

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебно-методической работе,
профессор
Т.И. Елина
« 31 » _____ 2016 г.



Рабочая программа дисциплины

**Ядерная физика, физика атома и
конденсированного состояния**

Направление подготовки бакалавриата
03.03.02 «Физика»

Профили подготовки бакалавриата
«Медицинская физика»
«Компьютерные технологии в медицинской физике»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Саратов, 2016 г.

1. Цели освоения дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния»

Целями освоения дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» являются:

- 1) обеспечение студентов
 - знаниями теорий физических явлений и процессов, законов атомной и ядерной физики, основных физических закономерностей, лежащих в основе фундаментальных явлений и процессов раздела «Ядерная физика»;
 - умением применять законы физики в теории и на практике;
 - представлением о фундаментальных физических опытах и их роли в развитии науки;
- 2) формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира;
- 3) выработке у студентов навыков практического применения законов и моделей физики к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем;
- 4) приобретение обучающимися универсальных и предметно специализированных компетенций, способствующих их социальной мобильности, востребованности на рынке труда и успешной профессиональной карьере.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» представляет собой физическую теорию как обобщение наблюдений.

Дисциплина «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» является универсальной базой для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, даёт цельное представление о физических законах окружающего мира, в том числе живого, в их единстве и взаимосвязи, вооружает бакалавров необходимыми знаниями для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах, закладывает фундамент последующего обучения в магистратуре, аспирантуре. В рамках данной дисциплины рассматриваются основные принципы и законы физики, методы наблюдения и экспериментального исследования основных физических явлений и процессов.

Дисциплина «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» относится к базовой части блока Б1 «Дисциплины (модули)» учебных планов программы подготовки бакалавров по направлению 03.03.02 «Физика» и реализуется в 5 семестре. Она логически связана с математическими и естественнонаучными дисциплинами базовой и вариативной частей программы.

Дисциплина должна быть изложена на соответствующем математическом уровне. Поэтому обучающимся будут необходимы знания основ математического анализа, аналитической геометрии, теории функций комплексного переменного, векторного и тензорного анализа, теории вероятностей.

Студенты должны иметь навыки самостоятельной работы с учебными пособиями и монографической учебной литературой, уметь решать физические задачи, требующие применения дифференциального и интегрального математического аппарата, уметь проводить приближенные преобразования аналитических выражений.

Знания, приобретаемые студентами при изучении данной дисциплины, опираются на знания, полученные при изучении предыдущих дисциплин общей физики, и необходимы студентам для успешного освоения специальных дисциплин и практик, приобретения ими универсальных и предметно специализированных компетенций, способствующих их социальной мобильности, востребованности на рынке труда и успешной профессиональной карьере.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния»

В результате освоения дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» должна формироваться в определенной части общепрофессиональная компетенция:

- способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке) (ОПК-1);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные законы и модели атомной и ядерной физики;
- границы применимости законов классической физики;

Уметь:

- понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию;
- давать интерпретацию природным и техногенным явлениям с точки зрения законов классической и релятивистской физики;
- оценивать основные параметры физических систем и процессов.

Владеть:

- методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации;
- навыками практического применения законов и моделей физики в инженерной практике.

4. Структура и содержание дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 216 часов (6 зачетных единиц), из них 34 часа лекций, 34 часа лабораторных занятий, 17 часов практических занятий и 95 часов самостоятельной работы.

4.1 Структура дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния»

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные	Практические	Самост. работа	
1	Введение.	5	1	2			2	

2	Раздел 1. Корпускулярно-волновые свойства излучения и свойства фотона. Темы 1.1 – 1.4.	5	2-3	4	4	2	11	Устный опрос на практическом занятии
3	Раздел 2. Ядерная модель атома и теория Бора. Темы 2.1 – 2.2.	5	3-5	4	4	2	11	Устный опрос на практическом занятии. Отчёт по лабораторным работам
4	Раздел 3. Излучательные переходы и принципы работы лазера. Темы 3.1 – 3.2.	5	5-7	4	4	2	11	Устный опрос на практическом занятии. Отчёт по лабораторным работам
5	Раздел 4. Пространственное квантование состояний атома и спин электрона. Темы 4.1 – 4.3	5	8-9	4	4	2	11	Устный опрос на практическом занятии. Отчёт по лабораторным работам
6	Раздел 5. Волновые свойства вещества. Темы 5.1 – 5.3.	5	10-11	4	4	2	11	Устный опрос на практическом занятии. Отчёт по лабораторным работам
7	Раздел 6. Квантово-механическая картина строения и свойств атома. Темы 6.1 – 6.7.	5	12-14	6	6	2	16	Устный опрос на практическом занятии. Отчёт по лабораторным работам
8	Раздел 7. Молекулы и молекулярные спектры. Темы 7.1 – 7.2.	5	15-16	4	4	2	11	Устный опрос на практическом занятии. Отчёт по лабораторным работам

9	Раздел 8. Основы физики атомного ядра. Темы 8.1 – 8.3.	5	17	2	4	3	11	Устный опрос на практическом занятии. Отчёт по лабораторным работам
Итого:				34	34	17	95	Экзамен 36 час, зачёт

4.2 Содержание дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния»

Введение Идея атомистического воззрения на природу вещества. Атомизм взаимодействия и атомистическая структура вещества. Атом, взаимодействие электронов и ядер, взаимодействие атомов, процессы излучения как объекты атомной физики. Дискретность состояний атомных систем, вероятностный характер изменения состояний, волновой характер движения в пространстве. Единая атомистическая природа видов физического взаимодействия. Характерные масштабы величин в атомной физике.

Раздел 1 **Корпускулярно-волновые свойства излучения и свойства фотона**

Тема 1.1 Законы теплового излучения и понятие кванта энергии. Основные характеристики поля излучения и излучающих тел: спектральная плотность излучения, испускательная и поглощательная способность и единицы их измерения. Связь между испускательной способностью и плотностью энергии направленного и изотропного излучения. Связь между спектральными плотностями в шкале длин волн и шкале частот. Свойство равновесности теплового излучения. Закон Кирхгофа для теплового излучения. Понятие абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Формула спектрального распределения Вина. Формула Релея-Джинса Формула Планка и понятие кванта энергии. ЛД 5.1

Тема 1.2 Законы фотоэлектрического эффекта и понятие кванта излучения. Основные экспериментальные законы фотоэффекта, недостаточность классической физики для их объяснения. Гипотеза о квантах излучения, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Многофотонный фотоэффект. Квантовый выход. ЛД 5.2, ЛД 5.2, ЛД 5.13

Тема 1.3 Эффект Комптона и законы сохранения при рассеянии фотонов. Эффект Комптона при рассеянии рентгеновских лучей: основные закономерности. Недостаточность классической теории для объяснения эффекта и квантовая трактовка. Законы сохранения энергии и импульса в процессах с участием фотонов. ЛД 5.14

Тема 1.4 Флуктуации энергии излучения и корпускулярно-волновая природа света. Волновая и корпускулярная компоненты флуктуации энергии излучения. Двойственные свойства света.

Раздел 2 **Ядерная модель атома и теория Бора**

Тема 2.1 Экспериментальное обоснование ядерной модели атома. Ранние модели атома. Экспериментальные схемы исследований строения атома. Опыты Резерфорда-Гейгера по рассеянию альфа-частиц. Оценка размеров ядра. Сечение рассеяния. Формула Резерфорда и ее экспериментальная проверка. Ядерная

- Тема 2.2 модель атома и несоответствие ей классических представлений. ЛД 5.15
Теория атома Бора и ее опытное подтверждение. Проблема закономерностей в спектрах излучения атомов. Комбинационный принцип Ритца. Спектральные серии атома водорода. Постулаты Бора о дискретных стационарных состояниях атома и переходах между ними. Боровское условие квантования и его толкование в рамках принципа соответствия. Уровни энергии стационарных состояний атома водорода. Объяснение спектральных серий атома водорода. Изотопическое смещение спектральных линий. Опыты Франка-Герца как прямое наблюдение стационарных состояний в атоме. Способы возбуждения атомов, потенциал ионизации. ЛД 5.3, ЛД 5.4 ЛД 5.5
- Раздел 3 Излучательные переходы и принципы работы лазера**
- Тема 3.1 Теория спонтанных и вынужденных переходов Эйнштейна. Понятие о спонтанных и вынужденных переходах. Населенность энергетических уровней. Вероятности переходов. Вывод формулы Планка по Эйнштейну. ЛД 5.10 ,
- Тема 3.2 Принципы оптического усиления и генерации. Инверсная населенность и отрицательный коэффициент поглощения. Принцип работы лазера. Оптический резонатор. Условие генерации. Способы создания инверсной населенности. ЛД 5.11
- Раздел 4 Пространственное квантование состояний атома и спин электрона**
- Тема 4.1 Обобщенные правила квантования Эренфеста-Бора-Зоммерфельда и вырожденные состояния. Обобщение правила квантования Бора на некруговые орбиты. Адиабатические инварианты. Условия Зоммерфельда квантования эллиптических орбит. Квантовые числа стационарных эллиптических орбит, вырождение энергетических уровней.
- Тема 4.2 Пространственное квантование и магнетон Бора. Квантование пространственных ориентаций эллиптических орбит. Орбитальный магнитный момент и гиромангнитное отношение. Магнетон Бора. Опыт Штерна-Герлаха по обнаружению магнитного момента атома и пространственного квантования. Недостаточность правил квантования Бора-Зоммерфельда.
- Тема 4.3 Спин электрона. Аномальное гиромангнитное отношение. Магнитомеханические опыты Барнета, Эйнштейна-Де Гааза. Проблема тонкой структуры спектральных линий атомов щелочных металлов. Понятие спина электрона. Невозможность объяснения спина с помощью классических представлений и квантово-релятивистская природа спина. ЛД 5.6
- Раздел 5 Волновые свойства вещества**
- Тема 5.1 Волновая гипотеза ДеБройля и опыты по дифракции и интерференции частиц вещества. Оптико-механическая аналогия между частицей в силовом поле и лучом света в среде. Волна Де Бройля, соотношения Де Бройля для частоты и длины волны. Вероятностный смысл волновой функции частицы. Объяснение боровского условия квантования с помощью волновых свойств электрона в атоме. Опыты Девидсона-Джермера, Томсона-Тартаковского, Штерна, Бибермана-Сушкина-Фабриканта по интерференции и дифракции электронов и молекул. Принцип электронной микроскопии. ЛД 5.12
- Тема 5.2 Основные принципы квантовой механики частицы и уравнение Шредингера. Принципы суперпозиции и принцип неопределенности. Соотношения неопределенности для координаты и импульса, его физическое истолкование. Соотношение неопределенности для энергии и времени, его физическое истолкование. Квантование момента импульса и его проекции. Сложение квантованных моментов импульса. Построение уравнения Шредингера. Временное и стационарное уравнения.

- Тема 5.3** Неклассические свойства движения микрочастицы. Квантование энергетических уровней связанной частицы. Туннельный эффект. Эффект Рамзауэра-Таундсена. Туннельная микроскопия.
- Раздел 6**
Тема 6.1 **Квантово-механическая картина строения и свойств атома**
Волновые функции и квантовые числа стационарных состояний атома водорода. Результаты решения уравнения Шредингера для атома водорода. Волновые функции и электронные облака в атоме водорода. Квантовые числа и форма электронных облаков. Физические величины, определяющие стационарные состояния электрона в атоме водорода.
- Тема 6.2** Принцип запрета Паули и электронные конфигурации многоэлектронного атома. Принцип неразличимости тождественных частиц и принцип запрета Паули. Электронные оболочки и слои. Эквивалентные электроны и электронные конфигурации.
- Тема 6.3** Периодическая система элементов Менделеева. Построение периодической системы элементов с помощью принципов наименьшей энергии, правила Клечковского, принципа Паули. Периодичность ионизационных потенциалов и атомных объемов.
- Тема 6.4** Систематизация состояний многоэлектронного атома. Электрическое и спин-орбитальное взаимодействия в многоэлектронном атоме. Векторная модель атома. Типы связи электронов в атоме. Правила Хунда, их физический смысл. Правила отбора для излучательных переходов ЛД 5.7
- Тема 6.5** Схемы атомарных уровней энергии и излучательных переходов. Уровни энергии и оптический спектр атома натрия. Уровни энергии и оптический спектр атома гелия.
- Тема 6.6** Атом во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана расщепления спектральных линий атома в магнитном поле и объяснение простого эффекта Зеемана с позиций классической электронной теории. Сложный эффект Зеемана. Расщепление энергетических уровней атома в магнитном поле. Гиромагнитный множитель Ланде. Эффект Пашена-Бака. Магнитный резонанс и его применения. Принцип магнитно-резонансной томографии. ЛД 5.8
- Тема 6.7** Испускание и поглощение рентгеновских лучей. Методы получения и исследования рентгеновских лучей. Сплошной и характеристический рентгеновские спектры, их свойства и происхождение. Рентгеновские серии, закон Мозли и его применение. Построение схемы рентгеновских уровней энергии и переходов. Эффект Оже. Сравнение рентгеновских и оптических спектров поглощения. Зависимость коэффициента ослабления рентгеновских лучей от атомного номера, принцип рентгеноскопии. ЛД 5.16
- Раздел 7**
Тема 7.1 **Молекулы и молекулярные спектры**
Основные типы химической и межмолекулярной связи. Причины возникновения межатомных связей и их классификация. Ионная, ковалентная химические связи. Гибридизация электронных облаков. Строение молекул кислорода, воды и простейших углеводородов. Ориентационная и дисперсионная межмолекулярные связи. Ионные, ковалентные, металлические и молекулярные кристаллы.
- Тема 7.2** Молекулярные уровни энергии и спектры. Электронное, колебательное и вращательное движения в молекулах, сравнительные порядки их энергии. Потенциальные кривые для колебательного движения ядер, колебательные уровни энергии двухатомных молекул. Вращательные уровни энергии. Колебательно-вращательные и электронно-колебательно-вращательные спектры. Комбинационное рассеяние света на молекулах. ЛД 5.9
- Раздел 8**
Тема 8.1 **Основы физики атомного ядра**
Строение и свойства ядер. Структура атомного ядра. Размеры ядра. Основ-

Тема 8.2

ные свойства протонов и нейтронов. Ядро как совокупность протонов и нейтронов. Нуклон. Стабильность ядра. Изотопы, изобары, изотоны, изомеры. Энергия связи ядер. Дефект масс. Насыщение ядерных сил. Спин ядра. Магнитный момент ядра. Понятие о сверхтонкой структуре спектральных линий. Радиоактивность. Явление радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Гамма - распад. Бета - распад. Энергетический спектр электронов. Роль нейтрино. Альфа - распад. Спектр энергии альфа - частиц. Закон Гейгера-Нэттола. Туннельный эффект.

Тема 8.3

Ядерные реакции. Ядерные реакции. Деление тяжелых ядер. Цепная реакция. Возможность получения энергии за счет реакции синтеза легких ядер. Проблема управляемого термоядерного синтеза.

Примерная тематика практических занятий (семинаров)

	Тема	Время в часах	План
1	Основы физики ионизирующих излучений	4	Рентгеновское излучение, тормозное и характеристическое. Комптон-эффект. Рассеяние заряженных частиц, формула Резерфорда. Эффективные сечения
2	Механизмы взаимодействия проникающих излучений с веществом.	4	Прохождение заряженных частиц через вещество. Прохождение рентгеновских и γ -квантов через вещество.
3	Источники и методы регистрации проникающих излучений	4	Счетчик Гейгера-Мюллера. Ускорители заряженных частиц. Методы регистрации проникающих излучений.
4	Основы дозиметрии и защиты от излучения	4	Теория мишени. Вероятностные и физические модели. Качество излучения. Эффективная и эквивалентная дозы. Метрология и безопасность при использовании ионизирующих излучений.
5	Опыт Эйнштейна-Хааза.	1	Гипотеза, лежащая в основе эксперимента. Методика исследований.
	Итого	17	

Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа № 1. Тепловое излучение. Измерение яркостной температуры.

Лабораторная работа №2. Определение постоянной Планка.

Лабораторная работа №3. Опыты Франка и Герца.

Лабораторная работа №4. Спектр атома водорода.

Лабораторная работа №5. Изотопический сдвиг в спектре атома водорода.

Лабораторная работа №6. Спектры щелочных металлов.

Лабораторная работа №7. Тонкая структура спектральных линий атомов щелочных металлов и щелочно-земельных элементов.

Лабораторная работа №8. Эффект Зеемана.

Лабораторная работа №9. Молекулярный спектр. Определение энергии диссоциации молекул йода.

Лабораторная работа №10. Лазер – 1.

Лабораторная работа №11. Лазер – 2.

- Лабораторная работа №12. Эффект Рамзауэра-Таундсена.
Лабораторная работа №13. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников по краю собственного поглощения.
Лабораторная работа № 14. Эффект Комптона.
Лабораторная работа № 15. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц.
Лабораторная работа № 16. Рентгеновский спектрометр.

5. Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы (лекции, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии:

- Информационно-коммуникационные технологии;
- Проблемное обучение.

При реализации дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» используются следующие виды учебных занятий: лекции и лекционные демонстрации (ЛД) физических явлений, лабораторные и практические занятия, консультации, самостоятельные работы.

На лекционных и практических занятиях предусмотрены активные формы учебного процесса: разбор конкретных ситуаций, обсуждение наблюдаемых при лекционных демонстрациях физических явлений и эффектов, компьютерные демонстрации, короткие выборочные опросы по пройденному материалу, короткие консультации.

Предусмотрено взаимодействие преподаватель - студенты посредством компьютерной связи для оказания консультаций, просмотра и оценки рефератов или других заданий. В рамках курса разработан курс мультимедиа-лекций в системе Moodle.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» включает контроль самостоятельной работы, текущий контроль успеваемости и итоговый зачёт.

Для текущего контроля обучающихся по дисциплине «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» используются задания в виде теоретических вопросов и типовых задач, позволяющих оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций. Типовые задачи для проведения текущего контроля приведены в книге: Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике: Учебное пособие.– СПб.: Издательство «Лань»,– 2016. - 288 с. (см. п. 8 Рабочей программы дисциплины: список основной литературы).

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями предусматривается обеспечение учебно-методическими пособиями в печатном и электронном видах (<http://optics.sgu.ru/library/education>; <http://www.phys.msu.ru>; <http://library.sgu.ru/>; учебной литературой в виде *pdf* файлов) по согласованию с преподавателем, ведущим занятия, проведение индивидуальных коррекционных консультаций, использование индивидуальных графиков обучения.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1 Порядок выполнения и контроля самостоятельной работы студентов:

В самостоятельную работу студентов входят:

- самостоятельная проработка некоторых теоретических вопросов, выделенных в программе дисциплины и не рассмотренных на лекциях, контроль выполнения этой самостоятельной работы предусмотрен в рамках экзамена по соответствующей части дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния»;
- выполнение и письменное (электронное) оформление комплекса заданий теоретического характера в виде рефератов или конспектов отдельных параграфов (разделов) соответствующей учебной литературы; контроль выполнения этой самостоятельной работы предусмотрен на завершающем этапе изучения соответствующей части дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» на основе представленного в печатном виде материала;
- самостоятельное решение рекомендованных задач; контроль выполнения этой самостоятельной работы предусмотрен на завершающем этапе изучения соответствующей части дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» на основе представленных решений.

6.2 Примерные темы рефератов и теоретических заданий для самостоятельной работы студентов

1. Тепловое излучение реальных тел. Принцип действия тепловизора.
2. Формула Планка и спектральное распределения интенсивности излучения Солнца. Измерение мощности излучения Солнца.
3. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела и возможность измерения СВЧ мощности в абсолютных единицах.
4. Фотоэлектрический эффект. Фотодиоды и фотосопротивления. Проблема быстрого действия фотодетекторов и ограничение скорости передачи информации в оптических линиях связи.
5. Эффект Комптона при рассеянии рентгеновских лучей на свободных электронах. Лазеры на свободных электронах.
6. Флуктуации энергии излучения и корпускулярно-волновая природа света. Статистические свойства излучения света. Звездный интерферометр. Опыты Брауна и Твисса.
7. Энергия одиночных фотонов и проблемы обнаружению дискретности световых потоков.
8. Спектры излучения атомов в газовом разряде и эффект Доплера.
9. Спектр излучения атома водорода и длина когерентности.
10. Лазерный эталон метра.
11. Спонтанные и вынужденные излучательные переходы в атомах и молекулах.
12. Инверсная населенность в вырожденных полупроводниках и устройство лазерного диода.
13. Лазер как оптический генератор Ван-дер Поля. Временная и пространственная когерентность лазерного излучения.
14. Ядерный магнетон Бора и принцип и устройство магнито-резонансного томографа.
15. Туннельный эффект и принцип работы туннельного микроскопа.
16. Волновые свойства вещества и квантово-размерные полупроводниковые структуры.

17. Соотношения неопределенности для координаты и импульса, для энергии и времени и их экспериментальное наблюдение.
18. Принцип запрета Паули и структура энергетических уровней в полупроводниках.
19. Векторная модель атома. Типы связей моментов электронов в атоме и экспериментальное наблюдение фактора Ланде.
20. Правила отбора для излучательных переходов и метастабильные состояния.
21. Получение инверсии в гелий-неоновом лазере и коэффициент усиления.
22. Эффект Зеемана расщепления спектральных линий атома в магнитном поле. использование для измерения напряженности магнитного поля.
23. Магнитный резонанс, условия его наблюдения. Применения магнитного резонанса в медицине и технологии.
24. Дифракция рентгеновских лучей для диагностики структуры кристаллов.
25. Рентгеновские серии, закон Мозли и его применение для элементного анализа в электронном микроскопе.
26. Комбинационное рассеяние света на молекулах и лазерный конфокальный томограф.

6.3 Контрольные вопросы для проведения ежемесячного текущего контроля

Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования студентов по результатам выполнения самостоятельных работ. Основными формами текущего контроля являются:

- обсуждение вынесенных в план самостоятельной работы вопросов и задач;
- тесты;
- опрос.

- 1) Сформулируйте законы излучения абсолютно черного тела.
- 2) Объясните ограниченность формул Вина и Релея-Джинса.
- 3) Выведите формулу Планка и обоснуйте модель.
- 3) Обоснуйте недостаточность классической физики для объяснения фотоэффекта. Гипотеза о фотоне. Запишите уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.
- 4) Объясните эффект Комптона при рассеянии рентгеновских лучей и получите формулу из законы сохранения энергии и импульса в процессах с участием фотонов.
- 5) Объясните опыты Вавилова по обнаружению дискретности световых потоков.
- 6) Объясните опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц и обоснуйте ядерная модель атома.
- 7) Напишите формулу Бальмера. Физический смысл постоянной Ридберга..
- 8) Нарисуйте энергетический спектр атома водорода и объясните его связь с теорией Бора.
- 9) Природа изотопического смещения спектральных линий.
- 10) Объясните спектральные закономерности в излучении атомов щелочных металлов
- 11) Объясните опыты Франка и Герца при изменении температуры паров ртути.
- 12) В чем отличие спонтанные и вынужденные излучательные переходы. Выведите формулу Планка по Эйнштейну.
- 13) Что такое инверсная населенность и отрицательная температура.
- 14) Объясните когерентные свойства лазерного излучения.
- 15) Объясните условия Зоммерфельда для квантования эллиптических орбит.
- 16) Объясните опыт Штерна-Герлаха по обнаружению магнитного момента атома и пространственного квантования.
- 17) Физический смысл спин-орбитального взаимодействия.

- 18) Что позволяет определить временное и стационарное уравнения Шредингера.
- 19) Физический смысл туннельного эффекта, как устроен туннельный микроскоп.
- 20) Напишите уравнение Шредингера для атома водорода.
- 21) Расскажите об опыты по интерференции и дифракции электронов и молекулярных пучков. Физический смысл волновой функции.
- 22) Объясните физический смысл соотношения неопределенности для координаты и импульса, для энергии и времени.
- 23) Число возможных электронных конфигурации при заданном значении главного квантового числа.
- 24) Объясните периодическую систему элементов Менделеева
- 25) Какие существуют типы связей моментов электронов в атоме.
- 26) Правила Хунда, их физический смысл.
- 27) Объясните правила отбора для излучательных переходов.
- 28) Что такое фактор Ланде. Простой и сложный эффект Зеемана.
- 29) В чем отличие электронного и ядерного магнитного резонанса,
- 30) В чем особенности сплошного и характеристический рентгеновских спектров.
- 31) Объясните закон Мозли.
- 32) В какой спектральной области лежат вращательные, колебательные и электронные спектры молекул.
- 33) Особенности ИК спектоскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния света на молекулах.
- 34) Структура атомного ядра. Основные свойства протонов и нейтронов.
- 35) Энергия связи ядер. Дефект масс.
- 36) Явление радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Период полураспада.
- 37) Альфа, бета и гамма - распад.
- 38) Ядерные реакции. Деление тяжелых и синтез легких ядер.

Тестовые задания:

Задание №1. Как изменится спектральное распределение испускательной способности абсолютно черного тела при увеличении его температуры в 2 раза?

а) Длина волны максимума распределения:

- уменьшится в 2 раза, 4 раза, 8 раз, 16 раз, 32 раза;
- увеличится в 2 раза, 4 раза, 8 раз, 16 раз, 32 раза.

б) Испускательная способность в максимуме: увеличится в 2 раза, 4 раза, 8 раз, 16 раз, 32 раза.

в) интегральная испускательная способность: увеличится в 2 раза, 4 раза, 8 раз, 16 раз, 32 раза.

Задание №2. Во сколько раз изменится масса фотона при увеличении его длины волны в 2 раза?

а) не изменится;

б) уменьшится в 2 раза, 4 раза;

в) увеличится в 2 раза, 4 раза.

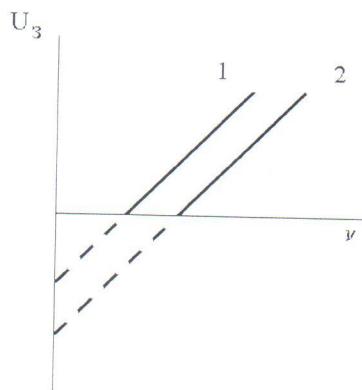
Задание №3. Импульс фотона меньше импульса молекулы водорода при комнатной температуре в 10^3 раз. Во сколько раз нужно изменить длину волны фотона, чтобы импульсы стали равными?

- а) уменьшить в 10 раз, 10^2 раз, 10^3 раз, 10^4 раз;
б) увеличить в 10 раз, 10^2 раз, 10^3 раз, 10^4 раз.

Задание №4. Параллельный пучок света падает по нормали на зачерненную плоскую поверхность, производя давление P . При замене поверхности на зеркальную давление света не изменяется, если угол падения (отсчитывается от нормали) будет равен ...

0° , 30° , 45° , 60° .

Задание №5. На рисунке представлены две зависимости задерживающего напряжения U_z от частоты ν падающего света для внешнего фотоэффекта.



Укажите верные утверждения.

- а) С помощью этих зависимостей можно определить значение постоянной Планка.
б) $A_2 < A_1$, где A_1 и A_2 — значения работы выхода электронов из соответствующего металла.
в) Зависимости получены для двух различных металлов.

Задание №6. Красная граница при двухфотонном фотоэффекте равна λ_0 . При n -фотонном фотоэффекте на этой длине волны энергия вылетающего электрона равна работе выхода электрона из металла. При каком n это возможно?

$n = 3, 4, 5, 6$.

Задание №7. При каком угле наблюдения изменение длины волны при эффекте Комптона равно комптоновской длине:

$\varphi = 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$?

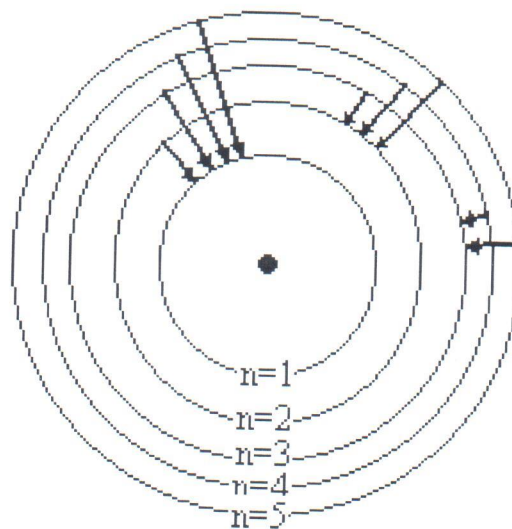
Задание №8. Во сколько раз отличаются максимальные изменения длины волны при рассеянии рентгеновского и γ -излучения на свободном протоне?

1, 2, 10, 1000.

Задание №9. Во сколько раз изменится число рассеянных частиц в опытах Резерфорда при изменении угла рассеяния от $\theta_1 = 60^\circ$ до $\theta_2 = 120^\circ$?

2, 4, 9, 16.

Задание №10. На рисунке изображены стационарные орбиты атома водорода согласно модели Бора, а также условно изображены переходы электрона с одной стационарной орбиты на другую, сопровождающиеся излучением кванта энергии. В ультрафиолетовой области спектра эти переходы дают серию Лаймана, в видимой – серию Бальмера, в инфракрасной – серию Пашена.



Какому из указанных переходов соответствует максимальная частота?

- а) $n = 5 \rightarrow n = 3$;
- б) $n = 2 \rightarrow n = 1$;
- в) $n = 3 \rightarrow n = 2$;
- г) $n = 5 \rightarrow n = 1$.

Задание №11. Атомарный водород возбуждается на пятый энергетический уровень. Определить, сколько линий испускает водород.

1, 4, 8, 10, 15.

Задание №12. Будет ли атомарный водород поглощать излучение частоты $\nu = 2Rc$, где R – постоянная Ридберга, c – скорость света в вакууме?

Да, нет.

Задание №13. Энергия покоящегося электрона равна m_0c^2 . Во сколько раз его кинетическая энергия больше энергии покоя, если его дебройлевская длина равна комптоновской?

$$\sqrt{2} - 1, \sqrt{2}, \sqrt{2} + 1.$$

Задание №14. Если протон и нейтрон движутся с одинаковыми скоростями, то отношение их волн де Бройля λ_p / λ_n равно

$$1, 2, 1/2, 4.$$

Задание №15. Сколько дебройлевских волн укладывается на стационарной орбите с $n = 4$?

$$2, 4, 8, 16.$$

Задание №16. Атом испустил фотон за время $\tau = 10^{-8}$ сек. Оценить неопределенность Δx , с которой можно оценить координату фотона в направлении движения.

$$3 \text{ мкм}, 3 \text{ мм}, 3 \text{ см}, 3 \text{ м}.$$

Задание №17. Найти эффективную глубину $x_{\text{эфф}}$ проникновения частицы энергией E и массой m под прямоугольный барьер высотой U_0 . Эффективная глубина – расстояние от границы барьера до точки, в которой плотность вероятности нахождения частицы уменьшилась в e раз. Положить

$$k^2 = \frac{2m}{\hbar^2}(U_0 - E).$$

$$x_{\text{эфф}} = \frac{1}{k}, \frac{1}{2k}, \frac{1}{4k}, \frac{1}{8k}.$$

Задание №18. Волновая функция частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками шириной L имеет вид: $\psi = A \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$. Величина импульса этой частицы в основном состоянии равна:

$$\frac{3\pi\hbar}{2L}, \frac{2\pi\hbar}{3L}, \frac{\pi\hbar}{L}, \frac{\pi\hbar}{2L}.$$

Задание №19. Сколько спектральных линий возникает при переходе атома лития в основное состояние из состояния $3p^2$?

$$4, 6, 8, 10.$$

Задание №20. Определить возможную мультиплетность термина $D_{3/2}$.

$$1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.$$

Задание №21. Спиновый механический момент двухэлектронной системы определяется квантовым числом $S = 1$. Найти угол между спиновыми моментами двух электронов.

$$\cos \varphi = \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Задание №22. Найти число электронов в атомах, у которых заполнены: К-оболочка, L-оболочка, 3s – подоболочка, 3p – наполовину.

$$N = 15, 17, 19, 21.$$

Задание №23. Начиная с какого элемента появляется рентгеновская L-серия?

$$Z = 10, 11, 12, 13.$$

Задание №24. На рисунке приведена одна из возможных ориентаций момента импульса электрона в p-состоянии. Какие еще значения может принимать проекция момента импульса на направление z внешнего магнитного поля?



$$-2\hbar, -\hbar, \hbar, 2\hbar.$$

Задание №25. Вычислить магнитный момент μ атома водорода в основном состоянии.

$$\mu = \mu_B, \sqrt{2} \mu_B, \sqrt{3} \mu_B, 2\mu_B \text{ (}\mu_B \text{ магнетон Бора)}.$$

Задание №26. Какой эффект Зеемана обнаруживается в слабом магнитном поле спектральной линии ${}^5I_5 \rightarrow {}^5H_4$?

Простой, сложный.

Задание №27. На сколько компонентов расщепится при проведении опыта Штерна-Герлаха пучок атомов водорода?

$$2, 3, 4, 5, 6, 7.$$

6.4 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (вопросы к экзамену)

1. Тепловое излучение. Свойства теплового излучения. Абсолютно черное тело. Законы излучения абсолютно черного тела.
2. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела. Формула Планка и понятие кванта энергии. Объяснение ограниченности формул Вина и Релея-Джинса как предельных случаев для формулы Планка.
3. Фотоэлектрический эффект. Недостаточность классической физики для объяснения фотоэффекта. Гипотеза о фотоне. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, его экспериментальное подтверждение.
4. Эффект Комптона при рассеянии рентгеновских лучей. Законы сохранения энергии и импульса в процессах с участием фотонов. Свойства фотонов. Электроны отдачи и их энергия.
5. Флуктуации энергии излучения и корпускулярно-волновая природа света. Опыты Вавилова по обнаружению дискретности световых потоков.
6. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Формула Резерфорда и ее экспериментальное подтверждение.
7. Опытные закономерности в спектрах излучения атомов. Комбинационный принцип Ритца. Теория Бора.
8. Закономерности в спектрах излучения атома водорода и водородоподобных ионов. Объяснение этих закономерностей.
9. Изотопическое смещение спектральных линий.
10. Спектры атомов щелочных металлов. Объяснение спектральных закономерностей.
11. Уровни энергии и способы их возбуждения. Опыты Франка и Герца.
12. Спонтанные и вынужденные излучательные переходы. Населенность энергетических уровней. Вероятности переходов. Вывод формулы Планка по Эйнштейну.
13. Инверсная населенность и отрицательный коэффициент поглощения. Способы создания инверсной населенности.
14. Оптические квантовые генераторы (лазеры). Принципы работы лазеров. Свойства лазерного излучения.
15. Обобщение правил квантования Бора на некруговые орбиты. Условия Зоммерфельда квантования эллиптических орбит. Квантовые числа стационарных эллиптических орбит, вырождение энергетических уровней.
16. Квантование пространственных ориентаций эллиптических орбит. Орбитальный магнитный момент и гиромангнитное отношение. Магнетон Бора. Опыт Штерна-Герлаха по обнаружению магнитного момента атома и пространственного квантования.
17. Спин электрона. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура уровней энергии и спектральных линий щелочных металлов.
18. Временное и стационарное уравнения Шредингера. Квантование состояний и энергии связанной частицы на примере частицы в одномерном потенциальном ящике.
19. Туннельный эффект, примеры его проявления и использования.
20. Уравнение Шредингера для атома водорода. Волновые функции и электронные облака в атоме водорода. Описание состояния электрона в атоме с помощью квантовых чисел. Электронные облака и слои.
21. Волновые свойства вещества. Опыты по интерференции и дифракции электронов и молекулярных пучков. Корпускулярно-волновая гипотеза де Бройля. Волновая функция, ее физическая интерпретация.

22. Принципы суперпозиции и принцип неопределенности. Соотношения неопределенности для координаты и импульса, для энергии и времени, их физическое истолкование.
23. Принцип неразличимости тождественных частиц и принцип запрета Паули. Электронные оболочки и слои в многоэлектронном атоме. Эквивалентные электроны и электронные конфигурации.
24. Периодическая система элементов Менделеева, физическое объяснение периодического закона.
25. Влияние энергетического взаимодействия и спин-орбитального взаимодействия на энергию атома. Векторная модель атома. Типы связей моментов электронов в атоме.
26. Правила Хунда, их физический смысл.
27. Правила отбора для излучательных переходов.
28. Уровни энергии и оптический спектр атома натрия.
29. Уровни энергии и оптический спектр атома гелия. Ортогелий и парагелий.
30. Схема переходов в гелий-неоновом лазере.
31. Эффект Зеемана расщепления спектральных линий атома в магнитном поле. Фактор Ланде. Простой и сложный эффект Зеемана. Эффект Пашена-Бака.
32. Магнитный резонанс, условия его наблюдения. Применения магнитного резонанса.
33. Сплошной и характеристический рентгеновские спектры, их свойства и происхождение.
34. Рентгеновские серии, закон Мозли и его применение. Построение схемы рентгеновских уровней энергии и переходов.
35. Сравнение рентгеновских и оптических спектров поглощения. Зависимость коэффициента ослабления рентгеновских лучей от атомного номера, принцип рентгеноскопии.
36. Причины возникновения межатомных связей и их классификация. Ионная, ковалентная и металлическая химические связи. Гибридизация электронных облаков.
37. Виды движения в молекуле. Вращательные, колебательные и электронные уровни энергии молекул, переходы между уровнями энергии.
38. Спектры молекул и молекулярные константы.
39. Комбинационное рассеяние света на молекулах.
40. Основные типы и свойства межмолекулярной связи.
41. Структура атомного ядра. Размеры ядра. Основные свойства протонов и нейтронов.
42. Энергия связи ядер. Дефект масс.
43. Ядерные силы, их основные свойства.
44. Спин ядра. Магнитный момент ядра. Понятие о сверхтонкой структуре спектральных линий.
45. Явление радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Период полураспада.
46. Гамма - распад.
47. Бета - распад. Энергетический спектр электронов. Роль нейтрино.
48. Альфа - распад. Спектр энергии альфа - частиц. Закон Гейгера-Нэттола.
49. Ядерные реакции. Деление тяжелых ядер. Цепная реакция. Возможность получения энергии за счет реакции синтеза легких ядер.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности при проведении промежуточной аттестации в форме зачёта по итогам проведения лабораторных занятий.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
5	0	40	0	40	0	20	0	100

Программа оценивания учебной деятельности студента 5 семестр

Лекции

Не предусмотрены

Лабораторные занятия

Теоретический отчет по лабораторным работам, посещаемость и активность, качество выполнения экспериментальных заданий, качество итогового отчета по выполняемым лабораторным работам и др. – от 0 до 40 баллов за семестр.

40 баллов – при качественных теоретических и окончательных отчетах по всем запланированным лабораторным работам.

Практические занятия

Не предусмотрены.

Самостоятельная работа:

Работа с литературой, конспектами лекций и описаниями лабораторных работ при подготовке к теоретическому отчету по текущей лабораторной работе.

Обработка данных учебного физического эксперимента, полученных при выполнении лабораторной работы и оформление протокола по выполненной лабораторной работе.

Всего – от 0 до 40 баллов за семестр. 40 баллов – при качественной подготовке к отчетам, качественном оформлении всех протоколов, определении ошибок эксперимента, правильном построении и представлении графических данных и др.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности

Грамотное компьютерное оформление итоговых отчетов по выполненным лабораторным работам – от 0 до 20 баллов за семестр. 20 баллов – при компьютерном оформлении всех требуемых отчетов с учетом правильности построения графиков и подсчете ошибок эксперимента.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5 семестр по дисциплине «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» при проведении промежуточной аттестации в форме зачёта составляет 100 баллов.

Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации – зачёт по итогам набранных рейтинговых баллов.

Таблица 2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку (зачет)

50 баллов и более	«зачтено» (при недифференцированной оценке)
меньше 50 баллов	«не зачтено»

Таблица 3. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
5	10	20	10	10	0	10	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

5 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

- не более 50% от числа занятий в семестре – 0 баллов,
- от 51% до 60% – 1 балл;
- от 61% до 70% – 3 балла;
- от 71% до 80% – 5 баллов;
- от 81% до 90% – 7 баллов;
- не менее 91% занятий – 10 баллов.

Лабораторные занятия – от 0 до 20 баллов

Количество баллов, выставаемых за лабораторные занятия составляет 20 % от суммарного количества баллов, набранных при проведении промежуточной аттестации в форме зачёта по итогам проведения лабораторных занятий.

Практические занятия

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

- не более 50% от числа занятий в семестре – 0 баллов,
- от 51% до 60% – 2 балла;
- от 61% до 70% – 4 балла;
- от 71% до 80% – 6 баллов;
- от 81% до 90% – 8 баллов;
- не менее 91% занятий – 10 баллов.

Самостоятельная работа

Качественные конспекты лекций, работа с дополнительной учебной литературой – от 0 до 10 баллов.

Критерий оценки:

- при 95% посещаемости и регулярном выполнении заданий теоретического характера в виде рефератов или конспектов отдельных параграфов (разделов) соответствующей учебной литературы, при полностью правильном и своевременном выполнении студентом домашних заданий – 10 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 80%) – 8 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 65%) – 6 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 50%) – 4 балла;
- в остальных случаях – 0 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Итоговый опрос; количество баллов – от 0 до 10.

Критерий оценки:

- при полностью правильном и своевременном выполнении студентом заданий опроса – 10 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 70%) – 5 баллов;
- в остальных случаях – 0 баллов.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в конце семестра.

Форма промежуточной аттестации – экзамен; количество баллов – от 0 до 40 баллов.

Экзамен проводится в устной форме в виде ответов на вопросы билета и три дополнительных вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации. Билет содержит два вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации.

при проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 30 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 15 до 29 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 14 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5 семестр по дисциплине «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена составляет 100 баллов.

Таблица 4. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» в оценку.

86 - 100 баллов	«отлично»
70 - 85 баллов	«хорошо»
50 - 69 баллов	«удовлетворительно»
меньше 50 баллов	«неудовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния»

Основная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс]: учеб. пособие : / И.В. Савельев = **A course in general physics.** – М. : «Лань», 2011. – 384 с. **Гриф НМС МО.** - URL: <https://e.lanbook.com/book/708>. – ЭБС «ЛАНЬ».
2. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие: в 5 т. / И. В. Савельев. - 5-е изд., испр. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань. - Т. 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011. – 368 с. (25 экз.)
1. Савельев И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике [Электронный ресурс] : учеб. пособие. - Москва : Лань", 2016. - 288 с. **Гриф НМС МО.** – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71766 . – ЭБС «ЛАНЬ».

Дополнительная литература:

2. Шпольский, Э.В. Атомная физика. Том 1. Введение в атомную физику. [Электронный ресурс] : Учебники — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 560 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/442>. – ЭБС «ЛАНЬ».
3. Матышев А.А. Атомная физика. Том 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Матышев А.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2014.— 531 с. **Гриф МО.** — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43939>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Матышев А.А. Атомная физика. Том 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Матышев А.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2014.— 344 с. **Гриф МО.** — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43940>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Сивухин Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. - 3-е изд., стер. Т. 5 : Атомная и ядерная физика. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 782 с. **Гриф МО** (В НБ СГУ 46 экз.)
6. Шпольский Э.В. Атомная физика. Т. 1, 2. СПб., М.: Лань, 2010. (20 экз)
7. Шпольский Э.В. Атомная физика [Электронный ресурс]. Т. 1, 2. СПб., М.: Лань, 2010. (N020450, N020451-ОХФ-МЕДИАЗАЛ)
8. Паршаков, А.Н. Введение в квантовую физику. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 352 с. **Гриф НМС МО.** — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/297> . – ЭБС «ЛАНЬ».
9. Паршаков А. Н. Введение в квантовую физику [Текст] : учеб. пособие /. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. – 351 с. **Гриф НМС МО.** (28 экз.)
10. Михайлов М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Михайлов М.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Прометей, 2011.— 94 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8306>.— ЭБС «IPRbooks»
11. Практикум по атомной физике [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов физического факультета / Сарат. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского ; сост.: Ю. П. Синичкин, В. И. Цой. - 3-е изд. - Саратов : [б. и.], 2013. Ч. 1. - Саратов : [б. и.], 2013. - 157 с. : ил. http://library.sgu.ru/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe.
12. Практикум по атомной физике [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов физического факультета / Сарат. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского ; сост.: Ю. П. Синичкин, В. И. Цой. - 3-е изд. - Саратов : [б. и.], 2013. Ч. 2. - Саратов : [б. и.], 2013. - 162 с. Режим доступа: http://library.sgu.ru/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe.

Рекомендуемая литература:

1. Матвеев А.Н. Атомная физика. М.: Высш. шк, 1989. (2 экз.)
2. Гольдин Л.Л., Новикова Г.И. Введение в атомную физику. М.: Наука, 1969. (имидж каталог)
3. Вихман Э. Квантовая физика (Берклевский курс. Т. 4). М.: Мир, 1974. (имидж каталог)
4. Борн М. Атомная физика. М.: Мир, 1970. – 484 с. (3 экз.)
5. Нерсесов Э.А. Основные законы атомной и ядерной физики. М.: Высш. школа, 1988. (имидж каталог)

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- 1) Электронный курс в системе Moodle «Атомная физика» <https://course.sgu.ru/course/index.php?categoryid=34> Операционная система Windows XP Professional SP 2.
- 2) Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations.
- 3) Microsoft Office профессиональный 2010.
- 4) Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – URL: <http://window.edu.ru>
- 5) Зональная научная библиотека им. В.А. Артисевич Саратовского государственного университета им. Н.Г.Чернышевского. – URL: <http://library.sgu.ru/>
- 6) <http://fizportal.ru> : Все о физике. Все для физики.
- 7) <http://sfiz.ru/> : Эта удивительная физика.
- 8) <http://www.physbook.ru/> : Электронный учебник физики.
- 9) Учебные и учебно-методические материалы, описания лабораторных работ, размещенные на сайте физического факультета Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского <http://www.phys.msu.ru>
- 10) Учебные и учебно-методические материалы, размещенные на сайте кафедры оптики и биофотоники Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского <http://optics.sgu.ru/library/education>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния»

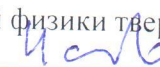
Занятия по дисциплине «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» проводятся в аудиториях, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам, оснащенных компьютерной техникой, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр.

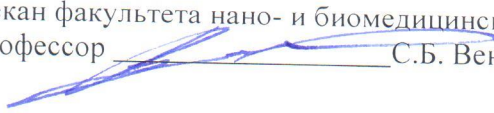
Программа дисциплины «Ядерная физика, физика атома и конденсированного состояния» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.03.02 «Физика» и профилями подготовки «Медицинская физика», «Компьютерные технологии в медицинской физике»

Автор, доцент  Рытик А.П.

Программа разработана в 2015 г. (одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 4 сентября 2015 г., протокол № 2).

Программа актуализирована в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 30 августа 2016 г., протокол № 1).

Зав. кафедрой физики твердого тела
профессор  Д.А. Усанов

Декан факультета нано- и биомедицинских технологий
профессор  С.Б. Вениг