

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Физика Б1.Б.8

Направление подготовки: 16.03.03 - Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Профиль подготовки: Холодильная техника и системы жизнеобеспечения

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Галиакбаров А.Т.

**Рецензент(ы):** Галимянов И.Д.

### СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Галиакбаров А. Т.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, к.н. (доцент) Галиакбаров А.Т. (Кафедра физики НИ, Отделение информационных технологий и энергетических систем), azatgaliakbarov@yandex.ru

### **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ПК-1	способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физико-математический аппарат
ПК-2	готовностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики

Должен уметь:

применять полученные знания по физике при изучении других дисциплин, выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах профессиональной деятельности

Должен владеть:

современной научной аппаратурой, навыками ведения физического эксперимента

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности

### **2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.8 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.03 "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (Холодильная техника и системы жизнеобеспечения)" и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1, 2 курсах в 2, 3 семестрах.

### **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных(ые) единиц(ы) на 360 часа(ов).

Контактная работа - 140 часа(ов), в том числе лекции - 52 часа(ов), практические занятия - 52 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 184 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре; экзамен в 3 семестре.

### **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### **4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Физические основы механики.	2	6	6	0	15
2.	Тема 2. Механические колебания и волны. Элементы релятивистской механики.	2	2	2	0	5
3.	Тема 3. Молекулярная физики.	2	4	4	0	10
4.	Тема 4. Термодинамика.	2	4	4	0	10
5.	Тема 5. Электростатика.	3	4	4	4	16
6.	Тема 6. Постоянный электрический ток.	3	4	4	4	16
7.	Тема 7. Электродинамика.	3	10	10	10	40
8.	Тема 8. Волновая и квантовая оптика.	3	6	6	6	24
9.	Тема 9. Основы квантовой механики.	3	4	4	4	16
4.2	Тема 10. Физика атома и твёрдого тела.	3	6	6	6	24

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Физические основы механики.

Кинематика поступательного движения (материальная точка, система отсчёта, траектория движения, скорость, перемещение; тангенциальное, нормальное и полное ускорения). Кинематика вращательного движения (угловая скорость и угловое ускорение, связь между угловой и линейной скоростями, равнопеременное вращение). Законы динамики. Первый, второй и третий законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Силы. Силы трения. Центр масс, закон движения центра масс. Уравнение движения тела переменной массы. Механическая работа. Консервативные силы. Потенциальная и кинетическая энергии. Связь между силой и потенциальной энергией. Работа силы.

Динамика твердого тела. Кинетическая энергия вращения. Момент инерции материальной точки и тела относительно неподвижной оси. Теорема Штейнера. Момент силы. Момент импульса. Основное уравнения динамики вращательного движения твёрдого тела. Законы сохранения в механике: импульса, механической энергии.

##### Тема 2. Механические колебания и волны. Элементы релятивистской механики.

Математический, пружинный и физический маятники. Свободные незатухающие гармонические колебания, затухающие гармонические колебания, их характеристики. Вынужденные колебания. Резонанс. Механические плоские, поперечные и продольные волны. Их характеристики.

Принцип относительности, преобразования координат и времени Лоренца. Постулаты специальной теории относительности (СТО). Следствия из СТО: относительность длины, времени, одновременности. Релятивистский импульс, основное уравнение динамики СТО, связь между массой тела и энергией, принцип эквивалентности. Элементы общей теории относительности.

##### Тема 3. Молекулярная физики.

Основные положения МКТ. Размеры и массы атомов и молекул. Количество вещества. Основное уравнение молекулярно кинетической теории идеального газа. Физический смысл температуры. Уравнение состояния идеального газа. Число степеней свободы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул.

Явления переноса. Средняя длина свободного пробега молекул. Явление переноса тепла.

Теплопроводность. Диффузия. Перенос вещества. Перенос импульса направленного движения. Внутреннее трение.

Распределение молекул идеального газа по скоростям теплового движения. Распределение Максвелла.

Барометрическая формула. Распределение молекул идеального газа в силовом поле по энергиям.

Распределение Больцмана.

##### Тема 4. Термодинамика.

Внутренняя энергия идеального газа. Работа. Теплота. Теплоёмкость. I начало термодинамики. Закон сохранения энергии при тепловых процессах. Применение I начала к различным изопроцессам. Теплоёмкость идеального газа. Степени свободы молекул. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Политропический процесс.

Круговой процесс (цикл). Тепловая машина. Цикл Карно и его к.п.д. для идеального газа. Обратимые и необратимые процессы. Приведенное количество теплоты. Энтропия. Связь энтропии и термодинамической вероятности. II начало термодинамики. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реальных газов.

#### **Тема 5. Электростатика.**

Электрический заряд. закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Напряженность и потенциал электростатического поля. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса. Теорема о циркуляции вектора. Электрическое поле заряженной плоскости, сферы, нити.

Электрическое поле в конденсаторе и в проводнике.

Электрический диполь. Дипольный момент. Электрический диполь в однородном электрическом поле. Диэлектрики. Полярные и неполярные молекулы.

Поляризация диэлектрика. Поляризованность. Теорема Гаусса для поля в веществе.

Емкость конденсатора. Плоский, цилиндрический и сферический конденсаторы.

#### **Тема 6. Постоянный электрический ток.**

Сила тока. Плотность тока. Электродвижущая сила источника тока. Сопротивление. Зависимость сопротивления проводника от температуры. Соединение проводников. Напряжение на участке 1-2. Закон Ома для однородного и неоднородного участков в интегральной форме. Закон Джоуля-Ленца. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Правила Кирхгофа.

Классическая теория проводимости металлов Друде-Лоренца. Её достоинства и недостатки. Закон Видемана-Франца. Законы Ома и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме.

Электрические токи в жидкостях, газах, в вакууме. Самостоятельный и несамостоятельный разряд.

Работа выхода электронов из металла. Контактная разность потенциалов.

#### **Тема 7. Электродинамика.**

Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Сила Ампера. Сила Лоренца. Магнитный момент. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле, создаваемое круговым проводом с током, прямолинейным проводником с током. Циркуляция вектора. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме. Работа магнитного поля.

Сила Лоренца. Движение заряда в магнитном поле. Ускорители заряженных частиц. Эффект Холла. Электромагнитная индукция. Правило Ленца. Закон Фарадея. Способы возбуждения эдс индукции. Самоиндукция. Индуктивность тороида и соленоида. Токи при размыкании и замыкании цепи. Трансформаторы. Энергия магнитного поля.

Магнитное поле в веществе. Магнетики. Напряженность магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности. Природа магнетизма: диа и пара магнетизм. Диамагнетики и парамагнетики. Ферромагнетики. Поведение ферромагнетиков в магнитном поле. Гистерезис. Петля гистерезиса. Природа ферромагнетизма.

Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Плотность тока смещения. Плотность тока поляризации. Полная система уравнений Максвелла в интегральной форме, их физический смысл. Полная система уравнений Максвелла в дифференциальной формах, их физический смысл. Следствия из теории Максвелла. существование электромагнитных волн.

Электрический колебательный контур. Дифференциальное уравнение электромагнитных колебаний. Незатухающие колебания. Затухающие колебания. Характеристики затухающих колебаний. Аперидический процесс. Вынужденные электрические колебания. Резонанс. Волновое уравнение. Свойства электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.

#### **Тема 8. Волновая и квантовая оптика.**

Интерференция света. когерентный волны. Условия наблюдения интерференции света. Интерференция света в тонких пленках. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на щели и дифракционной решетке. Дифракция рентгеновских лучей.

Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации. Степень поляризации для естественного и плоскополяризованного света. Способы получения плоскополяризованного света. Закон Малюса. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление. Искусственная оптическая анизотропия. Эффекты фотоупругости, Керра и Коттона-Мутона.

Тепловое излучение. Характеристики теплового излучения. абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Идея квантования и формула М.Планка. Фотоэлектрический эффект. законы внешнего фотоэффекта. Фотоны. Свойства фотонов. Эффект Комптона. опыты Лебедева. Давление света.

#### **Тема 9. Основы квантовой механики.**

Корпускулярно-волновой дуализм света. Гипотеза Луи де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств микрочастиц. Соотношения неопределенностей В. Гейзенберга как проявление корпускулярно-волнового дуализма света. Волновая функция и ее физический смысл. Статистический смысл волновой функции.

Нестационарное уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Стационарное уравнение Шредингера. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Квантование энергии. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект. Квантовая частица в параболической потенциальной яме. Квантовый линейный гармонический осциллятор. Правило отбора.

#### **Тема 10. Физика атома и твёрдого тела.**

Явления, подтверждающие сложное строение атома. Спектральные закономерности. Модель атома Э. Резерфорда. Постулаты Н.Бора для атома водорода. Опыт Франка и Герца. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Квантовые числа; их физический смысл. Условные обозначения состояний электрона. Правила отбора. Понятие электронного облака (орбитали).

Орбитальный механический и магнитный моменты электрона. Спин электрона. Его характеристики. Опыт Штерна и Герлаха как подтверждение наличия спина у электрона. Фермионы и бозоны. Принцип Паули. Распределение электронов на энергетических уровнях атома. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева.

Элементы зонной теории твердого тела. Образование энергетических зон при формировании кристалла. Разрешенные и запрещенные зоны. Свободные и валентные зоны и зоны проводимости. Изоляторы, полупроводники и проводники с точки зрения зонной теории. Поглощение света при прохождении им вещества. Закон Бугера-Ламберта. Спонтанное и вынужденное излучения света. Лазеры, условия их работы, характеристики лазерного излучения.

#### **Тема 11. Физика ядра и элементарных частиц.**

Атомное ядро. Состав и масса ядер. Нуклоны: протоны и нейтроны. Ядерные силы и их свойства. Ядерные реакции. Энергия связи ядра. Радиоактивность, ее характеристики. Закон радиоактивного распада. Виды радиоактивных процессов: альфа-, бета- и гамма-распады, К-захват. Элементарные частицы. Заряды и законы сохранения. Античастицы. Понятие о кварках.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаленного электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 2</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменное домашнее задание	ПК-2 , ПК-1	1. Физические основы механики. 2. Механические колебания и волны. Элементы релятивистской механики.
2	Устный опрос	ПК-2 , ПК-1	3. Молекулярная физики. 4. Термодинамика.
	<b>Зачет</b>	ПК-1, ПК-2	
<b>Семестр 3</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменное домашнее задание	ПК-2 , ПК-1	5. Электростатика. 6. Постоянный электрический ток.
2	Лабораторные работы	ПК-2 , ПК-1	7. Электродинамика.
3	Устный опрос	ПК-2 , ПК-1	8. Волновая и квантовая оптика. 9. Основы квантовой механики.
4	Письменное домашнее задание	ПК-2 , ПК-1	10. Физика атома и твёрдого тела.
5	Устный опрос	ПК-2 , ПК-1	11. Физика ядра и элементарных частиц.
	<b>Экзамен</b>	ПК-1, ПК-2	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 2</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
<b>Семестр 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1 4
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	2



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3 5
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

### 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Семестр 2

#### Текущий контроль

#### 1. Письменное домашнее задание

Темы 1, 2

1. В некоторой точке траектории движения материальной точки заданы радиус кривизны  $R=62$  см и скорость  $u=5,1$  м/с. Найти величину нормального ускорения  $a_n$  (в м/с<sup>2</sup>).
2. Материальная точка массой  $m=0,5$  кг движется со скоростью  $u = 2,2$  м/с. Найти импульс тела  $p$  (в кг\*м/с).
3. Тело массой  $m=3$  кг при свободном падении с высоты  $h=0,15$  км в момент удара о Землю имело кинетическую энергию  $T=2,5$  кДж. Найти работу силы сопротивления воздуха  $A_{сопр.}$  (в Дж).
4. Момент инерции тела массой  $m=1,5$  кг относительно оси  $CO$ , проходящей через центр масс, равен  $I_0=5,6$  кг\*м<sup>2</sup>. Найти момент инерции этого тела относительно оси  $AO$ , параллельной оси  $CO$  и находящейся от нее на расстоянии  $d=0,1$  м (в кг\*м<sup>2</sup>).
5. Найти релятивистский импульс частицы (в кг\*м/с), летящей со скоростью  $u = 0,95c$ . Масса частицы равна  $m=2,5 \cdot 10^{-8}$  кг. ( $c$  - скорость света в вакууме)

6. Найти объем (в м<sup>3</sup>)  $v = 0,5$  молей идеального газа при нормальных условиях ( $p_0 = 1,013 \cdot 10^5$  Па,  $T_0 = 273,15$  К).
7. Вдоль оси  $x$  плотность изменяется по закону  $\rho = a \cdot x$ . Какая масса вещества  $m$  (в кг) переносится через площадку  $\Delta S = 0,013$  м<sup>2</sup>, расположенную перпендикулярно оси  $x$ , за время  $\Delta t = 2,3$  с при коэффициенте диффузии  $D = 12,3 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с? ( $a = 0,036$  кг/м<sup>4</sup>).
8. При сообщении газу количества теплоты  $Q = 4,25$  кДж внутренняя энергия газа увеличилась на  $\Delta U = 3,24$  кДж. Найти работу газа  $A$  (в кДж).
9. Груз массой  $m = 5$  кг на пружине совершает затухающие колебания, дифференциальное уравнение которых имеет вид:  $x'' + 2\delta \cdot x' + A(2) \cdot x = 0$ . Найти коэффициент сопротивления среды  $r$  (в кг/с). ( $\delta = 2,1$  с<sup>-1</sup>).
10. Уравнение бегущей волны имеет вид:  $\xi = A_0 \cdot \cos(\omega \cdot t - k \cdot x + \alpha)$ .  
Найти длину волны  $\lambda$  (в м). ( $k = 0,228$  м<sup>-1</sup>)

## 2. Устный опрос

Темы 3, 4

Тема 1.

1. Что называется материальной точкой?
2. Что такое система отсчета?
3. Что такое вектор перемещения?
4. Какое движение называется поступательным? вращательным?
5. Дайте определения векторов средней скорости и среднего ускорения, мгновенной скорости и мгновенного ускорения. Каковы их направления?
6. Что характеризует тангенциальная составляющая ускорения? нормальная составляющая ускорения? Каковы их модули?
7. Возможны ли движения, при которых отсутствует нормальное ускорение? тангенциальное ускорение? Приведите примеры.
8. Что называется угловой скоростью? угловым ускорением? Как определяются их направления?
9. Какова связь между линейными и угловыми величинами?
10. Какая система отсчета называется инерциальной? Почему система отсчета, связанная с Землей, не инерциальна?
11. Что такое масса тела? Импульс тела? Что они характеризуют?
12. Что такое сила? Как ее можно охарактеризовать? Какие виды сил рассматриваются в механике?
13. В чем заключается принцип независимости действия сил?
14. Сформулируйте 1, 2 и 3 законы динамики.
15. Что называется центром масс системы материальных точек? Как движется центр масс замкнутой системы?
16. В чем различие между понятиями энергии, работы, мощности?
17. Как найти работу переменной силы?
18. Дайте определения и приведите формулы для известных видов механической энергии.
19. Какова связь между силой и потенциальной энергией?
20. Чем обусловлено изменение потенциальной энергии?
21. В чем заключается закон сохранения импульса? В каких системах он выполняется? Почему он является фундаментальным законом природы?
22. Каким свойством пространства обуславливается справедливость закона сохранения импульса?
23. Необходимо ли условие замкнутости системы для выполнения закона сохранения механической энергии?
24. В чем заключается закон сохранения механической энергии? Для каких систем он выполняется?
25. В чем физическая сущность закона сохранения и превращения энергии? Почему он является фундаментальным законом природы?
26. Чем отличается абсолютно упругий удар от абсолютно неупругого?
27. Как определить скорости тел после центрального абсолютно упругого удара? Следствием каких законов являются эти выражения?
28. Что такое момент инерции тела?
29. Какова роль момента инерции во вращательном движении?
30. Выведите формулу для момента инерции обруча.
31. Сформулируйте и поясните теорему Штейнера.
32. Какова формула для кинетической энергии тела, вращающегося вокруг неподвижной оси, и как ее вывести?
33. Что называется моментом силы относительно неподвижной точки? относительно неподвижной оси? Как определяется направление момента силы?
34. Что такое момент импульса материальной точки? твердого тела? Как определяется направление вектора момента импульса?
35. В чем заключается физическая сущность закона сохранения момента импульса? В каких системах он выполняется? Приведите примеры.
36. Каким свойством симметрии пространства обуславливается справедливость закона сохранения момента импульса?

37. Сопоставьте основные уравнения динамики поступательного и вращательного движений, прокомментировав их аналогию.

Тема 2.

1. Какое движение называют колебательным? Какие колебания называют свободными? вынужденными? Приведите примеры.
2. Какие колебания называют гармоническими? Запишите уравнение гармонического колебания.
3. Что такое амплитуда колебаний? период колебаний ? частота колебаний?
4. Запишите формулу связи между циклической и линейной частотой.
5. Что понимают под фазой гармонического колебания? (начальной фазой?)
6. Какой маятник называется математическим? Запишите формулы периода свободных колебаний математического маятника и циклической частоты.
7. Какой маятник называют пружинным маятником? Запишите формулы для периода свободных колебаний и циклической частоты пружинного маятника.
8. Объясните процесс превращения энергии при гармоническом колебательном движении на примере пружинного или математического маятника.
9. Как определяется полная механическая энергия гармонически колеблющегося тела в моменты его прохождения точки равновесия и крайних точек движения?
10. Почему в реальных условиях свободные колебания маятника затухают? При каких условиях колебания могут стать незатухающими?
11. Что понимают под механическим резонансом? Каково условие наступления резонанса?
12. Какой процесс называется волной??
13. Какие волны называют поперечными? продольными? (приведите примеры).
14. Что такое волновой фронт? волновая поверхность?
15. Что называется длиной волны? Какова связь между длиной волны, скоростью и периодом?
16. Что такое волновое число? фазовая скорость волны?
17. В чем заключается физический смысл вектора Умова?
18. Какая волна является бегущей, гармонической, плоской, сферической?
19. Что такое звуковые волны? Звуковые волны в воздухе продольные или поперечные? Почему?
20. Может ли звук распространяться в вакууме?
21. Что значит, что колебания в волнах происходят в одинаковых фазах, противофазах, со сдвигом фаз?
22. В чем физическая сущность механического принципа относительности?
23. В чем заключается правило сложения скоростей в классической механике?
24. Каковы причины возникновения специальной теории относительности ?
25. В чем заключаются основные постулаты СТО?
26. Зависит ли от скорости движения системы отсчета скорость: тела? света?
27. Запишите и прокомментируйте преобразования Лоренца. При каких условиях они переходят в преобразования Галилея?
28. Какой вывод о пространстве и времени можно сделать на основе преобразований Лоренца?
29. Одновременны ли события в системе  $K'$ , если в системе  $K$  они происходят в одной точке и одновременны? в системе  $K$  события разобщены, но одновременны? Обоснуйте ответ.
30. Какие следствия вытекают из специальной теории относительности для размеров тел и длительности событий в разных системах отсчета?
31. При какой скорости движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составит 25 %?
32. В чем состоит парадокс близнецов и как его разрешить?
33. В чем заключается релятивистский закон сложения скоростей? Как показать, что он находится в согласии с постулатами Эйнштейна?
34. Как определяется интервал между событиями?
35. Какой вид имеет основной закон релятивистской динамики? Чем он отличается от основного закона ньютоновской механики?
36. В чем заключается закон сохранения релятивистского импульса?
37. Как выражается кинетическая энергия в релятивистской механике? При каком условии релятивистская формула для кинетической энергии переходит в классическую формулу?
38. Сформулируйте и запишите закон взаимосвязи массы и энергии. В чем его физическая сущность? Приведите примеры его экспериментального подтверждения.

Тема 3.

1. Почему термодинамический и статистический (молекулярно-кинетический) методы исследования макроскопических систем качественно различны и взаимно дополняют друг друга?
2. Дайте определение 1 моля вещества.
3. Что такое термодинамические параметры? Какие термодинамические параметры вам известны?
4. Как объяснить закон Бойля ? Мариотта с точки зрения молекулярно-кинетической теории?

5. Какими законами описываются изобарные и изохорные процессы?
6. Каков физический смысл постоянной Авогадро?
7. При некоторых значениях температуры и давления азот количеством вещества 1 моль занимает объем 20 л. Какой объем при этих же условиях займет водород количеством вещества 1 моль?
8. В чем заключается молекулярно-кинетическое толкование давления газа? 9. В чем заключается молекулярно-кинетическое толкование термодинамической температуры?
10. Приведите различные формы записи уравнения состояния идеального газа (уравнения Клапейрона-Менделеева).
11. Зависит ли средняя длина свободного пробега молекул от температуры газа?
12. Как изменится средняя длина свободного пробега молекул с увеличением давления?
13. В чем сущность явлений переноса? Каковы они и при каких условиях возникают?
14. Объясните физическую сущность законов Фурье, Фика, Ньютона.
15. Каков физический смысл распределения молекул по скоростям? по энергиям?
16. Как, зная функцию распределения молекул по скоростям, перейти к функции распределения по энергиям?
17. Как определяется наиболее вероятная скорость? средняя скорость?
18. Во сколько раз и как изменится средняя скорость движения молекул при переходе от кислорода к водороду?
19. В чем суть распределения Больцмана?

#### Тема 4.

1. Что такое внутренняя энергия идеального газа? В результате каких процессов может изменяться внутренняя энергия системы?
2. В чем заключается геометрический смысл работы?
3. В чем суть закона Больцмана о равномерном распределении энергии по степеням свободы молекул?
4. Почему колебательная степень свободы обладает вдвое большей энергией, чем поступательная и вращательная?
5. Что такое теплоемкость? Какая из теплоемкостей  $C_V$  или  $C_p$  больше и почему?
6. Чему равна работа изобарного расширения 1 моль идеального газа при нагревании на 1 К?
7. Нагревается или охлаждается идеальный газ, если он расширяется при постоянном давлении?
8. Температура газа в цилиндре постоянна. Запишите на основе первого начала термодинамики соотношение между сообщенным количеством теплоты и совершенной работой.
9. Газ переходит из одного и того же начального состояния 1 в одно и то же конечное состояние 2 в результате следующих процессов: а) изотермического; б) изобарного; в) изохорного. Рассмотрев эти процессы графически, покажите: 1) в каком процессе работа расширения максимальна; 2) когда газу сообщается максимальное количество теплоты.
10. Почему адиабата идет круче на  $pV$ -диаграмме, чем изотерма?
11. Как изменится температура газа при его адиабатном сжатии?
12. Чем отличаются прямой и обратный циклы? Где они используются?
13. Чем отличаются обратимые и необратимые процессы? Почему все реальные процессы необратимы?
14. Возможен ли процесс, при котором теплота, взятая от нагревателя, полностью преобразуется в работу?
15. В каком направлении может изменяться энтропия замкнутой системы? Незамкнутой системы?
16. Дайте понятие энтропии (определение, размерность и математическое выражение энтропии для различных процессов).
17. Изобразите в системе координат  $T, S$  изотермический и адиабатный процессы.
18. Представив цикл Карно на диаграмме  $p, V$  графически, укажите, какой площадью определяется: 1) работа, совершенная над газом; 2) работа, совершенная самим расширяющимся газом.
19. Представьте графически цикл Карно в переменных  $T, S$ .
20. Каков критерий различных агрегатных состояний вещества?
21. Чем отличаются реальные газы от идеальных?
22. Запишите и проанализируйте уравнение Ван-дер-Ваальса для 1 моля газа; для произвольного количества вещества.
23. Каков смысл поправок при выводе уравнения Ван-дер-Ваальса?
24. Почему перегретая жидкость и пересыщенный пар являются метастабильными состояниями?

#### Зачет

##### Вопросы к зачету:

1. Траектория. Перемещение. Скорость. Скорость в декартовой системе координат.
2. Скорость. Скорость в полярной системе координат.
3. Скорость. Средняя скорость. Пройденный путь.
4. Ускорение. Ускорение в декартовой системе координат.
5. Ускорение. Ускорение в системе координат, связанной с движущейся точкой.
6. Угол поворота. Угловая скорость. Связь линейной и угловой скорости. Угловое ускорение.
7. Динамика материальной точки. Законы Ньютона.

8. Динамика твердого тела. Центр масс.
9. Закон движения центра масс.
10. Работа в механике.
11. Кинетическая и потенциальная энергии.
12. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела относительно неподвижной точки .
13. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси.
14. Момент силы, момент импульса, момент инерции. Кинетическая энергия вращающегося тела.
15. Законы сохранения (импульса, энергии, момента импульса).
16. Преобразования координат Галилея. Принцип относительности Галилея
17. Постулаты Эйнштейна. Преобразования координат Лоренца.
18. Длина и промежуток времени в релятивистской механике.
19. Понятие одновременности в релятивистской механике.
20. Релятивистский закон сложения скоростей.
21. Основы релятивистской динамики.
22. Взаимосвязь массы и энергии в релятивистской механике.
23. Свободные гармонические колебания
24. Затухающие механические колебания
25. Вынужденные механические колебания
26. Продольные и поперечные волны
27. Уравнение волны.
28. Фазовая скорость волны
29. Энергия волны. Стоячие волны.
30. Статистический и термодинамический методы исследования.
31. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории (вывод).
32. Среднеквадратичная скорость. Физический смысл термодинамической температуры.
33. Число степеней свободы молекул. Закон равномерного распределения энергии по числам степеней свободы молекул.
34. Закон распределения молекул по скоростям (распределение Максвелла).
35. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
36. Внутренняя энергия. Теплота и работа в термодинамике.
37. Первое начало термодинамики и его применение к изохорическому процессу.
38. Первое начало термодинамики и его применение к изобарическому процессу. Физический смысл универсальной газовой постоянной.
39. Первое начало термодинамики и его применение к изотермическому процессу.
40. Первое начало термодинамики и его применение к адиабатическому процессу.
41. Эффективный диаметр. Средняя длина свободного пробега молекул. Время релаксации.
42. Явление диффузии. Закон Фика.
43. Явление теплопроводности. Закон Фурье.
44. Явление внутреннего трения.
45. Круговые процессы. К.П.Д. тепловой и холодильной машины.
46. Цикл Карно. К.П.Д. цикла Карно (вывод).
47. Первая и вторая теорема Карно. Термодинамическая шкала температур.
48. Приведенная теплота. Уравнение Клаузиуса.
49. Энтропия. Свойства энтропии.
50. Энтропия идеального газа.
51. Второе начало термодинамики.
52. Статистический смысл второго начала термодинамики.
53. Реальные газы.
54. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Поправки Ван-дер-Ваальса.

### Семестр 3

#### Текущий контроль

##### 1. Письменное домашнее задание

Темы 5, 6

1. В электрическом поле расположены две одинаковые площадки 1 и 2, причем электрическое поле  $E$  перпендикулярно к 1 площадке, а площадка 2 расположена под углом  $10^\circ$  к площадке 1. Найти отношение потоков векторов  $E_1$  к  $E_2$ .
2. Напряженность электрического поля в стекле ( $\epsilon = 7$ ) равна  $E = 1,5$  кВ/м. Найти электрическое смещение  $D$  (нКл/м<sup>2</sup>).
3. Конденсатор емкостью  $C = 2,5$  мкФ имеет разность потенциалов  $\Delta\phi = 50$  В. Чему равен заряд конденсатора ( $q$ )

мкКл)?

4. Найти энергию взаимодействия  $W$  (в Дж) трех одинаковых зарядов  $q=1,5$  мкКл, расположенных в вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a=2,1$  мм.
5. Найти мощность  $P$  (в Вт), выделяемую на сопротивлении  $R=100$  Ом при напряжении на нем  $U=60$  В.
6. В магнитное поле индукции  $B=10$  мТл перпендикулярно силовым линиям влетает электрон со скоростью  $u=10$  Мм/с. Чему равен радиус окружности, описываемой электроном?
7. Макротоки  $I_1=1,5$  А,  $I_2=3,8$  А и микроток  $I_3=0,1$  А создают магнитное поле. Найти циркуляцию вектора напряженности магнитного поля (в А) по замкнутому контуру  $L$ .
8. В колебательном контуре заряд на обкладках конденсатора изменяется по закону:  $q=13,5 \exp(-\beta t) \cos(\omega t + 1,57)$  (Кл), где  $\beta=15$  с<sup>-1</sup>,  $\omega=230$  рад/с. Найти добротность этого контура  $Q$ .
9. В колебательном контуре с индуктивностью  $L=4$  мкГн сила тока изменяется по закону  $I=2+5 \cdot t$  (мА). Чему равна эдс индукции в контуре?
10. Напряженность электрического поля электромагнитной волны в вакууме изменяется по закону:  $E=E_0 \cos(\omega t - kx + 0,54)$ , где  $k=2 \cdot 10(4)$  м<sup>-1</sup>. Найти длину  $\lambda$  (в мм) электромагнитной волны.

## 2. Лабораторные работы

Тема 7

- Занятие 1. Лабораторная работа ♦1. Изучение распределения магнитного поля вдоль оси соленоида.
- Занятие 2. Лабораторная работа ♦2. Определение горизонтальной составляющей магнитной индукции магнитного поля Земли.
- Занятие 3. Лабораторная работа ♦3. Изучение затухающих колебаний.
- Занятие 4. Лабораторная работа ♦4. Изучение собственных колебаний струны.
- Занятие 5. Лабораторная работа ♦5. Изучение дифракции света.
- Занятие 6. Лабораторная работа ♦6. Изучение законов теплового излучения.
- Занятие 7. Лабораторная работа ♦7 Изучение интерференции света
- Занятие 8. Лабораторная работа ♦8. Экспериментальное подтверждение постулатов Бора.
- Занятие 9. Лабораторная работа ♦9. Измерение скорости света с помощью лазерного сенсора движения .
- Занятие 10. Лабораторная работа ♦10. Изучение явления фотоэффекта.

## 3. Устный опрос

Темы 8, 9

Тема 5.

1. Сформулируйте закон сохранения заряда.
2. Запишите, сформулируйте и объясните закон Кулона.
3. Какие поля называют электростатическими?
4. Что такое напряженность электростатического поля?
5. Как направлен вектор напряженности поля точечных зарядов? Единица напряженности в СИ?
6. Что такое поток вектора ? Единица его в СИ?
7. Чему равна напряженность поля большой равномерно заряженной плоскости? Как направлен вектор напряженности поля этой плоскости?
8. В чем заключается физический смысл теоремы Гаусса для электростатического поля в вакууме?
9. Что такое линейная, поверхностная и объемная плотности зарядов?
10. Как показать, что электростатическое поле является потенциальным?
11. Что называется циркуляцией вектора напряженности?
12. Дайте определение потенциала данной точки электростатического поля и разности потенциалов двух точек поля. Каковы их единицы?
13. Приведите графики зависимостей  $E(x)$  и  $\varphi(x)$  для равномерно заряженной сферической поверхности. Дайте их объяснение и обоснование.
14. Какова связь между напряженностью и потенциалом электростатического поля? Выведите ее и объясните. Каков физический смысл этих понятий?
15. Чему равна работа по перемещению заряда вдоль эквипотенциальной поверхности?
16. Какие вещества являются проводниками? Чему равно электрическое поле внутри проводника? У его поверхности?
17. Электрический диполь помещен внутрь замкнутой поверхности. Каков поток  $\Phi E$  сквозь эту поверхность?
18. Чему равно отношение напряженностей электростатических полей в точке А, лежащей на продолжении оси диполя, и в точке В, лежащей на перпендикуляре, проходящем через середину О оси этого диполя, если  $OA=OB$ .
19. Что такое поляризованность?
20. Что показывает диэлектрическая проницаемость среды?
21. Как связаны между собой диэлектрические проницаемость среды и восприимчивость вещества?
22. В чем различие поляризации диэлектриков с полярными и неполярными молекулами?
23. Как определяется вектор электрического смещения? Что он характеризует?
24. Сформулируйте теорему Гаусса для электростатического поля в диэлектрике.

25. Три одинаковых конденсатора один раз соединены последовательно, другой ? параллельно. Во сколько раз и когда емкость батареи будет больше?

26. Выведите формулы для энергии заряженного конденсатора, выражая ее через заряд на обкладках конденсатора и через напряженность поля.

Тема 6.

1. Что называют силой тока? Какова её единица? Дать определение.

2. Назовите условия возникновения и существования электрического тока.

3. Что такое сторонние силы? Какова их природа?

4. В чем заключается физический смысл электродвижущей силы, действующей в цепи? напряжения? разности потенциалов?

5. Почему напряжение является обобщенным понятием разности потенциалов?

6. Поясните физический смысл электродвижущей силы, разности потенциалов и напряжения на участке электрической цепи.

7. Чем определяется электрическое сопротивление проводников?

8. Какова связь между сопротивлением и проводимостью, удельным сопротивлением и удельной проводимостью?

9. Выведите закон Ома в дифференциальной форме.

10. Выведите закон Джоуля ? Ленца в дифференциальной форме.

11. Проанализируйте обобщенный закон Ома. Какие частные законы можно из него получить?

12. Какие частицы являются носителями электрического тока в металлах? Каковы их характеристики?

12. Каковы основные идеи теории Друде - Лоренца?

13. Сравните порядок средних скоростей теплового и упорядоченного движения электронов в металлах (при условиях, близких к нормальным и приемлемым в электротехнике).

14. Выведите законы Ома и Джоуля - Ленца в дифференциальной форме.

15. В чем заключается физический смысл удельной тепловой мощности тока?

16. Как классическая теория проводимости металлов объясняет зависимость сопротивления металлов от температуры?

17. В чем заключаются трудности элементарной классической теории электропроводности металлов? Каковы границы ее применимости?

18. Что называют работой выхода электрона?

19. Каким образом можно вырвать электроны из холодного катода? Как называется это явление?

20. К какому типу газового разряда относится молния?

21. Охарактеризуйте процессы ионизации и рекомбинации.

22. В чем отличие самостоятельного газового разряда от несамостоятельного? Каковы условия, необходимые для его осуществления?

Тема 7.

1. Чему равен и как направлен магнитный момент рамки с током?

2. Что называют индукцией магнитного поля? Как направлен вектор ?

3. Нарисуйте и покажите, как ориентированы линии магнитной индукции поля прямого тока?

4. Записав закон Био ? Савара ? Лапласа, объясните его физический смысл.

5. Рассчитайте, применяя закон Био ?Савара ?Лапласа, магнитное поле прямого тока;

6. Рассчитайте, применяя закон Био ?Савара ?Лапласа, магнитное поле в центре кругового проводника с током.

7.Как взаимодействуют два бесконечных прямолинейных проводника с токами одинаково направленных? противоположно направленных?. Начертите рисунок с указанием сил.

8. Назовите единицу индукции магнитного поля. Дайте ей определение.

9. Чему равно числовое значение магнитной постоянной.

10. Сформулируйте теорему о циркуляции вектора магнитной индукции ?

11. Какой вывод можно сделать, сравнивая циркуляцию векторов и ?

12. Какая теорема доказывает вихревой характер магнитного поля? Как она формулируется?

13. Почему магнитное поле является вихревым?

14. Используя теорему о циркуляции вектора магнитной индукции , рассчитайте магнитное поле тороида.

15. Что называют потоком вектора магнитной индукции? Запишите теорему Гаусса для магнитного поля, объяснив ее физический смысл.

16. Какая физическая величина выражается в Веберах? Дайте определение Вебера.

17. Почему движущийся заряд по своим магнитным свойствам эквивалентен элементу тока?

18. Чему равна и как направлена сила, действующая на отрицательный электрический заряд, движущийся в магнитном поле?

19. Чему равна работа силы Лоренца при движении протона в магнитном поле? Ответ обосновать.

20. Как будет двигаться заряженная частица, влетевшая в однородное магнитное поле под углом к вектору ?

21. Что является причиной возникновения ЭДС индукции в замкнутом проводящем контуре? От чего и как зависит ЭДС индукции, возникающая в контуре?

22. В чем заключается явление электромагнитной индукции? Проанализируйте опыты Фарадея.
23. Почему для обнаружения индукционного тока лучше использовать замкнутый проводник в виде катушки, а не в виде одного витка провода?
24. Сформулируйте правило Ленца, проиллюстрировав его примерами.  
Как направлен индукционный ток?
25. Покажите, что закон Фарадея есть следствие закона сохранения энергии.
26. Какова природа ЭДС электромагнитной индукции?
27. Выведите выражение для ЭДС индукции в плоской рамке, равномерно вращающейся в однородном магнитном поле. За счет чего ее можно увеличить?
28. Что такое вихревые токи? Вредны они или полезны?
29. Почему сердечники трансформаторов не делают сплошными?
30. В чем заключаются явления самоиндукции и взаимной индукции?
31. Когда ЭДС самоиндукции больше? при замыкании или размыкании цепи постоянного тока?
32. В чем заключается физический смысл индуктивности контура? От чего она зависит?
33. Что такое диамагнетики? парамагнетики? В чем различие их магнитных свойств?
34. Можно ли провести аналогию между намагничиванием диамагнетика и поляризацией диэлектрика с неполярными молекулами?
35. Можно ли провести аналогию между намагничиванием парамагнетика и поляризацией диэлектрика с полярными молекулами?
36. Что такое намагниченность? Какая величина может служить ее аналогом в электростатике?
37. Запишите и объясните соотношения между магнитными проницаемостью  $\mu$  и восприимчивостью  $\chi$  для парамагнетика; для диамагнетика.
38. Выведите соотношение между векторами магнитной индукции, напряженности магнитного поля и намагниченности.
39. Объясните физический смысл циркуляции по произвольному замкнутому контуру вектора  $\vec{H}$ .
40. Объясните петлю гистерезиса ферромагнетика. Какие ферромагнетики являются магнитомягкими? магнито жесткими? Где их применяют?
41. Каков механизм намагничивания ферромагнетиков?
42. Какую температуру для ферромагнетика называют точкой Кюри?
43. Что является причиной возникновения вихревого электрического поля? Чем оно отличается от электростатического поля?
44. Чему равна циркуляция вихревого электрического поля?
45. Почему вводится понятие тока смещения? Что он собой по существу представляет?
46. Выведите и объясните выражение для плотности тока смещения.
47. Запишите, объяснив физический смысл, обобщенную теорему о циркуляции вектора напряженности магнитного поля.
48. Запишите полную систему уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме и объясните их физический смысл.
49. Почему постоянные электрические и магнитные поля можно рассматривать обособленно друг от друга? Запишите для них уравнения Максвелла в обеих формах.
50. Какие основные выводы можно сделать на основе теории Максвелла?
51. Какие процессы происходят при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре? Чем определяется их период?
52. Запишите и проанализируйте дифференциальное уравнение свободных гармонических колебаний в контуре.
53. Запишите и проанализируйте дифференциальное уравнение затухающих колебаний в контуре.
54. По какому закону изменяется амплитуда затухающих колебаний? Являются ли затухающие колебания периодическими?
55. При каких условиях наблюдается апериодическое движение?
56. Что такое вынужденные колебания? Запишите дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и проанализируйте его.
57. От чего зависит амплитуда вынужденных колебаний? Запишите выражение для амплитуды и фазы при резонансе.
58. Что называется резонансом? При каких условиях он наблюдается?
59. Нарисуйте и проанализируйте резонансные кривые для амплитуды заряда и тока. В чем их отличие?
60. Что такое электромагнитная волна? Какова скорость ее распространения?
61. Что может служить источником электромагнитных волн?
62. Каковы физические процессы, приводящие к возможности существования электромагнитных волн?
63. Как можно представить себе шкалу электромагнитных волн, и каковы источники излучения разных видов волн?
64. Какие характеристики поля периодически изменяются в бегущей электромагнитной волне?
65. Как определяется фазовая скорость электромагнитных волн?



66. Как определить объемную плотность энергии в электромагнитной волне?  
67. Запишите выражение для вектора Умова - Пойнтинга. В чем заключается его физический смысл?

#### 4. Письменное домашнее задание

Тема 10

1. Оптическая разность хода отраженных лучей 1 и 2 равна 0,98 мкм.Δ. Найти длину волны  $\lambda$  (в мкм), для которой при сложении лучей 1 и 2 будет наблюдаться интерференционный максимум с  $m = 0$ .
2. На дифракционную решетку с периодом  $d=0,02$  мм падает свет с длиной волны  $\lambda=0,26$  мкм. Найти угол  $\varphi$  (в градусах), под которым наблюдается дифракционный максимум второго порядка.
3. Отраженный от границы раздела двух диэлектриков 1 и 2 свет полностью поляризован. Найти угол падения света  $\varphi$  (в град). Если показатели преломления диэлектриков равны  $n_1=1,2$  и  $n_2=1,5$ , соответственно.
4. Максимальная скорость фотоэлектронов равна  $u_{\max}=1,16$  Мм/с. Найти запирающее напряжение  $U_3$  (в В).
5. Найти длину волны де-Бройля  $\lambda_B$  для протона, ускоренного разностью потенциалов  $U = 3,0$  МВ.
6. В потенциальной яме глубиной 5 эВ электрон движется со скоростью 8 Мм/с. Чему равна его полная энергия?
7. Найти длину волны  $\lambda$  (в нм) по формуле Бальмера для 2 линии серии Лаймана. Номер линии растёт с ростом частоты излучения.
8. Гелий-неоновый лазер непрерывно излучает свет с длиной волны  $\lambda = 630$  нм. Сколько фотонов излучает лазер за одну секунду, если его мощность  $P = 2,0$  мВт.
9. Запишите электронную конфигурацию для атома Al-30.
10. Найти время  $t$  (в сутках), через которое число радиоактивных ядер иода I-131 уменьшается в 5 раз. Период полураспада равен  $T_{1/2} = 8$  суток.

#### 5. Устный опрос

Тема 11

Тема 8.

1. Что такое оптическая длина пути? оптическая разность хода?
2. Два когерентных световых пучка с оптической разностью хода  $\Delta = (3/2)\lambda$  интерферируют в некоторой точке. Максимум или минимум наблюдается в этой точке? Почему?
3. Почему интерференцию можно наблюдать от двух лазеров и нельзя от двух электроламп?
4. Как изменится интерференционная картина в опыте Юнга, если эту систему поместить в воду?
5. Будут ли отличаться интерференционные картины от двух узких близко лежащих параллельных щелей при освещении их монохроматическим и белым светом? Почему?
6. Что такое полосы равной толщины и равного наклона? Где они локализованы?
7. Освещая тонкую пленку из прозрачного материала монохроматическим светом, падающим нормально к поверхности пленки, на ней наблюдают параллельные чередующиеся равноудаленные темные и светлые полосы. Одинакова ли толщина отдельных участков пленки?
8. Почему центр колец Ньютона, наблюдаемых в проходящем свете, обычно светлый?  
Между двумя пластинками имеется воздушный клин, освещая который монохроматическим светом наблюдают интерференционные полосы. Как изменится расстояние между полосами, если пространство заполнить прозрачной жидкостью?
9. В чем заключается суть просветления оптики?
10. Когда и почему слой (слои) с оптической толщиной в четверть длины волны служит (служат) для полного гашения отраженных лучей и для получения высокоотражающих покрытий?
11. Почему дифракция звука повседневно более очевидна, чем дифракция света?
12. Каковы дополнения Френеля к принципу Гюйгенса?
13. Что позволило объяснить принцип Гюйгенса? Френеля?
14. В чем заключается принцип построения зон Френеля?
15. В чем заключается принцип действия зонных пластинок?
16. В чем отличие дифракции Френеля на круглом отверстии при освещении его монохроматическим и белым светом?
17. Когда наблюдается дифракция Френеля? дифракция Фраунгофера?
18. Почему дифракция не наблюдается на больших отверстиях и больших дисках?
19. Чем определяется, будет ли число зон Френеля, открываемых отверстием, четным или нечетным? Ответ обосновать.
20. Каковы характерные особенности дифракционной картины, получающиеся при дифракции на малом непрозрачном диске?
21. Найдите направления на точки экрана в случае дифракции на щели, в которых интенсивность равна нулю; интенсивность максимальна.
22. Отличается ли дифракция на щели при освещении ее монохроматическим и белым светом?
23. Какова предельная ширина щели, при которой еще будут наблюдаться минимумы интенсивности? Как влияет на дифракцию Фраунгофера от одной щели увеличение длины волны и ширины щели?
24. Как изменится дифракционная картина, если увеличить общее число штрихов решетки, не меняя постоянную

решетки?

25. Сколько дополнительных минимумов и максимумов возникнет при дифракции па шести щелях?
26. Почему дифракционная решетка разлагает белый свет в спектр?
27. Как определить наибольший порядок спектра дифракционной решетки?
28. Как изменится дифракционная картина при удалении экрана от решетки?
29. Почему при использовании белого света только центральный максимум белый, а боковые максимумы радужно окрашены?
30. Почему штрихи на дифракционной решетке должны быть тесно расположены друг к другу? Почему их должно быть большое число?
31. Запишите условия дифракционных минимумов для одной щели и главных максимумов для решетки. Каков характер этих дифракционных картин?
32. Каков механизм рассеяния света в мутной среде? в чистой среде?
33. Как объяснить голубой цвет неба? Почему при восходе и закате Солнце кажется красным?
34. Почему на кристаллах не наблюдается дифракция видимого света и наблюдается дифракция рентгеновского излучения?
35. Какое практическое применение имеет формула Вульфа ? Брэггов?
36. Каковы принципиальные пути повышения разрешающей способности оптических приборов?
37. Каково возможное применение голографии?
38. Когда два одинаковых точечных источника разрешимы по Рэлею?
39. От чего зависит разрешающая способность дифракционной решетки и как вывести формулу для ее определения?
40. Почему для получения голограммы кроме предметной волны необходима еще и опорная волна?
41. В чем заключается идея голографирования?
42. Возможна ли поляризация для продольных волн? Почему?
43. Что называется естественным светом? плоскополяризованным светом? частично поляризованным светом? эллиптически поляризованным светом?
44. Как изменяется интенсивность света за поляризатором при его вращении вокруг пучка естественного света?
45. Как практически отличить плоскополяризованный свет от естественного?
46. Чем замечателен угол Брюстера?
47. Покажите, что при выполнении закона Брюстера отраженный и преломленный лучи взаимно перпендикулярны.
48. Интенсивность естественного света, пропущенного через два поляризатора, уменьшилась вдвое. Как ориентированы поляризаторы?
49. Что называется оптической осью кристалла? Чем отличаются двухосные кристаллы от одноосных?
50. Чем обусловлено двойное преломление в оптически анизотропном одноосном кристалле?
51. Чем отличаются отрицательные кристаллы от положительных? Приведите построение волновых поверхностей для о- и е- лучей.
52. Какие поляризационные приборы вы знаете? В чем заключается принцип их действия?
53. Что называется пластинкой в четверть волны? в полволны?
54. На поляризатор падает циркулярно поляризованный свет с интенсивностью 10. Какова интенсивность света за поляризатором?
55. Как, используя пластинку в четверть волны и поляризатор, отличить циркулярно поляризованный свет от естественного?
56. Каково будет действие пластинки в полволны на естественный свет? на плоскополяризованный свет, плоскость поляризации которого составляет угол 45° с оптической осью пластинки?
57. Объясните действие светового затвора ячейки Керра в сочетании с поляризатором и анализатором. Что такое эффект Керра? Какова физическая причина его возникновения?
58. Какие вещества называются оптически активными?
59. В чем отличие оптической активности от двойного лучепреломления?
60. Что такое дисперсия света?
61. Как связаны между собой преломляющий угол призмы и угол отклонения лучей ею?
62. Что показывает дисперсия вещества?
63. Чем отличается нормальная дисперсия от аномальной?
64. По каким признакам можно отличить спектры, полученные с помощью призмы и дифракционной решетки?
65. В чем заключаются основные положения и выводы электронной теории дисперсии света?
66. Чем отличается серое тело от черного?
67. В чем заключается физический смысл универсальной функции Кирхгофа?
68. Как и во сколько раз изменится энергетическая светимость черного тела, если его термодинамическая

температура уменьшится вдвое?

69. Как сместится максимум спектральной плотности энергетической светимости  $\rho_{\nu, T}$  черного тела с повышением температуры?

70. Используя формулу Планка, найдите постоянную Стефана ? Больцмана.

71. При каких условиях из формулы Планка получаются закон смещения Вина и формула Рэлея ? Джинса?

72. Почему фотоэлектрические измерения весьма чувствительны к природе и состоянию поверхности фотокатода?

73. Как при заданной частоте света изменится фототок насыщения с уменьшением освещенности катода?

74. Как из опытов по фотоэффекту определяется постоянная Планка?

75. При замене одного металла другим длина волны, соответствующая красной границе, уменьшается. Что можно сказать о работе выхода этих металлов?

76. Как с помощью уравнения Эйнштейна объяснить I и II законы фотоэффекта?

77. Нарисуйте и объясните вольт-амперные характеристики, соответствующие двум различным освещенностям катода

при заданной частоте света и двум различным частотам при заданной освещенности.

78. Чему равно отношение давлений света па зеркальную и зачерненную поверхности?

79. В чем отличие характера взаимодействия фотона и электрона при фотоэффекте, T и эффекте Комптона? \_\_\_

Тема 9.

1. В чем состоит гипотеза де Бройля? Длина волны де Бройля.

2. В каких экспериментах были обнаружены волновые свойства микрочастиц?

3. Почему в опытах по дифракции электронов в качестве дифракционной решетки используется поверхность кристалла?

4. Каков принцип действия электронного микроскопа?

В чем его преимущество перед оптическим микроскопом?

5. В чем смысл соотношений неопределенностей Гейзенберга?

6. В каком случае и при каких условиях можно говорить о движении частицы по определенной траектории?

7. Как исходя из соотношения неопределенностей объяснить наличие естественной ширины спектральных линий?

8. Что определяет квадрат модуля волновой функции?

9. Почему квантовая механика является статистической теорией?

10. В чем отличие понимания причинности в классической и квантовой механике?

11. Запишите стационарное одномерное уравнение Шредингера.

12. Каков физический смысл слагаемых в уравнении Шредингера.

13. Как определить вероятность нахождения частицы в некоторой точке?

14. Что называется потенциальной ямой? Каково поведение частицы в одномерной прямоугольной потенциальной яме?

15. Что такое туннельный эффект? Приведите пример.

16. В чем различие решения задачи о потенциальном барьере в классическом и квантовом приближениях?

17. В чем смысл коэффициентов отражения и прозрачности?

18. Что такое линейный гармонический осциллятор?

19. Каков смысл нулевой энергии квантового осциллятора?

Тема 10

1. Каковы недостатки модели атома Резерфорда?

2. Какая серия спектральных линий относится к видимой области спектра? УФ-области? ИК-области?

3. Каков смысл постулатов Бора?

4. Как с помощью постулатов Бора объясняется линейчатый спектр атома?

5. Какова суть опытов Франка и Герца?

6. В чем состоят недостатки теории Бора

7. Запишите уравнение Шредингера, которому удовлетворяет состояние электрона в атоме водорода.

8. Что характеризует квантовые числа: главное  $n$ , орбитальное  $\ell$  и магнитное  $m$ ? Какие значения они могут принимать?

9. Каковы возможные значения  $\ell$  и  $m$  для главного квантового числа  $n = 3$ ?

10. Сколько различных состояний соответствует  $n = 2$ ?

11. Чему равна плотность вероятности обнаружения электрона в основном состоянии атома водорода?

12. Атом водорода может иметь одно и то же значение энергии, находясь в различных состояниях? Как они называются?

13. Каковы правила квантования орбитального и собственного моментов импульса электронов, их проекций на направления внешнего магнитного поля?

14. Что представляет собой электронное облако (орбиталь)? Каков его смысл?

15. Поясните отличие момента импульса в классической механике и в микромире.

16. В чем отличие спинового квантового числа от других квантовых чисел?
17. Какова идея эксперимента Зеемана и основной вывод из этого эксперимента?
18. В чем заключается квантование момента импульса?
19. Что такое спин? Имеет ли он классический аналог?
20. Какова схема опыта Штерна и Герлаха? Что подтвердил опыт Штерна и Герлаха?
21. По какому принципу идет заполнение электронами энергетических состояний в атоме? Сформулируйте этот принцип (Принцип Паули).
22. Чем определяется периодичность химических свойств элементов?
23. Спонтанное (самопроизвольное) и вынужденное излучение атомов.
24. Оптические квантовые генераторы, основные элементы и особенности.
25. Свойства лазерного излучения. Применение лазеров.
26. Свойства лазерного излучения. Применение лазеров.
27. В чем отличие квантовых статистик от классической?
28. В чем состоит принцип неразличимости тождественных частиц?
29. В чем отличие фермионов и бозонов?
30. Как статистика Бозе - Эйнштейна объясняет явления сверхтекучести гелия и сверхпроводимости некоторых веществ? электронного газа в металлах.
31. Как статистика Ферми-Дирака объясняет проводимость металлов и теплоемкость твердых тел?
32. Зонная теория кристаллов.
33. Электропроводность металлов и полупроводников с позиций зонной теории.
34. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
35. Полупроводники р-типа и n-типа.

#### Тема 11

1. Какие частицы образуют ядро атома водорода? Гелия? Углерода?
2. Чем отличаются изотопы?
3. Охарактеризуйте кратко протон и нейтрон.
4. В чем состоит явление ядерного магнитного резонанса? Где оно используется?
5. Каковы свойства ядерных сил?
6. Какие модели ядра вы знаете? В чем их суть?
7. Что такое энергия связи ядра? Как ее можно рассчитать?
8. Что представляет собой ядерная реакция? Деления? Термоядерного синтеза?
9. Как можно использовать ядерную энергию? Приведите примеры.
10. Что такое радиоактивность? Активность?
11. В чем состоит закон радиоактивного распада?
12. В чем смысл периода полураспада?
13. Что такое  $\alpha$ -распад,  $\beta$ -распад, электронный захват?
14. Какова природа  $\gamma$ -излучения ядер?
15. Какие частицы считаются элементарными?
16. Какие фундаментальные типы взаимодействий есть в природе? Сравните их по интенсивности.
17. Какое взаимодействие является универсальным?
18. Какие законы сохранения выполняются при слабых и сильных взаимодействиях?
19. В чем суть гипотезы о существовании кварков?
20. Назовите частицы-переносчики взаимодействия.
21. Чем отличаются частицы от античастиц?

#### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.
2. Напряженность электростатического поля. Электрическое поле точечного заряда и заряженного шара.
3. Силовые линии электростатического поля. Поток вектора напряженности.
4. Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме. Электрическое поле заряженного проводящего длинного цилиндра, заряженной проводящей бесконечно длинной нити, заряженной проводящей большой плоскости, двух заряженных проводящих больших плоскостей.
5. Потенциал электростатического поля. Эквипотенциальные поверхности.
- Работа сил электростатического поля по перемещению электрического заряда.
6. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Связь напряженности и потенциала. Принцип суперпозиции полей.
7. Проводник в электростатическом поле. Явление электростатической индукции. Поле в проводнике и вблизи его поверхности. Электростатическая защита.
8. Электрический диполь, его характеристики и электрическое поле. Поведение диполя в однородном электрическом поле.

9. Полярные и неполярные диэлектрики. Диэлектрик в электрическом поле. Поляризация диэлектрика. Поле в диэлектрике.
10. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике.
11. Электрическая ёмкость уединенного проводника. Конденсаторы. Ёмкость плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов.
12. Энергия заряженного конденсатора. Энергия однородного электрического поля. Объёмная плотность энергии электрического поля.
13. Электрический ток проводимости и его характеристики. Сторонние силы. ЭДС источника тока.
14. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах.
15. Сопротивление резистора. Последовательное и параллельное соединение резисторов.
16. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
17. Классическая электронная теория проводимости металлов.
18. Электрический ток в жидкостях, газах, вакууме. Электролиз.
19. Индукция магнитного поля. Силовые линии магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей.
20. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямолинейного проводника с током; кругового тока.
21. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле.
22. Закон Ампера. Взаимодействие проводников с током. 23. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме.
24. Работа перемещения проводника и контура с постоянным током в магнитном поле.
25. Магнитные характеристики контура с током. Поведение контура с током в магнитном поле.
26. Магнитные моменты атомов. Поведение атома в магнитном поле. Диамагнетики. Парамагнетики.
27. Напряжённость магнитного поля. Магнитная проницаемость. Закон полного тока для магнитного поля в веществе.
28. Ферромагнетики. Явление магнитного гистерезиса.
29. Явление электромагнитной индукции. Основной закон электромагнитной индукции (закон Фарадея). Правило Ленца.
30. Индуктивность. Явление самоиндукции. Явление взаимной индукции.
31. Энергия проводника с током. Энергия однородного магнитного поля. Объёмная плотность энергии магнитного поля.
32. Вихревое электрическое поле. Ток смещения.
33. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля. Их физический смысл.
34. Колебательный процесс. Электрические колебания. Дифференциальные уравнения электрических колебаний.
35. Идеальный колебательный контур. Амплитуда, циклическая частота, период и фаза гармонических колебаний. Энергия колебаний.
36. Свободные затухающие колебания. Амплитуда затухающих колебаний. Коэффициент затухания. Логарифмический декремент колебаний. Добротность.
37. Вынужденные колебания. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Явление резонанса.
38. Электромагнитные волны. Их свойства и характеристики. Шкала электромагнитных волн.
39. Плоские электромагнитные волны. Энергия волны. Плотность потока энергии (вектор Умова-Пойнтинга). Интенсивность волны.
40. Шкала электромагнитных волн.
41. Распространение света через границу двух сред.
42. Интерференция света.
43. Когерентность и монохроматичность.
44. Условие интерференционного максимума и минимума.
45. Интерференция света. Расчет интерференционной картины от двух источников.
46. Интерференция света в тонких пленках.
47. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
48. Метод зон Френеля.
49. Дифракция Френеля на круглом отверстии.
50. Дифракция Френеля на круглом диске.
51. Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке.
52. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа-Брэгга
53. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии света.
54. Поляризация света. Степень поляризации
55. Законы Малюса и Брюстера.
56. Двойное лучепреломление. Искусственная оптическая анизотропия.

57. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта.
58. Тепловое излучение и его характеристики. Закон Кирхгофа.
59. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.
60. Гипотеза Планка. Формула Планка.
61. Фотоэффект. Законы фотоэффекта.
62. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
63. Опыты Лебедева. Давление света.
64. Волновое объяснение давления света.
65. Квантовое объяснение давления света.
66. Эффект Комптона.
67. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества. Формула де Бройля.
68. Соотношение неопределенностей. Следствия из соотношений неопределенностей.
69. Волновая функция и ее статистический смысл.
70. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
71. Принцип причинности в квантовой механике.
72. Свободная частица.
73. Частица в одномерной прямоугольной "потенциальной яме".
74. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект.
75. Квантовый гармонический осциллятор.
76. Постулаты Бора.
77. Опыт Франка и Герца.
78. Атом водорода по Бору: стационарные орбиты, энергия, спектр излучения.
79. Атом водорода в квантовой механике: квантовые числа, спектр излучения, правила отбора, спин электрона.
80. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Спиновое квантовое число.
81. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны.
82. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.
83. Периодическая система элементов Менделеева.
84. Вынужденное излучение. Принцип детального равновесия. Формула Планка
85. Лазеры
86. Элементы квантовой статистики.
87. Энергетические зоны в кристаллах. Распределение электронов по энергетическим зонам. Валентная зона и зона проводимости. Металлы, диэлектрики и полупроводники.
88. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
89. Основные свойства и строение ядра.
90. Энергия связи ядер.
91. Ядерные силы.
92. Радиоактивность. Виды радиоактивного излучения.
93. Фундаментальные взаимодействия.
94. Элементарные частицы.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 2</b>			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Текущий контроль</b>			
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	20
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	30
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	5
		4	5
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применить его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2	20
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	10
		5	10
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

- Савельев И. В. Курс общей физики [Текст] = A Course in general physics. Т. 1, Механика. Молекулярная физика: в 3-х томах / И. В. Савельев. - Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 432 с. экз. 100
- Савельев И. В. Курс общей физики [Текст]. Т.2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. - 10-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2008. - 496 с. : ил. - (Учебники для вузов. Спец. лит.). - ISBN 978-5-8114-0631-9. экз. 31
- Савельев И. В. Курс общей физики [Текст]. Т. 3, Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебник для вузов: в 3 т. / И. В. Савельев. - Санкт-Петербург: Лань, 2008. - 320 с. экз. 98
- Врублевская Г. В. Физика. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. В. Врублевская, И. А. Гончаренко, А. В. Ильющенок. - Москва: ИНФРА-М, 2012. - 286 с. - ISBN 978-5-16-005340-0. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=252334> ЭР

### 7.2. Дополнительная литература:

5. Вафин Д. Б. Физика [Текст] : учебное пособие : [в 2 частях] / Д. Б. Вафин. - 2-е изд., доп. - Казань : Изд-во МОиН РТ, 2011. - Ч. 2. - 460 с. : ил. - Библиогр.: с. 432. - Предм. указ.: с. 445-459. - Прил.: с. 432-444. - Рек. МО. - В пер. - ISBN 978-5-4233-0032-6. экз. 100
6. Вафин Д. Б. Физика [Текст] учеб. пособие для студ. инженерных спец./ Д. Б. Вафин. - 2-е изд., доп.. - Казань : Изд-во МОиН РТ, 2010. - Ч. 1. - 316 с. : ил. - Библиогр.: с. 300. - ISBN 978-5-4233-0033-5. экз. 100
7. Кузнецов С. И. Курс физики с примерами решения задач. 'Физика конденсированного состояния' [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. И. Кузнецов, Н. А. Тимченко. - Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2011. - 47 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=417650> ЭР

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Драбович К. Н. Физика [Электронный ресурс] / К. Н. Драбович, В. А. Макаров. ? Москва: Физматлит, 2010. ? 539 с. ? ISBN 978-5-9221-0652-8. ? - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2140](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2140)
- Ильюшонок А. В. Физика [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В. Ильюшонок, П. В. Астахов, И. А. Гончаренко. ? Москва : ИНФРА-М, 2013. ? 600 с. ? (Высшее образо-вание). ? ISBN 978-5-16-006556-4. - <http://znanium.com/go.php?id=397226>
- Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 3. Молекулярная физика и термодинамика [Элек-тронный ресурс] : учебное пособие / И. В. Савельев. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. ? 224 с. ? ISBN 978-5-8114-1209-9. - <https://e.lanbook.com/book/706>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Осуществляется прослушивание и конспектирование лекций. Непонятные моменты отмечаются заранее. По окончании лекций задаются вопросы преподавателю. Дома производится детальное изучение лекций и формулировка последующих вопросов преподавателю. Производится изучение рекомендованной литературы по теме лекций.
практические занятия	Методические указания к проведению практических занятий по физике. 1. На первом занятии студентам предлагается литература и материалы в электронном виде для последующего проведения практических занятий и самостоятельной работы. 2. На последующих занятиях студенты решают задачи по представленным темам. 3. Активность студентов поощряется преподавателям баллами. 4. Суммарный бал, который выставляется студенту за проведение практических занятий, складывается из баллов, выставленных за посещение занятий и активное участие студентов в проведении занятий. Методические указания к самостоятельной работе студентов 1. Студенты изучают методические пособия, написанные преподавателями кафедры физики. 2. Студенты изучают рекомендованную литературу, которая представлена в ч.10.
лабораторные работы	Методические указания к выполнению лабораторных работ по физике. 1. На первом занятии студенты распределяются в бригады по 2-3 человека для выполнения лабораторных работ, и им определяется перечень выполняемых работ из представленного выше (4.2) списка. 2. Перед выполнением лабораторной работы студенты должны изучить методические указания к полученным лабораторным работам для грамотного их выполнения 3. Непосредственно перед выполнением лабораторной работы студенты проходят опрос по выяснению степени их подготовленности к выполнению лабораторной работы с последующим допуском. 4. В случае допуска студенты, используя методические указания, должны выполнить представленную лабораторную работу и показать преподавателю полученные экспериментальные данные. 5. Следующий этап - написание отчета по данной лабораторной работе. 6. В дальнейшем данный отчет представить преподавателю и защитить. 7. В зависимости от знаний студента преподаватель выставляет балл за данную работу.
самостоятельная работа	В свободное от учёбы время производится детальное изучение лекций и формулировка последующих вопросов преподавателю. Производится изучение рекомендованной литературы по теме лекций. Изучаются дополнительные разделы физики, рекомендуемые преподавателем. Проводится анализ изучаемых физических законов. Формулируются вопросы, задаваемые на лекциях.



Вид работ	Методические рекомендации
письменное домашнее задание	В конце 2 семестра по темам "Физические основы механики. Молекулярная физика. Термодинамика. " подготовлены варианты задач. Студенты по этим вариантам должны решить дома эти задачи и в письменном виде сдать преподавателю. В 3 семестре предусмотрены 2 таких домашних письменных задания. Одно охватывает материал "Электростатика. Электрический ток. Электродинамика. ". Другое охватывает материал "Волновая и квантовая оптика. Основы квантовой механики. Физика атома и твердого тела. Физика ядра и элементарных частиц".
устный опрос	Устный опрос проводится на практических и лабораторных занятиях. В конце практических занятий по каждой рассмотренной на лекции или практике теме задаются заранее разработанные вопросы, на которые студенты должны дать письменный ответ. На лабораторном практикуме также имеются наборы вопросов по темам каждой из лабораторных работ, на которые студенты также должны дать письменный ответ. Эти ответы оцениваются.
зачет	Зачет проводится во 2 семестре по темам "Физические основы механики. Молекулярная физика. Термодинамика " и направлен на комплексную проверку освоения дисциплины. Зачет проводится в устной или форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем пройденным темам. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.
экзамен	Экзамен проводится в 3 семестре по темам ""Электростатика. Электрический ток. Электродинамика. Волновая и квантовая оптика. Основы квантовой механики. Физика атома и твердого тела. Физика ядра и элементарных частиц " и направлен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен может проводиться в устной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем пройденным темам. Кроме теоретических вопросов в билете могут быть и задачи. При проведении письменного экзамена в билете представлены 10 задач, охватывающих рассмотренные темы. В случае проведения экзамена в компьютерной форме предлагается набор тестов, на часть из которых необходимо выбрать правильный ответ из ряда предложенных, а другая часть представляет собой задачи, которые необходимо решить и представить экзаменатору. Обучающемуся даётся время на подготовку. Независимо от формы проведения экзамена оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Физика" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Физика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 16.03.03 "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения" и профилю подготовки Холодильная техника и системы жизнеобеспечения .