14.06.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.31 Практикум по атомной спектроскопии
Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:
03.03.02 – Физика
2. Профиль подготовки / специализация/магистерская программа: физика медицинских, лазерных технологий и наноматериалов
3. Квалификация (степень) выпускника: Высшее образование (бакалавр)
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра оптики и спектроскопии
6. Составители программы Татьянина Елена Павловна, кандидат физико-математических наук, доцент; Леонова Лиана Юрьевна, кандидат физико-математических наук, доцент
7. Рекомендована: НМС физического факультета от 13.06.24 г. протокол № 6
(наименование recommending structure, date, protocol number)
8. Учебный год: 2026/2027 Семестр(ы): 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: получение знаний по основам современной теории излучения света атомами, физическим, аппаратным и методическим основам современного спектрального анализа, базирующегося на явлениях эмиссии света атомами. Практикум предназначен для студентов физического факультета, обучающихся по направлению 03.03.02 Физика и изучающих теоретический курс «Атомная физика».

Задачи учебной дисциплины:

- изучить физические принципы действия современных спектральных приборов (как призмных, так и дифракционных), источников света и приемников излучения оптического диапазона;
- освоить методики качественного и полуколичественного спектральных анализов при исследовании атомарного состава вещества

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: обязательная часть блока Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.4	Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированных в рамках базовых дисциплин естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	знать: основы современной теории излучения света атомами; уметь: применять на практике знания о современных спектральных приборах и использовать их на практике; владеть: основными методами решения типовых задач спектрального анализа.
		ОПК-1.5	Умеет использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	
		ОПК-1.6	Владеет навыками использования знаний о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук при решении практических задач, структурирования естественно-научной информации	

ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-2.1	Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	<p>знать: физические, аппаратные и методические основы современного спектрального анализа;</p> <p>уметь: применять на практике современные спектральные приборы (как призмённые, так и дифракционные), источники света и приемники излучения оптического диапазона;</p> <p>владеть: основными методами решения типовых задач спектрального анализа.</p>
		ОПК-2.2	Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час (в соответствии с учебным планом)—2/72.

Форма промежуточной аттестации зачет

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 5
Аудиторные занятия		34	34
в том числе:	лекции		
	практические		
	лабораторные	34	34
Самостоятельная работа		38	38
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации <i>зачет</i>			
Итого:		72	72

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Введение	Основы современной теории излучения света атомами. Постулаты Бора. Квантовые числа. Сериальные закономерности в спектре атома водорода.
2	Эмиссионный спектральный анализ	Этапы спектрально-аналитического процесса. Подготовка пробы к проведению анализа. Выбор источника, спектрального прибора, приемника излучения. Изучение таблиц и атласов.
3	Оборудование для проведения спектрального анализа	Изучение источников возбуждения спектра, призмённых и дифракционных спектрографов. Приемники электромагнитного излучения.
4	Качественный спектральный анализ	Теоретические основы проведения качественного спектрального анализа. Аналитические и контрольные линии. Концентрационная чувствительность. Выполнение лабораторной работы.

5	Полуколичественный спектральный анализ	Теоретические основы проведения полуколичественного спектрального анализа. Интенсивность спектральных линий. Освоение различных методов полуколичественного спектрального анализа. Выполнение лабораторной работы по методу «последних линий».
---	--	--

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Введение	-	-	2	2	4
2	Эмиссионный спектральный анализ	-	-	2	2	4
3	Оборудование для проведения спектрального анализа	-	-	6	2	8
4	Качественный спектральный анализ	-	-	14	16	30
5	Полуколичественный спектральный анализ	-	-	10	16	26
	Итого			34	38	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются:

- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
- Подготовка к лабораторным занятиям.

В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения лабораторных работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации. Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Лабораторный практикум по атомной физике: "Атомный эмиссионный спектральный анализ" [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : [для проведения лаб. практикума по "Атомной физике" у студ. 3 курса физ. фак., обуч. по направлениям "Физика" и "Радиофизика" ; для направлений 011800 - Радиофизика, 011200 - Физика] / Воронеж. гос. ун-т; [сост. : О.В. Овчинников и др.] .— Электрон. текстовые и граф. дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-175.pdf >.

2	Тимофеев, В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур : / Тимофеев В.Б. - Москва : Лань", 2015. <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56610 >.
3	Спектральные методы анализа: Учебное пособие / Пашкова Е.В., Волосова Е.В., Шипуля А.Н. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2017. - 56 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/976630 Режим доступа: по подписке.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Борщевский А.Я. Строение атомных частиц. Водородоподобные атомы / А.Я. Борщевский. – М. : МГУ, 2010. – 86 с.
5	Барсуков В.И. Атомный спектральный анализ / В.И. Барсуков. – М. : Изд-во Машиностроение-1, 2005. – 103 с.
6	Хасанов Р.Р. Атомно-эмиссионный спектральный анализ: Учебно-методическое пособие / Р.Р. Хасанов, Р.Р. Хусаинов. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2012. – 27 с.
7	Прикладная физическая оптика: учеб. Пособие для студ инж.-физ. и оптич. спец. вузов / В.А. Москалева, И.М. Нагибина, Н.А. Полушкина и др. – С.-Пб.: Политехника, 1995. - 527 с.
8	Лебедева В. В. Техника оптической спектроскопии: учебное пособие для студ. физич. и физ.-мат. фак-в ун-тов / В.В. Лебедева. - М.: Изд-во Московского ун-та, 1986. - 352 с.
9	Русанов А.К. Основы количественного спектрального анализа руд и минералов / А.К. Русанов. – М. : Недра, 1978 – 400 с.
10	Малышев В.И. Введение в экспериментальную спектроскопию / В.И. Малышев. - М.: Изд. физ.-мат. лит., 1979. - 384 с.
11	Нагибина И.М. Спектральные приборы и техника спектроскопии / И.М. Нагибина, В.К. Прокофьев.- М.; Л. : Изд. Машиздат. [Лен. Отд-е], 1963. - 271 с.
12	Зайдель А.Н. Таблицы спектральных линий / А.Н. Зайдель, В.К. Прокофьев, С.М. Райский. – М.: Наука, 1977. – 800 с.
13	Калинин С.К. Атлас дугового спектра / С.К. Калинин, А.А. Явнель. – М.: Гостехиздат, 1952. – 52 с.
14	Прэтт У. Цифровая обработка изображений. Т. 1, 2 / У. Прэтт. – М. : Мир, 1982. – 312 с, 480 с.
15	Физические основы и принципы работы приемников излучения в оптических системах: учебно- методическое пособие по специальности 010701 (010400) – Физика / Воронежский гос. ун-т; сост.: Т.В. Волошина, Л.Ю. Леонова, В.Н. Расхожев. – Воронеж: ЛОП ВГУ, 2005. – 39 с.
16	Шавевич А.Б. Методы оценки точности спектрального анализа. М. : Металлургиздат, 1964. – 71 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	Поисковая система e-library.ru
2	Поисковая система google.ru
3	Архив научных журналов http://arch.neicon.ru/
4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека http://window.edu.ru/
5	Электронный каталог ЗНБ ВГУ https://www.lib.vsu.ru/
6	ЭБС "Издательства "Лань" https://e.lanbook.com
7	ЭБС "Университетская библиотека online" https://biblioclub.lib.vsu.ru
8	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" https://rucont.ru
9	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ lib.mexmat.ru
10	Виртуальная обучающая среда Moodle < https://edu.vsu.ru >

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	Общий физический практикум : "Атомный эмиссионный спектральный анализ" [Электронный ресурс] : учебное пособие : [для студ. 3 курса физ. фак. ; для направления 011800 - Радиофизика] / Воронеж. гос. ун-т; [сост. : О.В. Овчинников и др.] .— Электрон. текстовые и граф. дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интранета ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-31.pdf >.

2.	Лабораторный практикум по атомной физике: "Атомный эмиссионный спектральный анализ" [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : [для проведения лаб. практикума по "Атомной физике" у студ. 3 курса физ. фак., обуч. по направлениям "Физика" и "Радиофизика" ; для направлений 011800 - Радиофизика, 011200 - Физика] / Воронеж. гос. ун-т; [сост. : О.В. Овчинников и др.] .— Электрон. текстовые и граф. дан. — Воронеж : Издательско- полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интранета ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-175.pdf >.
3.	Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающимися в бакалавриате по направлению "Физика" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. 4-го курса направления 03.03.02 Физика] / Сост.: Л.Ю. Леонова, Л.В. Титова ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019.
4.	Электронный курс для дистанционного обучения «Практикум по атомной эмиссионной спектроскопии» https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=6376

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные и практические занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лабораторного занятия: 1. Формулировка целей занятия и ответы на вопросы студентов. 2. Ознакомление с теоретической основой работы, основными приемами и техникой безопасности при работе с используемыми приборами и реактивами. 3. Выполнение экспериментальной части работы. 4. Обработка экспериментальных результатов и предоставление их для предварительной проверки преподавателю.

Защита лабораторной работы проводится с целью выявления уровня освоения материала по тематике работы, способности дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы. Защита работы заключается в оформлении работ, устной беседе преподавателя со студентом по полученным в работе результатам и основным теоретическим понятиям по теме работы.

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде самостоятельных и контрольных работ, докладов и рефератов).

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или “MOOC ВГУ” (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

1.	Пакет офисных программ LibreOffice (https://ru.libreoffice.org/)
2.	Программное обеспечение ПЗС-линейки CCD Tool

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебные и учебно-научные лаборатории кафедры оптики и спектроскопии для проведения лабораторных занятий: генератор активизированной дуги переменного тока и высоковольтной искры ИВС-29 с поджигом высокочастотным разрядом и напряжением порядка 30000 В; спектрометр с плоской дифракционной решеткой PGS-2 с ПЗС-линейкой фирмы Toshiba TCD1304AP; маркерная доска, компьютер, проектор, экран, учебная и методическая литература.

Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации

Аудитория для самостоятельной работы, компьютерный класс с доступом к сети «Интернет»: компьютеры (мониторы, системные блоки) (15 шт.)

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
<p>ОПК-1.4. Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированных в рамках базовых дисциплин естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)</p> <p>ОПК-1.5. Умеет использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-1.6. Владеет навыками использования знаний о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук при решении практических задач, структурирования естественно-научной информации</p>	<p>знать: основы современной теории излучения света атомами;</p> <p>уметь: применять на практике знания о современных спектральных приборах и использовать их на практике;</p> <p>владеть: основными методами решения типовых задач спектрального анализа.</p>	<p>Этапы 1-5</p> <p>Введение</p> <p>Эмиссионный спектральный анализ</p> <p>Оборудование для проведения спектрального анализа</p> <p>Качественный спектральный анализ</p> <p>Полуколичественный спектральный анализ</p>	<p>Отчет о выполнении лабораторной работы</p>
<p>ОПК-2.1. Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений</p> <p>ОПК-2.2. Обработывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов</p>	<p>знать: физические, аппаратные и методические основы современного спектрального анализа;</p> <p>уметь: применять на практике современные спектральные приборы (как призмные, так и дифракционные), источники света и приемники излучения оптического диапазона;</p> <p>владеть: основными методами решения типовых задач спектрального анализа.</p>		<p>Отчет о выполнении лабораторной работы</p>
<p>Промежуточная аттестация (зачет)</p>			<p>КИМ</p>

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания и критерии их оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости осуществляется с помощью выполнения лабораторных работ.

В случае невыполнения обучающимся лабораторной работы преподаватель не оценивает работу обучающего выше 2 баллов (положительная оценка (3/4/5) может быть выставлена по результатам выполнения индивидуального задания).

Перечень заданий и вопросов для текущего контроля успеваемости:

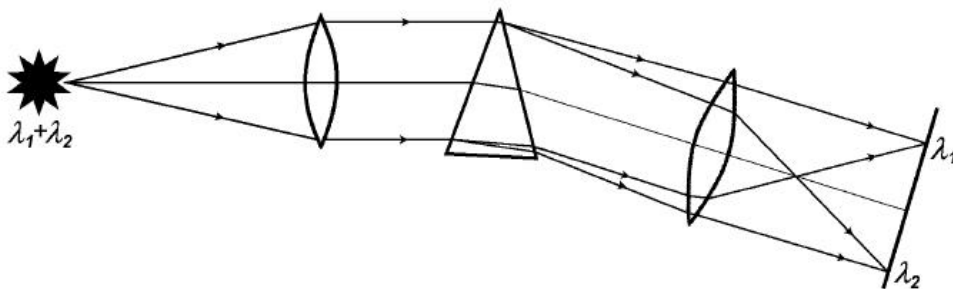
Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

Тестовые задания:

1. Эмиссионный спектр атомов какого элемента содержит большее число линий?

- 1) лития
- 2) бария
- 3) алюминия
- 4) урана

2. Ниже дана предельно упрощенная оптическая схема прибора для атомно-эмиссионного анализа. Какой абсолютно необходимый элемент пропущен на этой схеме?



- 1) Коллиматор
- 2) Компаратор
- 3) Отверстие
- 4) Щель
- 5) Диспергирующий элемент

3. Какие спектральные линии называют резонансными?

- 1) Линии, для которых наиболее выражено самопоглощение
- 2) Линии, отвечающие переходу электронов с возбужденных уровней на основной
- 3) Линии, поддающиеся визуальному наблюдению
- 4) Синглетные линии
- 5) Дублетные и триpletные линии

4. Основным ограничением применения дугового атомно-эмиссионного метода является:

- 1) Высокая стоимость аппаратуры и расходных материалов
- 2) Сложность проведения качественного анализа
- 3) Малая чувствительность
- 4) Сложность проведения количественного анализа

5) Небольшой круг определяемых элементов

5. Каково основное назначение входной щели в приборах для проведения атомно-эмиссионного анализа?

- 1) Ослабление фона
- 2) Ослабление сигнала
- 3) Выделение части спектрального диапазона
- 4) Формирование параллельного пучка света
- 5) Формирование изображения в фокальной плоскости объектива приемника сигнала

6. Какие спектральные линии составляют гомологическую пару?

- 1) Линии элементов из одной подгруппы периодической системы.
- 2) Близлежащие линии в спектре определяемого элемента.
- 3) Две наиболее интенсивные линии в спектре определяемого элемента.
- 4) Линии определяемого элемента и внутреннего стандарта, отношение интенсивностей которых не изменяется при изменении условий атомизации и возбуждения.
- 5) Линии определяемого элемента и эталона (образца сравнения).

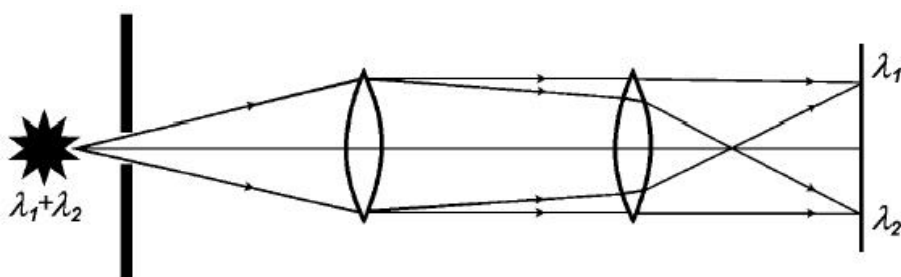
7. Для чего в оптических спектральных приборах часто устанавливают две или даже три призмы?

- 1) Для увеличения угловой дисперсии прибора
- 2) Для уменьшения светосилы прибора
- 3) Для увеличения спектрального диапазона прибора
- 4) В этом случае прибор проще в изготовлении
- 5) Чтобы сделать оптическую схему более компактной

8. Для каких спектральных линий наиболее характерен эффект самопоглощения?

- 1) Резонансных
- 2) Синглетных
- 3) Дуплетных
- 4) Триплетных
- 5) Наименее интенсивных

9. Ниже дана предельно упрощенная оптическая схема прибора для атомно-эмиссионного анализа. Какой абсолютно необходимый элемент пропущен на этой схеме?



- 1) Коллиматор
- 2) Компаратор
- 3) Светофильтр
- 4) Щель
- 5) Диспергирующий элемент

10. В лабораторию доставлен образец минерала. Необходимо оценить содержание в этом образце лития, рубидия и цезия. Выберите наиболее рациональный метод.

- 1) Атомно-эмиссионной анализ с использованием дуги
- 2) Атомно-эмиссионной анализ с использованием искры
- 3) Фотометрия пламени
- 4) Атомно-абсорбционная спектроскопия

11. Эмиссионный спектр атома представляет собой:

- 1) набор узких линий
- 2) набор широких полос
- 3) комбинацию узких полос и широких линий
- 4) непрерывную кривую с максимумами

12. Эмиссионный спектр атомов какого элемента содержит большее число линий:

- 1) лития
- 2) натрия
- 3) стронция
- 4) железа

13. Какие спектральные методы анализа основаны на излучении света?

- 1) фотоколориметрия;
- 2) спектрофотометрия;
- 3) атомно-абсорбционная спектроскопия;
- 4) атомно-эмиссионная спектроскопия.

14. На чем основано диспергирующее действие треугольной призмы?

- 1) на зависимости показателя преломления материала призмы от длины волны направленного на нее излучения;
- 2) на зависимости коэффициента рефракции призмы от длины волны направленного на нее излучения;
- 3) на зависимости интенсивности свечения материала призмы от длины волны направленного на нее излучения;
- 4) на зависимости коэффициента светопропускания призмы от частоты направленного на нее излучения.

15. Какой метод атомизации образца и возбуждения атомов позволяет качественно определять наиболее широкий круг элементов в методе атомно-эмиссионного анализа:

- 1) Пламя
- 2) Дуга постоянного тока
- 3) Дуга переменного тока
- 4) Искра

Задания с ответом:

1. Аналитическим сигналом при проведении количественного атомно-эмиссионного анализа является:

- 1) Длины волн спектральных линий
- 2) Интенсивность спектральных линий
- 3) Ширина спектральных линий
- 4) Расстояние между спектральными линиями
- 5) Этот метод почти не используют для количественного анализа

Ответ поясните.

Вариант ответа:

Правильный вариант ответа - 1. Количественный атомно-эмиссионный анализ основан на измерении интенсивности электромагнитного излучения при заданной длине волны.

4. Квант какого из перечисленных ниже типов электромагнитных излучений имеет наименьшую энергию:

- 1) видимого
- 2) рентгеновского
- 3) ультрафиолетового
- 4) инфракрасного

Ответ поясните.

Вариант ответа:

Правильный вариант ответа - 2. По уменьшению энергии кванта указанные электромагнитные излучения располагаются в следующем порядке: рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное (наименьшая энергия кванта).

5. Эмиссионный спектр атомов какого элемента содержит большее число линий:

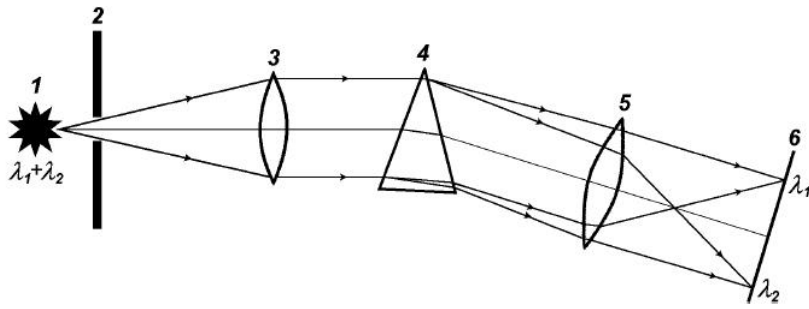
- 1) цезия
- 2) бериллия
- 3) алюминия
- 4) кобальта

Ответ поясните.

Вариант ответа:

Правильный вариант ответа - 4. Поскольку эмиссионный спектр атома связан, в первую очередь, с изменением состояния его валентных электронов, наиболее богатым будет спектр атомов, содержащих наибольшее число таковых, в данном случае – кобальта.

6. Опишите схему спектрального прибора:



Вариант ответа:

1 – источник сигнала (пламя, дуга, искра и т.д.), 2 – щель, 3 – коллиматор, 4 – диспергирующий элемент (призма или дифракционная решетка), 5 – объектив приемника сигнала, 6 – плоскость формирования изображения (спектра).

7. Каково основное назначение входной щели в приборах для проведения атомно-эмиссионного анализа?

Вариант ответ:

Входная щель, располагаясь в фокусе объектива коллиматора, является источником света для всей оптической схемы прибора, и именно ее монохроматические изображения наблюдаются в фокальной плоскости объектива приемника сигнала (в плоскости формирования изображения спектра). В частности, именно монохроматические изображения входной щели мы визуально наблюдаем в объективе спектрального прибора.

8. Вычислить длину волны резонансной линии атома натрия, если энергия возбуждения резонансного уровня равна 2.1 эВ.

Решение:

Длина указанной волны вычисляется из соотношения: $\lambda = hc/\Delta E$. Поэтому $\lambda = hc/\Delta E = (4.1354 \times 10^{-15} \times 2.9979 \times 10^{17}) / 2.1 = 587.2 \text{ нм}$.

9. Для определения длины волны аналитической спектральной линии λ_x в спектре атомной эмиссии анализируемой пробы были выбраны две линии в спектре железа с известными длинами волн: $\lambda_1 = 325,436 \text{ нм}$ и $\lambda_2 = 328,026 \text{ нм}$. По измерительной шкале микроскопа были получены следующие значения расстояний между спектральными линиями: $b_1 = 1,01 \text{ мм}$; $b_2 = 0,35$; $a = 1,36 \text{ мм}$ (b_1 – расстояние между линией железа λ_1 и идентифицируемой линией на шкале микроскопа λ_x ; b_2 – расстояние между идентифицируемой линией λ_x линией железа λ_2 на шкале микроскопа; a – расстояние между линиями железа λ_1 и λ_2 на шкале микроскопа. Какова длина волны идентифицируемой линии в спектре анализируемого образца?

Решение:

Так как выбранные линии железа λ_1 и λ_2 находятся соответственно слева и справа от интересующей линии, для расчета используем уравнение:

$$\lambda_x = \lambda_2 - \frac{b_2}{a}(\lambda_2 - \lambda_1)$$

Подставляем соответствующие числовые значения в уравнение и находим значение λ_x :

$$\lambda_x = 328,026 - \frac{0,35}{1,36}(328,026 - 325,426) = 327,3569 \text{ нм}$$

Проверку правильности произведенных расчетов необходимо провести по интерполяционной формуле, аналогичной предыдущей, с использованием параметров спектральной линии λ_1 :

$$\lambda_x = \lambda_1 + \frac{b_1}{a}(\lambda_2 - \lambda_1)$$

10. Для определения длины волны интересующей линии λ_x 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: $b_1=9,12$, $b_2=10,48$, $b_x=10,33$ мм. Какова длина волны искомой линии в спектре анализируемого образца?

Решение:

Так как выбранные линии железа λ_1 и λ_2 находятся соответственно слева и справа от интересующей линии, для расчета λ_x используем уравнение

$$\lambda_x = \lambda_1 + (a_1 / (a_1 + a_2))(\lambda_2 - \lambda_1).$$

Сначала находим значения расстояний a_1 и a_2 на шкале по данным отсчета:

$$a_1 = b_x - b_1 = 10,33 - 9,12 = 1,01 \text{ мм}; \quad a_2 = b_2 - b_x = 10,48 - 10,33 = 0,35 \text{ мм}.$$

Подставляем соответствующие числовые значения в уравнение и находим значение λ_x :

$$\lambda_x = 325,436 + 1,01 / (1,01 + 0,35) (328,026 - 325,436) = 327,360 \text{ нм}.$$

Ответ: Длина волны искомой линии в спектре равна 327,360 нм.

20.2 Промежуточная аттестация

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации:

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами изучаемых явлений;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение использовать знания об изучаемых явлениях;
- 4) владение современными способами атомного эмиссионного анализа.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лабораторных занятий. Правильно выполненные задания лабораторных работ. Ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время зачета. Ответы на дополнительные вопросы по основам атомного эмиссионного анализа. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области экологической геофизики.</i>	<i>Повышенный базовый и пороговый уровни</i>	<i>зачтено</i>
<i>Пропуски занятий без уважительных причин. Неправильно выполненные лабораторные работы. Неумение давать ответы по основным вопросам дисциплины. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	–	<i>не зачтено</i>

Перечень вопросов к зачету:

1. Строение атома. Сериальная структура атомных спектров. Излучение и поглощение квантов света атомами.

2. Спектральные линии и их характеристики. Абсолютная и относительная интенсивности спектральных линий.

3. Основные этапы спектрально-аналитического процесса для качественного спектрального анализа (выбор линий; выбор источника возбуждения, спектрального прибора; регистрация спектра; методы введения вещества в разрядный промежуток).

4. Физические основы и техника возбуждения атомных эмиссионных спектров. Принцип работы генератора ИВС-29.

5. Спектральные приборы для атомных эмиссионных спектров (принцип строения, осветительная часть, характеристики). Классификация спектральных приборов.

6. Дифракция Фраунгофера. Построение и принцип действия спектрометра с плоской дифракционной решеткой PGS-2.

7. Детектирование атомных эмиссионных спектров. Принцип действия приборов с зарядовой связью.

8. Основные этапы получения и расшифровки атомных эмиссионных спектров для качественного спектрального анализа.

9. Случайные и систематические ошибки эмиссионного анализа.

10 Чувствительность спектрального анализа. Предел обнаружения. Надежность. Применение эмиссионного спектрального анализа.

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); тестирования; оценки результатов практической деятельности (выполнение лабораторных работ). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя

теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. Практический уровень полученных знаний оценивается при сдаче отчетов по лабораторным работам.

При оценивании используется качественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.