

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет
Кафедра общей физики



ТВЕРЖДАЮ
 Декан ФФ, д.ф.-м.н
 В.Е.Блинов
 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Атомный практикум

Направление подготовки: **03.03.02 Физика**
 Направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)			Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем		Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	108		64	42				2	
Всего 108 часов / 3 зачетные единицы из них: - контактная работа 66 часов Компетенции: ОПК-2									

Ответственный за образовательную программу

д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий	5
5. Перечень учебной литературы.....	8
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся....	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	9

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина «Атомного практикума» предназначена для обучения практическому выполнению классических экспериментов атомной и ядерной физики. Обучающиеся приобретают практические навыки проведения спектрометрических измерений при работе с оптическими спектроскопическими приборами, ЭПР - спектрометром, ЯМР - спектрометром, масс - спектрометром, спектроскопическими измерениями комбинационного рассеяния. В практикуме осуществляется обучение основам измерений в области ядерной физики по изучению альфа и бета излучения и обучение измерениям в области взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося общепрофессиональной компетенции

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.</p>	<p>ОПК - 2.1. Применяет теоретические основы и базовые знания для проведения научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики.</p> <p>ОПК – 2.2. Применяет современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование) для организации научного исследования.</p> <p>ОПК – 2.3. Применяет различные методы обработки и системы анализа экспериментальных данных.</p>	<p>Знать основы атомной и ядерной физики и методику проведения исследований в данной области, физические характеристики устройств и принципы работы современных спектрометрических и спектроскопических приборов, особенностей измерений этими приборами.</p> <p>Уметь работать со спектрометрическими и специальными измерительными приборами, детекторами излучения, аналогово-цифровыми преобразователями сигналов, источниками спектрального и ионизирующего излучения, оценивать основные погрешности результатов измерений при выполнении лабораторных работ, обработать и представить полученные в эксперименте данные согласно общепринятым нормам оптических методов и явлений, основными принципами и методами обработки результатов измерений.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Атомный практикум» относится к циклу общефизических дисциплин и реализуется в весеннем семестре 3-го курса для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки **03.03.02 Физика**. При прохождении курса студенты отделения общей и фундаментальной физики физического факультета должны овладеть практическими навыками выполнения классических экспериментов атомной и ядерной физики. Для успешного освоения этого курса, требуется предварительная подготовка студентов по таким физическим дисциплинам, как: «Квантовая механика-1», «Физика и химия атомов и молекул».

Сочетание теоретических знаний и практических навыков экспериментальной работы способствует более углублённому усвоению разделам физики в области атомной и ядерной физики. Особенность курса – максимальное приближение всех лабораторных работ к научно-исследовательским работам начального уровня.

Данный курс дает бакалавру необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения исследований в рамках подготовки его квалификационной работы и предвзывает работу в специализированных лабораториях университета и институтов СО РАН.

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

Дисциплина «Атомный практикум» представляет собой семестровый курс, читаемый на 3-м курсе физического факультета в 5 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 академических часа.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)			Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем		Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	108		64	42				2	
Всего 108 часов / 3 зачетные единицы									
из них:									
- контактная работа 66 часов									
Компетенции : ОПК-2									

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лабораторные занятия, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль: выполнение и сдача лабораторных работ
- промежуточная аттестация: – дифференцированный зачет

Общая трудоемкость программы составляет 3 зачетные единицы, 108 часов, из них контактная работа составляет 66 часов, самостоятельная работа обучающегося составляет 42 часа.

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Лекции	Лабораторные работы	Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)		
1	2	3	4	5	6	7		8
1	Техника безопасности, вводный инструктаж и введение в практикум	1	2		2			
2	Атомная и молекулярная спектроскопия	1-4	19		12	7		
	Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ.	1-4	2		2			
3	Магнитные свойства атомов	5-7	17		10	7		
	Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ.	5-7	2		2			
4	Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	8-10	17		10	7		
	Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ.	8-10	2		2			
5	Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях	11-12	13		6	7		
	Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ.	11-12	2		2			
6	Радиоактивность	13-14	13		6	7		
	Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ.	13-14	2		2			
7	Физика твердого тела	15-16	13		6	7		
	Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ.	15-16	2		2			
8	Дифференцированный зачет	17	2					2
	Итого		108		64	42		2

Программа лабораторных занятий

1. Атомная спектроскопия

1.1 Измерение сверхтонкой структуры спектральных линий.

Цель работы – исследование сверхтонкой структуры линий ртути $\lambda=5461 \text{ \AA}$ и таллия $\lambda = 5350,46 \text{ \AA}$ с помощью интерферометра Фабри-Перо.

1.2 Изучение структуры спектров щелочных металлов.

Цель работы – исследование оптического спектра Na и Cs. Изучение сериальных закономерностей в спектре и дублетной структуры линий; определение эффективного заряда ядра Na и Cs.

1.3 Определение энергии диссоциации молекулы йода.

Цель работы – исследование структуры спектра поглощения молекулы йода, установление закономерностей электронно – колебательно – вращательных переходов в двухатомной молекуле, определение спектроскопическим методом энергии диссоциации, величины колебательного кванта и постоянной ангармоничности колебаний для молекулы I₂ в основном и электронно-возбужденном состояниях.

1.4 Комбинационное рассеяние.

Цель работы – изучение явления спонтанного комбинационного рассеяния света и определение собственных частот колебаний молекулы CCl₄, GeCl₄, SiCl₄, TiCl₄ и кристалла вольфрамата кадмия CWO.

1.5 Изучение сериальных закономерностей в спектре водорода.

Цель работы – наблюдение и идентификация спектров спонтанного излучения, возбуждаемого электрическим разрядом в парах водорода при низком давлении; измерение длин волн линий серии Бальмера и определение постоянной Ридберга; измерение изотопического сдвига линий спектров водорода и дейтерия.

1.6 Возбуждение и ионизация атомов. Опыт Франка – Герца.

Цель работы – исследование процессов неупругого взаимодействия электрона с атомом, определение потенциалов возбуждения и ионизации атома ртути методом электронного удара.

2. Магнитные свойства атомов

2.1 Изучение простого эффекта Зеемана с использованием ПЗС – камеры.

Цель работы – изучение спектральных и поляризационных характеристик излучения вещества, помещенного в магнитное поле на примере синглета кадмия $\lambda = 6438 \text{ \AA}$; определение зависимости величины расщепления линий от напряженности магнитного поля.

2.2 ЭПР-спектрометр.

Цель работы – исследование явления электронного парамагнитного резонанса в объемных образцах на примере Mn и CuCl₄.

2.3 ЯМР.

Цель работы – исследование явления ядерного магнитного резонанса и спинового эха на различных веществах.

3. Взаимодействие излучения с веществом

3.1 Термическая активация замедленной флуоресценции в сложных молекулах.

Цель работы – исследование закономерностей затухания фотолюминесценции молекулы с близко расположенными возбужденными электронными состояниями (флуоресцеина натрия), экспериментальное определение постоянной времени замедленной флуоресценции и энергии ее термической активации.

3.2 Внешний фотоэлектрический фотоэффект.

Цель работы – изучение физического механизма и закономерностей внешнего фотоэлектрического эффекта; знакомство с устройством и принципом действия фотоэлектронного умножителя; исследование зависимости фотоэлектронного тока от

напряжения; экспериментальное определение потенциалов запираания для различных частот излучения; определение работы выхода катода и оценка постоянной Планка; проверка закона Столетова; определение красной границы фотоэффекта.

3.3 Определение коэффициента усиления оптического квантового генератора.

Цель работы – изучение физических принципов оптических квантовых генераторов; знакомство с устройством и принципом действия гелий-неонового лазера; исследование усиления электромагнитного излучения при прохождении через активную среду; экспериментальное определение коэффициентов усиления излучения с длинами волн $\lambda = 3,39$ мкм, $\lambda = 1,15$ мкм и $\lambda = 0,63$ мкм.

4. Движение заряженных частиц в магнитных и электрических полях

4.1 Квадрупольный масс-спектрометр

Цель работы – знакомство с методами масс-спектропии, изучение принципа работы квадрупольного масс-спектрометра, анализ состава газов масс-спектрометрическим методом.

4.2 Дифракция электронов.

Цель работы – знакомство с принципами работы электронного микроскопа, изучение волновых и корпускулярных свойств электронов.

4.3 Определение удельного заряда электрона методом магнитной фокусировки.

Цель работы – измерение удельного заряда электрона двумя способами по соотношению скорости электронов, величине магнитного поля и радиуса поворота.

5. Радиоактивность

5.1 Измерение длины пробега альфа-частиц.

Цель работы – знакомство с явлением естественной радиоактивности, рассмотрение механизма α – распада. Определение длины пробега α – частиц в воздухе.

5.2 Измерение энергии бета-распада методом поглощения.

Цель работы – измерение максимальной энергии электронов, испускаемых при β – распаде, и определение примененного радиоактивного β – источника. Изучение взаимодействия электронов с веществом. Сравнение с помощью критерия χ^2 полученных экспериментальных данных с эмпирической экспоненциальной зависимостью.

6. Физика твердого тела

6.1 Исследование поверхности твердых тел методами туннельной и атомно – силовой спектроскопии

Цель работы – освоение сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) как метода исследования поверхности твердых тел. Изучение принципа работы сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) и атомно-силового микроскопа (АСМ). Исследование поверхности образца – тонкая пленка оксида алюминия на поверхности проводящей подложки алюминий-содержащего сплава.

Самостоятельная работа студентов (42 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к лабораторным занятиям.	42

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература:

1. «Атомная физика. Методическое пособие к лабораторным работам в 6 частях» Новосибирск, 2010 г.
2. «Атомная физика. Методическое пособие к лабораторным работам», Новосибирск, 2005г.
3. Методы физических измерений / Под ред. Р.И.Солоухина. Новосибирск, 1975.

5.2. Дополнительная литература:

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика, М.: Наука, 1989.
2. Шпольский Э. В. , Атомная физика. Изд. 6-е, испр. М: Наука, 1984. Т. 1: Введение в атомную физику. С. 294–312.
3. Матвеев А. Н. Атомная физика. М.: Высш. шк., 1989.
4. Шпольский Э. В. Атомная физика. М.: Наука, 1994. 990 с.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Для самостоятельной работы студентов на сайте кафедры общей физики представлены описания лабораторных работ с кратким изложением теории изучаемого явления, задания, рекомендации к выполнению поставленных задач, контрольные вопросы для самоподготовки: <http://www.phys.nsu.ru/atom/>.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

www.grotrian.nsu.ru

7.2. Информационные справочные системы

www.grotrian.nsu.ru

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины «Атомного практикума» используются специальные помещения:

1. Лаборатории для проведения практических занятий, текущего контроля, промежуточной аттестации.

2. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные лаборатории укомплектованы специализированной мебелью и лабораторным оборудованием для обеспечения преподавания дисциплины, а также техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации по дисциплине.

3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

В процессе выполнения лабораторных работ осуществляется контроль по их выполнению. Под наблюдением преподавателя обучающийся осуществляет пошаговое самостоятельное выполнение последовательности четко сформулированных заданий, представленных в описании лабораторной работы. После выполнения стандартных заданий студенту преподавателем предлагается изменить ход измерений с целью получения навыков использования альтернативных подходов и дополнительной информации о физических явлениях, а также ответить на контрольные вопросы по результатам выполнения лабораторной работы. Лабораторные работы сдаются по мере их выполнения, в учебной программе дисциплины предусмотрено время для самостоятельной работы обучающегося: на подготовку к сдаче и оформлению экспериментальных результатов по выполненной работе в виде отчета. Выполнение лабораторной работы оценивается преподавателем по пятибалльной шкале.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ОПК-2 сформирована не ниже порогового уровня.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации. Выполненные работы должны охватывать все разделы дисциплины, из которых обучающийся должен выполнить до 8 работ по назначению преподавателя.

Для оценивания выполнения обучающимся лабораторных работ используется "пятибалльная" шкала:

- оценка "отлично" выставляется в случае, если выполнено не менее 8 лабораторных, из них не менее половины на оценку "отлично" (продвинутый уровень освоения компетенций);
- оценка "хорошо" выставляется в случае, если выполнено не менее 7 лабораторных, из них не менее половины на оценку "хорошо" (базовый уровень освоения компетенций);
- оценка "удовлетворительно" выставляется в случае, если выполнено не менее 6

- лабораторных работ (пороговый уровень освоения компетенций);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если выполнено менее 6 лабораторных работ (уровень усвоения компетенций не сформирован);

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК - 2.1. Применяет теоретические основы и базовые знания для проведения научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики.	Знать основы атомной и ядерной физики и методику проведения исследований в данной области, физические характеристики устройств и принципы работы современных спектрометрических и спектроскопических приборов, особенностей измерений этими приборами.	Лабораторные работы, курсовая работа, дифференцированный зачет.
ОПК – 2.2. Применяет современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование) для организации научного исследования. ОПК – 2.3. Применяет различные методы обработки и системы анализа экспериментальных данных.	Уметь работать со спектрометрическими и специальными измерительными приборами, детекторами излучения, аналогово-цифровыми преобразователями сигналов, источниками спектрального и ионизирующего излучения, оценивать основные погрешности результатов измерений при выполнении лабораторных работ, обработать и представить полученные в эксперименте данные согласно общепринятым нормам. оптических методов и явлений, основными принципами и методами обработки результатов измерений.	Лабораторные работы, курсовая работа, дифференцированный зачет.

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Атомный практикум».

Таблица 10.2

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6

ОПК-2.1	Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
ОПК- 2.2 ОПК- 2.3	Наличие умений	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

10.3 Контрольные вопросы к лабораторным работам практикума, необходимые для оценки результатов обучения

1.Атомная и молекулярная спектроскопия

Изучение изотопической и сверхтонкой структуры спектральных линий

1. Показать на диаграмме Гротриана линию ртути, регистрируемую в эксперименте.
2. Теория тонкого расщепления (LS-взаимодействие), оценка по порядку величины. Характерная величина для Na и Hg.
3. Теория сверхтонкого расщепления, связанного с взаимодействием с магнитным моментом ядра. Оценка по порядку величины, сравнение с тонким расщеплением. Характерная величина для натрия и ртути. Показать, что в сравнении с натрием СТС ртути примерно соответствует оценке.

Изучение структуры спектров щелочных металлов

1. Строение электронных оболочек атомов щелочных металлов. Выписать заполнение оболочек Na.
2. Тонкая структура спектра атома Na. Вклад в расщепление спина и релятивистских поправок.

Изучение электронно-колебательно-вращательного спектра двухатомной молекулы и определение основных параметров электронных термов I₂

1. Краткая теория структуры переходов в двухатомной молекуле.
2. Объяснить два способа спектроскопического определения энергии диссоциации двухатомной молекулы.

Комбинационное рассеяние света

1. Краткая классическая теория комбинационного рассеяния
2. Краткая квантовая теория комбинационного рассеяния
3. Отличия между рэлеевским и комбинационным рассеянием.

Изучение спектра излучения атома водорода в газовом разряде

1. Какие модели атома существовали? Сформулируйте их достоинства и недостатки. Каковы были экспериментальные предпосылки формирования этих моделей?
2. Изложите современные взгляды на устройство атома.
3. Чему противоречат в классической электродинамике постулаты Бора?
4. Что не учитывают постулаты Бора?

Возбуждение и ионизация атомов электронами (опыт Франка – Герца)

1. Почему для опыта Франка–Герца нельзя использовать многоатомные газы?
2. Расскажите о причинах, затрудняющих получение точного значения потенциала ионизации атома ртути в данной экспериментальной схеме.

2.Магнитные свойства атомов

Изучение простого эффекта Зеемана

1. Квантовая теория эффекта Зеемана
2. Объяснить принцип работы интерферометра Фабри-Перо.

Ядерный магнитный резонанс (ЯМР)

1. Оцените магнитное поле, вызванное наличием у ядра атома собственного магнитного момента, на удалении от ядра порядка размера атома.
2. Квантовая теория ЯМР.
3. Классическая теория ЯМР.

Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР).

1. Изобразите схему уровней атома водорода в магнитном поле и его спектр ЭПР с учетом спина протона.
2. Оцените магнитное поле, вызванное наличием у ядра атома собственного магнитного момента, на удалении от ядра порядка размера атома.
3. Что значит слово «парамагнитный» в названии эффекта?
4. Почему зарегистрированный сигнал ЭПР дипольный? Для чего это нужно?
5. Объяснить качественно зависимость спектра $CuCl_2$ от ориентации образца
6. Оцените время релаксации для Mn и $CuCl_2$ с помощью записанных спектров.
7. Оцените длину волны, соответствующую частоте максимального зарегистрированного сдвига в спектре $CuCl_2$.

3.Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

Термическая активация замедленной флуоресценции в сложных молекулах

1. Чем определяется вероятность переходов между электронно-возбужденными состояниями в молекулах?
2. Можно ли определить энергию термической активации молекулы из измерений абсолютных интенсивностей длинноволновой и коротковолновой полос?

Внешний фотоэлектрический эффект

1. В чем принципиальное отличие внешнего фотоэлектрического эффекта от других механизмов освобождения электронов из твердых тел под действием электромагнитного излучения (образование электрон - позитронной пары, эффект Комптона)?
2. Воспользовавшись законами сохранения энергии и импульса, покажите, что свободный электрон не может поглотить фотон.

Гелий-неоновый лазер и усиление энергии электромагнитного излучения

1. При каких условиях среда начинает усиливать проходящее через нее электромагнитное излучение?

2. Почему не удается создать инверсной населенности с помощью оптической накачки в двухуровневой системе атомов?
3. Какой механизм создания инверсной населенности используется в гелий-неоновом лазере?

4. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях

Изучение работы масс-спектрометрических приборов. Анализ остаточных газов.

1. Объясните, в каких единицах измеряется масса иона, в чём физический смысл этой величины. Каков смысл массовых чисел, приводимых обычно в клетках таблицы Менделеева?
2. Что такое изотопы, чем отличаются изотопы одного элемента с разной массой?
3. Каково примерное содержание изотопов в природной смеси для углерода, азота, кислорода?

Дифракция электронов и работа с электронным микроскопом

1. Волновые свойства электрона.
2. Длина волны де Бройля для электрона, сравнение с длиной волны света в видимом диапазоне и с длиной волны рентгеновских лучей.
3. Теоретическая разрешающая способность электронного микроскопа.

Определение удельного заряда электрона методом магнитной фокусировки

1. Какие существуют способы определения удельного заряда электрона?
2. Сила, действующая на частицу в магнитном поле. Направление силы.
3. Как изменяется полная кинетическая энергия частицы при движении в магнитном поле?
4. Устройство электронно-лучевой трубки и принцип её работы.
5. Зачем в ЭЛТ поддерживается высокий вакуум? Назовите несколько причин.
6. Устройство электронного прожектора и принципы фокусировки электронного пучка.
7. Почему в осциллографических ЭЛТ применяется отклонение электрическим полем, а в телевизионных и компьютерных ЭЛТ – магнитным?
8. Почему ускоряющее напряжение в ЭЛТ может достигать десятков киловольт?
9. Оцените величину тока электронного луча, используя любые доступные соображения. Почему ток электронного луча ЭЛТ в телевизорах обычно намного выше, чем в осциллографах?
10. Почему в сверхбыстродействующих осциллографах, предназначенных для регистрации однократных процессов, ток электронного луча и ускоряющее напряжение много выше, чем в обычных?
11. Объясните движение заряженных частиц в обсуждаемой геометрии.
12. Покажите, что в условиях обсуждаемого эксперимента изменение полной энергии электронов из-за действия горизонтальной развёртки действительно невелико.
13. Оцените влияние магнитного поля Земли на точность полученных результатов. Каким образом можно минимизировать погрешность измерений (постановка эксперимента и обработка)?

5. Радиоактивность

Определение энергии альфа-частицы по ее пробегу в воздухе

1. Какие важные результаты были получены при изучении рассеяния α -частиц на тонких мишенях?
2. Какой основной механизм потери энергии α -частицы в среде, какие другие процессы потери энергии заряженной частицы Вы знаете?
3. Какие частицы испускаются радиоактивными ядрами?

5. Как оценить среднеквадратичное отклонение по рисунку гистограммы?
6. Чему равно среднеквадратичное отклонение, если функция распределения имеет вид столика шириной S ?
7. Какое количество атомов ^{239}Pu должно быть в источнике α -частиц, чтобы за время измерения 1 час определить период полураспада с точностью 1 год?

Измерение энергии бета-распада методом поглощения

1. Какой наблюдаемый эффект при β -распаде показывает, что это трехчастичный распад?
2. β -распад является примером проявления слабого взаимодействия, объясните почему?
3. Назовите основные законы сохранения, которым подчиняется β -распад.

6. Физика твердого тела

Исследование поверхности твердых тел методами туннельной и атомно-силовой спектроскопии

1. Назовите основные компоненты сканирующего зондового микроскопа и их назначение.
2. Какое явление лежит в основе работы сканеров?
3. Какие физические принципы лежат в основе работы метода СТМ?
4. Что такое «режим постоянного тока»?
5. Что такое «режим постоянной высоты (зонда)»?
6. Какая информация может быть получена с использованием метода СТМ?
7. Какие требования предъявляются к СТМ - зондам?
8. Опишите способы подготовки СТМ - зондов?
9. Назовите факторы, определяющие качество СТМ - изображений, получаемых в эксперименте?
10. Какие образцы могут быть исследованы методом СТМ? (Требования к образцам.)
11. В чем заключается сканирующая туннельная спектроскопия (СТС)?
12. Какую информацию позволяет получить метод СТС?
13. Какие физические принципы лежат в основе работы метода АСМ?
14. Что представляет собой кантилевер?
15. Какие режимы АСМ вы знаете?
16. Зависит ли выбор режима АСМ от механических свойств и структуры поверхности?
17. Как работает оптическая схема регистрации сигнала в АСМ?

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации программы по дисциплине
«Атомный практикум
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного