

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование  
(с двумя профилями подготовки)

Направленности: Математика, физика

Квалификация выпускника: бакалавр

**Кострома  
2023**

Рабочая программа дисциплины «Атомная и ядерная физика» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 125 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 15.03.2018 регистрационный № 50358), с изменениями, внесенными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 08.02.2021 № 83 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12.03.2021 регистрационный № 62739); в соответствии с учебным планом направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (направленности Математика, физика), годы начала подготовки 2023, 2024.

Разработал: Мухачёва Т.Л., к.т.н., доцент кафедры общей и теоретической физики, доцент

Рецензент: Бобков Н. Н., директор муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения города Костромы «Лицей № 34», к. ист. н., доцент

**УТВЕРЖДЕНО:**

Заведующий кафедрой высшей математики:

Матыцина Т. Н., к. ф.-м. н., доцент

Протокол заседания кафедры № 8 от 05.05.2023 г.

**ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры высшей математики

Протокол заседания кафедры № 5 от 19.03.2024 г.

Заведующий кафедрой высшей математики

Матыцина Т. Н., к. ф.-м. н., доцент

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Основной целью курса является подготовка бакалавров-педагогов педагогической деятельности в средних, средних профессиональных образовательных организациях, путем формирования и развития умений и компетенций, позволяющих осуществлять профессиональную деятельность, обеспечение достижения ими нормативно установленных результатов образования.

Задачи дисциплины:

- развивать навыки физического мышления и умения ставить и решать задачи на статические свойства и модели атомных ядер, радиоактивные распады и ядерные реакции, свойства частиц и взаимодействий, взаимодействия частиц с веществом.
- сформировать знания об основных экспериментальных фактах, лежащих в основе квантовых представлений, важнейших законах и теоретических моделях современной физики атомов и молекул.
- развить умения использовать математический аппарат квантовой механики для объяснения свойств атомов и молекул.
- сформировать знания о содержании основных законов и понятий ядерной физики, границах их применимости.

Кроме того, одной из задач изучения данного курса является научно-образовательное, профессионально-трудовое воспитание обучающихся посредством содержания дисциплины и актуальных воспитательных технологий.

В результате изучения учебной дисциплины «Атомная и ядерная физика» у обучающихся должны сформироваться общепрофессиональные компетенции:

- Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний (ОПК-8).

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- основные понятия современной физики атомных явлений, философские проблемы взаимосвязи классической и квантовой физики; физический смысл квантовых законов;
- базовые эксперименты, которые привели к созданию квантовой теории;
- основные законы движения объектов микромира; спектральные закономерности в излучении атомов и молекул; методы квантового описания законов движения объектов микромира;
- основные понятия современной физики атомного ядра и элементарных частиц; закономерности внутриядерных процессов; границы применимости современных знаний о физике ядра и частиц;

**уметь:**

- применять на практике профессиональные знания, полученные при освоении дисциплины, в частности интерпретировать экспериментальные и теоретические данные, относящиеся к физике атомных и ядерных явлений, объяснять их содержание в процессе профессиональной коммуникации;
- проводить статистическую оценку достоверности и значимости экспериментальных данных;
- использовать полученные знания о законах микромира для решения теоретических и прикладных задач современной физики и естествознания;
- проводить выбор методов и средств измерения физических величин применительно к квантовым системам;

**владеть:**

- навыками решения физических задач данного раздела курса общей физики;
- математическими методами обработки данных, относящихся к физике атома, элементарных частиц и атомного ядра.
- методами статистической обработки результатов экспериментальных исследований;

– необходимым программным обеспечением для правильного оформления графической и табличной информации, а также корректной записи математических формул и схем расчета.

освоить компетенции:

– способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний (ОПК-8)

Код и содержание индикаторов компетенции:

ИОПК-8.1. Демонстрирует владение системой специальных научных знаний в предметной области.

ИОПК-8.2. Применяет специальные предметные знания в педагогической деятельности по направленности программы.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана. Изучается в 7 семестре обучения.

Содержание дисциплины базируется на предыдущих разделах общей физики и начинается с изучения законов квантовой оптики. Дальнейшее содержание курса включает в себя экспериментальные сведения о строении атома, основы квантово-механических представлений о строении атома, основы описания одноэлектронных и многоэлектронных атомов, электромагнитные переходы в атомах, введение в спектральный анализ (в том числе рентгеновские спектры), поведение атома в поле внешних сил, основные сведения о молекулах и макроскопических квантовых явлениях. Даются экспериментальные сведения о строении и свойствах ядра атома, о делении атомных ядер и ядерных реакциях, основные экспериментальные сведения об элементарных частицах, о квантовых свойствах частиц, о фундаментальных частицах Стандартной модели, основные сведения об адронах и распадах адронов. Курс завершается ознакомлением с современными представлениями о нуклеосинтезе и строении Вселенной, а также обзором проблем и перспектив физики элементарных частиц и атомного ядра.

Перед изучением дисциплины «Атомная и ядерная физика» обучающийся должен иметь четкие представления об основных понятиях и законах механики, молекулярно-кинетической теории строения вещества, теории электрических и магнитных явлений, оптики, уметь использовать соответствующие уравнения и законы в различных физических моделях. Требуемые знания, умения и навыки формируются в рамках ранее изучаемых дисциплин «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Теория вероятности и математическая статистика», «Дифференциальные уравнения», «Математический анализ».

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин: «Астрономия», при подготовке к сдаче и сдаче государственного экзамена, при подготовке к процедуре защиты и процедуре защиты выпускной квалификационной работы.

Дисциплины и иные компоненты ОП, формирующие указанные выше компетенции:

- ОПК-8 (способность осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний) формируется при освоении дисциплин: «Математический анализ», «Алгебра», «Геометрия», «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Теория вероятности и математическая статистика», «Астрономия», «Дифференциальные уравнения»; при прохождении учебной практики (ознакомительной), производственной практики (педагогической, образовательно-воспитательной, педагогической по физике, педагогической по математике) при подготовке к сдаче и при сдаче государственного экзамена; при подготовке к процедуре защиты и во время процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

## 4. Объем дисциплины

### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5
Общая трудоемкость в часах	180
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	44
Лекции	18
Практические занятия	8
Лабораторные занятия	18
Практическая подготовка	0
Самостоятельная работа в часах	97,65 + 36
Форма промежуточной аттестации	Экзамен (7) – 0,35 часа Консультация к экзамену (2 часа)

### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	18
Практические занятия	8
Лабораторные занятия	18
Консультации	2
Зачет/зачеты	–
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	–
Курсовые проекты	–
Практическая подготовка	–
Всего	46,35

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Введение. Волны и кванты.	8/0,22	1	1	2	4
2	Частицы и волны.	10/0,28	1	1	2	6
3	Основные экспериментальные данные о строении атома.	9/0,25	1	–	2	6
4	Основы квантовых представлений о строении атома.	10/0,28	1	1	2	6

5	Одноэлектронный атом.	10/0,28	1	1	2	6
6	Многоэлектронные атомы.	7/0,19	1	–	2	4
7	Электромагнитные переходы в атомах.	10/0,28	1	1	2	6
8	Рентгеновские спектры.	10/0,28	1	1	2	6
9	Атом в поле внешних сил.	9/0,25	1	–	2	6
10	Структура и свойства атомных ядер	8/0,22	1	1	–	6
11	Модели атомных ядер	7/0,19	1	–	–	6
12	Распады ядер. Радиоактивность	8/0,22	1	1	–	6
13	Ядерные реакции	7/0,19	1	–	–	6
14	Деление и синтез ядер	7/0,19	1	–	–	6
15	Взаимодействие ядерного излучения с веществом	7/0,19	1	–	–	6
16	Эксперименты в физике высоких энергий	7/0,19	1	–	–	6
17	Элементы физики адронов, лептонов, слабых бозонов	3,65/0,12	1	–	–	2,65
18	Нуклеосинтез и Вселенная	4/0,12	1	–	–	3
19	Подготовка к экзамену	36/1	–	–	–	36
	ИКР (консультация к экзамену, экзамен)	2,35/0,06	–	–	–	–
	Итого:	180/5	18	8	18	97,65 + 36

## 5.2. Содержание:

### ВВЕДЕНИЕ. ТЕМА 1. Волны и кванты.

Особенности физики микромира. Масштабы физических величин. Невозможность описания явлений микромира в рамках классической теории.

Понятие светового кванта. Гипотеза Планка. Корпускулярно-волновой дуализм. Фотоэффект. опыты Герца и Столетова. Закон Эйнштейна. Рассеяние электромагнитного излучения на свободных зарядах. Эффект Комптона. Тормозное рентгеновское излучение. Особенности тормозного рентгеновского спектра. Подтверждение корпускулярных свойств излучения в опытах Иоффе-Добронравова, Боте-Гейгера и Вавилова.

### ТЕМА 2. Частицы и волны.

Гипотеза де Бройля. Свойства волн де Бройля. опыты Девиссона-Джермера и Томсона. Явление Рамзауэра. Физический смысл волн де Бройля и волновой функции. Понятие квантового ансамбля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

### ТЕМА 3. Основные экспериментальные данные о строении атома.

Модель атома Томсона. опыты Резерфорда и выбор модели атома. Планетарная модель атома и проблема устойчивости атомов. Сериальные закономерности в спектре атома водорода. Модель атома Бора. Постулаты Бора. Принцип соответствия. Экспериментальное доказательство дискретной структуры энергетических уровней атома. опыты Франка и Герца. Ограниченность модели Бора.

#### **ТЕМА 4. Основы квантовых представлений о строении атома.**

Квантовая система и измеряемые параметры. Уравнение Шредингера. Стационарные и нестационарные состояния. Плотность вероятности. Простейшие одномерные задачи. Дискретный спектр и континуум. Краткие сведения об операторном методе. Момент импульса частицы. Квантовые числа.

#### **ТЕМА 5. Одноэлектронный атом.**

Квантово-механическое описание атома водорода. Вырождение энергетических уровней. Магнитный момент атома. Гиромагнитное отношение. Магнетон Бора. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона. Спин фотона. Невозможность классического истолкования спина. Принцип Паули. Бозоны и фермионы. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура уровней атома водорода.

#### **ТЕМА 6. Многоэлектронные атомы.**

Принципы описания многоэлектронного атома. Полный механический момент атома. Нормальная связь и ( $j-j$ )-связь. Понятия электронного слоя и оболочки. Электронная конфигурация атома. Периодическая система элементов. Основные термы атомов. Эмпирические правила Хунда.

#### **ТЕМА 7. Электромагнитные переходы в атомах.**

Правила отбора при излучении и поглощении света. Модельный метод векторных диаграмм. Разрешенные и запрещенные переходы. Спектральные серии. Общие представления об оптических переходах в многоэлектронном атоме. Правило Лапорта. Индуцированное излучение. Вероятность перехода. Понятие о квантовой теории электромагнитного поля. Электромагнитный вакуум. Фотоны. Естественная ширина спектральной линии. Лэмбовский сдвиг. Опыт Лэмба и Ризерфорда. Рэлеевское и комбинационное рассеяние света. Многофотонные процессы.

#### **ТЕМА 8. Рентгеновские спектры.**

Переходы внутренних электронов в атомах. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли. Эффект Оже. Основы рентгеноструктурного и рентгеноспектрального анализа.

#### **ТЕМА 9. Атом в поле внешних сил.**

Атом в магнитном поле. Нормальный и аномальный эффекты Зеемана. Эффект Пашена-Бака. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Аномальный магнитный момент электрона. Атом в электрическом поле, эффект Штарка.

#### **ТЕМА 10. Структура и свойства ядер.**

Масштабы физических явлений в физике атомного ядра и элементарных частиц. Этапы развития физики ядра и частиц. Научно-технические и методологические особенности физики атомного ядра и частиц, методические особенности учебного курса.

Состав ядра. Форма ядра. Массы ядер. Основные сведения о двунуклонных состояниях. Энергия связи ядра. Свойства ядерных сил.

#### **ТЕМА 11. Модели атомных ядер.**

Капельная модель. Модель ядерных оболочек. Ядерные моменты. Коллективная модель. Кластерная и  $\alpha$ -частичная модели. Возможности проверки моделей.

#### **ТЕМА 12. Распады ядер. Радиоактивность.**

Общие сведения о распаде ядер. Среднее время жизни. Экспоненциальный закон распада.  $\gamma$ -распад. Эффект Мёссбауэра. Внутренняя конверсия.  $\beta$ -распад.  $\alpha$ -распад. Единицы радиоактивности и их связь с дозами радиобиологического эффекта.

#### **ТЕМА 13. Ядерные реакции.**

Терминология и определения. Законы сохранения в ядерных реакциях. Кинематика и механизмы ядерных реакций. Реакции через промежуточное ядро. Прямые ядерные реакции. Оптическая модель.

#### **ТЕМА 14. Деление и синтез ядер.**

Виды деления ядер. Основные свойства деления. Прикладной аспект деления ядер. Синтез ядер.

#### **ТЕМА 15. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.**

Прохождение тяжелых заряженных частиц через вещество. Прохождение легких заряженных частиц через вещество. Прохождение  $\gamma$ -квантов через вещество.

#### **ТЕМА 16. Эксперименты в физике высоких энергий.**

Типы взаимодействий частиц. Современные ускорители. Экспериментальное исследование структуры частиц. Диаграммы Фейнмана для электромагнитных взаимодействий.

### **ТЕМА 17. Элементы физики адронов, лептонов, слабых бозонов.**

Взаимодействия и поля в физике элементарных частиц. Основные свойства адронов. Кварковая модель адронов. Кварковый состав мезонов и барионов. Цвет кварков и другие квантовые числа. Особенности экспериментального подтверждения кварковой модели. Конфайнмент и асимптотическая свобода. Кварковые диаграммы. Общие представления об основных результатах и методах квантовой электродинамики. Элементы квантовой хромодинамики. Лептонные заряды. Типы нейтрино. Слабые взаимодействия. Электрослабая модель. Заключительные замечания по физике частиц.

### **ТЕМА 18. Нуклеосинтез и Вселенная.**

Дозвездный синтез ядер. Звездная эра. Происхождение элементов. Современные представления о происхождении и эволюции Вселенной. Три тезиса новейшей космологии.

## **6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

### **6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

С дисциплины «Атомная физика» в 7 семестре начинается знакомство студента с квантовой физикой и современной физикой в целом. Данный курс формирует в сознании студента современную физическую картину мира, систему фундаментальных идей, понятий и законов при переходе от макро- к микромиру. Изучение физики микромира – это намного сложнее, чем изучение классической физики. В классической физике есть опора на наглядные образы. В физике микромира классические наглядные образы неадекватны, и студенту предстоит либо от них отказаться, либо сформировать новые абстрактные образы. Именно в этом основная сложность изучения квантовой физики. В квантовой физике гораздо проще научиться вычислять, чем понять, как все это в микромире происходит. Но это не значит, что понимание в принципе невозможно. Просто понимание должно стать другим.

По данной дисциплине читаются лекции, на которых излагается основной теоретический материал, и проводятся практические занятия для органичного совмещения в курсе изложения принципов теории и эксперимента с практикой решения задач. Вначале на лекциях излагается теория соответствующего вопроса с иллюстрацией на конкретных примерах, приводятся результаты наблюдений и эксперимента. На семинарах дается разбор ряда задач и показывается как следует подходить к их решению. Задачи тесно связаны с материалом лекций, часто являются его развитием и дополнением, поэтому работа над ними должна проводиться параллельно с изучением основного лекционного материала. Кроме того, предлагаемый набор задач должен дать возможность студенту дополнительно обдумать ряд важных вопросов и помочь представить большой диапазон приложения изучаемых идей и теорий.

Материал лекций сконцентрирован на основных законах квантовой физики и, в частности, на вопросах трудных для понимания и восприятия. Для краткости, доступности, но вместе с тем корректности материал лекций освобожден насколько это возможно от излишней математизации и формализма.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1.	Введение. Волны и кванты	Изучение литературы, решение задач	4	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1] и [3] из списка основной литературы и [4] из списка дополнительной	Устный опрос



				литературы	
2.	Частицы и волны	Изучение литературы, решение задач	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1] и [3] из списка основной литературы и [4] из списка дополнительной литературы	Контрольная работа
3.	Основные экспериментальные данные о строении атома	Изучение литературы, решение задач	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1] и [3] из списка основной литературы	Контрольная работа
4.	Основы квантовых представлений о строении атома	Изучение литературы, решение задач	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1] и [3] из списка основной литературы	Контрольная работа
5.	Одноэлектронный атом	Изучение литературы, решение задач	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1] и [3] из списка основной литературы	Письменный опрос
6.	Многоэлектронные атомы	Изучение литературы, решение задач	4	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1] и [3] из списка основной литературы	Письменный опрос
7.	Электромагнитные переходы в атомах	Изучение литературы, решение задач	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1] и [3] из списка основной литературы	Контрольная работа
8.	Рентгеновские спектры	Изучение литературы, решение задач	6	В качестве литературных источников	Письменный опрос

				предпочтительнее использовать [1] и [3] из списка основной литературы и [4] из списка дополнительной литературы	
9.	Атом в поле внешних сил	Изучение литературы, решение задач	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1] и [3] из списка основной литературы	Письменный опрос
10.	Введение. Структура и свойства атомных ядер	Изучение литературы	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [2] из списка основной литературы и [1, 2] из списка дополнительной литературы	Устный опрос
11.	Модели атомных ядер	Изучение литературы, решение задач	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [2] из списка основной литературы и [3] из списка дополнительной литературы	Контрольная работа
12.	Распады ядер. Радиоактивность	Изучение литературы, решение задач	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [2] из списка основной литературы и [4, 5] из списка дополнительной литературы	Контрольная работа
13.	Ядерные реакции	Изучение литературы, решение задач	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [2] из списка основной литературы и [2, 3] из списка дополнительной литературы	Контрольная работа

				литературы	
<b>14.</b>	Деление и синтез ядер	Изучение литературы, решение задач	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1] из списка основной литературы и [4] из списка дополнительной литературы	Контрольная работа
<b>15.</b>	Взаимодействие ядерного излучения с веществом	Изучение литературы, решение задач	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [2] из списка основной литературы и [3] из списка дополнительной литературы	Устный опрос
<b>16.</b>	Эксперименты в физике высоких энергий	Изучение литературы, решение задач	6	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [1, 2] из списка основной литературы и [1, 2] из списка дополнительной литературы	Письменный опрос
<b>17.</b>	Элементы физики адронов, лептонов, слабых бозонов	Изучение литературы	2,65	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [3] из списка основной литературы и [1, 2, 3] из списка дополнительной литературы	Устный опрос
<b>18.</b>	Нуклеосинтез и Вселенная	Изучение литературы	3	В качестве литературных источников предпочтительнее использовать [3] из списка основной литературы и [4, 5] из списка дополнительной литературы	Письменный опрос
<b>19</b>	Подготовка к		36		Экзамен

## 6.2. Тематика и задания для практических занятий

Формой отчетности по данной дисциплине является экзамен. Необходимые условия допуска к экзамену:

- 1) Наличие полного конспекта лекций
- 2) Выполнение всех контрольных работ с положительным результатом

В качестве основного учебного пособия по данной дисциплине выступает задачник Иродова И.Е. «Задачи по общей физике». На занятиях целесообразно решать задачи со сложным анализом физической ситуации, так как в данном случае преподаватель может различным методическими приемами подвести студентов к построению правильной физической картины рассматриваемого явления. Однако, при решении даже сложных задач необходимо акцентировать внимание учащихся на самых простых элементах физического анализа. Полезно на качественном уровне обсудить возможные варианты изменения исходных данных.

Так как в задачнике И.Е. Иродова не все темы представлены одинаково полно, используются также отдельные задачи из других сборников, в частности, из сборников задач И.В.Савельева, Д.И. Сахарова, Е.М. Гершензона и В.С. Волькенштейн.

Ниже приведены примерные планы семинарских занятий. Там, где это не указано отдельно, номера задач даны по задачнику И.Е. Иродова «Задачи по общей физике».

### Содержание практических занятий

#### **ТЕМА 1. Волны и кванты.**

Тема для обсуждения: Квантовые явления в оптике

Задачи, решаемые на занятиях: 5.1, 5.5, 5.19, 5.25, 5.26, 5.28, 5.14-5.17

Задания для самостоятельной работы: 5.8, 5.12, 5.29-5.34

#### **ТЕМА 2. Частицы и волны.**

Темы для обсуждения: Корпускулярно-волновой дуализм. Физический смысл волн де Бройля. Физический смысл соотношения неопределенностей.

Задачи, решаемые на семинарах: 5.87-5.89, 5.91, 5.96-5.98

Задания для самостоятельной работы: 5.86, 5.90, 5.92, 5.99-5.101, 5.105-5.108, 5.102, 5.110

#### **ТЕМА 3. Основные экспериментальные данные о строении атома.**

Тема для обсуждения: Особенности теории Бора

Задачи, решаемые на семинарах: 5.42, Сахаров-40.16, Гершензон-4.41, Волькенштейн-19.37, 5.79, 5.112

Задания для самостоятельной работы: 5.57, 5.58, 5.74, 5.76

#### **ТЕМА 4. Основы квантовых представлений о строении атома.**

Тема для обсуждения: Физический смысл волновой функции

Задачи, решаемые на семинарах: 5.116-5.118, 5.124, 5.125

Задания для самостоятельной работы: 5.119, 5.120, 5.155, 5.156, 5.141

#### **ТЕМА 5. Одноэлектронный атом.**

Тема для обсуждения: Квантовое описание атома водорода

Задачи, решаемые на семинарах: 5.120, 5.143(а)

Задание для самостоятельной работы: 5.143(б), 5.145

#### **ТЕМА 6. Многоэлектронные атомы.**

Тема для обсуждения: Принцип Паули. Понятие спина.

Задачи, решаемые на семинарах: 5.158, 5.159, 5.164-5.166

Задания для самостоятельной работы: 5.167-5.172

#### **ТЕМА 7. Электромагнитные переходы в атомах.**

Тема для обсуждения: Физический смысл термина. Периодические свойства элементов.

Задачи, решаемые на семинарах: 5.173-5.175, 5.185, 5.186

Задания для самостоятельной работы: 5.178-5.181, 5.198-5.201

#### **ТЕМА 8. Рентгеновские спектры.**

Тема для обсуждения: Характеристические рентгеновские спектры  
Задачи, решаемые на семинарах: 5.55-5.58  
Задания для самостоятельной работы: 5.59-5.62

### 6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

Лабораторная работа 1. Определение температуры нити лампы накаливания с помощью пирометра с исчезающей нитью

Лабораторная работа 2. Изучение внешнего фотоэффекта.

Лабораторная работа 3. Измерение оптических характеристик поглощающих сред фотоэлектрическим методом.

Лабораторная работа 4. Спектральный анализ газов.

Лабораторная работа 5. Определение постоянной Ридберга и постоянной Планка по спектру водорода.

Лабораторная работа 6. Проверка соотношения неопределенностей для фотонов.

Лабораторная работа 7. Определение эффективного сечения взаимодействия фотонов с молекулами флуоресцина.

Лабораторная работа 8. Изучение фотопроводимости полупроводников.

Лабораторная работа 9. Изучение фотоэлектрических свойств электронно-дырочного перехода.

## 7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### *а) основная:*

1. Сивухин, Д.В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5 т. / Д.В. Сивухин. - Изд. 6-е, стер. - Москва :Физматлит, 2014. - Т. 5. Атомная и ядерная физика. - 560 с. : ил. - ISBN 978-5-9221-1513-1. - ISBN 978-5-9221-1512-4 (Т. I) ;[\[https://e.lanbook.com/book/2315\]](https://e.lanbook.com/book/2315)
2. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: ООО «Изд-во Астрель», 2002. – 368 с. [\[https://e.lanbook.com/book/708\]](https://e.lanbook.com/book/708)
3. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике : учеб.пособие для вузов. - 3-е изд., перераб. - М. : БИНОМ : ВЛАДИС, 1998. - 448 с. - ISBN 5-89528-001-3. - ISBN 5-7889-0054-1 :[\[https://e.lanbook.com/book/94101\]](https://e.lanbook.com/book/94101)
4. Волькенштейн, В. С. Сборник задач по общему курсу физики : [учеб.пособие для студентов вузов] : допущено Госкомитетом СССР по нар. образованию / под ред. И. В. Савельева. - Изд. 12-е, испр. - М. : Наука, 1990. - 396 с. : ил. - ISBN 5-02-014051-1 : 90 экз

### *б) дополнительная:*

1. Калашников Н.П. Физика: интернет-тестирование базовых знаний / Н.П. Калашников, Н.М. Кожевников. – СПб.: Лань, 2009. – 160 с. [\[https://e.lanbook.com/book/172\]](https://e.lanbook.com/book/172)
2. Маскевич С.А. Атомная физика: Практикум по решению задач: учебное пособие / С.А. Маскевич. – Минск: Выш. шк., 2010. – 455 с. [\[https://e.lanbook.com/book/65395\]](https://e.lanbook.com/book/65395)  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=235778](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=235778)
3. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. В 3-х тт. Т. 3. Оптика. Атомная физика. – СПб.: Изд-во «Лань», 2007. – 656 с. [\[https://e.lanbook.com/book/419\]](https://e.lanbook.com/book/419)
4. Капитонов, И. М. Введение в физику ядра и частиц : Учеб.пособие для студ. физ. фак. классических университетов / И. М. Капитонов. - М. :Едиториал УРСС, 2002. - 384 с. [\[https://e.lanbook.com/book/2189\]](https://e.lanbook.com/book/2189)
5. Ишханов Б.С., Капитонов И.М., Юдин Н.П. Частицы и атомные ядра. М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 584 с.[\[https://e.lanbook.com/book/59636\]](https://e.lanbook.com/book/59636)

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

Электронно-библиотечные системы:

- ЭБС Университетская библиотека онлайн, путь доступа <http://biblioclub.ru>;
- ЭБС «Znanium», путь доступа <http://znanium.com/>.
- ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Web of Science, путь доступа: <http://webofscience.com>;
- Scopus, путь доступа: <https://www.scopus.com>;
- РИНЦ, путь доступа: <https://elibrary.ru>;
- СПС КонсультантПлюс;
- Аннотированная библиографическая база данных журнальных статей МАРС.

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Аудитория для занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; мультимедийный проектор; персональный компьютер; экран; рабочее место преподавателя; доска меловая; учебно-наглядные пособия, обеспечивающие наглядные иллюстрации; наборы демонстрационного оборудования	WindowsPro 8.1 (поставщик ООО Софт-лайт Проекты, договор №50155/ЯР4393 от 12.12.2014 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - <a href="http://www.gnu.org/licenses/lgpl-3.0.html">GNU LGPL v3+</a> )
Аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; доска меловая	Специальное лицензионное программное обеспечение не используется
Лаборатория (лаборатория механики и оптики), помещение для хранения и обслуживания	Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; доска меловая. Лабораторное оборудование: весы Вестфалья; установка для исследования колебаний связанных систем ФМП-3; математический маятник; крутильный маятник ФПМ – 05; маятник Обербека; звуковой генератор,	Специальное лицензионное программное обеспечение не используется

учебного оборудования	электронный осциллограф; оптический микроскоп; рефрактометр УРЛ; сахариметр СУ-4; установка для изучения поляризации света с помощью яркостного пирометра ОППИР-09; интерферометр ИТР-1 с вакуумным постом; оптическая установка с гелий-неоновым лазером; лабораторная установка «Кольца Ньютона»; дисперсионный рефрактометр РДУ; термометр; весы технические с разновесами; насос Комовского; манометр; математический маятник; крутильный маятник ФПМ-05; крутильный маятник ФМП-14; стеклянный сосуд; водяной манометр; насос	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Специализированная мебель; рабочие места, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; демонстрационная LCD-панель; принтеры, в т.ч. большеформатный и цветной; сканеры (форматы А2 и А4); web-камеры; микрофоны	Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); АИБС «Марк-SQL» (поставщик НПО «Информ-система», договор № 260420060420 от 26.04.2006 г.); LibreOffice (тип лицензии - <a href="#">GNU LGPL v3+</a> ); Google Chrome (типлицензии – BSD); Adobe Reader Acrobat BC (типлицензии – free)