«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. декана инженерно-физического факультета

_____Алиева М.Ф.

«30» июня 2020 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.09 Атомная и ядерная физика

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование

(с двумя профилями подготовки)

Направленность: Физика и Информатика

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Майкоп, 2020

Факультет: инженерно-физический

Кафедра: теоретической физики

Составитель (разработчик) программы: д.ф.-м.н., доцент Тлячев В.Б.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры теоретической физики, протокол № 11 от «30» июня 2020 г.

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., доцент Тлячев В.Б.

Согласовано:

Председатель УМК факультета: ст. преподаватель Плисенко О.А.

Содержание

Пояснительная записка **4**
1. Цели и задачи изучения дисциплины **5**
2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы **5**
3. Содержание дисциплины **6**
4. Самостоятельная работа обучающихся **8**
5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины **19**
6. Образовательные технологии **21**
7. Методические рекомендации преподавателю и методические указания обучающимся по дисциплине **21**
8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов **24**
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины **25**
10. Лист регистрации изменений **26**

Пояснительная записка

Рабочая программа дисциплины «Атомная и ядерная физика» составлена в соответствии с требованиями ФГОС 3+ по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» входит в вариативную часть Блока 1 учебного плана. Для ее освоения необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин: 1. Элементарная физика (введение в физику). 2. Элементарная математика. 3. Механика. 4. Молекулярная физика. 5. Математический анализ. 6. Алгебра и аналитическая геометрия. 7. Теории функций комплексного переменного. 8. Векторный и тензорный анализ. 9. Теория вероятностей. 10. Электромагнетизм.

РП представляет собой совокупность дидактических материалов, направленных на реализацию содержательных, методических и организационных условий обучающихся.

Трудоемкость дисциплины: _4_ з.е./_144_ ч.;
контактная работа:
занятия лекционного типа – _16_ ч.,
занятия семинарского типа (практические занятия) – 48 ч.,
контроль самостоятельной работы – _4_ ч.,
иная контактная работа – _0,3_ ч.,
контролируемая письменная работа – ___ ч.,
самостоятельная работа (СР) – 22 ч.,
контроль – 53,7 ч.

Ключевые слова: излучение абсолютно-черного тела, законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина, Релея-Джинса, формула Планка, квант, фотоэффект, эффект Комптона, опыт Резерфорда, модели атомов, теория Бора для атома, гипотеза де Бройля, дифракция электронов, волновая функция, опыт Герлаха и Штерна, фермионы, бозоны, периодическая система элементов Менделеева и её толкование Бором, ядро, атом, состав атомного ядра, радиоактивность, закон радиоактивного распада, дефект массы, энергия связи ядра, ядерные реакции, термоядерные реакции.

Составитель: д.ф.-м.н., доцент, Тлячев В.Б

1. Цели и задачи изучения дисциплины

Курс «Атомная и ядерная физика» лежит в основе фундаментального образования учителя физика. Цель изучения общей физики в университете состоит в том, чтобы представить физическую теорию как обобщение наблюдений, практического опыта и эксперимента. Цель изучения курса «Атомная и ядерная физика» - формирование современного представления о структуре вещества и процессах, протекающих в микросистемах.

В рамках данной дисциплины рассматриваются основные принципы и законы физики, методы наблюдения и экспериментального исследования основных физических явлений и процессов.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

ПК-1: готовность реализовывать образовательные программы по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов

ПК-4: способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемого учебного предмета

2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Таблица 1. Объем дисциплины по видам учебной работы
(общая трудоемкость в зачетных единицах: 4)

Виды учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		VI
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа:		
Аудиторные занятия	72	72
занятия лекционного типа	16	16
занятия семинарского типа (семинары)	48	48
контроль самостоятельной работы	4	4
иная контактная работа	0,3	0,3
контролируемая письменная работа		
контроль	53,7	53,7
Самостоятельная работа (СР)	22	22
Курсовая работа (проект)		
Вид промежуточного контроля (зачет, экзамен, диф. зачет)		**экзамен**

3. Содержание дисциплины

Таблица 2. Распределение часов по темам и видам учебной работы

№ раздела	Наименование разделов и их содержание	Количество часов					СР	Контроль
		Всего	Аудиторная работа					
			Л	ПЗ	ИКР	КСР		
1	2	3	4	5			7	
1	**Модуль 1.** Излучение и его корпускулярно-волновые свойства.	**68**	**3**	**9**		**1**	**4**	**10**
2	**Модуль 2.** Ядерная модель атома и теория Бора.	**68**	**3**	**9**		**1**	**4**	**10**
3	**Модуль 3.** Волновые свойства вещества.	**44**	**3**	**8**		**1**	**4**	**10**
4	**Модуль 4.** Квантово-механическая картина строения и свойств атома.		**3**	**10**			**4**	**10**
5	**Модуль 5.** Основы физики атомного ядра.		**4**	**12**	**0,3**	**1**	**6**	**13,7**
Итого:		**144**	**16**	**48**	**0,3**	**4**	**22**	**53,7**

Содержание дисциплины

Введение. Идея атомистического воззрения на природу 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.

Модуль 1. Излучение и его корпускулярно-волновые свойства.

Тема 1. 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.

Тема 2. Внешний фотоэффект и его законы. Недостаточность классической физики для их объяснения. Гипотеза о квантах излучения, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Многофотонный фотоэффект. Квантовый выход.

Тема 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.

Тема 4. Флуктуации энергии излучения и корпускулярно-волновая природа света.

Волновая и корпускулярная компоненты флуктуации энергии излучения. Двойственные свойства света.

Модуль 2. Ядерная модель атома и теория Бора.

Тема 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 модель атома и несоответствие ей классических представлений.

Тема 2. Теория атома Бора и ее 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 и Герца как прямое наблюдение стационарных состояний в атоме. Способы возбуждения атомов, потенциал ионизации.

Модуль 3. Волновые свойства вещества.

Тема 1. Волновая гипотеза Де-Бройля 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 по интерференции и дифракции электронов. Принцип электронной микроскопии.

Тема 2. Основные принципы квантовой механики частицы и уравнение Шредингера. Принципы суперпозиции и принцип неопределенности. Соотношения неопределенности для координаты и импульса, его физическое истолкование. Со-отношение неопределенности для энергии и времени, его физическое истолкование. Квантование момента импульса и его проекции. Сложение квантованных моментов импульса.

Тема 3. Неклассические свойства движения микрочастицы. Квантование энергетических уровней связанной частицы.

Модуль 4. Квантово-механическая картина строения и свойств атома.

Тема 1. 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 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 3. Периодическая система элементов Менделеева. Построение периодической системы элементов с помощью принципов наименьшей энергии, принципа запрета Паули. Периодичность ионизационных потенциалов и атомных объемов.

Тема 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. Схемы атомарных уровней энергии и излучательных переходов. Уровни энергии и оптический спектр атома натрия. Уровни энергии и оптический спектр атома гелия.

Тема 5. Атом во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана расщепления спектральных линий атома в магнитном поле и объяснение простого эффекта Зеемана с позиций классической электронной теории. Расщепление энергетических уровней атома в магнитном поле. Гиромагнитный множитель Ланде. Эффект Пшена-Бака. Магнитный резонанс и его применения. Принцип магнитно-резонансной томографии.

Модуль 5. Основы физики атомного ядра.

Тема 1. Строение и свойства ядер. Структура атомного ядра. Размеры ядра. Основные свойства протонов и нейтронов. Ядро как совокупность протонов и ней-тронов. 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.

Тема 2. Радиоактивность. Явление радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Гамма - распад. Бета - распад. Энергетический спектр электронов. Роль нейтрино. Альфа - распад. Туннельный эффект.

Тема 3. Ядерные реакции. Ядерные реакции. Деление тяжелых ядер. Цепная реакция. Возможность получения энергии за счет реакции синтеза легких ядер. Проблема управляемого термоядерного синтеза.

4. Самостоятельная работа обучающихся

Параллельно изучению дисциплины «Атомная и ядерная физика» студенты работают в учебном физическом практикуме по атомной физике в рамках учебной дисциплины «Физический практикум по атомной и ядерной физике», приобретая навыки правильного проведения экспериментальных исследований, грамотного обращения с измерительными приборами и измерительной аппаратурой, обработки экспериментальных данных.

Предусмотрено взаимодействие преподаватель - студенты посредством информационно-коммуникационных технологий для оказания консультаций, просмотра и оценки рефератов или других заданий.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Атомная и ядерная физика» включает контроль самостоятельной работы, текущий контроль успеваемости и итоговый экзамен.

Для текущего контроля обучающихся по дисциплине 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: учеб. пособие. – М.: Лань, 2013. – 288 с. и Иродов И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике. Учебное пособие для вузов. 7-е издание. Переработанное и дополненное. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 216 с. (см. п. 5 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://www.phys.msu.ru, http://library.sgu.ru/, учебная литература в виде pdf файлов) по согласованию с преподавателем, ведущим занятия.

Содержание самостоятельной работы обучающихся

Таблица 4

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Разделы или темы РП	Форма отчетности
1	Изучение теоретического материала по конспектам лекций	**Модули 1-5**	Опрос по карточкам на лекции; коллоквиум.
2	Конспектирование по учебной литературе вопросов, оговоренных на лекции	**Модуль 1-5**	Проверка конспекта преподавателем. Опрос по карточкам на лекции, на практ. занятии.
3	Подготовка к практическим занятиям. Решение домашних заданий.	**Модули 1-5**	Проверка правильности решения заданий, опрос по карточкам и у доски. Отчет по домашним заданиям (по индивидуальному графику).
4	Выполнение домашней контроль-	**Модули 1-5**	Проверка правильности выполне-

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Разделы или темы РП	Форма отчетности
	ной работы		ния работы.
5	КСР (аудиторные занятия) Сдача коллоквиума	**Модули 1-5**	Коллоквиум. Письменный опрос

Темы рефератов для самостоятельной работы

1. Тепловое излучение реальных тел. Принцип действия тепловизора.
2. Формула Планка и спектральное распределения интенсивности излучения Солнца. Измерение мощности излучения Солнца.
3. Внутренний фотоэффект. Фотодиоды и фотосопротивления. Проблема быстродействие фотодетекторов и ограничение скорости передачи информации в оптических линиях связи.
4. Эффект Комптона при рассеянии рентгеновских лучей на свободных электронах. Лазеры на свободных электронах.
5. Атомная и ядерная физика в школьном курсе физики.
6. Лазеры и их применение.
7. Лазерный эталон метра.
8. Ядерный магнетон Бора и принцип и устройство магнитно-резонансного томографа (МРТ).
9. Туннельный эффект и принцип работы туннельного микроскопа.
10. Дифракция рентгеновских лучей для диагностики структуры кристаллов.
11. Рентгеновские серии, закон Мозли и его применение для элементного анализа в электронном микроскопе.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля

1) Сформулируйте законы излучения абсолютно черного тела.
2) Объясните ограниченность формул Вина и Релея-Джинса.
3) Выведите формула 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 Резерфорда по рассеянию альфа-частиц и обоснуйте ядерная модель атома.
6) Напишите формулу Бальмера. Физический смысл постоянной Ридберга..
7) Нарисуйте энергетический спектр атома водорода и объясните его связь с теорией Бора.
8) Объясните опыты Франка и Герца при изменении температуры паров ртути.
9) Объясните опыт Штерна-Герлаха по обнаружению магнитного момента атома и пространственного квантования.
10) Объясните физический смысл спин-орбитального взаимодействия.
11) Что позволяет определить временное и стационарное уравнения Шредингера.
12) Физический смысл туннельного эффекта, как устроен туннельный микроскоп.
13) Напишите уравнение Шредингера для атома водорода и перечислите квантовые числа и каков их физический смысл.
14) Расскажите об опыты по интерференции и дифракции электронов и молекулярных пучков. Физический смысл волновой функции.
15) Объясните физический смысл соотношения неопределенности для координаты и импульса, для энергии и времени.,
16) Объясните построение периодической системы химических элементов Менделеева
17) Какие существуют типы связей моментов электронов в атоме.
18) В чем отличие электронного и ядерного магнитного резонанса,

19) В чем особенности сплошного и характеристический рентгеновских спектров.
20) Объясните закон Мозли.
21) Структура атомного ядра. Основные свойства протонов и нейтронов.
22) Энергия связи ядер. Дефект масс.
23) Явление радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Период полу-распада.
24) Альфа, бета и гамма - распад.
25) Ядерные реакции. Деление тяжелых и синтез легких ядер.

Примерный список типовых задач для проведения текущего контроля

Номера типовых задач для проведения текущего контроля из книги: Савельев И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике: учеб. пособие. - Москва : Лань, 2013. - 288 с. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32823

Модуль	Номера задач
Корпускулярно-волновые свойства излучения	1.2, 1.5, 1.21, 1.29
Ядерная модель атома и теория Бора	1.51, 1.55, 1.59, 1.63
Волновые свойства вещества	4.4, 4.14, 4.22, 4.24
Квантово-механическая картина строения и свойств атома	4.37, 4.41, 4.46, 4.47

Примеры решения задач на практических занятиях

Часть А

1. Определите задерживающее напряжение, необходимое для прекращения эмиссии электронов с фотокатода, если на его поверхность падает излучение с длиной волны 0,4 мкм, а красная граница фотоэффекта 0,67 мкм. Постоянная Планка $6{,}63\cdot10^{-34}$ Дж·с, скорость света в вакууме $3\cdot10^{8}$ м/с. Ответ представьте в единицах СИ и округлите до сотых.

Дано:
$\lambda = 0{,}4$ мкм $= 4\cdot10^{-7}$м
$\lambda_{кр} = 0{,}67$ мкм $= 6{,}7\cdot10^{-7}$м
$h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ Дж·с
$c = 3\cdot10^{8}$ м/с
$U_з$ – ?

Решение:

Формула Эйнштейна для фотоэффекта: $h\dfrac{c}{\lambda} = A + \dfrac{m\upsilon^2}{2}$ или $h\dfrac{c}{\lambda} = A + eU_з$. Для красной границы фотоэффекта

$$h\frac{c}{\lambda_{кр}} = A, \text{ тогда } U_з = \frac{hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{кр}}\right)}{|e|} = \frac{6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}\left(\frac{1}{4\cdot10^{-7}} - \frac{1}{6{,}7\cdot10^{-7}}\right)}{1{,}6\cdot10^{-19}} = 1{,}25\ (\text{В}).$$

Ответ: $U_з = 1{,}25$ В

2. Чему равна масса фотона рентгеновского излучения с длиной волны $2{,}5\cdot10^{-10}$ м?

1) 0 кг 2) $3{,}8\cdot10^{-33}$ кг 3) $6{,}6\cdot10^{-32}$ кг 4) $8{,}8\cdot10^{-31}$ кг 5) $1{,}6\cdot10^{-19}$ кг

Дано:
$\lambda = 2{,}5\cdot10^{-10}$ м
m – ?

Решение:

Энергия фотона: $\varepsilon = h\dfrac{c}{\lambda}$; энергия и масса связаны соотношением:

$\varepsilon = mc^2$. Тогда $mc^2 = h\dfrac{c}{\lambda}$; отсюда $m = \dfrac{h}{c\lambda} = \dfrac{6{,}63\cdot10^{-34}}{3\cdot10^{8}\cdot2{,}5\cdot10^{-10}} = 8{,}8\cdot10^{-31}$ (кг).

Ответ: [4]

3. Пучок ультрафиолетовых лучей с длиной волны $1\cdot10^{-7}$ м сообщает металлической поверхности за 1 секунду энергию 10^{-6} Дж. Определить силу возникшего фототока, если фотоэффект вызывают 1% падающих фотонов.

1) $5\cdot10^{-10}$ А 2) $6\cdot10^{-14}$ А 3) $7\cdot10^{-10}$ А 4) $8\cdot10^{-10}$ А 5) $5\cdot10^{-9}$ А

Дано:
$\lambda = 10^{-7}$ м
$\Delta t = 1$ с
$W = 10^{-6}$ Дж
$N_2 = 0{,}01N_1$

J – ?

Решение:

$W = \varepsilon N_1$, $N_1 = \dfrac{\varepsilon}{W}$, где W – энергия всех фотонов в пучке, N_1 – число фотонов в пучке, $\varepsilon = h\dfrac{c}{\lambda}$ – энергия одного фотона;

$$N_1 = \frac{W\lambda}{hc};\ N_2 = 0{,}01N_1;\ J = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{|e|N_2}{\Delta t} = \frac{|e|0{,}01W\lambda}{hc\Delta t} = 8\cdot10^{-10}\ \text{(А)}.$$

Ответ: [4]

4. Мощность излучения Солнца $3{,}9\cdot10^{26}$ Вт. Считая его излучение постоянным, найдите, за какое время масса Солнца уменьшится вдвое? Принять массу Солнца $1{,}9894\cdot10^{30}$ кг, скорость света в вакууме $3\cdot10^{8}$ м/с. Результат представьте в терагодах (1 Тера = 10^{12}) и округлите до целого числа.

Дано:
$P = 3{,}9\cdot10^{26}$ Вт
$\Delta m = M/2$
$M = 1{,}9894\cdot10^{30}$ кг
$c = 3\cdot10^{8}$ м/с

t – ?

Решение:

Связь массы и энергии: $\Delta E = \Delta mc^2$; где $\Delta E = Pt$, отсюда $Pt = \Delta mc^2$; $\Delta m = \dfrac{M}{2}$, тогда $t = \dfrac{Mc^2}{2P}$.

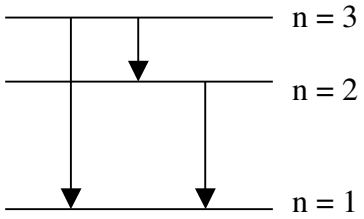
$$t = \frac{1{,}9894\cdot10^{30}\cdot(3\cdot10^{8})^2}{2\cdot3{,}9\cdot10^{26}} = 2{,}3\cdot10^{20}\,\text{(с)} == 7\cdot10^{12}\,\text{(лет)} = 7\text{(Тлет)}$$

Ответ: $t = 7$ Тлет

5. Сколько возможных квантов с различной энергией может испустить атом водорода, если электрон находится на третьей стационарной орбите?

1) 1 2) 2 3) 3 4) 4 5) 5

Решение:



Ответ: [3]

6. Какое неизвестное ядро X образуется в результате ядерной реакции $p + {}^{11}_{5}B \to \alpha + \alpha + X$?

1) ${}^{3}_{2}\text{He}$ 2) ${}^{4}_{2}\text{He}$ 3) ${}^{6}_{3}\text{Li}$ 4) ${}^{1}_{1}p$ 5) ${}^{3}_{1}\text{H}$

Решение:

$$^{1}_{1}\mathrm{P} + {}^{11}_{5}\mathrm{B} \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{4}_{2}\alpha + {}^{A}_{z}X\ ;$$

Используя закон сохранения энергии и закон сохранения массы, определяем ${}^{A}_{z}X$. $A = 4$, $Z = 2$. Это ${}^{4}_{2}\mathrm{He}$. **Ответ:** [2]

7. На поверхность площадью 3 см^2 за 5 минут падает свет с энергией 20 Дж. Определить световое давление на поверхность, если она: а) полностью поглощает лучи; б) полностью отражает лучи.

Дано:	**Решение:**
S = 3 см^2 = 3·10^{-4} м^2 t = 5 мин = 300 с W = 20 Дж	а) полное поглощение $\Delta p = \dfrac{h}{\lambda}$; $p_3' = \dfrac{W}{Stc} = 7{,}4\cdot 10^{-7}$ Па.
p_3' – ?	б) $p = \dfrac{h}{\lambda}$ – импульс фотона. При отражении изменение

импульса фотона $\Delta p = -2\dfrac{h}{\lambda}$. Такой же импульс получит зеркало $p_3 = |\Delta p| = \dfrac{2h}{\lambda}$, если N фотонов, отраженных за единицу времени на единицу площади $N' = \dfrac{W}{St\varepsilon} = \dfrac{W\lambda}{Sthc}$.

$$p_3' = \frac{2h}{\lambda}\cdot\frac{W\lambda}{Sthc} = \frac{2W}{Sthc} = 14{,}8\cdot 10^{-7}\ \text{Па}..$$

Ответ: p_3' = 7,4·10^{-7} Па; p_3' = 14,8·10^{-7} Па.

8. Сколько граммов урана с атомной массой 0,238 кг/моль расщепляется за сутки работы атомной электростанции, тепловая мощность которой 10^6 Вт? Дефект массы при делении ядра урана равен 4·10^{-28} кг. КПД электростанции составляет 20%.

Дано:	**Решение:**
M = 0,238 кг/моль t = 1 сут = 86400 с P = 10^6 Вт Δm = 4·10^{-28} кг η = 20% = 0,2	Коэффициент полезного действия $\eta = \dfrac{A_п}{A_з}$, где $A_п = Pt$, $A_з = E$,
m_1 – ?	т.е. $\eta = \dfrac{Pt}{E}$. $E = (\Delta mc^2)N$; где $N = \dfrac{m}{M}N_A$ – число ядер в массе m.

Тогда $\eta = \dfrac{PtM\cdot 100\%}{(\Delta mc^2)m_1 N_A}$, отсюда

$$m_1 = \frac{PtM}{\Delta mc^2\eta N_A} = 4{,}7\cdot 10^{-3}\ \text{кг} = 4{,}7\ \text{г}.$$ **Ответ:** m_1 = 4,7 г

9. Электрон, ускоренный электрическим полем, приобрел скорость, при которой его масса стала равна удвоенной массе покоя. Чему равна разность потенциалов, пройденная электроном? Масса покоя электрона 9,1·10^{-31} кг, заряд электрона 1,6·10^{-19} Кл, скорость света в вакууме 3·10^8 м/с. Результат представьте в мегавольтах (1 МВ = 10^6 В) и округлите до десятых.

Дано:	**Решение:**
$m_0 = 9{,}1\cdot10^{-31}$ кг $\lvert e\rvert = 1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл $c = 3\cdot10^8$ м/с	Работа поля $A = \lvert e\rvert U$ идет на изменение кинетической энергии частицы $\Delta E_к = E_к - 0 = E_к$; $E_к = mc^2 - m_0c^2 = 2m_0c^2 - m_0c^2 =$ $= m_0c^2$;
U – ?	$\lvert e\rvert U = m_0c^2$; $U = \dfrac{m_0c^2}{\lvert e\rvert}$, m_0 – масса покоя, $c = 3\cdot10^8$ м/с.

$$U = \frac{m_0c^2}{|e|} = \frac{9{,}1\cdot10^{-31}\cdot(3\cdot10^8)^2}{1{,}6\cdot10^{-19}} = 0{,}51 \text{ (МВ)}$$

Ответ: $U = 0{,}5$ МВ

10. Какое количество воды, взятой при 0°С можно перевести в пар, если использовать все тепло, выделяющееся при образовании из протонов и нейтронов 0,2 г гелия? Результат представьте в тоннах (т) и округлите до целого числа.

Дано:	**Решение:**
$t = 0$°С, $T = 273$ К $t = 100$°С, $T = 373$ К $m_г = 0{,}2$ г $= 2\cdot10^{-4}$ кг	Энергия, выделяющаяся при образовании из протонов и нейтронов гелия, идет на нагревание и парообразование воды $E = Q_1 + Q_2$, где $Q_1 = C_в m_в \Delta T$, $Q_2 = r\, m_в$. $E = \Delta m_г c^2 \cdot N$,
$m_в$ – ?	

$N = \dfrac{m_г}{M_г} N_A = 3{,}01\cdot10^{22}$. Тогда $C_в m_в (T_к - T_1) + r m_в = \Delta m_г c^2 \dfrac{m_г}{M_г} N_A$; $\Delta m_г$ – дефект массы ядра гелия. $\Delta m_г = z m_p + n m_n - m_я$, $z = 2$, $n = 2$. $\Delta m_г = 4.73\cdot10^{-29}$ кг.

$E = 1{,}3\cdot10^{11}$ Дж. $m_в = \dfrac{E}{C_в \Delta T + r} = 48\cdot10^3$ (кг) = 48 (т).

Ответ: $m_в = 48$ т.

11. Какая часть атомов радиоактивного кобальта $^{58}_{27}\text{Co}$ распадается за 20 суток, если период полураспада равен 72 суткам?

Дано:	**Решение:**
$^{58}_{27}\text{Co}$ $t = 20$ суток $T = 72$ сут	Используем закон радиоактивного распада: $N = N_0 e^{-\lambda t}$, где N - число нераспавшихся атомов; $N' = N_0 - N$ – число распавшихся атомов. $N' = N_0(1 - e^{-\lambda t})$, $\lambda = \dfrac{\ln 2}{T}$ – постоянная радиоактивного распада атомов.
$\dfrac{N'}{N_0} = ?$	

$\dfrac{N'}{N_0} = 1 - e^{-\lambda t}$ – доля распавшихся атомов. $\dfrac{N'}{N_0} = 1 - e^{-\lambda t} = 0{,}175$.

Ответ: $\dfrac{N'}{N_0} = 0{,}175$

Часть Б

1. Электрон в атоме водорода может находиться на круговых орбитах радиусами 0,5·10-

8 м и 2·10-8 м. Во сколько различаются угловые скорости электрона на этих орбитах?

Дано:	**Решение:**
$r_1 = 0{,}5\cdot10^{-8}$ м $r_2 = 2\cdot10^{-8}$ м	$F_к = ma_ц$; $a_ц = \omega^2 r$; $F_к = \dfrac{q_я\lvert e\rvert}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$; $\dfrac{q_я\lvert e\rvert}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = m\omega^2 r$
ω_1/ω_2 – ?	

$$\frac{q_я|e|}{4\pi\varepsilon_0 r_1^2} = m\omega_1^2 r_1 \quad (1); \qquad \frac{q_я|e|}{4\pi\varepsilon_0 r_2^2} = m\omega_2^2 r_2 \quad (2)$$

Разделим уравнение (1) на (2), получим

$$\frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{\omega_1^2\cdot r_1}{\omega_2^2\cdot r_2}, \qquad \text{отсюда} \qquad \frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{\frac{r_2^2}{r_1^2}\cdot\frac{r_2}{r_1}} = \sqrt{\frac{r_2^3}{r_1^3}} = \sqrt{\frac{(2\cdot10^{-8})^3}{(0{,}5\cdot10^{-8})^3}} = 8$$

Ответ: $\omega_1/\omega_2 = 8$

2. На сколько увеличится масса пружины жесткостью 10 кН/м при ее растяжении на 3 см (1 кН = 10^3 Н). Скорость света в вакууме $3\cdot10^8$ м/с. Результат представьте в аттокилограммах (1 акг = 10^{-18} кг).

Дано:	**Решение:**
$k = 10$ кН/м $\Delta x = 3$ см $c = 3\cdot10^8$ м/с m – ?	Закон сохранения энергии $\Delta m\cdot c^2 = \dfrac{k\cdot x^2}{2}$, отсюда $\Delta m = \dfrac{k\cdot x^2}{2\cdot c^2} = \dfrac{10^4\cdot9\cdot10^{-4}}{2\cdot9\cdot10^{16}} = 50$ (акг)

Ответ: $m = 50$ акг

3. С помощью камеры Вильсона, помещенной в магнитное поле 0,01 Тл, наблюдается упругое рассеяние α-частицы на неподвижных ядрах дейтерия. Найдите начальную энергию α-частицы, если радиусы кривизны начальных участков траекторий ядра дейтерия и α-частицы после рассеяния оказались равными 0,1 м. Обе траектории лежат в плоскости, перпендикулярной линиям индукции магнитного поля. Масса протона $m_p = 1{,}67\cdot10^{-27}$ кг, элементарный заряд $q_p = 1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл. Считать массу α-частицы равной $4m_p$, заряд $2q_p$; массу ядра дейтерия – $2m_p$, заряд q_p. Результат представьте в эВ (1 эВ = $1{,}6\cdot10^{-19}$ Дж) и округлите до целого числа.

Дано:	**Решение:**
$B = 0{,}01$ Тл $R = 0{,}1$ м $m_p = 1{,}67\cdot10^{-27}$ кг $q_p = 1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл $m_\alpha = 4m_p$ $q_\alpha = 2q_p$ $m_д = 2m_p$ $q_д = q_p$	$W_\alpha = W'_\alpha + W_\partial$ – закон сохранения энергии $W'_\alpha = \dfrac{m_\alpha \upsilon_\alpha^2}{2}$ – энергия α-частицы после рассеяния $F_л = ma_ц$; $q_\alpha B\upsilon_\alpha = \dfrac{m_\alpha\upsilon_\alpha^2}{R}$, отсюда $\upsilon_\alpha = \dfrac{q_\alpha BR}{m_\alpha}$ $W'_\alpha = \dfrac{m_\alpha}{2}\left(\dfrac{q_\alpha BR}{2m_\alpha}\right)^2 = \dfrac{(q_\alpha BR)^2}{2m_\alpha}$; $W_д = \dfrac{(q_д BR)^2}{2m_д}$
W_α – ?	

$$W_\alpha = \frac{(q_\alpha BR)^2}{2m_\alpha} + \frac{(q_д BR)^2}{2m_д} = \frac{(BR)^2}{2}\left(\frac{4q_p^2}{4m_p} + \frac{q_p^2}{2m_p}\right) = \frac{(BR)^2}{2}\cdot\frac{3}{2}\cdot\frac{q_p^2}{m_p} = \frac{3}{4}\cdot\frac{(BRq_p)^2}{m_p} =$$

$$= \frac{3}{4}\cdot\frac{(0{,}01\cdot 0{,}1\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19})^2}{1{,}67\cdot 10^{-27}} = 72\,(\text{эВ})$$

Ответ: $W_\alpha = 72$ эВ

4. Энергия покоя электрона 0,51 МэВ (1 МэВ = $1{,}6\cdot 10^{-13}$ Дж). Какова скорость электрона после сообщения ему энергии 1 МэВ в ускорителе? Результат представьте в гигаметрах за секунду (1 Гм/с = 10^9 м/с) и округлите до сотых. Скорость света в вакууме $3\cdot 10^8$ м/с.

Дано:
$E_0 = 0{,}51$ МэВ
$E_к = 1$ МэВ
$c = 3\cdot 10^8$ м/с

υ – ?

Решение:

$$E = mc^2; \qquad E = E_0 + E_к;$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\left(\frac{\upsilon}{c}\right)^2}}; \qquad E_0 = m_0 c^2;$$

$$\frac{E_0 + E_к}{E_0} = \frac{m_0c^2}{m_0c^2\sqrt{1-\left(\frac{\upsilon}{c}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{\upsilon}{c}\right)^2}};$$

$$1-\left(\frac{\upsilon}{c}\right)^2 = \left(\frac{E_0}{E_0+E_к}\right)^2;$$

$$\upsilon = c\cdot\sqrt{1-\left(\frac{E_0}{E_0+E_к}\right)^2} = 3\cdot 10^8\sqrt{1-\left(\frac{0{,}51}{0{,}51+1}\right)^2} = 2{,}82\cdot 10^8\,(\text{м/с}) = 0{,}28\ (\text{Гм/с})$$

Ответ: $\upsilon = 0{,}28$ Гм/с

5. На дифракционную решетку падает нормально пучок света от газоразрядной трубки, наполненной атомарным водородом. Постоянная решетки $5\cdot 10^{-4}$ см. С какой орбиты должен перейти электрон на вторую орбиту, чтобы спектральную линию в спектре 5-го порядка можно было наблюдать под углом 41°. Постоянную Ридберга принять равной 10967876 м$^{-1}$.

Дано:
$d = 5\cdot 10^{-4}$ см
$m = 2$
$k = 5$
$\varphi = 41°$

n – ?

Решение:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right); \qquad \frac{1}{n^2} = \frac{1}{m^2} - \frac{1}{R\lambda}; \qquad n = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{m^2} - \frac{1}{R\lambda}}}$$

$$d\sin\varphi = k\lambda, \qquad \text{отсюда} \qquad \lambda = \frac{d\sin\varphi}{k}$$

$$n = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{m^2} - \frac{k}{Rd\sin\varphi}}} = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{4} - \frac{5}{10967876\ \cdot 5\cdot 10^{-4}\cdot\sin 41}}} = 3$$

Ответ: $n = 3$

6. В результате реакции слияния неподвижных ядер дейтерия (заряд ядра $Z = 1$, массовое число $A = 2$) и трития ($Z = 1$, $A = 3$) образуется новое ядро и нейтрон. Определите кинетическую энергию нейтрона. Зависимостью массы от скорости пренебречь. Принять: 1 а.е.м. = 931,49 МэВ; масса атома дейтерия – 2,0141 а.е.м.; масса атома трития – 3,01605 а.е.м.; масса атома гелия – 4,00260 а.е.м.; масса нейтрона – 1,00867 а.е.м. Результат представьте в мегаэлектрон-вольтах и округлите до целого числа.

Дано:	**Решение:**
${}^{2}_{1}\mathrm{H}$; ${}^{3}_{1}\mathrm{H}$ $m_д = 2{,}0141$ а.е.м. $m_{тр} = 3{,}01605$ а.е.м. $m_г = 4{,}00260$ а.е.м. $m_n = 1{,}00867$ а.е.м. $E_{к.n}$ – ?	${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{1}_{0}\mathrm{H}$ $Q = [m_д + m_{тр} - m_г - m_n] \cdot c^2$ – энергия, выделяемая при слиянии ядер дейтерия и трития $Q = 17{,}5$ (МэВ) Эта энергия распределяется между атомами гелия и нейтрона $0 = m_г\upsilon_г - m_n\upsilon_n$; $m_г\upsilon_г = m_n\upsilon_n$

Возведем последнее выражение в квадрат

$$(m_г\upsilon_г)^2 = (m_n\upsilon_n)^2$$

Определим соотношение $E_{к.г} / E_{к.n}$

$$m_г\left(\frac{m_г\upsilon_г^2}{2}\right) = m_n\left(\frac{m_n\upsilon_n^2}{2}\right); m_г E_{к.г} = m_n E_{к.n}$$

$$E_{к.n} = \frac{m_г E_{к.г}}{m_n} = 4E_{к.г}, \quad \text{отсюда} \quad E_{к.г} = \frac{E_{к.n}}{4} \quad Q = E_{к.г} + E_{к.n} = \frac{5}{4}E_{к.n}$$

$$E_{к.n} = \frac{4 \cdot Q}{5} = \frac{4 \cdot 17{,}5}{5} = 14 \text{ (МэВ)}$$

Ответ: $E_{к.n} = 14$ МэВ

4.1. Типы курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено.

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Профессиональные базы данных

Базы данных ИНИОН РАН http://inion.ru/resources/bazy-dannykh-inion-ran/

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru

Ресурс содержит учебники, учебные пособия, монографии, периодические издания, справочники, словари, энциклопедии. В настоящее время включает более 130 тыс. наименований. Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

ЭБС АГУ на платформе аппаратно-программного комплекса ООО КДУ **http://adygnet.bibliotech.ru**

Ресурс содержит электронные аналоги трудов преподавателей АГУ. Обеспечивает доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям. Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

ООО «Научная электронная библиотека» (НЭБ) www.elibrary.ru

Российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии и образования, в том числе электронные версии более 3900 российских научно-технических жур-

налов, из которых более 2800 журналов в открытом доступе.

Международные базы данных научных изданий

Web of Science https://apps.webofknowledge.com Наукометрическая реферативная база данных журналов и конференций. Режим доступа: IP адреса университета

Scopus https://www.scopus.com/search/ – это наукометрическая реферативная база данных, входящая в базу данных SciVerse компании Elsevier. SciVerse объединяет в себе материалы из коллекции рецензированной литературы SciVerse Scopus, собрания полнотекстовых статей SciVerse ScienceDirect. Режим доступа: IP адреса университета.

zbMATH https://zbmath.org/ Реферативная база данных по чистой и прикладной математике.

Интернет-ресурсы открытого доступа (Open Access)

(Информационно-поисковые (справочные) системы)

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru/ Ресурс обеспечивает свободный доступ к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов, к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования и к ресурсам системы федеральных образовательных порталов, объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России.

Университетская информационная система Россия uisrussia.msu.ru

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Энергетические характеристики излучения тела: спектральная испускательная способность (или спектральная плотность энергетической светимости) $R_{\nu,T}$, интегральная испускательная способность тела или его энергетическая светимость R_T, спектральная поглощательная способность тела $A_{\nu,T}$, интегральная поглощательная способность тела. Абсолютно чёрное тело.
2. Закон Кирхгофа. Универсальная функция Кирхгофа $r_{\nu,T}$.
3. Закон Стефана–Больцмана. Графики зависимости r от T и от ν.
4. Закон смещения Вина. Формула Вина. Графики зависимости r от T и от ν.
5. Формула Релея–Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа.
6. Формула Планка и её связь с законом Стефана–Больцмана, Вина и Релея–Джинса.
7. Применения на практике законов излучения. Пирометр.
8. Фотоэффект. Виды фотоэффекта, вольтамперная характеристика (ВАХ).
9. Основные законы фотоэффекта. Формула Эйнштейна для фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта.
10. Законы Столетова для фотоэффекта. Применение фотоэффекта на практике.
11. Квант света (фотон). Энергия, масса и импульс фотона.
12. Эффект Комптона. Комптоновская длина волны.
13. Модели атомов. Опыт Резерфорда.
14. Модель атома водорода по теории Бора. Боровский радиус орбиты, энергия атома. Постоянная Ридберга.
15. Постулаты Бора. Закономерности в атомных спектрах. Обобщённая формула Бальмера.
16. Опыт Франка и Герца. Доказательство 1 и 2 постулатов Бора.
17. Элементы квантовой механики. Гипотеза де Бройля. Длина волны ускоренного электрона. Подтверждение гипотезы де Бройля.
18. Дифракция электронов. Опыты Девиссона и Джермера.
19. Физический смысл волн де Бройля. Фазовая и групповая скорость волн.
20. Соотношение неопределённостей Гейзенберга.

21. Понятие о волновой функции, вероятности, амплитуды вероятности, плотности вероятности.
22. Атом водорода по квантовой механике. Отличие от теории Бора. Связанное и свободное состояние в атоме. Уровни энергии.
23. Опыт Герлаха и Штерна.
24. Принцип неразличимости тождественных частиц.
25. Симметрия волновой функции. Фермионы. Бозоны.
26. Принцип запрета Паули. Распределение электронов в атомах по состояниям.
27. Периодическая система элементов Менделеева и её толкование Бором.
28. Ядерная физика. Состав атомного ядра. Дефект массы. Энергия связи ядра.
29. Ядерные реакции. Термоядерные реакции.

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование, библиографическое описание
1	Михайлов, М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц / М.А. Михайлов. - М.: Прометей, 2011. -94 с. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=108075
2	Савельев, И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев ; под ред. Л.Л. Енковского. – М.: Лань, 2019. – Т. 3. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – 527 с. : ил. – Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483316
3	Пацева, Ю.В. Элементы атомной и ядерной физики: тесты по физике / Ю.В. Пацева. - М.: Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 51 с. **ЭБС:** Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=29818

5.2. Дополнительная литература

Таблица 5.2

№ п/п	Наименование, библиографическое описание
4	Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике : сборник задач и упражнений / И.Е. Иродов. – 6-е изд., электрон. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 220 с. – Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=95482
5	Москалев В.А. Атомная и ядерная физика: учебное пособие / В.А. Москалев, Г.И. Сергеев; Томский политехнический университет. − Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 121 с.
6	Головнев Ю.Ф., Тен А.А. Краткий курс лекций по физике атомного ядра. – Тула, ТГПИ, 2011. – 101 с.
7	Иродов И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике. Учебное пособие для вузов. 7-е издание. Переработанное и дополненное. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 216 с.
8	Сафаров Р.Х. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Учебное пособие для педвузов. – Казань: Школа, 2008. – 208 с.
9	Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие / И.Е. Иродов. – 7-е изд. (эл.). – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 261 с. – Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=462152
10	Иродов И.Е. Задачи по общей физике : учебное пособие / И.Е. Иродов. – 11-е изд. (эл.). – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 434 с. – Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=462150

5.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 5.3

№ п/п	Название (адрес) ресурса
1	http://www.youtube.com/ Опыты по физике
2	https://www.youtube.com/playlist?list=PLCKtVYi1kU05Ro29onkTb4oxXTD7M7WPp Курс видеолекций СПбГУ. Ядерная физика
3	https://www.youtube.com/watch?time_continue=12&v=wt7C3dfUP1c&feature=emb_logo

№ п/п	Название (адрес) ресурса
	Клёнов Н.В. Курс видеолекций по атомной физике
4	http://genphys.phys.msu.ru Сервер кафедры общей физики физфака МГУ
5	http://fizkaf.narod.ru Кафедра и лаборатория физики Московского института открытого образования (МИОО).
6	http://physics.fel.mirea.ru/old/upload/1258124998_Chast3_Zadachi_Zaochnoe.pdf Задерновский А.А., Туснов Ю.И., Фетисов Ю.К., Экономов Н.А. Оптика. Атомная и ядерная физика. Физика часть 3: Учебное пособие по решению задач по физике для студентов заочного отделения и указания по организации учебного процесса по физике на заочном отделении. – М.: МИРЭА, 2009. – 78 с.
7	http://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2011/m14.pdf Кузнецов С.И. Сборник задач по физике с решениями. Специальная теория относительности, атомная и ядерная физика: учебное пособие / С.И. Кузнецов, Т.Н. Мельникова, Е.Н. Степанова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 36 с.
8	https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/430525/Udivitelnyy_mir_vnutri_atomnogo_yadra Иванов И. Удивительный мир внутри атомного ядра. Научно-популярная лекция для школьников. ФИАН, 11 сентября 2007 года.

5.4. Периодические издания

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование
1.	Журнал «Физическое образование в вузах» **ЭБС**: Физическое образование в Вузах. [Электронный ресурс]/ М.: Издательский дом "МФО". Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=138985
2.	Жукова И.Н., Малых В.С., Некоторые приемы создания проблемных ситуаций при решении физических задач в вузе // Труды Физического Общества Республики Адыгея- 2011.- N 16.- С. 1-10 (http://fora.adygnet.ru).
3	http://nuclphys.sinp.msu.ru/ Ядерная физика в Интернете. Проект кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ осуществляется при поддержке НИИЯФ МГУ.
4	https://www.kapitza.ras.ru/~glazkov/teaching/atomic.pdf Глазков В.Н. Атомная и ядерная физика. М.: 2016. 204 с.

6. Образовательные технологии

Таблица 6.

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	**3**	**4**
1.	Лекционные занятия.	1. Используется мультимедийный проектор с экраном для демонстрации презентаций и показа фрагментов учебных фильмов для наглядности и инициирования проблемного диалога. 2. Используется оборудование кабинета физики для лекционных демонстраций.
2.	Практические занятия.	1. Работа в малых группах по карточкам (*Технология разноуровневого обучения*) 2. Студентам предлагаются индивидуальные задания на поиск конкретной информации в сети Интернет, а также индивидуальные задания, для решения которых необходимо использование математических систем (например, для выполнения аналитических расчетов, решений уравнений, построения графиков функций распределений и др.)
4.	Самостоятельная работа	Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты, использование системы дистанционного обучения Moodle, проведения видеоконференций в Zoom, Discord, TrueConf.

7. Методические рекомендации преподавателю и методические указания обучающимся по дисциплине

7.1. Методические рекомендации преподавателю

Особенности курса и методики преподавания.

Главная задача курса- создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение физики в рамках цикла курсов по теоретической физике и специализированных курсов. Физическая теория выражает связи между физическими явлениями и величинами в математической форме. Поэтому курс общей физики (раздел «Молекулярная физика» в том числе) имеет 2 аспекта:

1. курс является экспериментальным и должен ознакомить студентов с основными методами наблюдения, измерения и экспериментирования, поэтому должен сопровождаться физическими демонстрациями;
2. курс должен представлять собой физическую теорию в адекватной математической форме и должен научить студента использовать теоретические знания.

На материал дисциплины «Молекулярная физика» опираются следующие дисциплины: «Электричество и магнетизм», «Атомная и ядерная физика», «Астрофизика».

Одной из задач преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Атомная и ядерная физика», является выработка у студентов понимания важности и полезности знания дисциплины для последующего изучения общенаучных и специальных дисциплин. Общая физика, частью которой является раздел «Атомная и ядерная физика», является средством решения прикладных задач и универсальной основой для технических разделов науки, а также содержит элементы общей культуры.

Методическая модель преподавания дисциплины «Атомная и ядерная физика» основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;
- объединение нескольких методов в единый преподавательский модуль в целях повышения эффективности процесса обучения;
- активное участие слушателей в учебном процессе;
- проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения проблемы;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

По учебному плану предусмотрено проведение лекционных и практических занятий. Лекции читаются с использованием наглядных пособий и электронных презентаций, с применением проблемного метода, стимулирующего познавательную активность. В начале каждого практического занятия преподаватель организует повторение изученного на лекции материала по контрольным вопросам к данному практическому занятию, вспоминает со студентами понятийный аппарат, основные формулы и законы по теме практического занятия. При возникновении затруднений у студентов при решении задач преподаватель подробно разбирает каждый шаг решения с обязательным вовлечением студентов группы в процесс обсуждения алгоритма решения задачи.

Все контрольные материалы (фонд оценочных средств) преподаватель выдает из банка индивидуальных заданий и раздаточных материалов строго в соответствии с календарным планом.

В условиях преобладающего теоретического обучения обязательным условием для формирования умений и навыков является усвоение теоретического материала, поэтому вопросы контроля должны проверять тот теоретический материал, содержание которого представлено в конспекте лекции и указанной литературе. Перечень рассматриваемых вопросов по теме преподаватель формирует во время чтения лекции.

По уровню сложности предусматриваются самые различные вопросы, предполагающие воспроизведение и закрепление теоретического материала, проверку его осмысления, вопросы на обобщение, анализ и синтез и др. Обязательно предусматриваются контрольные вопросы на проверку усвоения определений ключевых понятий, знание фактов, теорий, концепций, то есть всего того, что определяет основное содержание темы.

Вопросы и задания для контроля должны позволить студентам самостоятельно определить уровень усвоения учебного материала по теме, представленного в лекции, на практическом занятии и указанной учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля могут быть заменены многоуровневыми заданиями.

Цель оценочных средств- определить уровень усвоения теоретического материала:

1 уровень –репродуктивный, предполагающий лишь воспроизведение материала и выполнение заданий по образцу;

2 уровень – репродуктивно-практический, предполагающий осмысление знаний и их использования на практике;

3 уровень – творческий, дающий возможность использовать знания не только в стандартных ситуациях и известных видах деятельности, но и в новых, ранее незнакомых.

Самостоятельная работа студентов является важнейшей формой организации учебного процесса. Она обладает огромными возможностями по формированию интереса к учебной, научно-исследовательской и профессиональной деятельности, закладывает основы развития способностей, помогает углублять теоретические знания, формировать необходимые компетенции. К самостоятельной работе студентов относится конспектирование учебной литературы, проработка учебного материала по конспектам, учебной и научной литературе, изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку, написание рефератов, решение задач и упражнений, подготовка к коллоквиумам, зачетам и экзаменам, выполнение курсовых работ (согласно учебного плана) и другие виды самостоятельной работы.

7.2. Методические указания обучающимся по дисциплине

Профессиональная подготовка в современных вузах строится по принципу «от теории к практике», что создает базу для формирования умений и навыков на основе усвоения теоретического материала. Именно поэтому следует особое внимание уделять качеству усвоения теоретического материала.

Материал каждой лекции должен быть проработан: должны быть выделены определения, понятия, законы, теоремы и их доказательства. Должна быть усвоена логическая связь элементов изученного материала. Полезно делать опорный конспект каждой лекции.

При параллельной работе с учебной литературой необходимо конспектировать прорабатываемый материал с обязательным указанием источника информации (Автор, название учебника, номер страницы). Все непонятные моменты следует обязательно разобрать с преподавателем на занятии или в рамках КСР.

При подготовке к практическому занятию следует ответить на контрольные вопросы и решить домашние задачи. Затруднения с подготовкой к занятию говорит о недостаточно глубоком понимании теоретического материала.

Приступая к решению задач, следует прочитать соответствующий раздел лекции или учебного пособия, осмыслить основные понятия, выписать основные формулы (формулы-определения и формулы- законы) и постараться запомнить эти понятия и формулы.

Целесообразно решение задачи начинать с анализа условия и рисунка, поясняющего содержание задачи. Вникнув в смысл задачи, следует установить, все ли данные, необходимые для решения задачи приведены в условии. Недостающие данные можно найти в таблицах.

Следует сформулировать все упрощающие предположения, которые нужно сделать, чтобы решить данную задачу. Часть из этих упрощающих предположений указана в тексте задачи, часть должна быть непременно сформулирована при ответе.

Решать задачу следует в общем виде, т.е. выразить искомую величину через величины, заданные в условии задачи, а также через фундаментальные константы и величины, взятые из таблиц физических величин. После получения рабочей формулы полезно проверить ее на достоверность следующими способами:

1. с помощью размерностей физических величин (неравенство размерностей левой и правой частей рабочей формулы служит явным признаком неверности решения);
2. проверкой применимости рабочей формулы в частных случаях.

Для получения числового значения искомой величины следует все единицы заданных величины выразить в системе СИ. При записи числового ответа следует руководствоваться правилами приближенных вычислений.

Полезно оценить, где это целесообразно, разумность полученного результата. В ряде случаев такая оценка поможет обнаружить ошибку в рабочей формуле или даже в выбранной физической модели.

8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;

- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- *для слепых и слабовидящих*: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла.
- *для глухих и слабослышащих*: в печатной форме; в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях, предоставляемых деканатом факультета в соответствии с расписанием. Учебная аудитория, оборудованная комплектом мультимедийного оборудования с доступом в сеть Интернет, необходимой мебелью и доской. Наличие доски обязательно.

Лекции сопровождаются презентациями, представляемыми через медиапроектор и интерактивную доску или телевизор с выходом в сеть Интернет.

Студентам предлагаются индивидуальные задания на поиск конкретной информации в сети Интернет, а также индивидуальные задания, для решения которых необходимо использование математических систем (например, для выполнения аналитических расчетов, решений уравнений, построения графиков функций распределений и др.).

Используется оборудование кабинета физики для лекционных демонстраций.

При организации самостоятельной работы используется система дистанционного обучения Moodle.

Программное обеспечение ПК ауд. 323б, 329 и ноутбука для презентаций:

Лицензионное программное обеспечение

– операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN. Microsoft Open License No 48824880;

– офисный пакет программ Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN. Microsoft Open License No 45084044;

– свободно-распространяемое программное обеспечение:
OpenOffice Impress.

10. Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номера листов			Основание для внесения изменения	Подпись	Расшифровка подписи	Дата	Дата введения изменения
	заменных	новых	аннулированных					
1.	15, 16, 24			Приведены в соответствие ФГОС		Тлячев В.Б. Тлячев В.Б.	16.03.21	16.03.21