



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра общей и экспериментальной физики



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.Б.07 Практикум по атомной физике

Направление подготовки: 03.03.03 Радиофизика

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль): Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК физического факультета
Протокол № 25 от «21» апреля 2020 г.

Председатель _____ Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой
общей и экспериментальной физики
Протокол № 6
От «13» апреля 2020 г.

Зав. кафедрой _____ д.ф.-м.н., профессор
А.А. Гаврилюк

Иркутск 2020 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины.....	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины:	4
5. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ	5
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины	5
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	5
5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий	6
6. Перечень лабораторных работ	6
6.1. План самостоятельной работы студентов.....	7
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	9
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии):	9
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	9
а) <i>основная литература:</i>	9
б) <i>дополнительная литература:</i>	9
в) <i>программное обеспечение:</i>	10
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	10
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:	10
10. Образовательные технологии:.....	11
11. Оценочные средства (ОС):	11

1. Цели и задачи дисциплины

Важнейшей составной частью курса “АТОМНАЯ ФИЗИКА” является использование реальных физических экспериментов. Необходимо научить студентов основам постановки и проведения физического эксперимента по атомной физике с последующим анализом и оценкой полученных результатов.

Целью курса является создание фундаментальной базы знаний о природе атома, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение данного раздела физики в рамках цикла курсов по теоретической физике и специализированных курсов. Неотъемлемой частью курса является практикум по атомной физике

Задачи дисциплины

- научить применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций, экспериментально изучить основные закономерности, оценить порядки изучаемых величин, определить точность и достоверность полученных результатов.

- познакомить с современной измерительной аппаратурой и принципом ее действия; с основными принципами автоматизации и компьютеризации процессов сбора и обработки физической информации; с основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований.

Часть задач практикума (лабораторные работы) посвящены количественному изучению тех явлений, которые демонстрировались на лекциях в качественном эксперименте.

Общее число задач практикума (лабораторных работ) определяется кафедрой в соответствии с учебным планом и содержанием настоящей программы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина атомная физика входит в модуль Общая физика базовой части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению: **03.03.03 РАДИОФИЗИКА**. Курс АТОМНАЯ ФИЗИКА является одним из основных в современной подготовке студентов **по профилю телекоммуникационные системы и информационные технологии**. Для студентов этого профиля предусматривается углубленное изучение проблемы взаимодействия квантовых систем с внешним электромагнитным полем: расщепление уровней энергии в магнитном поле, общая картина зеемановского расщепления спектральных линий в слабом поле. Множители g в слабом поле. Типы зеемановских расщеплений спектральных линий. Явления Зеемана в сильных и промежуточных полях. Общая характеристика магнитного резонанса.

Исследование электронного магнитного резонанса методом поглощения. Они выполняют лабораторную работу “Эффект Зеемана”.

Курс базируется на следующих предметах: Электричество и магнетизм, математический анализ, теоретическая механика, векторный и тензорный анализ, теория вероятностей.

Дисциплина «Атомная физика» является базовой для изучения последующих дисциплин, связанных с теорией общей физики.

Общая трудоемкость дисциплины – 2 зачетных единицы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использование в профессиональной деятельности (ОПК-1), способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: теоретические основы, основные понятия, законы и модели атомной физики;

уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую общезначимую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики;

владеть: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информацией.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
			-	-	5
Аудиторные занятия (всего)	22/0,61				22/0,61
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	-		-	-	-
Практические занятия (ПЗ)			-	-	-
Коллоквиум	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	18/0,5				18/0,5

5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела Наименование темы	Виды занятий в часах					
		Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Всего
1	Уравнение Шредингера.				1	6	7
2	Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях				1	6	7
3	Спектральные серии и уровни энергий водородного атома				1	6	10
4	Атомная и молекулярная спектроскопия				9	17	26
5	Магнитные свойства атомов				2	5	7
6	Взаимодействие излучения с веществом				3	9	13
7	Световые кванты				1	1	2

6. Перечень лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоем- кость (часы)	Оценоч- ные средств а	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1	Стационарное уравнение Шредингера. Электрон в одномерной потенциальной яме	1	собес едова ние	ОПК-1 ОК-9
2	Тема 2	Изучение движения заряженных частиц	1	собес едова ние	ОПК-1 ОК-9
3	Тема 2	Опыт Резерфорда	1	собес едова ние	ОПК-1 ОК-9
4	Тема 3	Спектральные закономерности атома водорода и его изотопов.	1	собес едова ние	ОПК-1 ОК-9
5	Тема 4	Изучение спектров атомов щелочных металлов.	2	собес едова	ОПК-1 ОК-9

				ние	
6	Тема 4	Структура молекулярных спектров.	1	собес едова ние	ОПК-1 ОК-9
7	Тема 4	Основы спектрального анализа.	2	собес едова ние	ОПК-1 ОК-9
8	Тема 4	Сериальные закономерности атома алюминия.	2	собес едова ние	ОПК-1 ОК-9
9	Тема 5	Эффект Зеемана.	2	собес едова ние	ОПК-1 ОК-9
10	Тема 5	Тонкая структура спектральных линий	2	собес едова ние	ОПК-1 ОК-9
11	Тема 6	Изучение спектрального состава излучения He-Ne лазера.	1	собес едова ние	ОПК-1 ОК-9
12	Тема 7	Спектры поглощения и люминесценции рубина	2	собес едова ние	ОПК-1 ОК-9

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Тема 1	Компьютерное моделирование электрон в потенциальной яме	сформулировано в описании лаб. работы	Методические указания к выполнению лаб. работы	6
2	Тема 2	Компьютерное моделирование. Опыт Резерфорда	сформулировано в описании лаб. работы	Методические указания к выполнению лаб. работы	6
3	Тема 3	Экспериментальн	сформулиров	Методические	6

		ое наблюдение спектральных закономерностей атома водорода и его изотопов	ано в описании лаб. работы	указания к выполнению лаб. работы	
4	Тема 4	экспериментальное изучение спектров атомов щелочных металлов.	сформулировано в описании лаб. работы	Методические указания к выполнению лаб. работы	6
5	Тема 4	экспериментальное наблюдение тонкой структуры атома натрия	сформулировано в описании лаб. работы	Методические указания к выполнению лаб. работы	6
6	Тема 4	Экспериментальное определение энергии диссоциации молекулы йода	сформулировано в описании лаб. работы	Методические указания к выполнению лаб. работы	5
7	Тема 5	Экспериментальное наблюдение расщепления спектральных линий в магнитном поле	сформулировано в описании лаб. работы	Методические указания к выполнению лаб. работы	5
8	Тема 6	Экспериментальное наблюдение спектрального состава излучения He-Ne лазера	сформулировано в описании лаб. работы	Методические указания к выполнению лаб. работы	5
9	Тема 6	экспериментальное определение постоянной Стефана-Больцмана	сформулировано в описаниях лаб. работ	Методические указания к выполнению лаб. работ	5

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

-подробное описание проведения эксперимента, знакомство с описанием лабораторной работы. При получении допуска преподаватель обращает внимание на требования к отчетному материалу.

-библиографические справки на источники информации и справочный материал.

-чередование творческой работы на занятиях с заданиями во внеаудиторное время.

-во время допуска дается четкий инструктаж по выполнению самостоятельных заданий, указываются цель, условия выполнения, объем работы и сроки выполнения.

- при отчете лабораторной работы осуществляется текущий учет и контроль за самостоятельной работой студентов.

- дается оценка работы, обобщается уровень усвоения навыков самостоятельной и творческой работы.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии):

Курсовые работы не предусматриваются

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература:

1. Атомная физика [Электронный ресурс] : учебник /Э.В. Шпольский.-Лань, 2010- Режим доступа:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=442.-Режим доступа: ЭБС “Изд-во Лань”.-Неогранич. доступ.-ISBN 978-5-8114-1004-0. Т.1: Введение в атомную физику.- Москва: Лань. 2010.- 557 с..- ISBN 978- 5-9221-0645-0.
2. Сивухин, Д.В. Общий курс физики [Электронный ресурс] : учебное пособие в 5 т. Т.V. Атомная и ядерная физика.-3-е изд. Стер.- Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008.- 784 с. Режим доступа :ЭБС “Айбукс“.- Неогранич. доступ.-ISBN 978-5-9221.
3. Душутин, Николай Константинович. Физика. Физика атомных явлений .Учеб. пособие.: Изд-во Игу, Год изд. 2007. – (27экз.)
4. Атомная физика:лаб. Практикум/ Л.И. Щепина, В.В. Чумак, В.В. Лызганов.- Иркутск: Изд-во ИГУ, 2017.-136 с.

б) дополнительная литература:

1. Милантьев. Физика атома и атомных явлений. Изд-во ВШ, 2010. – (1экз).
2. Григорьев. Ю.М. Физика атома и атомных явлений: учеб. Пособие для вузов.-М.: Физматлит, 2015.-366 с.-ISBN 978-5-9221-0645-0. – (1экз)

3. Определение постоянной Стефана-Больцмана с помощью пирометра с исчезающей нитью: методические указания/ сост. Л.И. Щепина, В.В. Лызганов.- Иркутск: Изд-во ИГУ, 2014.-15 с. – (5 экз).

в) *программное обеспечение:*

используются стандартные средства Windows и MS Office.

г) *базы данных, информационно-справочные и поисковые системы*

методические указания к выполнению лабораторных работ, информационно-справочные и поисковые системы: интернет ресурсы в свободном доступе и на сайте ИГУ www.isu.ru и физического факультета ИГУ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- 1 Изучение движения заряженных частиц (компьютерное моделирование, персональный компьютер).
2. Стационарное уравнение Шредингера, частица в одномерной потенциальной яме (компьютерное моделирование, персональный компьютер).
3. Опыт Резерфорда (компьютерное моделирование, персональный компьютер).
- 4.Изучение простого и сложного эффектов Зеемана (газоразрядная лампа ДРШ, электромагнит, спектрограф ИСП-51, ПЗС-камера TGE-1304-U, ноутбук.)
5. Исследование спектров поглощения и люминесценции рубина (спектрофотометр MPS-50L, лазер ЛТИПЧ-8, спектральная установка на базе НИИПФ)
6. Изучение серийных закономерностей в спектре водорода и его изотопов (гониометр ГС-5, водородная и дейтеревая лампы)
7. Изучение спектрального состава гелий-неонового лазера (компоратор, гелий-неоновый лазер, спектрограф)
8. Основы спектрального анализа (Спектральные приборы ИСП-22, ИСП-28. Генераторы дугового разряда ДГ-2 и искрового разряда ИГ-3. Микроденситометр MD-100. Стилоскоп СЛ-11.)
8. Изучение спектров атомов щелочных металлов (монохроматор УМ-2, лампы натриевая и ртутная ДРК-120)
9. Тонкая структура спектральных линий (гониометр ГС-5, лампа натриевая)
10. Структура молекулярных спектров (спектрограф ИСП-51, ртутная лампа ДРК-120, лампа накаливания, кювета-печь с йодом).
11. Определение постоянной Стефана-Больцмана с помощью пирометра с исчезающей нитью. (Пирометр ЛОП-72, источник питания АТН-2335, источник питания постоянного тока Б5-43, Вольтамперметр цифровой В7-40/1).

Сетевой сервер (компьютерный класс).

Персональные компьютеры (компьютерный класс).

Учебные пособия.

Плакаты.

10. Образовательные технологии:

Курс имеет электронную версию ко всем лабораторным работам.

11. Оценочные средства (ОС):

К видам контроля относятся:

- устные формы контроля;
- письменные формы контроля;

К традиционным формам контроля относятся:

- собеседование
- зачет
- тест

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении 1.

11.1. Оценочные средства для входного контроля проходят в виде собеседования с преподавателем.

11.2. Оценочные средства текущего контроля

Оценочные средства текущего контроля представлены в виде тестов. Назначение оценочных средств ТК - выявить сформированность компетенций. Тематика контрольных заданий и вопросов приведена ниже.

1. Постоянная Ридберга. В каких единицах измеряется?
2. Правила отбора для квантовых чисел: **n, l, s, j**. Название квантовых чисел и что характеризуют?
3. Решение уравнения Шредингера для электрона в одномерной потенциальной яме в различных областях: I – $x < a$, II – $-a < x < a$, III – $x > a$, где a – ширина потенциальной ямы, в двух случаях : когда энергия электрона (E) больше потенциальной энергии (U) и $E < U$.
4. Записать формулы для полной энергии электрона в атомах водорода и натрия.
5. Записать формулы для потенциальной энергии электрона в атомах водорода и натрия.
6. Что такое терм? Единицы измерения терма.
7. Записать сериальные формулы через разность термов в атоме натрия для различных серий: главной, фундаментальной, резкой и диффузной.
8. Записать формулу для магнитно-орбитального момента электрона (M_L).
9. Записать формулу для магнитно-спинового момента электрона (M_S).
10. Магнетон Бора. Единицы измерения.
11. Физический смысл постоянной тонкой структуры (α).
12. Сравнить по величине энергию электронных оболочек, колебательную и вращательную энергию молекул.
13. Записать формулу для энергии вращения молекулы.
14. Записать формулу для колебательной энергии молекулы.
15. Собственная частота колебаний атомов $\Omega = \sqrt{k/m}$. Смысл k ?
16. Эффект Зеемана. Записать формулу Лоренца.
17. В поперечном эффекте Зеемана сравнить π и σ – компоненты по интенсивности.

18. Как объяснить отсутствие π компоненты в продольном эффекте Зеемана.
19. Найти множитель Ландэ для случая, когда $L=0$.
20. Найти множитель Ландэ для случая, когда $S=0$.
21. Доплеровское уширение спектральных линий, от каких параметров зависит?
22. Лоренцевское уширение спектральных линий, от каких параметров зависит?
23. Штарковское уширение спектральных линий, от каких параметров зависит?
24. Записать формулу для добротности резонатора лазера.
25. Записать формулу для коэффициента энергетических потерь (α).

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов

1. Назовите постулаты Бора.
2. Как определяется радиус боровской орбиты? Скорость электрона на орбите?
3. Рассказать о квантовых числах и их физическом смысле. Указать правила отбора.
4. Что такое спин электрона?
5. Основные причины уширения спектральных линий?
6. Классическая электронная теория Лоренца.
7. Формула Лоренца. Множитель Ланде.
8. Как определяется полная энергия стационарного электрона в атоме щелочного металла?
9. Объяснить причину возникновения дублетной структуры.
10. Нарисуйте схему термов энергетических уровней с учетом 4 –х квантовых чисел.

Примечание: Студент готов к зачету, если он знает и понимает основные формулы и законы атомной физики, умеет их применять для решения задач, знает методы решения задач.

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестации проводится в форме зачета.

Примерный список заданий к зачету

Развитие атомистических представлений об излучении

Виды излучения. Энергетические величины излучения. Интегральные и спектральные характеристики излучения.
 Тепловое равновесное излучение. Испускательная и поглощательная способности тела. Абсолютно черное тело.
 Законы теплового излучения: законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина.
 Формула Рэлея-Джинса.
 Гипотеза квантов энергии. Формула Планка и следствия, вытекающие из нее.
 Явление внешнего фотоэффекта и его законы.
 Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и его экспериментальная проверка.
 Внутренний фотоэффект.
 Фотоны, их энергия, масса и импульс.
 Эффект Комптона.

Волновые свойства частиц

Корпускулярно-волновой дуализм в световых явлениях.
 Гипотеза де Бройля о двойственной корпускулярно-волновой природе частиц вещества и ее подтверждение.
 Свойства волн де Бройля.

Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

Строение атома и теория Бора

Атомные спектры и их закономерности. Постоянная Ридберга. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные термы. Комбинационный принцип Ридберга. Модель атома Томсона и ее неприменимость для описания линейчатых оптических спектров.

Опыты Резерфорда по рассеянию альфа- частиц. Планетарная модель атома, ее проверка и ее недостатки.

Квантовые постулаты Бора и их экспериментальное подтверждение. (Опыт Франка и Герца).

Теория строения водородоподобных атомов по Бору.

Учет движения ядра в теории Бора.

Магнитные свойства атома в теории Бора. Недостатки теории Бора.

Физические основы квантовой механики

Основные положения квантовой механики. (Волновая функция, ее нормировка, средние значения, операторы импульса и энергии).

Волновое уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера.

Применение квантовой механики к простейшим задачам о стационарных состояниях частицы. (Частица в прямоугольной потенциальной яме. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Коэффициенты отражения и прозрачности).

Квантово-механическая теория атома. Электрон в водородоподобном атоме.

Энергетический спектр электрона. Квантовые числа: главное, орбитальное и магнитное орбитальное.

Орбитальный, спиновый и полный механический и магнитный моменты электрона в атоме

Орбитальный момент количества движения, магнитный орбитальный момент.

Опыт Штерна и Герлаха. Собственный момент количества движения электрона (спин), магнитный спиновый момент. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа.

Полный механический момент электрона, полный и эффективный магнитные моменты. Внутреннее и магнитное внутреннее квантовые числа. Фактор Ланде.

Спин - орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра.

Структура и спектры сложных атомов

Определение энергетических состояний электронов в сложных атомах. Сложение моментов и типы связи электронов в атоме.

Застройка электронных оболочек в атоме. Принцип Паули. Правило Хунда.

Оптические спектры сложных атомов.

Энергетические уровни и оптический спектр атома во внешнем постоянном магнитном поле. (Нормальный и аномальный эффект Зеемана, эффект Пашена-Бака).

Молекулярные спектры

Элементарные сведения о строении молекул. Особенности молекулярных спектров. Квантование колебательных и вращательных уровней.

Спектры поглощения и комбинационного рассеяния света.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
.1.	Собеседование при отчете лаб. работ	Темы 1-7, Вопросы для собеседования , ФОС.	способность к овладению • базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использование в профессиональной деятельности (ОПК-1).
2.	Промежуточная аттестация	Темы 1-7, демонстрационный вариант теста, ФОС	(ОК-9; ОПК-1).
3.	Зачет	Темы 1-7, Вопросы к зачету	(ОК-9; ОПК-1).

Разработчики:



к.ф.-м.н., доцент Л.И.Щепина

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики
«13» апреля 2020 г.

Протокол № 6

Зав.кафедрой



д.ф.-м.н., профессор А.А. Гаврилюк

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.