

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Мурманский государственный технический университет"**

Кафедра общей и прикладной физики

**Методические указания
к самостоятельной работе студентов
по дисциплине «Физика»**

Мурманск
2019

Разработчик – Власова Светлана Васильевна, профессор кафедры общей и прикладной физики, доктор философских наук, кандидат технических наук, доцент по кафедре физики.

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры
общей и прикладной физики
16.01.2019 г., протокол № 5

Рецензент А.В. Михайлюк, к.ф.н., доцент каф. Общей и прикладной физики

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие организационно-методические указания.....	4
2. Тематический план дисциплины «Физика».....	4
2.1. Разделы «Основы механики», «Основы молекулярной физики и термодинамики» (часть 1).....	4
2.1.1. Основы механики.....	4
2.1.2. Основы молекулярной физики и термодинамики.....	6
2.2. Разделы «Электростатика и постоянный электрический ток», «Магнитное поле», «Физика колебательных процессов» (часть 2).....	7
2.2.1. Электростатика и постоянный электрический ток.....	7
2.2.2. Магнитное поле и физика колебательных процессов.....	9
2.3. Разделы «Физика волновых процессов», «Волновая и квантовая оптика», «Основы квантовой механики», «Элементы атомной и ядерной физики, физики элементарных частиц»	10
2.3.1. Физика волновых процессов, волновая и квантовая оптика.....	10
2.3.2. Основы квантовой механики, элементы атомной и ядерной физики, элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия.....	11
3. Содержание и методические указания к изучению разделов и тем дисциплины «Физика»	13
3.1. Общие методические рекомендации по изучению дисциплины «Физика»	13
3.2. Требования к оформлению РГР.....	14
3.3. Вопросы и задания для самопроверки (часть 1 дисциплины «Физика»).	16
3.4. Вопросы и задачи для самопроверки (часть 2 дисциплины «Физика»).....	22
3.5. Вопросы и задачи для самопроверки (часть 3 дисциплины «Физика»).....	28
4. Список рекомендуемой литературы.....	31

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В предлагаемых Вашему вниманию «Методических указаниях к самостоятельной работе студентов» излагается, что и как Вам следует делать в течение каждого учебного семестра с тем, чтобы Вы успешно изучили курс общей физики и могли обучаться далее по выбранному Вами направлению подготовки бакалавриата или специалитета.

В соответствии с рабочей программой дисциплины «Физика», Вы будете не только работать в аудитории с преподавателем, но и много заниматься самостоятельно. Самостоятельно Вы будете изучать некоторые теоретические вопросы, готовиться к выполнению лабораторных работ, готовить отчеты по лабораторным работам, выполнять расчетно-графические задания и готовиться к контрольным работам, зачётам и экзаменам.

Для подготовки к зачету (или экзамену) в начале семестра Вам будут предложены «Вопросы к зачету (или экзамену)» (в дальнейшем просто «Вопросы»). Эти «Вопросы» будут представлены в разделе 4 настоящих методических указаний. Жирным шрифтом в них напечатаны названия тем, а затем изложено содержание, которое студент должен освоить в результате изучения той или иной темы. Обратите внимание, что некоторые темы подчеркнуты, а некоторые напечатаны наклонным шрифтом. Подчеркнуты те закономерности, которые студент, претендующий на оценку «4» или «5» по изучаемому предмету, должен уметь вывести. Наклонным шрифтом (курсивом) напечатаны темы для самостоятельного изучения. Вы должны самостоятельно изучить и законспектировать этот материал в течение семестра. На экзамене преподаватель проверит, насколько эффективно Вы умеете осваивать незнакомый Вам материал самостоятельно.

В начале каждого семестра на первой лекции ведущий преподаватель расскажет об особенностях работы над изучаемой дисциплиной в семестре, а также о требованиях, предъявляемых к работе студента, чтобы он был допущен к сдаче зачёта (и/или экзамена). Все необходимые материалы представлены в электронном виде и будут переданы старосте Вашей группы. Электронные материалы включают несколько файлов и папок, посвящённых различным аспектам Вашей учебной работы.

Обязательно ознакомьтесь с электронными материалами по курсу «Физика». Чтение начните с файла «Прочитай вначале!».

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА»

В данном разделе представлены все темы, которые Вы будете изучать по курсу «Физика». Вначале будет указано название раздела курса, а затем перечислены названия изучаемых тем.

2.1. РАЗДЕЛЫ «ОСНОВЫ МЕХАНИКИ», «ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И И ТЕРМОДИНАМИКИ» (ЧАСТЬ 1)

2.1.1. ОСНОВЫ МЕХАНИКИ

1. Элементы кинематики. Материальная точка (МТ). Тело и система отсчета (СО). Траектория МТ. Перемещение. Длина пути. Скорость. Средняя ско-

рость за интервал времени. Мгновенная скорость. Дифференциальная и интегральная связь скорости и длины пути. Графическое определение длины пути. Ускорение. Нормальное (вывод формулы), тангенциальное и полное ускорение. Дифференциальная связь ускорения и скорости. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь линейных и угловых кинематических параметров.

2. Законы Ньютона. 1-ый закон. Инерция. Инерциальные и неинерциальные СО. Импульс МТ. 2-ой закон. 3-й закон. Основная задача механики (два типа задач и примеры). Понятие состояния в классической механике, уравнения движения. **Импульс механической системы.** Механическая система. Замкнутая система. Вывод закона сохранения импульса замкнутой системы тел.

3. Работа и энергия. Элементарная работа силы по перемещению тела. Работа силы на участке траектории. Мощность. Консервативные и неконсервативные силы. Кинетическая, потенциальная, полная механическая энергия системы тел. Связь между потенциальной энергией и силой. **Силы тяготения.** Потенциальная энергия, напряженность поля тяготения. Зависимость напряжённости поля тяготения от высоты. Потенциальная энергия упруго сжатой пружины. Закон сохранения механической энергии и теорема об изменении полной механической энергии системы. Абсолютно упругий и неупругий удар.

4. Силы инерции. Силы инерции, действующие на тело, находящееся в неинерциальной СО (НИСО), которая движется прямолинейно с ускорением. Силы инерции, действующие на тело, покоящееся во вращающейся СО. Силы инерции, действующие на тело, движущееся во вращающейся СО. Силы Кориолиса. Второй закон Ньютона в НИСО. Величина и направление сил инерции, действующих на точку поверхности Земли. *Зависимость силы тяжести и ускорения свободного падения от широты местности.*

5. Динамика твердого тела. Момент инерции материальной точки, системы материальных точек с дискретным и непрерывным распределением массы относительно оси вращения. Момент инерции сплошного, полого цилиндров, прямого тонкого длинного стержня. Теорема Штейнера. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Кинетическая энергия плоского движения. Момент силы относительно полюса, оси. Работа при вращательном движении. Основное уравнение динамики вращательного движения АТТ.

Момент импульса и закон его сохранения. Момент импульса материальной точки относительно полюса, неподвижной оси. Момент импульса твердого тела относительно оси. Закон сохранения момента импульса. Аналогия между величинами и законами, описывающими вращательное и поступательное движение. *Мгновенные оси. Свободные оси. Гироскоп.*

6. Кинематика и динамика жидкостей и газов. *Уравнение непрерывности. Уравнение Бернулли. Движение тела в среде с сопротивлением. Число Рейнольдса.*

7. Основы релятивистской механики. Экспериментальные основания специальной теории относительности (СТО): «светоносный эфир» и попытки его обнаружения (*опыт Майкельсона-Морли*). Постулаты СТО: принцип относительности и постоянство скорости света. Преобразования координат и времени Галилея и Лоренца (вывод формул). Правило сложения скоростей в релятивистской

механике (вывод формул). Следствия из преобразований Лоренца: длительность событий и длина тел в различных ИСО. Инвариантность интервала между событиями. Релятивистский импульс (РИ). Уравнение движения релятивистской частицы. Закон сохранения РИ. Релятивистское выражение для энергии. Взаимосвязь массы и энергии. Полная, кинетическая и энергия покоя. Связь энергии и РИ. Значение СТО и представление об общей теории относительности.

2.1.2. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ (МФ) И ТЕРМОДИНАМИКИ (ТМ)

1. Основы молекулярной физики. Динамический и статистический метод. Основные физические величины, используемые в МФ: относительная молекулярная масса, единичная атомная масса, количество вещества, число Авогадро, молярная масса, концентрация вещества, модель идеального газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ) идеальных газов (вывод). Молекулярно-кинетическое толкование температуры. Среднеквадратичная скорость. *Опытное обоснование МКТ: опыты Броуна, Штерна, Перрена.*

2. Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям и энергиям. Функция распределения Максвелла по скоростям. Наиболее вероятная скорость. Функция распределения Максвелла по энергиям. Вычисление средних величин с использованием функции распределения.

3. Барометрическая формула и распределение Больцмана. Вывод барометрической формулы. Определение высоты. Распределение Больцмана (в поле тяготения и других силовых полях).

4. Введение в термодинамику. Преимущества и недостатки термодинамического подхода. Термодинамическая система, процесс, параметры. Число степеней свободы. Закон Больцмана о равнораспределении энергии по степеням свободы молекулы. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении объема.

5. Явления переноса в термодинамических неравновесных средах. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул (вывод формулы). *Вакуумные условия.* Теплопроводность. Уравнение Фурье. Коэффициент теплопроводности. Диффузия. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Внутреннее трение (вязкость). Закон Ньютона для вязкого трения. Динамическая вязкость.

6. Теплоемкость. Теплоемкость удельная и молярная. Вывод уравнения Майера. Коэффициент Пуассона. Экспериментальная зависимость теплоемкости газа от температуры.

7. Применение первого начала термодинамики к расчету изопроцессов. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатический процессы.

8. Второе начало термодинамики. Круговые процессы. Прямой и обратный цикл. Термический коэффициент полезного действия. Обратимые и необратимые процессы. Эмпирические формулировки 2-го начала термодинамики: Клаузиуса и Кельвина-Планка. Цикл Карно. К.п.д. цикла Карно.

9. Принцип возрастания энтропии. Термодинамическое определение энтропии. Изменение энтропии при изопроцессах. Принцип возрастания энтропии. Тепловая смерть Вселенной.

10. Статистическое толкование энтропии. Микро- и макросостояние системы. Термодинамическая вероятность. Формула Больцмана. Изменение энтропии открытых систем. Третье начало термодинамики.

10. Реальные газы. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнения Ван-дер-Ваальса. Анализ изотерм Ван-дер-Ваальса. Сжижение газов.

11. Фазовые переходы. Фазовые переходы 1 и 2-го рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграмма состояний. Тройная точка.

12. Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение, смачивание. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Капиллярные явления.

13. Твердые тела. Представление о кристаллических решетках и дефектах. Теплоемкость твердых тел.

2.2. РАЗДЕЛЫ «ЭЛЕКТРОСТАТИКА И ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК», «МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ФИЗИКА КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ» (ЧАСТЬ 2)

2.2.1. ЭЛЕКТРОСТАТИКА И ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

1. Электрический заряд. Электростатическое (эл.ст.) поле и его напряженность. Виды зарядов, дискретность, инвариантность, закон сохранения электрического заряда. Заряд атомов и заряд тел. Закон Кулона. Вектор напряженности. Силовые линии. Принцип суперпозиции для дискретно распределённых зарядов. Линейная, поверхностная, объёмная плотность зарядов и принцип суперпозиции для непрерывно распределённых зарядов. Напряженность поля от равномерно заряженной прямой нити.

2. Теорема Гаусса для эл.ст. поля в вакууме. Поток вектора напряженности. Обоснование теоремы Гаусса (для поля точечного заряда). Применение т. Гаусса к расчету эл.ст. полей: поле равномерно заряженной бесконечной плоскости, поле двух бесконечных параллельных разноименно заряженных плоскостей, поле равномерно заряженной сферической поверхности, поле равномерно заряженного бесконечного цилиндра, поле равномерно заряженного по объему шара.

3. Работа сил эл.ст. поля. Работа сил эл.ст. поля по перемещению точечного заряда. Потенциальность эл.ст. поля. Работа по замкнутому контуру. Циркуляция вектора напряженности. Теорема о циркуляции вектора напряженности эл.ст. поля. Разомкнутость линий напряжённости эл.ст. поля.

4. Энергетические характеристики эл.ст. поля. Потенциальная энергия эл.ст. поля точечного заряда и системы точечных зарядов. Потенциал. Потенциал поля точечного заряда и системы точечных зарядов. Принцип суперпозиции для потенциала. Связь работы сил эл.ст. поля и потенциала. Связь потенциала с напряженностью эл.ст. поля (интегральная и дифференциальная). Эквипотенциальные поверхности. Вычисление потенциала по напряженности поля: потенциал поля равно-

мерно заряженной бесконечной плоскости; потенциал поля заряженной сферической поверхности, *потенциал поля равномерно заряженного по объему шара*

5а. Эл.ст. поле в диэлектриках. Диполь. Электрический момент диполя. *Напряженность эл. ст. поля на оси диполя и на перпендикуляре, восстановленном из середины плеча.* Потенциальная энергия диполя в эл. поле. Механический момент сил, действующий на диполь в эл. поле. **Поляризация диэлектриков.** Типы диэлектриков и виды их поляризации. Вектор поляризованности \vec{P} . Зависимость вектора \vec{P} от напряженности поля. Связь поляризованности и поверхностной плотности связанных зарядов. Относительная диэлектрическая восприимчивость и проницаемость вещества. Напряженность поля в диэлектрике.

5б. Теорема Гаусса для эл.ст. поля в диэлектрике. Вектор электрического смещения \vec{D} . Связь векторов $\vec{E}, \vec{D}, \vec{P}$. Сторонние и связанные заряды. Теорема Гаусса для вектора \vec{D} . Применение т. Гаусса в диэлектрике для расчета силовых полей. *Граничные условия для векторов \vec{E} и \vec{D} на границе раздела 2-х диэлектриков: поведение тангенциальных и нормальных составляющих.* **Проводники в электростатическом поле.** Связь величины вектора \vec{D} и поверхностной плотности зарядов. *Электростатическая индукция. Электростатическая защита.*

5в. Электрическая емкость. Емкость уединенного проводника. Электрическая емкость сферы, системы плоских электродов. Конденсаторы и их строение. *Последовательное и параллельное соединение конденсаторов в батарею* (лаб. работа № 22). Пробой диэлектриков, электрическая прочность. Энергия заряженного конденсатора, объемная плотность энергии электростатического поля.

6. Постоянный электрический ток. Условия существования эл. тока. Сила тока. Плотность тока. Сила тока через поверхность как функция плотности тока. Зависимость плотности тока от микропараметров носителей тока. Сторонние силы. Источник тока. Э.д.с. источника. Напряжение на участке цепи (лаб. работа №3).

7. Закон Ома. Закон Ома для однородного участка цепи. Электрическая проводимость и электрическое сопротивление. Удельная электрическая проводимость и удельное электрическое сопротивление. Закон Ома в дифференциальной форме. Зависимость удельной электрической проводимости вещества от характеристик носителей тока. Электрическое сопротивление однородного линейного и нелинейного проводника (лаб. работа №3).

8. Работа и мощность тока. Работа электрического тока. Мощность, выделяемая в проводнике. Закон Джоуля-Ленца в интегральной форме. Закон Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи. **Мощность и к.п.д. источника тока.** Мощность источника, мощность потерь и полезная мощность, коэффициент полезного действия источника тока: зависимость от силы тока и сопротивления (лаб. работа № 5).

9. Электрический ток в металлах. Основные положения классической теории электропроводности металлов и их экспериментальное обоснование (опыты Рикке, *Толмена и Стюарта, Милликена*). Противоречия классической теории электропроводности металлов (лаб. работа № 9)

10. Контактные явления. Работа выхода электронов из вещества. Контактная разность потенциалов, причины ее возникновения, зависимость от работы выхода,

концентрации носителей, температуры. Термоэлектрические явления Зеебека, Пельтье. Термопары и их применение (лаб. работа №8).

11. Электропроводность полупроводников (п/п). Образование носителей тока в п/п. Общие сведения о зонной диаграмме п/п. Собственные и примесные полупроводники. Зависимость концентрации носителей заряда от температуры. Температурная зависимость удельной электрической проводимости и сопротивления п/п. (лаб. работа № 10)

2.2.2. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ФИЗИКА КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

12. Характеристики магнитного поля и закон Био-Савара-Лапласа (БСЛ). Магнитные явления. Вектор магнитного момента рамки с током. Вектор магнитной индукции и его силовые линии. Механический момент сил, действующих на рамку с током в магнитном поле. Принцип суперпозиции для вектора магнитной индукции. Закон БСЛ и его применение к расчету магнитных полей прямого и кругового тока, отрезка провода с током.

13. Действие магнитного поля на движущиеся заряды и токи. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитных полях. Ускорители заряженных частиц. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов.

14. Вихревой характер магнитного поля и механическая работа в магнитном поле. Циркуляция вектора магнитной индукции в вакууме. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме. Замкнутость силовых линий магнитного поля. Магнитное поле соленоида и тороида. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.

15. Явление электромагнитной индукции и энергия магнитного поля. Опыты Фарадея. Закон электромагнитной индукции Фарадея-Максвелла. Правило Ленца. Токи Фуко. Явления самоиндукции и взаимной индукции. Индуктивность контура, соленоида. Э.д.с. самоиндукции. Энергия магнитного поля, связанная с контуром. Объемная плотность энергии магнитного поля.

16. Магнитные свойства вещества. Гипотеза Ампера. Гиромагнитное отношение орбитальных моментов, спин и гиромагнитное отношение спиновых моментов, магнетон Бора, магнитные моменты атомов. Вектор намагниченности, ток намагничивания, магнитное поле в веществе, закон полного тока для магнитного поля в веществе. Вектор напряженности магнитного поля, связь его с векторами намагниченности и магнитной индукции. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля.

17. Диа- и парамагнетики. Зависимость намагниченности от напряженности магнитного поля. Магнитная восприимчивость и относительная магнитная проницаемость вещества, их взаимосвязь. Ларморова прецессия и диамагнитный эффект. Диа- и парамагнетики, их поведение в магнитном поле. Представление о теории Ланжевена для парамагнетиков.

18. Ферромагнетизм: зависимость намагниченности, магнитной индукции и относительной магнитной проницаемости от напряженности магнитного по-

ля. Точка Кюри. Петля гистерезиса. Объяснение природы ферромагнетизма: домены, элементарные носители ферромагнетизма (лаб. работа № 18).

19. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля. Первая гипотеза и первое уравнение т. Максвелла. Вторая гипотеза Максвелла. Ток смещения. Полный ток. Второе уравнение т. Максвелла.

20. Система уравнений теории Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Относительность магнитных и электрических полей. Значение теории Максвелла.

21. Гармонические колебания. Свободные колебания, гармонические колебания, амплитуда, циклическая частота, фаза, период, частота колебаний. Дифференциальное уравнение. Гармонический осциллятор на примере пружинного, *физического (математического) маятника* и колебательного контура.

22. Сложение гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу (лаб. работа № 24)

23. Свободные затухающие и вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний. Коэффициент затухания. Логарифмический декремент затухания. Затухающие колебания пружинного маятника. Затухающие свободные колебания в колебательном контуре.

24. Вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний. Анализ решения. Явление резонанса. Вынужденные колебания пружинного маятника и вынужденные колебания в колебательном контуре.

2.3. РАЗДЕЛЫ «ФИЗИКА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ ОПТИКА, ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ, ЭЛЕМЕНТЫ АТОМНОЙ И ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ, ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ» (ЧАСТЬ 3)

2.3.1. ФИЗИКА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ ОПТИКА

1. Характерные свойства волновых процессов. Волновой фронт и поверхность. Упругие волны: продольные, поперечные. Форма волн: уединённая, волновой пучок, гармоническая. Характеристики гармонической волны: длина, скорость распространения волны, циклическая частота колебаний, волновой вектор, их взаимосвязь. Уравнение бегущей волны. Волновое уравнение. Фазовая скорость. *Групповая скорость. Дисперсия волн.*

2. Электромагнитные (э/м) волны. Получение (опыт Герца). **Свойства:** уравнение э/м волны, фазовая скорость, поперечность, фаза колебаний векторов \mathbf{E} и \mathbf{H} , объёмная плотность энергии. Вектор Умова-Пойнтинга. *Спектр э/м волн. Применение э/м волн. Эффект Доплера для акустических и электромагнитных волн.*

3. Предмет оптики. Оптическая область спектра. Развитие представлений о природе света. Корпускулярная и волновая теории. Результаты опытов Фуко. Электромагнитная (э/м) теория света. Световая волна. Световой вектор. Интен-

сивность света. Абсолютный и относительный показатели преломления среды, их связь с э/м свойствами вещества. Длина волны в среде.

4. Интерференция света (ИС). Когерентные и некогерентные волны (волновой цуг, время когерентности, длина когерентности). Получение когерентных лучей. Оптическая длина пути. Оптическая разность хода. ИС от двух когерентных источников: условие максимума и минимума. *ИС в тонких плёнках: полосы равного наклона и равной толщины, кольца Ньютона. Получение интерференции (метод Юнга, зеркала и бипризма Френеля). Применение ИС: интерференционная спектроскопия, просветление оптики, интерферометр Майкельсона.*

5. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. *Дифракция на круглом отверстии и диске. Дифракция на щели. Дифракция на дифракционной решётке. Пространственная решётка (формула Вульфа-Брэггов). Разрешающая способность спектрального прибора и дифракционной решётки. Понятие о голографии.*

6. Поляризация света (ПС). *Плоскость поляризации. Естественный и поляризованный свет (линейно и эллиптически). Степень поляризации. Закон Малюса. ПС при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Оптическая ось кристалла. Поляризационный призмы и поляроиды. Искусственная оптическая анизотропия. Эффект Керра. Вращение плоскости поляризации. Оптически активные вещества.*

7. Взаимодействие света с веществом. Рассеяние: молекулярное и аэрозольное. Закон Рэлея. **Дисперсия света.** Дисперсия показателя преломления вещества. *Преломление света в призме. Классическая электронная теория дисперсии Х. Лоренца. Нормальная и аномальная дисперсия.*

8. Тепловое излучение (ТИ) и его характеристики. Особенности ТИ. Спектральная плотность энергетической светимости по частоте и длине волны. Интегральная энергетическая светимость. Спектральная поглощательная и отражательная способность. Закон Киргхофа и следствия из него. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса. "Ультрафиолетовая катастрофа". Квантовая гипотеза Планка. Формула Планка для универсальной функции Кирхгофа. *Вывод закона Стефана-Больцмана на основе формулы Планка. Оптическая пирометрия. Пирометры, пирометрия. Радиационная температура. Яркостная температура. Цветовая температура.*

9. Квантовая гипотеза Эйнштейна. *Законы фотоэффекта и их противоречие с волновой природой света. Опыт Боте. Квантовая гипотеза Эйнштейна. Масса и импульс фотона. Давление света (вывод на основании квантовых представлений). Эффект Комптона.*

2.3.2. ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ. ЭЛЕМЕНТЫ АТОМНОЙ И ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ, ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

10. Планетарная модель атома. *Опыты Резерфорда по рассеянию α -частиц. Модель атома Резерфорда, её проблемы. Эмпирические серийные формулы спектра водорода: Лаймана, Бальмера, Пашена и др., обобщённая формула.*

Постулаты Бора. *Опыты Франка-Герца*. Модель атома Резерфорда-Бора: радиус боровской орбиты, энергия электрона в водородоподобной системе.

11. Корпускулярно-волновой дуализм материи. Гипотеза де Бройля. Связь волновых и корпускулярных характеристик микрочастицы. *Опыты Джермера-Дэвиссона*. Физический смысл волн де Бройля (различные гипотезы). Волновая функция и её свойства. Соотношение неопределённостей Гейзенберга для координаты и импульса, энергии и времени.

12. Основное уравнение квантовой механики. Общее уравнение Шредингера (УШ) и его "статус". УШ для свободной частицы. УШ для стационарных состояний. Собственные функции, собственные значения энергии. **Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками.** Волновая функция, плотность вероятности, энергия. Принцип соответствия. *Туннельный эффект*.

13. Атом водорода в квантовой механике. УШ для водородоподобной системы и анализ его решения: энергия (и энергия ионизации); квантовые числа (главное, орбитальное, магнитное). Спин электрона и спиновое квантовое число. *Опыты Штерна-Герлаха*.

14. Принцип неразличимости тождественных частиц. Симметричная и антисимметричная волновая функция. Фермионы и бозоны. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям. *Периодическая система элементов Менделеева*.

15. Рентгеновские спектры. Закономерности тормозного и характеристического излучения и их объяснение. Закон Мозли. Применение рентгеновского излучения. *Спектры молекул: электронные, колебательные и вращательные уровни энергии*.

16. Элементы квантовой статистики. Фазовое пространство. Функция распределения. Понятие о квантовых статистиках Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Вырожденная система частиц. **Применение квантовой механики для описания свойств вещества:** понятие о квантовой теории теплоемкости; понятие о зонной теории твердых тел (металлы, диэлектрики, полупроводники); выводы квантовой теории электропроводности металлов, сверхпроводимость. *Принцип причинности в квантовой механике. Принцип дополнительности Бора*.

17. Оптические квантовые генераторы. Спонтанное и вынужденное излучение. Инверсная заселённость. Принцип работы и устройство лазера. Свойства лазерного излучения. *Типы и использование лазеров*.

18. Основные характеристики ядра. Массовое и зарядовое число. Изотопы и изобары. Размер и плотность ядра. Энергия связи. Дефект масс. Удельная энергия связи и её зависимость от массового числа. Ядерные силы. Модели ядра. Спин ядра и его магнитный момент.

19. Закономерности радиоактивного (р/а) распада. Радиоактивность. Закон р/а распада. Период полураспада и постоянная распада, *среднее время жизни р/а ядра*. Активность и единицы её измерения. Закономерности α -распада: правило смещения, энергетический спектр, объяснение закономерностей с использованием оболочечной модели. Закономерности β -распада: правило смещения, энергетический спектр, объяснение с использованием нейтрино и антинейтрино. К-

захват. γ -излучение. *Воздействие ионизирующих излучений на вещество*. Единицы измерения радиоактивности. *Методы наблюдения и регистрации р/а излучений (сцинтилляционный, черенковский, газоразрядный счётчик, камера Вильсона, ядерные фотоэмульсии)*.

20. Ядерные реакции и их основные типы. Собственно ядерные реакции: радиационный захват нейтронов, фотоядерные реакции, реакция деления ядер, реакция синтеза атомных ядер. *Понятие об ядерной энергетике*.

21. Элементарные частицы. Адроны и лептоны. Барионы и мезоны. Античастицы. Кварковая модель Гелл-Манна и Цвейга. Истинно элементарные частицы. Космическое излучение. **Фундаментальные взаимодействия.** Современные представления о фундаментальных взаимодействиях. Переносчики взаимодействий. Гравитационное, электромагнитное, слабое и сильное взаимодействия. Электрослабое взаимодействие. Теория великого объединения. Супергравитация.

3. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА»

В этом разделе и даны рекомендации по освоению всех частей дисциплины «Физика». Все необходимые для изучения материалы в электронном виде будут выданы в начале семестра старосте группы. В предлагаемых рекомендациях изложено, что Вам необходимо делать, чтобы успешно сдать зачёт (или экзамен) по соответствующему разделу дисциплины «Физика».

3.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА»

В предлагаемых рекомендациях изложено, что, когда и каким образом Вам необходимо делать, чтобы успешно и вовремя получить зачёт (или экзамен) по дисциплине «Физика».

В зависимости от учебного плана направления обучения (или специальности) лекционным, практическим и лабораторным занятиям будет отведено различное время.

Основная цель лекционных занятий – дать Вам правильные ориентиры для изучения теоретического материала по учебникам и методическим пособиям. На лекциях Вам будет прочитана лишь небольшая часть учебного материала, в основном, для того, чтобы продемонстрировать тот уровень освоения учебного материала, к которому Вы должны стремиться в процессе самостоятельной работы.

Для самостоятельной работы над материалом курса физики в начале семестра Вам будут предложены «Вопросы к зачёту (или экзамену)». По этим вопросам Вам рекомендуется написать полный конспект изучаемого материала. Обратите внимание, что некоторые темы подчеркнуты, а некоторые — напечатаны наклонным шрифтом (курсивом). Подчеркнуты те закономерности, которые студент, претендующий на оценку «4» или «5», должен уметь вывести (если сдаёт экзамен). Наклонным курсивом напечатаны темы, которые являются второстепенными по значимости в изучаемом курсе. Рекомендую вначале законспектировать

основные темы (напечатаны обычным шрифтом), а затем темы, напечатанные курсивом.

Основная цель практических занятий – показать Вам образцы решения задач и ответить на вопросы, возникшие у Вас в ходе самостоятельного решения задач. В зависимости от направления обучения или специальности, выбранной студентом, в учебный план могут входить как выполнение одной (или двух) расчётно-графических работ, так и выполнение контрольной работы.

Если в учебном плане запланировано 2 РГР в семестр, то первую РГР Вам следует начинать выполнять с первой учебной недели и сдать её на проверку преподавателю на 5-6 учебной неделе. Вторую РГР следует начинать выполнять сразу после того, как выполнили РГР №1, и сдайте её на проверку не позднее 11-12 учебной неделе. Индивидуальный номер задания для выполнения РГР Вам определит преподаватель, работающий с Вашей группой. Если Вы выполните не своё задание, то Вам придётся выполнить РГР заново, но уже под своим номером. Будьте внимательны, чтобы не ошибиться, запишите номер Вашей РГР на внутреннюю обложку лекционной и практической тетради.

Контрольная работа (к/р), если она запланирована в учебном плане, будет проходить на 14-15 учебной неделе (в зависимости от расписания). Если Вы не выполните к этому сроку РГР, то Вы не будете допущены к написанию к/р. Студент, который не допущен к написанию к/р, обязан самостоятельно дома поработать над материалом контрольной работы, получив индивидуальное задание у преподавателя. Это задание Вам будет выдано после того, как Вы выполните РГР и сдадите их на проверку преподавателю. На к/р предлагается задание из нескольких задач. Если Вы не решите какую-либо задачу контрольной работы, то это означает, что Вы не освоили тему, на материале которой сформулирована задача. В этом случае Вам следует ещё раз, уже самостоятельно, проработать тему, получив индивидуальное задание у преподавателя. Индивидуальные задания выполняются в отдельной тетради. К оформлению индивидуальных заданий предъявляются те же требования, что и к оформлению РГР.

На контрольной работе можно пользоваться Вашим конспектом теоретического материала, Вашими тетрадями для практических и лабораторных занятий, Вашими РГР. Никакими книгами и чужими тетрадями на к/р пользоваться нельзя. Постарайтесь так вести Ваши учебные тетради, чтобы они оказали Вам максимальную помощь при написании к/р.

Названия РГР, образец оформления титульного листа и задания к РГР Вам выдадут в электронном виде в начале семестра в электронной папке, в которой (в различных файлах) содержатся все материалы, необходимые Вам для изучения курса общей физики.

3.2. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РГР

РГР выполняется:

1. В обычной ученической тетради «в клеточку» объёмом не более 12 листов, на обложку которой наклеивается титульный лист.

2. На внутренней части листа обложки Вам следует написать номер выполняемого варианта и в столбик выписать номера задач Вашего варианта, добавив два дополнительных столбца для замечаний преподавателя.

3. ***Задачи следует выполнять в том порядке, в каком они указаны в заданиях.***

4. ***Следует переписать полное, затем оформить краткое условие задачи.***

5. Рисунки и графики должны быть оформлены с использованием чертёжных принадлежностей.

6. Решение задач должны сопровождаться краткими, ***но исчерпывающими***, пояснениями. Это означает, что каждый написанный закон, принцип или определение должны называться, каждый записанный символ должен разъясняться; все действия должны объясняться, причём, Ваши объяснения должны быть обоснованными, не допускайте «провалов» в логике обоснования.

7. Писать следует аккуратно, разборчивым почерком, чтобы преподаватель без затруднений мог понять, что Вы написали. Не допускайте никаких вольностей в написании букв не только русского, но также греческого и латинского алфавитов. Если Вы считаете, что у Вас «плохой почерк», то пишите печатными буквами или чертёжным шрифтом.

8. Вам не следует выполнять промежуточные расчёты. Вначале следует получить расчётную формулу, затем ***проверить единицы измерения*** и только после этого произвести вычисления и записать ответ.

Если Ваша РГР не будет удовлетворять вышеперечисленным требованиям, то она не будет проверяться, пока Вы не оформите его в соответствии с требованиями.

Студент, успешно освоивший школьный курс физики, активно работающий над освоением вузовского курса физики, и самостоятельно выполнивший РГР, способен успешно написать контрольную работу. Если Вы не решите все 3 задачи контрольной работы, это означает, что у Вас существуют серьезные проблемы в освоении вузовского курса физики, которые могут привести к тому, что Вы не сдадите зачёт (или экзамен). В таком случае Вам предстоит принять безотлагательные меры, чтобы за оставшееся до сессии время ликвидировать пробелы в Ваших знаниях.

В зависимости от учебного плана Вашего направления обучения (или специальности) для Вас будет запланировано различное число часов для работы в учебной лаборатории и, соответственно, различное количество лабораторных работ, которые необходимо выполнить на занятиях. Необходимую информацию Вы узнаете от преподавателя, который будет работать с Вашей группой в лаборатории. Лабораторные занятия будут посвящены изучению методов измерения физических величин и расчёта погрешностей измерения, выполнению и защитам (л/р), а также освоению теоретического материала курса физики, изучаемого в текущем семестре. Более подробно о требованиях, которые предъявляются к выполнению, оформлению и защите л/р, Вам расскажет преподаватель, который будет вести занятия с Вашей группой в лаборатории. Если Вы по уважительной причине пропустите занятия, постарайтесь на следующем занятии удвоить Ваши усилия и ликвидировать возникшие пробелы. Учтите, что Вас не допустят к выполнению тре-

твей лабораторной работы, если Вы не сдали отчет и не защитили хотя бы одну из 2-х предыдущих работ. Главное, Вы должны понять, что Вы обязаны выполнить и защитить работы до окончания семестра. Если Вы этого не сделаете, то зачёт по физике Вы не получите, как не выполнивший рабочую программу. Также Вы не получите допуска к экзамену.

Изучение курса физики в текущем семестре может завершаться либо зачётом, либо дифференцированным зачётом (с оценкой), либо экзаменом. Число семестров, в которых изучается курс физики, а также форма отчётности зависит от учебного плана Вашего направления обучения (или специальности). Эту информацию Вам сообщит преподаватель, который будет работать с Вашей группой. Независимо от формы отчётности, Вы должны выполнить все обязательные формы работы, включённые в Рабочую программу Вашего направления обучения (или специальности), т.е. необходимое число РГР, контрольных работ и лабораторных работ. Если Вы их выполните, то Вы получите оценку «зачтено» по дисциплине «Физика» в текущем семестре.

Если же Вам предстоит сдать дифференцированный зачёт или экзамен по дисциплине «Физика», то выполнение обязательных форм текущей отчётности означает, что Вы получили «допуск» к дифференцированному зачёту (или экзамену). Форма проведения дифференцированного зачёта (или экзамена) будет сообщена Вам преподавателем, который будет вести лекции на Вашем потоке.

3.3. ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ (ЧАСТЬ 1 ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА»)

В этом разделе представлены материалы, которые Вам понадобятся при подготовке к тестированию на зачёте (или экзамене). Все закономерности, представленные в таблицах, будут вынесены на проверку в тестах. Для самопроверки по разделу «Механика» Вы должны ориентироваться на таблицы 1,2,3. Для самопроверки разделов «Основы Молекулярной физики и термодинамики» - на табл. 4,5. Обратите внимание, что некоторые формулы помечены звёздочкой (*). Помечены именно те формулы и соотношения, которые вызывают у студентов наибольшие затруднения при тестировании.

Вопросы и задачи для самопроверки

Таблица 1.

Основы кинематики поступательного и вращательного движения

Содержание тестового задания (в виде формул или текста)	Пояснения
$v = dS/dt$	Проверяется знание дифференциального соотношения между длиной пути и скоростью и умения выполнить по нему расчёт
$s = s_0 + \int_0^t v(t)dt$	Проверяется знание интегрального соотношения между длиной пути и скоростью и умения выполнить по нему расчёт

$a_\tau = \frac{dv}{dt}$	Проверяется, знает ли студент формулу расчёта тангенциальной составляющей ускорения и умеет ли выполнить по ней расчёт
$a_n = \frac{v^2}{r}$	Проверяется, знает ли студент формулу нормальной составляющей ускорения и умеет ли выполнить по ней расчёт
$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$	Проверяется, знает ли студент формулу полного ускорения и может ли выполнить по ней расчёт
$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$	Проверяется знание определения угловой скорости и умения выполнить по нему расчёт
$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$	Проверяется знание определения углового ускорения и умения выполнить по нему расчёт
$v = \omega \cdot R$	Проверяется знание связи линейной и угловой скорости и умения выполнить по ней расчёт
* $\varphi = \varphi_0 + \int \omega(t) dt$	*Проверяется знание интегрального соотношения между углом поворота и угловой скоростью и умения выполнить по нему расчёт
$a_\tau = R \cdot \varepsilon$	Проверяется знание связи тангенциального и углового ускорений и умения выполнить по ней расчёт
$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$	Проверяется умение найти модуль полной скорости по её проекция на оси (движение на плоскости)
* $a = \sqrt{\left(\frac{dv_x}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dv_y}{dt}\right)^2}$	*Проверяется умение рассчитать полное ускорение по зависимости проекций скорости от времени (движение на плоскости)

Таблица 2.

**Основы динамики поступательного и вращательного движения.
Работа и энергия**

Содержание тестового задания в виде формул или текста	Пояснения
$E_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$	Проверяется знание формулы энергии плоского движения и умение выполнить по ней расчёт
$J = \sum_{i=1}^2 m_i r_i^2$	Проверяется знание определения момента инерции системы материальных точек и умение выполнить по нему расчёт
$L = J\omega$	Проверяется знание формулы момента импульса твёрдого тела относительно оси и умение выполнить по ней расчёт
$\vec{M} = [\vec{r} \times \vec{F}]$	Проверяется знание определения момента силы относительно оси вращения и умение выполнить по нему расчёт
	Проверяется знание основного закона динамики вра-

$M = \varepsilon \cdot J$	щательного движения и умение выполнить по нему расчёт
$A = -\Delta E_p$	Проверяется знание формулы связи работы консервативной силы и убыли потенциальной энергии в поле этой силы и умение выполнить по ней расчёт
$A = (\vec{F} \cdot \vec{S})$	Проверяется знание определения работы силы при поступательном движении и умение выполнить по нему расчёт
$F = \Delta p / \Delta t$	Проверяется знание второго закона Ньютона (связь силы и изменения импульса в единицу времени) и умение выполнить по нему расчёт
$\vec{P} = const$	Проверяется умение использовать закон сохранения импульса при решении простейшей задачи (где известны все данные, кроме одного) на упругий удар
$\Delta E_k = A_{внеш}$	Проверяется знание формулы связи работы внешней силы и изменения кинетической энергии тела и умение выполнить по ней расчёт
$J = ma^2 + J_c$	Проверяется знание формулы теоремы Штейнера и умение выполнить по ней расчёт
$E_p = \frac{kx^2}{2}$	Проверяется знание формулы потенциальной энергии упруго сжатой пружины и умение выполнить по ней расчёт
$\vec{L} = [\vec{r} \times \vec{p}]$	Проверяется знание формулы момента импульса материальной точки относительно оси вращения и умение выполнить по ней расчёт
$J = \frac{mr^2}{2}$	Проверяется знание формулы момента инерции сплошного цилиндра и умение выполнить по ней расчёт
$A = M\Delta\varphi$	Проверяется знание формулы работы момента силы при вращательном движении и умение выполнить по ней расчёт
$J_1 \cdot \omega_1 = J_2 \cdot \omega_2$	Проверяется умение использовать закон сохранения момента импульса при решении простейшей задачи (где известны все данные, кроме одного)
$g = f(h)$ – качественно	Проверяется знание того факта, что с высотой напряжённость гравитационного поля убывает
$M = \frac{\Delta L}{\Delta t}$	Проверяется знание основного закона динамики вращательного движения (связь момента силы и изменения момента импульса в единицу времени) и умение выполнить по нему расчёт
$\vec{L} = const$	Проверяется умение использовать закон сохранения момента импульса при решении простейшей задачи
* $F_{ун} = m\omega^2 r$	*Проверяется знание формулы силы инерции, действующей на тело, покоящееся во вращающейся си-

	стеме отсчёта, и умение выполнить по ней расчёт
--	---

Таблица 3.

Основы специальной теории относительности (СТО)

Содержание тестового задания (в виде формул или текста)	Пояснения
$E = E_0 + E_k$	Знать связь полной, кинетической и энергии покоя для релятивистской частицы и уметь вести расчёты
$E_0 = mc^2$	Знать закон взаимосвязи массы и энергии и уметь вести по нему расчёты энергии покоя или массы
$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$	Знать формулу релятивистского сокращения длины и уметь провести по ней расчёт
$E_k = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$	Знать формулу кинетической энергии релятивистской частицы и уметь вести по ней расчёты
$p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	Знать формулу релятивистского импульса и уметь провести по ней расчёт
* $\Delta t_0 = \Delta t \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$	*Знать формулу релятивистского замедления времени и уметь провести по ней расчёт

Таблица 4.

Основы молекулярной физики

Содержание тестового задания (в виде формул или текста)	Пояснения
$\frac{n_1}{n_2} = e^{-\frac{\Delta E_p}{kT}}$	Проверяется умение пользоваться формулой распределения Больцмана для расчёта концентраций частиц или разности энергий в потенциальном силовом поле
$\frac{\Delta N}{Ndv} = f(v)$	Проверяется знание формулы функции распределения Максвелла по скоростям и умение провести по ней расчёт
* $\frac{\Delta p}{\Delta t \cdot S} = -\eta \frac{\Delta v}{\Delta x}$	*Проверяется знание формулы Ньютона для вязкого трения и умение провести по ней расчёт
* $\frac{\Delta Q}{\Delta t \cdot S} = -\lambda \frac{\Delta T}{\Delta x}$	*Проверяется знание формулы Фурье для теплопроводности и умение провести по ней расчёт
* $\frac{\Delta N}{\Delta t \cdot S} = -D \frac{\Delta n}{\Delta x}$	Проверяется знание формулы Фика для диффузии и умение провести по ней расчёт
$\langle z \rangle = \langle v \rangle / \langle l \rangle$	Проверяется знание формулы связи среднего числа столкновений, средней длины свободного пробега и сред-

	ней скорости молекул и умение провести по ней расчёт
$\langle l \rangle \cong \frac{l}{n}$ и $p = nkT$	Проверяется знание факта, что средняя длина свободного пробега обратно пропорциональна концентрации, а также формулы $p = nkT$ и умение выполнить расчёт, комбинируя эти формулы
$v_{\text{кв}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$	Проверяется знание формулы среднеквадратичной скорости и умение провести по ней расчёт
$p = \frac{2}{3} n \langle \varepsilon \rangle$	Проверяется знание формулы основного уравнение МКТ и умение провести по ней расчёт
* $\frac{p_1}{p_2} = e^{-\frac{Mg\Delta h}{RT}}$	*Проверяется знание барометрической формулы и умение провести по ней расчёт
$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$	Проверяется знание формулы средней скорости и умение провести по ней расчёт
$v_{\text{в}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$	Проверяется знание формулы наиболее вероятной скорости и умение провести по ней расчёт
* $\frac{\Delta N}{Nd\varepsilon} = f(\varepsilon)$	* Проверяется знание формулы функции распределения Максвелла по энергиям и умение провести по ней расчёт
$PV = \nu RT$	Проверяется знание формулы Клапейрона-Менделеева и умение провести по ней расчёт
$n = N/V$	Проверяется знания определения концентрации и умение провести расчёт по формуле
$\varepsilon = \frac{i}{2} kT$	Проверяется знание закона распределения энергии по степеням свободы (для молекул с поступательными, вращательными и колебательными степенями свободы) и умение провести по нему расчёт
Реальные газы (уравнение Ван-дер-Ваальса и понятие критической температуры)	Проверяется, имеет ли студент представление о критической температуре и об уравнении Ван-дер-Ваальса для реальных газов
Агрегатное состояние вещества	Проверяется, имеет ли студент представление о том, что агрегатное состояние вещества определяется соотношением между E_p и kT
$\nu = m/M$ $\nu = N/N_A$	Проверяется, умеет ли студент рассчитывать число молей по массе и молярной массе, а также по числу частиц (зная число Авогадро)
$p = nkT$	Проверяется, умеет ли студент вести расчёты по формуле, связывающей давление, концентрацию и температуру частиц идеального газа.

Основы термодинамики

Содержание тестового задания (в виде формул или текста)	Пояснения
$Q = \Delta U + A$	Проверяется, знает ли студент формулировку 1-го начала термодинамики и умеет ли провести расчёт по формуле
$A = p\Delta V$	Проверяется, умеет ли студент рассчитывать работу идеального газа при изменении его объёма (при постоянном давлении)
$c = \frac{Q}{m\Delta T}$	Проверяется умение рассчитать удельную теплоёмкость по определению
$C = \frac{Q}{\nu\Delta T}$	Проверяется умение рассчитать молярную теплоёмкость по определению
$C = M \cdot c$	Проверяется умение рассчитать молярную теплоёмкость по известной удельной теплоёмкости и молярной массе
$C_p - C_v = R$	Проверяется умение вести расчёты по соотношению Майера
$C_p = \frac{i+2}{2}R$	Проверяется знание формулы молярной теплоёмкости при постоянном давлении и умение вести по ней расчёты
$C_v = \frac{i}{2}R$	Проверяется знание формулы молярной теплоёмкости при постоянном объёме и умение вести по ней расчёты
$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i}$	Проверяется знание формулы коэффициента Пуассона через число степеней свободы и умение провести по ней расчёт
$* p \cdot V^\gamma = const$	*Проверяется знание уравнения Пуассона и умения на его основе рассчитать изменение отношения объёмов двух состояний газа по известному изменению давлений (или наоборот) и известному коэффициенту Пуассона
$Q = 0$	Знать, что теплота, поступающая в систему равна 0 для адиабатного процесса
$* \Delta U = \nu C_v \Delta T$	*Знать формулу изменения внутренней энергии идеального газа и уметь провести по ней расчёт одной неизвестной величины по всем известным
$\Delta U \approx \Delta T$	Знать, что изменение внутренней энергии идеального газа пропорционально изменению температуры
$* A = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$	*Знать формулу работы при изотермическом процессе и уметь рассчитать по ней одну неизвестную величину по остальным известным
$\eta = \frac{A}{Q_1}$	Знать определение к.п.д. тепловой машины и уметь провести по нему расчёт

$\eta = 1 - \frac{ Q_2 }{Q_1}$	Знать формулу к.п.д. циклического процесса и уметь провести по ней расчёт
$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$	Знать формулу к.п.д. цикла Карно и уметь провести по ней расчёт
Цикл Карно	Знать, какие изопроцессы происходят в цикле Карно, и уметь показать их на графике в координатах P(V)
$dS = \frac{dQ}{T}$ ($\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$)	Знать термодинамическое определение изменения энтропии и уметь провести по нему расчёт
* $\Delta S = \frac{m}{M} C_V \ln \frac{T_2}{T_1}$	*Знать формулу изменения энтропии для изохорного процесса и уметь провести по ней расчёт изменения энтропии по всем известным величинам
* $S = k \ln W$	*Знать формулу статистического определения энтропии и уметь провести по ней расчёт
$\Delta S \geq 0$	Знать формулировку второго начала термодинамики в виде неравенства Клаузиуса

3.4. ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ (ЧАСТЬ 2 ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА»)

В этом разделе представлены материалы, которые Вам понадобятся при подготовке к тестированию на зачёте (или экзамене). Все закономерности, представленные в таблицах, будут вынесены на проверку в тестах. Для самопроверки по разделам «Электростатика», «Основные законы электромагнетизм», «Магнитные свойства вещества. Уравнения Максвелла» Вам следует ориентироваться на таблицы 6, 7, 8, 9.

Как и в предыдущей части курса физики, некоторые формулы помечены звёздочкой (*). Помечены именно те формулы и соотношения, которые вызывают у студентов наибольшие затруднения при тестировании.

Таблица 6.

Электростатика

Содержание тестового задания (в виде формул) или текста	Перечень контролируемых учебных элементов <i>Студент должен...</i>
Источник электростатического поля	называть источник электростатического поля
$\sum_i q_i = 0$	знать закон сохранения электрического заряда и уметь провести по нему расчёты
$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$	знать закон Кулона и уметь провести по нему расчёты

$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	знать определение напряжённости электрического поля и уметь провести расчёт
$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$	знать формулу напряжённости электрического поля, создаваемого точечным зарядом, и уметь провести по ней расчёты
$\vec{E} = \sum_i \vec{E}_i$	уметь использовать принцип суперпозиции электрических полей для решения простейших задач
$\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{S}$	знать определение потока вектора E (для $E = \text{const}$) и уметь выполнить расчёт
$\tau = \frac{q}{l} \quad \sigma = \frac{q}{S}$	знать определение линейной и поверхностной плотности заряда и уметь установить связь между ними
$\Phi_E = \frac{q}{\epsilon_0}$	знать теорему Гаусса и уметь рассчитать величину заряда по известному потоку вектора E и величину потока вектора E по известному заряду
$\varphi = \frac{W_p}{q}$	знать определение потенциала электростатического поля и уметь выполнить по нему расчёты
$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$	Знать формулу потенциала поля, создаваемого точечным зарядом и уметь провести по ней расчёты
$\varphi = \sum_i \varphi_i$	Знать принцип суперпозиции для потенциала и уметь выполнить по нему расчёты
$\varphi_1 - \varphi_2 = \int_1^2 \vec{E}(r) \cdot d\vec{r}$	Знать формулу интегральной связи между разностью потенциалов и напряжённостью электрического поля и уметь выполнить по ней расчёты
$\vec{E} = -\left(\vec{i} \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)$	Знать формулу дифференциальной связи между напряжённостью и потенциалом и уметь провести расчёты либо вектора \vec{E} , либо его проекции на одну из координатных осей
$A = -q \cdot \Delta \varphi$	Знать формулы работ сил электростатического поля и уметь определить знак выполненной работы и её величину
$C_E = \oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$	Знать теорему о циркуляции вектора напряжённости электростатического поля
Типы диэлектриков и виды их поляризации	Знать типы диэлектриков (неполярные, полярные, ионные кристаллы) и виды поляризации, которые для них характерны
Свойства диэлектриков	Знать, что электрическое поле внутри диэлектрика ослабляется
* $E = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0}$	*Знать связь напряжённости электрического поля в плоском конденсаторе и поверхностной плотности свободных зарядов на его пластинах и уметь выполнить расчёт
* $\vec{P} = \frac{\vec{P}_V}{V}$	*Знать определение вектора поляризованности и уметь его вычислить, используя определение

$\vec{D} = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \vec{E}$	Знать определение вектора электрического смещения и уметь его рассчитать по известной напряжённости электрического поля
$\Phi_D = q$	Знать теорему Гаусса для вектора D и уметь рассчитать поток по известному заряду, его порождающему
$w = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 E^2}{2}$	Знать формулу для объёмной плотности энергии электростатического поля и уметь провести расчёт по известной напряжённости
$q = cU$	Знать связь между зарядом, ёмкостью и напряжением на пластинах конденсатора и уметь вычислить любую из входящих в формулу величин
$C = \sum_i C_i$	Знать формулу емкости батареи из параллельно соединённых конденсаторов и уметь выполнить по ней расчёт
$W = \frac{qU}{2}$	Знать выражение для энергии конденсатора через заряд и напряжение на пластинах и вести по ней расчёты

Таблица 7.

Постоянный электрический ток

Содержание тестового задания (в виде формул) или текста	Перечень контролируемых учебных элементов <i>Студент должен...</i>
$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$	Знать определение силы тока и уметь выполнить расчёт
$q = \int_1^2 I(t) dt$	Знать интегральное соотношение между зарядом и силой тока и уметь выполнить расчёт заряда по известной зависимости силы тока от времени
*Графическое определение заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника	*Уметь по графику зависимости силы тока от времени рассчитать заряд, прошедший через поперечное сечение проводника
$I = \frac{U}{R}$	Знать формулу закона Ома для однородного участка цепи и уметь выполнить по ней расчёт
$j = nqv$	Знать зависимость плотности тока от параметров носителей тока в проводнике и уметь выполнить расчёт
$j = \gamma \cdot E$	Знать закон Ома в дифференциальной форме и уметь выполнить расчёт
*Графическое представление и анализ закона Ома в дифференциальной форме	*Уметь по наклону графика $j = f(E)$ определить, какая из двух зависимостей соответствует большей удельной электрической проводимости
$Q = I \cdot U \cdot \Delta t$	Знать закон Джоуля-Ленца и уметь выполнить рас-

	чёт
$P = I^2 R$	Знать выражение мощности электрического тока, выделяемой на сопротивлении и уметь выполнить расчёт
$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$	Знать закон Ома для замкнутой цепи и уметь выполнить по нему расчёт
Мощность в цепи постоянного тока	Знать, что максимальная мощность выделяется во внешней части замкнутой цепи, если внутреннее сопротивление источника равно сопротивлению нагрузки и уметь использовать это при решении задачи
* $R = \int_l dR = \int_l \rho \frac{dl}{S}$	*Уметь рассчитать сопротивление однородного нелинейного проводника (примеры были рассмотрены на лекции)
$\gamma = n \cdot v \cdot \mu$	Знать связь удельной электрической проводимости с подвижностью и концентрацией носителей в проводнике и уметь вести по ней расчёты
Зависимость удельного электрического сопротивления проводника от температуры	Знать характер зависимости удельного электрического сопротивления проводника от температуры
$\Delta E_{зан} = E_C - E_V$	Иметь представление о зонной диаграмме полупроводника и уметь вычислить ширину запрещённой зоны по известной величине энергии вершины валентной зоны и энергии дна зоны проводимости
Зависимость удельного электрического сопротивления полупроводника от температуры	Знать характер зависимости удельного электрического сопротивления полупроводника от температуры
Донорные и акцепторные полупроводники	Иметь представление о соотношении концентрации носителей в донорном и акцепторном полупроводнике
$\varepsilon = \alpha \cdot \Delta T$	Иметь представление о термопаре и уметь рассчитать термо э.д.с. по известной дифференциальной термо э.д.с. и разности температур
Контактная разность потенциалов	Иметь представление о том, как влияет работа выхода материала на направление контактного электрического поля (рассмотрено на лекции)

Таблица 8.

Основные законы электромагнетизма

Содержание тестового задания (в виде формул) или	Перечень контролируемых учебных элементов <i>Студент должен...</i>
--	---

текста	
$\vec{p}_m = I \cdot S \cdot \vec{n}$	Знать определение магнитного момента рамки с током и уметь определить его направление и величину
$\vec{B} = \mu \cdot \mu_0 \cdot \vec{H}$	Знать связь вектора магнитной индукции и напряжённости магнитного поля и уметь провести расчёт
$B = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha}{4\pi r^2}$	Знать закон Био-Савара-Лапласа и уметь выполнить по нему расчёт
Магнитная индукция кругового тока	Уметь определить направление линий вектора магнитной индукции кругового тока
$B \cong \frac{I}{r}$	Знать зависимость магнитной индукции прямого тока от силы тока в нём и от расстояния до рассматриваемой точки поля
Принцип суперпозиции для магнитного поля	Знать принцип суперпозиции для магнитного поля и уметь его использовать для нахождения точки пространства, где поле от двух прямых токов равно 0
$F = IBl \sin \alpha$	Знать закон Ампера и уметь провести расчёт
*Закон Ампера	*Уметь определить направление силы Ампера в магнитном поле создаваемым отрезком прямого тока
$\vec{F}_m = q[\vec{v}, \vec{B}]$	Знать формулу магнитной части силы Лоренца и уметь провести расчёт
*	
$\vec{F}_L = q\vec{E} + q[\vec{v}, \vec{B}]$	*Знать формулу силы Лоренца и уметь провести расчёт полной силы Лоренца
*Закон полного тока для магнитного поля в вакууме	*Знать закон полного тока и уметь определить величину магнитной индукции для случая, когда она равна 0
$* C_B = \sum_k I_k$	*Знать закон полного тока и уметь определить циркуляцию вектора магнитной индукции по известным токам
$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{S}$	Знать определение потока вектора магнитной индукции и уметь провести расчёт
$A = I\Delta\Phi$	Знать, чему равна работа по перемещению контура с током в магнитном поле и уметь выполнить расчёт
$* \varepsilon_{si} = -L \frac{dI}{dt}$	*Знать, как зависит величина э.д.с. самоиндукции от изменения тока и уметь выполнить расчёт, а также оценить характер зависимости э.д.с. самоиндукции от времени
$* \varepsilon_i = -\frac{\partial \Phi}{\partial t}$	*Знать закон электромагнитной индукции (ЭМИ) Фарадея-Максвелла, уметь выполнить расчёт и оценить, как зависит э.д.с. ЭМИ от времени
$* \varepsilon_i = -\frac{\partial \Phi}{\partial t}$ и $\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{S}$	*Уметь решить задачу на комбинацию закона ЭМИ и определения потока вектора магнитной индукции
*	* Уметь оценить зависимость силы тока от времени

$I = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{\partial\Phi}{\partial t} = -\frac{1}{R} BS \frac{\partial(\cos \omega t)}{\partial t}$	для рамки вращающейся в постоянном магнитном поле с постоянной угловой скоростью
$* \varepsilon_i = -\frac{\partial\Phi}{\partial t}$	Знать закон электромагнитной индукции (ЭМИ) Фарадея-Максвелла и уметь оценить по графику $\Phi(t)$ максимальное или минимальное значение э.д.с. ЭМИ
$w = \frac{\mu\mu_0 B^2}{2}$	Знать формулу объёмной плотности энергии магнитного поля и уметь выполнить расчёт
$W = \frac{L \cdot I^2}{2}$	Знать формулу энергии магнитного поля, связанного с контуром индуктивностью L , и уметь провести расчёт

Таблица 9.

Магнитные свойства вещества. Уравнения Максвелла

Содержание тестового задания (в виде формул) или текста	Перечень контролируемых учебных элементов <i>Студент должен...</i>
$\vec{J} = \chi \vec{H}$	Знать вектора намагниченности и напряжённости магнитного поля и уметь выполнить расчёт любой величины, входящей в формулу
Ферромагнетики	Знать характер зависимости намагниченности от напряжённости магнитного поля, иметь представление о явлении гистерезиса, коэрцитивной силе и температуре Кюри и знать, как зависит магнитная проницаемость от напряжённости магнитного поля
Диамагнетики	Знать причину диамагнитного эффекта
Магнетики	Знать соотношение величин магнитной восприимчивости диа-, пара- и ферромагнетиков
$* \oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \oint_L \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$	* Знать первое уравнение электромагнитной теории Максвелла (в интегральной форме) и уметь по известной правой части уравнения найти левую
$* \oint_L (\vec{H} \cdot d\vec{l}) = \int_S \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$	* Знать второе уравнение электромагнитной теории Максвелла (в интегральной форме) и уметь по известной правой части уравнения найти левую
$\vec{J} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$	Знать величину плотности тока смещения и уметь её рассчитать
$rot \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	Знать вид первого уравнения электромагнитной теории Максвелла в дифференциальной форме и понимать, что оно относится к конкретной точке поля
Система уравнений электромагнитной теории Максвелла в интегральной форме	Уметь в написанной системе уравнений указать, какой член описывает токи проводимости, а какой – заряды, в каком случае электрические и магнитные поля являются стационарными

3.5. ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ (ЧАСТЬ 3 ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА»)

В этом разделе представлены материалы, которые Вам понадобятся при подготовке к тестированию на зачёте. Все закономерности, представленные в таблицах, будут вынесены на проверку в тестах. Для самопроверки по разделам «Волновые процессы, волновая и квантовая оптика, основы квантовой механики, элементы атомной и ядерной физики, физики элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий» Вам следует ориентироваться на таблицу 10.

Таблица 10

Волновые процессы, волновая и квантовая оптика, основы квантовой механики, элементы атомной и ядерной физики, физики элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий

Содержание тестового задания (в виде формул) или текста	Перечень контролируемых учебных элементов <i>Студент должен...</i>
$\xi = A \cos(\omega t + \varphi)$	Знать: формулы для смещения,
$V = \frac{d\xi}{dt}$	скорости,
$a = \frac{d^2\xi}{dt^2} = -\omega^2 \xi$	ускорения и их взаимосвязь при гармонических колебаниях;
$\omega = \frac{2\pi}{T}; T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$	зависимость частоты собственных колебаний от параметров колебательных систем.
$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \varphi}$	Знать: метод векторных диаграмм при сложении колебаний одного направления.
$\xi = A \cos(\omega t - kx)$	Знать: уравнение плоской синусоидальной волны;
$v = \frac{l}{T}; \omega = 2\pi v;$ $\lambda = v \cdot T; k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{V}$	параметры, входящие в уравнение волны (частота, циклическая частота, период, длина волны, волновое число) и соотношения между ними.
в продольной – в направлении распространения, в поперечной – в перпендикулярном направлении	Знать: характер движения частиц среды при распространении продольной и поперечной волны.
$E_y = E_0 \cos(\omega t - kx + \varphi);$ $B_z = B_0 \cos(\omega t - kx + \varphi).$	Знать: электромагнитная волна и её основные свойства;
$\vec{P} = [\vec{E} \times \vec{H}]$ $ \vec{P} = \frac{dW}{S_{\perp} \cdot dt}; w = \frac{W}{V}$	вектор плотности потока энергии электромагнитной волны (вектор Умова-Пойнтинга); единицы измерения плотности потока энергии; единицы измерения объем-

	ной плотности энергии;
$w_{э-м} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} = 2w_э = 2w_м$	функциональную зависимость объемной плотности энергии.
$\lambda > \lambda_0$ (при удалении) $\lambda < \lambda_0$ (при сближении)	Знать: при каком характере движения приёмника относительно источника наблюдается увеличение (или уменьшение) длины волны сигнала, воспринимаемого приёмником.
$n = \frac{c}{V}$; $\lambda_{среда} = \frac{\lambda_0}{n}$;	Знать: свойства световых волн
$L = Sn$; $\Delta = L_1 - L_2$; при отражении света от оптически более плотной среды теряется $\frac{\lambda}{2}$	Знать: оптическая длина пути; оптическая разность хода; изменение оптической длины пути на границе раздела сред ;
$\Delta = m\lambda$ (максимум); $\Delta = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}$ (минимум)	Знать: явления интерференции и дифракции света; условие максимума и минимума интерференции света от двух когерентных источников;
$d \sin \varphi = m\lambda$	условие главных максимумов дифракции на дифракционной решетке;
$A = \frac{A_l}{2}$; разность путей, проходящих лучом света от соответствующих точек соседних зон до точки наблюдения равна $\lambda/2$;	принцип построения зон Френеля на волновой поверхности;
$I = I_0 \cos^2 \alpha$;	Знать: явление поляризации света; закон Малюса; поляризация света при отражении света от диэлектриков (угол Брюстера).
$R = \frac{W}{t \cdot S}$; $R = \sigma T^4$; $\lambda_m = \frac{b}{T}$	Знать: тепловое излучение, его характеристики; законы теплового излучения (Стефана – Больцмана, смещения Вина);
$I_n \approx E_e$; $h\nu = A + \frac{mV^2}{2}$; $h\nu_0 = A$; $A = q_e U_s$.	законы фотоэффекта и их объяснение на основании формулы Эйнштейна.
$\vec{P}_l = \vec{P}_2 + \vec{P}_e$	Знать: эффект Комптона; объяснение эффекта Комптона на основе корпускулярных представлений о свете.
$E = h\nu$; $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c}$.	Знать: свойства фотона (энергия, импульс, их взаимосвязь)
$P \approx (\rho + l) \cdot \cos^2 \varphi$	Знать: зависимость светового давления от свойств поверхностей и параметров светового потока.
$\lambda = \frac{h}{p}$	Знать: формулу де Бройля;

$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar; \Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$	<p>соотношение неопределенностей Гейзенберга для координат и проекций импульса микрочастицы и для энергии и времени жизни микрочастицы в некотором состоянии.</p>
$E_n - E = h\nu; \quad n = 1, 2, 3, \dots;$ $l = 0, 1, 2, \dots, n-1; m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l;$ $m_s = \pm \frac{1}{2};$	<p>Знать: формулы спектральных серий; связь изменения энергии электрона и частоты излучаемого кванта; энергетический спектр атома водорода; квантовые числа, обозначение состояний электрона;</p>
$\Delta l = \pm 1; \quad \Delta m_l = \pm 1$	<p>правила отбора разрешённых состояний.</p>
$W = \int_a^b w dx, \quad \text{где } w = \psi ^2$	<p>Знать: плотность вероятности обнаружения микрочастицы и уметь находить вероятность обнаружения электрона в некоторой области одномерного потенциального ящика с бесконечно высокими стенками.</p>
$-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U(x, y, z, t) \Psi = i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$	<p>Знать: вид нестационарного уравнения Шредингера;</p>
$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m \alpha_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$ $\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0;$ $\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E + \frac{Ze^2}{4\pi \epsilon_0 r} \right) \psi = 0$	<p>вид стационарного уравнения Шредингера для линейного гармонического осциллятора, для частицы в потенциальном ящике с бесконечно высокими стенками, для электрона в водородоподобной системе.</p>
$A = N_n + N_p; N_p = z; N_n = A - z;$ $E_{св} = \Delta m \cdot c^2$	<p>Знать: состав атомного ядра; энергия связи;</p>
$X_z^A = Y_{z-2}^{A-4} + He_2^4; X_z^A = Y_{z+1}^A + e_{-1}^0 + \tilde{\nu}$ $(n_0^1 \rightarrow p_1^1 + \tilde{\nu})$ $X_z^A = Y_{z-1}^A + e_{+1}^0 + \nu (p_1^1 \rightarrow n_0^1 + \nu)$	<p>радиоактивные превращения; закон сохранения массового и зарядового числа; ядерные реакции; аннигиляция</p>
<p>T – время, в течение которого распадается половина радиоактивных ядер; A – число распадов в единицу времени</p>	<p>период полураспада; активность; уметь: определять ход ядерной реакции по составу исходных и конечных продуктов.</p>
$p(u, u, d); n(u, d, d)$	<p>Знать: названия и обозначения элементарных частиц; состав нуклонов, согласно кварковой модели; закон сохранения электрического, лептонного, барионного заряда, спинного момента импульса при превращениях элементарных частиц.</p>
<p>гравитационное, электромагнитное, сильное, слабое; гравитоны, промежуточные бозоны, глюоны, фотоны</p>	<p>Знать: типы фундаментальных взаимодействий: частицы, участвующие во взаимодействиях различных типов; переносчики фундаментальных взаимодействий;</p>

4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

В данном разделе представлен список литературы, которой Вы можете пользоваться для изучения теоретического материала по дисциплине «Физика».

Основная литература

1. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 19-е и другие ранние изд., стер. - Москва: Академия, 2012, 2010, 2008 - 2004. - 557, [1] с.: ил. - (Высшее профессиональное образование).
2. Курс физики: учеб. пособие для втузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. - 4-е изд., испр. - Москва: Высш. шк., 2002. - 718 с.: ил.
3. Задачник по физике: учеб. пособие для втузов / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. - Изд. 8-е, 7-е перераб. и доп. - Москва: Физматлит, 2009, 2006, 2005, 2003, 2001. - 640 с.

Дополнительная литература

4. Сборник задач по общему курсу физики: для студентов техн. вузов / В. С. Волькенштейн. - Изд. 3-е, испр. и доп. - Санкт-Петербург: Кн. мир, 2005. - 327 с. **(аб.138, чз.3)**
5. Савельев, И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев. - Изд. 4-е, перераб. - Москва: Наука, 1970. - Т. 1. Механика, колебания и волны, молекулярная физика. - 505 с.: ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477374> - Текст: электронный.
6. Савельев, И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев. - Изд. 4-е, перераб. - Москва: Наука, 1970. - Т. 2. Электричество. - 430 с.: ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494689> - Текст : электронный.
7. Савельев, И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев; под ред. Л.Л. Енковского. - Изд. 3-е, доп., перераб. - Москва: Наука, 1970. - Т. 3. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. - 527 с.: ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483316> - Текст: электронный.

Литература по подготовке к тестированию

8. Власова С. В. Подготовка к тестированию по разделам «Механика, молекулярная физика и термодинамика» курса общей физики / Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации студентов технических специальностей и направлений подготовки. Мурманск, МГТУ, 2015: электрон. изд., 25 с.
9. Власова С.В. Тестовые материалы для промежуточного и итогового контроля знаний и умений по курсу общей физики. Часть 2. Электростатика и постоянный электрический ток. Электромагнетизм / Методические материалы для студентов очной формы обучения / Мурманск, 2009: Электронное издание, заказ 90, 23 с.
10. Власова С.В. Методические рекомендации по подготовке к тестовому контролю знаний и умений студентов по курсу общей физики. Часть 3. Волновые процессы, оптика, атомная и ядерная физика / Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации студентов технических специальностей и направлений. Мурманск, МГТУ, 2017, 13 с.