

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

Атомная физика

по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
«Фундаментальная физика»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2023

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
О.Н. Чайковская

Председатель УМК
О.М. Сюсина

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 – способность применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;
- ПК-1 – способность проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Знает основные законы, модели и методы исследования физических процессов и явлений;

ИПК-1.1. Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования

2. Задачи освоения дисциплины

– Получить знания о строении атомов, основах квантовомеханического описания их электронных оболочек и о поведении атомов во внешних полях;

– Научиться применять знания из области атомной физики для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 5, дифференцированный зачет.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 48 ч.;

– лабораторные работы: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Развитие атомистических представлений о структуре вещества

Доказательства атомного строения вещества. Открытие электронов и ионов. Модель атома Томсона. Спектры атомов. Классическая теория эффекта Зеемана. Рентгеновское излучение. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома.

Тема 2. Развитие представлений о квантовых свойствах вещества

Излучение абсолютно черного тела. Гипотеза Планка о квантах. Фотоэффект. Эффект Комптона. Теория Бора атома водорода. Опыты Франка-Герца.

Тема 3. Атом водорода

Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Угловой момент в квантовой механике, векторная модель. Спин электрона. Опыт Штерна-Герлаха. Излучение атомов. Релятивистские взаимодействия в атоме водорода.

Тема 4. Многоэлектронные атомы

Уравнение Шредингера для многоэлектронного атома. Приближение центрального поля. Принцип Паули. Порядок заполнения электронных оболочек и объяснение периодического закона. Структура уровней энергии атомов. Теория рентгеновских спектров атомов.

Тема 5. Атомы во внешних полях

Поведение атомов во внешнем магнитном поле. Диамагнетики и парамагнетики. Простой и сложный эффекты Зеемана. Эффект Пашена — Бака. Поведение атомов во внешнем электрическом поле. Эффект Штарка.

Тема 6. Строение молекул и кристаллов

Строение молекулы водорода. Электронные, колебательные и вращательные уровни энергии молекул. Простейшая модель движения электронов в кристалле.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине осуществляется путем контроля посещаемости, проведения лабораторных работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Дифференцированный зачет с оценкой в первом семестре проводится в устной форме по билетам.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=1903>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

в) Перечень рекомендуемых лабораторных работ:

1. Определение постоянной Ридберга по спектру водорода.
2. Исследование характеристического рентгеновского излучения.
3. Изучение теплового излучения и проверка закона Стефана-Больцмана.
4. Зависимость силы фототока от длины волны падающего света.
5. Зависимость силы фототока от интенсивности падающего света.
6. Дифракция электронов.
7. Опыт Франка и Герца.
8. Определение работы выхода электрона из металла.
9. Эффект Холла в полупроводниках.
10. Исследование температурной зависимости электропроводности металлов и полупроводников.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студента включает:

- углубленное теоретическое изучение разделов курса при подготовке к лекционным и практическим занятиям;
- подготовку к обсуждению материала, в том числе самостоятельный поиск необходимых источников информации, включая научно-образовательные ресурсы сети Интернет;
- подготовку к зачету.

Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение.

1. Дифракция рентгеновских лучей. Опыты Лауэ, Вульфа-Бреггов и Дебая.
2. Классическая теория эффекта Зеемана для планетарной модели атома.
3. Квантование энергии сферически-симметричного гармонического осциллятора с помощью теории Бора-Зоммерфельда.
4. Порядок заполнения электронных оболочек атомов.
5. Вычисление магнитной восприимчивости парамагнетиков.

Литература к темам для самостоятельного изучения

- 1 Шпольский Э.В. Атомная физика, т. I: Введение в атомную физику. - М.: Наука, 1984. - 552с.
- 2 Шпольский Э.В. Атомная физика, т. II: Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. - М.: Наука, 1984. - 438с.
- 3 Уэр М.Р., Ричардс Д.А. Физика атома. - М.: Госатомиздат, 1961. - 304с.
- 4 Борн М. Атомная физика. - М.: Мир, 1967. - 494с.
- 5 Матвеев А.Н. Атомная физика. - М.: Высшая школа, 1989. - 439с.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Шпольский Э.В. Атомная физика, т. I: Введение в атомную физику. - М.: Наука, 1984. - 552с.
- Шпольский Э.В. Атомная физика, т. II: Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. - М.: Наука, 1984. - 438с.
- Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 5. Атомная и ядерная физика. - М.: Физматлит, 2008. - 784 с.
- Савельев И.В. Курс общей физики. Т.4. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - М.: КноРус, 2012. - 368 с.
- Борн М. Атомная физика. - М.: Мир, 1967. - 494с.

б) дополнительная литература:

- Бейзер А. Основные представления современной физики. - М.: Атомиздат, 1973. - 548с.
- Зоммерфельд А. Строение атома и спектры. В 2-х томах. - М.: Гостехиздат, 1951.
- Уэр М.Р., Ричардс Д.А. Физика атома. - М.: Госатомиздат, 1961. - 304с.
- Матвеев А.Н. Атомная физика. - М.: Высшая школа, 1989. - 439с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Википедия. <http://ru.wikipedia.org>.
- Физическая библиотека <http://www.kinetics.nsc.ru/chichinin/pmlc.htm>.

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Печерицын Алексей Анатольевич, доцент, кандидат физико-математических наук, физический факультет Томского государственного университета, кафедры общей и экспериментальной физики.