

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО ВГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
экспериментальной физики



С.Н.Дрождин  
31.08.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.09 - ФИЗИКА**

**1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**

04.03.01 - Химия

**2. Профиль подготовки/специализации:** Прикладная химия

**3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**4. Форма образования:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра экспериментальной физики

**6. Составители программы:** Дрождин Сергей Николаевич - д.ф.-м.н., профессор;

**7. Рекомендована:** Кафедрой экспериментальной физики 31.08.2022 г., №1

**8. Учебный год:** 2022/2023 **Семестры:** 2,3,4

**9. Цели и задачи учебной дисциплины**

Целью учебной дисциплины является формирование у студентов естественнонаучной картины мира на основе базовых знаний по фундаментальным разделам физики.

Задачами учебной дисциплины являются: освоение таких разделов физики, как механика, молекулярная физика, электродинамика, оптика, основы атомной и ядерной физики; умение использовать теоретические знания физических закономерностей при объяснении химических явлений, уметь применять практические навыки, полученные в ходе выполнения физического практикума, при работе со специализированным оборудованием в профессиональной деятельности.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина относится к базовой части Блока 1 программы бакалавриата 04.03.01

**11. Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям:** обучающийся должен в полном объеме знать школьный курс физики, уметь решать простейшие физические задачи.

**Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей:** квантовая механика, физическая химия, дисциплины профессионального цикла.

**12. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Код	Название компетенции	Код	Идентификатор	Планируемые результаты обучения
ОПК-4.1	Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности			<p>Знать: фундаментальные разделы физики (механика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика, волновая и квантовая оптика, основы атомной и ядерной физики).</p> <p>Уметь: планировать работы исследовательской направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний решения физических задач.</p> <p>Владеть: навыками анализа физических процессов, имеющих отношение к профессиональной деятельности.</p>
ОПК-4.2	Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик			<p>Знать: основы теории ошибок измерений.</p> <p>Уметь: применять практические навыки, полученные в ходе выполнения физического практикума с применением методов компьютерной обработки.</p> <p>Владеть: методикой обработки данных эксперимента</p>
ОПК-4.3	Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений			<p>Знать: основные физические законы механики, молекулярной физики, электричества, оптики и атомной физики</p> <p>Уметь: использовать теоретические знания физических закономерностей при объяснении химических явлений.</p> <p>Владеть: методиками анализа и обобщения при интерпретации наблюдаемых явлений.</p>

**13. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах – 14 /504.**

**Формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой, экзамен**

**14. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		2 сем.	3 сем.	4 сем.
Аудиторные занятия	260	68	102	90
в том числе:	Лекции	104	34	34
	Лабораторные	156	34	68
Самостоятельная работа	208	40	78	90
Форма промежуточной аттестации	36	Зачет с оценкой	Экзамен – 36	Зачет с оценкой
Итого:	504	108	216	180

#### 14.1 Содержание дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. ЛЕКЦИИ</b>		
1.1	<b>Механика.</b> <b>Механические колебания и волны.</b>	<p><b>Тема 1. Введение. Кинематика и динамика материальной точки.</b></p> <p>Предмет и задачи физики. Место физики в естествознании. Методы физического исследования. Физические модели. Физические величины и их измерения.</p> <p>Относительный характер механического движения. Система отсчета. Криволинейное движение. Векторы перемещения, мгновенной скорости и мгновенного ускорения при криволинейном движении. Векторы нормального и тангенциального ускорений. Движение точки по окружности. Векторы угловой скорости и углового ускорения. Связь между векторами линейной и угловой скорости.</p> <p>Первый закон Ньютона (закон инерции). Сила. Масса. Импульс тела. Второй закон Ньютона. Импульс силы. Закон изменения импульса тела. Третий закон Ньютона. Основной закон динамики для системы материальных точек (системы тел). Замкнутые системы. Закон сохранения импульса.</p> <p>Работа силы. Кинетическая энергия и ее связь с работой. Потенциальные силы, работа в поле потенциальных сил. Потенциальная энергия. Связь силы с потенциальной энергией. Понятие градиента скалярной функции. Потенциальные кривые. Условие равновесия тел. Закон сохранения энергии в механике.</p> <p><b>Тема 2. Механика твердого тела</b></p> <p>Вращение абсолютно твердого тела вокруг неподвижной оси. Момент силы. Момент инерции материальной точки и тела. Момент импульса точки и тела. Основной закон динамики для вращательного движения. Закон сохранения момента импульса.. Кинетическая энергия вращающегося тела.</p> <p>Силы упругости. Механические деформации, упругие и неупругие деформации. Основные виды упругих деформаций. Механическое напряжение. Закон Гука для деформаций растяжения (сжатия) и сдвига. Энергия упруго деформированного тела.</p> <p>Квазиупругие силы.</p> <p><b>Тема 3. Колебания и волны</b></p> <p>Уравнение движения для одномерного гармонического осциллятора. Уравнение гармонического колебания и его характеристики (амплитуда, частота, период, фаза). Скорость и ускорение при гармоническом колебании. Энергия гармонического осциллятора.</p> <p>Сложение однородных колебаний одинаковой частоты (метод векторных диаграмм). Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.</p> <p>Одномерный осциллятор с трением. Уравнение затухающих колебаний и его характеристики (амплитуда, период, декремент и логарифмический декремент затухания, коэффициент затухания, время релаксации)</p> <p>Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная частота.</p> <p>Продольные и поперечные волны. Уравнение плоской монохроматической волны. Волновое уравнение. Фазовая скорость</p>

		волны. Волны. Уравнение стоячей волны. Свойства стоячих волн.
1.2 1.3	<b>Молекулярная физика и термодинамика</b>	<p><b>Тема 1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов</b></p> <p>Распределение молекул по скоростям Функция распределения и ее физический смысл. Распределение Максвелла и его свойства. Характеристические скорости молекул газа.</p> <p>Идеальный газ во внешнем силовом поле. Барометрическая формула. Распределение молекул по потенциальным энергиям (распределение Больцмана) и его свойства.</p> <p>Внутренняя энергия системы, как функция состояния. Внутренняя энергия идеального газа. Число степеней свободы молекул Теорема Больцмана о равнораспределении энергии по степеням свободы.</p> <p><b>Тема 2. Основы термодинамики</b></p> <p>Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные состояния и процессы. Теплота и работа, их отличие от внутренней энергии системы. Круговые процессы. Первое начало термодинамики.</p> <p>Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Теоремы Карно. Второе начало термодинамики и его формулировки. Поведение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Принцип возрастания энтропии. Неравенство Клаузиуса. Термодинамическая вероятность и ее связь с энтропией (формула Больцмана). Статистический смысл второго начала термодинамики. Внутренняя энергия, энталпия, свободная энергия, потенциал Гиббса).</p> <p>Канонические уравнения состояния вещества. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Общие критерии термодинамической устойчивости. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение – уравнения, коэффициенты.</p> <p><b>Тема 3. Реальные газы и жидкости</b></p> <p>Силы межмолекулярного действия, их природа и свойства. Потенциальная кривая межмолекулярного взаимодействия. Уравнение и изотермы Ван-дер-Ваальса. Физический смысл постоянных в уравнении Ван-дер-Ваальса. Критическая температура, критическое состояние. Внутренняя энергия реального газа.</p>
1.3	<b>Электричество и магнетизм</b>	<p><b>Тема 1. Введение. Электростатика</b></p> <p>Электрические заряды. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Линии напряженности. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса-Остроградского.</p> <p>Работа сил электростатического поля по перемещению заряда. Разность потенциалов и потенциал. Градиент потенциала и его связь с напряженностью поля.</p> <p>Условие равновесия зарядов в проводнике. Электроемкость. Конденсаторы, Энергия электрического поля</p>

Электрический диполь. Поле диполя. Поведение диполя во внешнем поле. Поляризация диэлектриков и ее виды. Поле в диэлектрике. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрическая восприимчивость. Вектор электрической индукции. Уравнение Клаузиуса-Мосотти. Пьезоэлектричество. Сегнетоэлектричество.

### **Тема 2. Постоянный электрический ток**

Проводники. Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока. ЭДС. Закон Ома для участка и полной цепи. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.

Классическая электронная теория проводимости твердых тел. Закон Ома в дифференциальной форме.

Понятие о зонной теории проводимости. Полупроводники. Собственная и примесная проводимости полупроводников, *p-n* переход. Работа выхода электрона из металла. Контактная разность потенциалов. Законы Вольта. Термоэлектрические явления.

### **Тема 3. Постоянное магнитное поле**

Постоянное магнитное поле. Закон Ампера. Индукция магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции. Магнитное поле прямого и кругового токов. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Магнитное поле движущегося заряда.

### **Тема 4. Электромагнитная индукция.**

Основной закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Физическая природа ЭДС индукции. Вихревое электрическое поле. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля.

### **Тема 5. Магнитное поле в веществе.**

Атом в магнитном поле. Магнитный момент атома. Вектор намагниченности. Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость и проницаемость. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм. Антиферромагнетики и ферриты.

### **Тема 6. Электромагнитные колебания и волны**

Колебательный контур. Уравнения собственных электрических колебаний в контуре. Затухающие колебания, вынужденные колебания в контуре. Добротность контура.

Квазистационарные токи. Закон Ома для цепей переменного тока с омическим сопротивлением, емкостью, индуктивностью. Резонанс напряжений. Гипотезы Максвелла. Ток смещения. Полная система уравнений Максвелла. Электромагнитное поле. Электромагнитные волны и их основные свойства. Плотность потока энергии и интенсивность волны.

1.4	<b>Оптика и атомная физика</b> <p><b>Тема 1. Волновые свойства света</b></p> <p>Электромагнитная природа света. Шкала электромагнитных волн. Развитие взглядов на природу света.</p> <p>Когерентные источники света. Интерференция световых волн. Способы получения интерференционной картины. Геометрическая и оптическая разности хода. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Применение явления интерференции света.</p> <p>Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля от простейших препятствий. Дифракция Фраунгофера от щели. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей. Естественный и поляризованный свет. Поляризация при отражении и преломлении. Закон Брюстера. Поляризатор и анализатор. Закон Малюса. Двойное лучепреломление в одноосных кристаллах. Построения Гюйгенса. Получение и анализ эллиптически поляризованного света. Оптическая активность. Нормальная и аномальная дисперсия. Формула Коши. Элементарная электронная теория дисперсии. Волновой пакет. Групповая скорость. Формула Рэлея.</p> <p><b>Тема 2. Квантовая природа света</b></p> <p>Равновесный характер теплового излучения. Испускательная и поглощающая способности тел. Закон Кирхгофа. Законы излучения абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка для теплового излучения. Оптическая пирометрия. Масса, энергия и импульс фотона. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Эффект Комptonа.</p> <p><b>Тема 3. Строение атома</b></p> <p>Ядерная модель атома. Закономерности атомных спектров. Атом водорода по Бору. Сериальные формулы. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучения. Строение электронных оболочек атома.</p> <p><b>Тема 4. Элементы ядерной физики</b></p> <p>Состав и характеристики ядра. Масса и энергия связи ядра. Природа ядерных сил. Модели ядер. Радиоактивные излучения. Закон радиоактивного распада. Правила смещения. Цепная реакция. Термоядерная реакция.</p> <p>Простейшая классификация элементарных частиц. Античастицы. Фундаментальные силовые взаимодействия.</p>
-----	--

## 2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

2.1	<b>Механика. Колебания и волны</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Техника безопасности при работе в лабораториях физического практикума.</li> <li>2. Погрешности измерений и их расчет</li> <li>3. Изучение законов поступательного движения</li> <li>4. Изучение законов динамики врацательного движения</li> <li>5. Изучение закономерностей упругого удара.</li> <li>6. Неупругий удар.</li> <li>7. Упругие свойства твердых тел. Закон Гука.</li> <li>8. Изучение свободных колебаний.</li> <li>9. Изучение стоячих звуковых волн</li> </ol>
2.2	<b>Молекулярная физика</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение газовых законов.</li> <li>2. Изучение теплоемкости газов.</li> </ol>

	<b>и термодинамика</b>	3. Изучение вязкости газов. 4. Определение вязкости жидкостей методом Стокса 5. Изучение поверхностного натяжения жидкостей и капиллярных явлений.
2.3	<b>Электричество и магнетизм</b>	1. Техника безопасности при работе с электроизмерительными приборами 2. Изучение электростатического поля 3. Определение удельного заряда электрона 4. Определение температурного коэффициента сопротивления металлов 5. Измерение сопротивлений мостиком Уитстона 6. Термопара. Определение коэффициента Зеебека 7. Изучение свободных электромагнитных колебаний 8. Активные и реактивные сопротивления в цепях переменного тока 9. Изучение явления резонанса в колебательном контуре 10. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний 11. Вольтамперная характеристика полупроводникового диода 12. Изучение свойств ферромагнетиков
2.4	<b>Оптика и атомная физика</b>	1. Изучение явления интерференции света. 2. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. 3. Изучение явления дифракции света. 4. Изучение явления поляризации света. 5. Явление оптической активности. 6. Изучение явления дисперсии света. 7. Изучение законов теплового излучения. 8. Изучение явления фотоэффекта. 9. Определение показателя преломления жидкостей. 10. Изучение оптических спектров разреженных газов. 11. Определение постоянной Планка. 12. Опыт Франка-Герца.

#### 14.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Виды занятий (количество часов)			
		Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
	<b>Механика. Механические колебания и волны</b>				
1	Тема 1. Введение. Кинематика и динамика материальной точки.	7	8	10	25
2	Тема 2. Механика твердого тела	6	8	9	23
3	Тема 3. Колебания и волны	6	6	9	21

	<b>Молекулярная физика и термодинамика</b>				
4	Тема 1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов	5	4	9	18
5	Тема 2. Основы термодинамики	7	4	9	20
6	Тема 3. Реальные газы и жидкости	3	4	6	13
	<b>Электричество и магнетизм</b>				
7	Тема 1. Введение. Электростатика	10	18	24	52
8	Тема 2. Постоянный электрический ток	8	22	22	52
9	Тема 3. Постоянное магнитное поле	2	6	8	16
10	Тема 4. Электромагнитная индукция	3	6	10	19
11	Тема 5. Магнитное поле в веществе	4	6	8	18
12	Тема 6. Электромагнитные колебания и волны	7	10	18	35
	<b><u>Оптика и атомная физика</u></b>				
13	Тема 1. Волновые свойства света	16	32	26	74
14	Тема 2. Квантовая природа света	8	12	14	34
15	Тема 3. Строение атома	4	10	12	26
16	Тема 4. Элементы ядерной физики	8		14	22
<b>Итого:</b>		<b>104</b>	<b>156</b>	<b>208</b>	<b>468</b>

### **15. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При выполнении лабораторного практикума, при подготовке к коллоквиумам, зачетам и экзаменам обучающийся должен в обязательном порядке работать с рекомендованной учебной

литературой в объеме часов не меньшем, чем предусмотрено учебным планом и рабочей программой, полноценно использовать групповые и индивидуальные консультации.

## **16. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины:**

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Трофимова Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова. - М.: Academia, 2015. – 557 с.
2	Детлаф А.А. Курс физики / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. - М.: Academia, 2015. - 719с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Савельев И.В. Курс общей физики: Учебник в 3-х т. – Т.1. Механика. Молекулярная физика. / И.В. Савельев. – СПб. : Лань, 2019. – 432 с.
4	Савельев И.В. Курс общей физики: Учебник в 3-х т. – Т.2.Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. / И.В. Савельев. – СПб. : Лань, 2019. – 468 с.
5	Савельев И.В. Курс общей физики: Учебник в 3-х т. – Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. / И.В. Савельев. – СПб. : Лань, 2019. – 320 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы

№ п/п	Ресурс
1.	<a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a> - Электронная библиотека ВГУ
2.	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> - Электронно-библиотечная система IPRbooks
3.	<a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> - Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online"
4.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a> - научная электронная библиотека
5.	<a href="http://edu.vsu.ru">edu.vsu.ru</a>

## **17. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**

№ п/п	Источник
1	Лабораторный практикум по механике и молекулярной физике : учебно-методическое пособие для студентов / сост. С.Д. Миловидова и др. – Воронеж : ВГУ, 2014. – 90 с.
2	Физический практикум "Электрические и магнитные явления": учебное пособие для вузов. Ч. 1./сост. И.Л. Глухов, Г.С.Григорян, С.Н. Дрождин А.М. Солодуха – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018. – 99 с.
3	Физический практикум "Электрические и магнитные явления": учебное пособие для вузов. Ч. 2. /сост. И.Л. Глухов С.Н., Г.С.Григорян, С.Н. Дрождин, А.М. Солодуха – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018. – 88 с.
4	Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум (модульный учебный комплекс МУК-ЭМ2) / сост. А.М.Солодуха, Г.С.Григорян. - Воронеж: ВГУ, 2015. – 57 с.
5	Лабораторный практикум по волновой оптике: учебное пособие для вузов /сост. Л.П. Нестеренко, А.М., Солодуха, И.Л. Глухов – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018. – 64 с.
6	Лабораторный практикум по квантовой оптике: учебное пособие для вузов / сост. Л.П. Нестеренко, А.М., Солодуха, И.Л. Глухов – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. – 62 с.

**18. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

**19. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Лекционная аудитория, компьютер, проектор, экран, учебная и методическая литература, Учебное оборудование лабораторий общего физического практикума кафедры экспериментальной физики: модульные учебные комплексы МУК -М1, МУК-М2, МУК-МФТ. МУК-ЭМ2, МУК-ОВ. МУК-ОК.

**20. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенции я(и)	Индикаторы достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Механика. Колебания и волны. Молекулярная физика и термодинамика	ОПК-4.1		<i>Тест по механике и молекулярной физике</i>
2.	Электричество и магнетизм	ОПК-4.1		<i>Тест по электродинамике</i>
3.	Оптика. Элементы атомной физики.	ОПК-4.1		<i>Тест по оптике и атомной физике</i>
Промежуточная аттестация Форма контроля – зачет, экзамен				Комплекты КИМ 1-3

**21. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

**21.1. Текущий контроль успеваемости**

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: *Тест по механике и молекулярной физике*, *Тест по электродинамике*, *Тест по оптике и атомной физике*

Примеры:

**Тестирование по теме: Механика и молекулярная физика**

1. Какие из величин (скорость, сила, ускорение, перемещение) при механическом движении всегда совпадают по направлению?

1) сила и скорость, 2) сила и ускорение, 3) сила и перемещение, 4) ускорение и перемещение.

2. При увеличении в 3 раза расстояния между тяготеющими телами сила притяжения между ними:  
1) увеличивается в 3 раза, 2) уменьшается в 3 раза, 3) увеличивается 9 раз, 4) уменьшается в 9 раз.

3. Тело совершает гармонические колебания с амплитудой 1 см и периодом 1 с. Определить максимальное значение ускорения тела.

1)  $\approx 0,7 \text{ м/с}^2$     2)  $\approx 0,4 \text{ м/с}^2$     3)  $\approx 0,2 \text{ м/с}^2$     4)  $\approx 0,5 \text{ м/с}^2$

4. Координата колеблющегося тела изменяется по закону  $x=5\cos[(\pi/2)t]$ . Чему равна частота колебаний  $v$ ?

А) 1 Гц    Б) 0.25 Гц    В) 2 Гц    Г) 0.5 Гц

5. Какую работу надо совершить, чтобы заставить движущееся тело массой 2 кг увеличить скорость с 2 м/с до 5 м/с ?

1) 21 Дж 2) 32 Дж 3) 43 Дж 4) 54 Дж

6. Какой тип звуковых волн распространяется в жидкостях?

1) только продольные 2) только поперечные 3) продольные и поперечные 4) звуковые волны в жидкостях не распространяются

7. Какая работа произведена над 2 моль идеального одноатомного газа, если его температура увеличилась на 20 К. Процесс считать адиабатическим.

А)  $\approx 250$  Дж      Б)  $\approx 500$  Дж      В)  $\approx 750$  Дж      Г) Нет правильного ответа

8. Определить кпд тепловой машины, если известно, что за один цикл была произведена работа 3 кДж и холодильнику передано энергии 16 кДж.

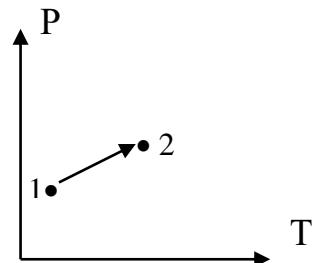
А) 0.16      Б) 0.39      В) 0.23      Г) 0.28

9. Определить плотность кислорода при давлении 10 Па и температуре 27 °С.

А) 1.28 кг/м<sup>3</sup>      Б) 128 г/м<sup>3</sup>      В) 0.128 г/м<sup>3</sup>      Г) Нет правильного ответа.

10. При сообщении 2 молям идеального одноатомного газа 400 Дж теплоты его температура увеличилась на 10 К. Какую работу совершил при этом газ?

А) 151 Дж      Б) 141 Дж      В) 131 Дж      Г) нет правильного ответа



11. Газ перешел из состояния 1 в состояние 2. Как изменился при этом объем газа?

А) объем газа увеличился      Б) объем газа уменьшился  
В) объем газа не изменился      Г) для идеального газа такой переход невозможен

12. В закрытом стеклянном сосуде и в стеклянном цилиндре с подвижным поршнем находятся по 2 моля кислорода. Однаково ли нагреются газы, если передать им равное количество теплоты?

1) одинаково 2) в сосуде больше 3) в цилиндре больше 4) газы не нагреются

### Тестирование по теме: Постоянный ток и магнетизм

1. Определите формулу закона Ома в дифференциальной форме. ( $\gamma$  - удельная эл. проводимость)

а)  $j = \gamma / E$       б)  $j = \gamma / E^2$       в)  $E = j \gamma$       г) правильный ответ не приведен

2. Перемещая заряд в первом проводнике, электрическое поле совершает работу 20 Дж. Во втором проводнике при перемещении вдвое большего заряда электрическое поле совершает работу 60 Дж. Отношение  $U_1/U_2$  напряжений на концах первого и второго проводника равно:

а) 3:1      б) 3:2      в) 1:3      г) 2:3

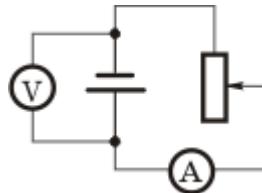
3. Квадратная рамка из тонкого провода со стороной  $a$  находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция поля убывает прямо пропорционально времени. Как изменится ЭДС индукции, возникающей в рамке, если  $a$  уменьшить в 2 раза?

а) Не изменится      б) Уменьшится в 4 раза      в) Увеличится в 4 раза      г) уменьшится в 2 раза

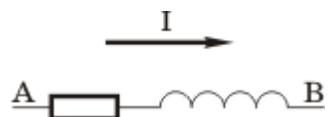
4. Куда направлен вектор магнитной индукции в точке А, которая лежит в плоскости сечения двух проводников с током на равном расстоянии от них?  
а) влево    б) вправо    в) вверх    г) вниз

5. В электрической цепи, изображенной на рисунке, ползунок реостата переместили вверх. Как изменились показания амперметра и вольтметра?

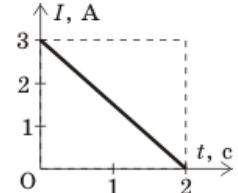
- а) Показания обоих приборов уменьшились    б) Показания амперметра уменьшились, вольтметра увеличились    в) Показания амперметра увеличились, вольтметра уменьшились    г) Показания обоих приборов увеличились



6. В электрической цепи имеется участок, состоящий из последовательно соединенных резистора с сопротивлением  $R=0.1$  Ом и катушки с индуктивностью  $L=0,01$  Гн. В некоторый момент времени сила тока изменяется по закону  $I=5t$ . Чему равна разность потенциалов между точками А и В в момент времени  $t=0,1$  с.



7. На рисунке представлен график изменения силы тока в катушке с индуктивностью  $L = 6$  Гн. Величина ЭДС самоиндукции равна  
а) 4 В.      б) 36 В.      в) 0 В.      г) 9 В.



8. Изменится ли, а если изменится, то как период обращения заряженной частицы в циклотроне при уменьшении ее скорости в 2 раза?

а) Увеличится в 2 раза    б) уменьшится в 4 раза    в) Увеличится в 4 раза    г) Не изменится

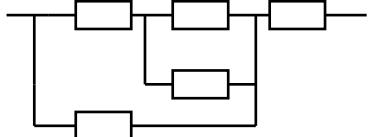
9. Металлическое кольцо расположено в горизонтальной плоскости. Сверху к нему приближают, а затем удаляют вертикально ориентированный магнитный стержень, обращенный южным полюсом в сторону кольца. Куда будет направлен индукционный ток в кольце в первом и во втором случае, если смотреть сверху?

а) в обоих случаях по час. стрелке    б) сначала против час. стрелке, потом по час. стрелке  
в) в обоих случаях против час. стрелке    г) сначала по час. стрелке, потом против

10. ЭДС батарейки от карманного фонаря равна 4 В. Какую работу совершают сторонние силы за 1 минуту, если сила тока равна 0,1 А ?

- А) 12 Дж.      Б) 24 Дж.      В) 54 Дж.      Г) среди ответов А-В нет  
правильного.

11. На рисунке показана схема соединения шести сопротивлений по 4 Ом каждое. Определить общее сопротивление..



- А) 8,2      Б) 6,4      В) 6,2      Г) правильный ответ не  
приведен.

## **Тестирование по теме: Оптика**

1. Определить период дифракционной решетки в мкм, если при нормальном падении на нее плоской монохроматической волны длиной 625 нм второй дифракционный максимум наблюдается под углом  $30^\circ$ .

- 1) 1.5                  2) 2                  3) 2.5                  4) 3

2. Период дифракционной решетки равен 1.5 мкм. Определить максимальный порядок спектра, если на решетку нормально падает свет с длиной волны 500нм.

- 1) 2                  2) 3                  3) 4                  4) нет правильного ответа

3. Каков предельный угол падения луча света на границу стекло-вода?

$$n_{\text{стекла}} = 1.52; \quad n_{\text{воды}} = 1.33.$$

- 1)  $\arcsin 0.525$     2)  $\arcsin 0.875$     3)  $\arcsin 0.797$     4)  $\arcsin 0.629$

4. Если на волновой поверхности закрыть все четные зоны Френеля, то как изменится интенсивность света в точке наблюдения?

- 1) увеличится    2) уменьшится    3) не изменится    4) будет равна четверти интенсивности от первой зоны

5. Источники света когерентны если

- 1) их частоты отличаются в 2 раза    2) их фазы колебаний различны    3) разность фаз колебаний постоянна    4) нет правильного ответа

6. Разность хода двух интерферирующих лучей монохроматического света равна четверти длины волны. Определить в градусах разность фаз колебаний.

- 1) 60                  2) 90                  3) 120                  Г) нет правильного ответа.

7. Под каким углом к горизонту находится Солнце, если лучи, отраженные от поверхности озера ( $n$  – показатель преломления воды) полностью поляризованы?

- 1)  $\arctg n$     2)  $p/2 - \arctg n$     3)  $p + \arctg n$     4)  $p - \arctg n$

8) Для оптически положительного кристалла, когда свет пропускают вдоль оптической оси, выполняется соотношение

- 1)  $n_o > n_e$     2)  $n_o < n_e$     3)  $n_o = n_e$     4)  $n_o = n_e/2$

9) Закон Малюса выражается формулой

$$I_A = I_P \cos a \quad 2) I_P = I_A (\sin a)^2 \quad 3) I_A = I_P (\cos a)^{1/2} \quad 4) I_A = I_P (\cos a)^2$$

10) Пленку какой толщины из LiF ( $n = 1.35$ ) нужно нанести на линзу объектива, чтобы добиться просветления оптики для длин волн вблизи 540 нм?

- 1) 1 мкм    2) 0.1 мкм    3) 10 нм    4) 1 нм

### **Описание технологии проведения.**

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах выполнения лабораторных работ и тестирования. Для выполнения теста отводится 40 минут.

### **Критерии оценок теста:**

Отлично: более 80 % правильных ответов.

Хорошо: 61 – 80 % правильных ответов.

Удовлетворительно: 41 – 60% правильных ответов

Неудовлетворительно: менее 40% правильных ответов.

## **21.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: зачет, экзамен: Комплекты КИМ 1-3

Примеры:

## **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ (КОМПЛЕКТ КИМ №1)**

### **Контрольно-измерительный материал № 1**

1. Относительный характер механического движения. Система отсчета. Криволинейное движение. Векторы перемещения, мгновенной скорости и мгновенного ускорения при криволинейном движении. Векторы нормального и тангенциального ускорений.
2. Распределение молекул по скоростям Функция распределения и ее физический смысл.

### **Контрольно-измерительный материал № 2**

1. Движение точки по окружности. Векторы угловой скорости и углового ускорения. Связь между векторами линейной и угловой скорости.
2. Идеальный газ во внешнем силовом поле. Барометрическая формула. Распределение молекул по потенциальным энергиям (распределение Больцмана) и его свойства.

### **Контрольно-измерительный материал № 3**

1. Первый закон Ньютона (закон инерции). Сила. Масса. Импульс тела. Второй закон Ньютона. Импульс силы. Закон изменения импульса тела. Третий закон Ньютона.
2. Термодинамические параметры, уравнение состояния. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона).

### **Контрольно-измерительный материал № 4**

1. Работа силы. Кинетическая энергия и ее связь с работой. Потенциальные силы, работа в поле потенциальных сил. Потенциальная энергия. Связь силы с потенциальной энергией.
2. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Температура и ее связь со средней кинетической энергией молекул газа.

### **Контрольно-измерительный материал № 5**

1. Вращение абсолютно твердого тела вокруг неподвижной оси. Момент силы. Момент инерции материальной точки и тела. Момент импульса точки и тела.
2. Внутренняя энергия системы, как функция состояния. Внутренняя энергия идеального газа.

### **Контрольно-измерительный материал № 6**

1. Основной закон динамики для вращательного движения. Закон сохранения момента импульса. Кинетическая энергия вращающегося тела.
2. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные состояния и процессы. Теплота и работа, их отличие от внутренней энергии системы. Круговые процессы. Первое начало термодинамики.

### **Контрольно-измерительный материал № 7**

1. Силы упругости. Механические деформации, упругие и неупругие деформации. Основные виды упругих деформаций. Механическое напряжение. Закон Гука для деформаций растяжения (сжатия) и сдвига. Энергия упруго деформированного тела.
2. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Теоремы Карно. Второе начало термодинамики и его формулировки

### **Контрольно-измерительный материал № 8**

1. Квазиупругие силы. Уравнение движения для одномерного гармонического осциллятора. Уравнение гармонического колебания и его характеристики

2. Поведение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Принцип возрастания энтропии. Неравенство Клаузиуса.

#### **Контрольно-измерительный материал № 9**

1. Скорость и ускорение при гармоническом колебании. Энергия гармонического осциллятора.
2. Термодинамическая вероятность и ее связь с энтропией (формула Больцмана). Статистический смысл второго начала термодинамики

#### **Контрольно-измерительный материал № 10**

1. Сложение однородных колебаний одинаковой частоты (метод векторных диаграмм).
2. Теплоемкость, виды теплоемкости. Связь между теплоемкостями идеального газа при постоянном давлении и постоянном объеме. Физический смысл универсальной газовой постоянной.

#### **Контрольно-измерительный материал № 11**

1. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.
2. Число степеней свободы молекул Теорема Больцмана о равнораспределении энергии по степеням свободы.

#### **Контрольно-измерительный материал № 12**

1. Одномерный осциллятор с трением. Уравнение затухающих колебаний и его характеристики (амплитуда, период, декремент и логарифмический декремент затухания, коэффициент затухания, время релаксации)
2. Распределение Максвелла и его свойства. Характеристические скорости молекул газа.

#### **Контрольно-измерительный материал № 13**

1. Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная частота.
2. Внутренняя энергия и энталпия как термодинамические потенциалы, их физическое содержание

#### **Контрольно-измерительный материал № 14**

1. Продольные и поперечные волны. Уравнение плоской монохроматической волны. Энергия волны.
2. Свободная энергия и потенциал Гиббса. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Общие критерии термодинамической устойчивости.

#### **Контрольно-измерительный материал № 15**

1. Волновое уравнение. Фазовая скорость монохроматической волны.
2. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение – уравнения, коэффициенты.

#### **Контрольно-измерительный материал № 16**

1. Возникновение и уравнение стоячей волны. Свойства стоячих волн.
2. Уравнение и изотермы Ван-дер-Ваальса. Физический смысл постоянных в уравнении Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (КОМПЛЕКТ КИМ №2)**

#### **Контрольно-измерительный материал № 1**

1. Электрические заряды и их элементарные носители. Закон сохранения электрического заряда. Точечные заряды. Закон Кулона.

2. Энергия электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Интенсивность электромагнитной волны.

### **Контрольно-измерительный материал № 2**

1. Понятие об электрическом поле Напряженность электрического поля. Поле точечного заряда. Линии напряженности. Принцип суперпозиции.
2. Первая и вторая гипотезы Максвелла как обобщение теорем о циркуляции напряженности электрического и магнитного полей.

### **Контрольно-измерительный материал № 3**

1. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса-Остроградского.
2. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной форме. Их физический смысл.

### **Контрольно-измерительный материал № 4**

- 1 . Потенциал и разность потенциалов. Потенциал поля точечного заряда. Эквипотенциальные поверхности.
- 2 . Свободные незатухающие и затухающие колебания в колебательном контуре. Формула Томсона.

### **Контрольно-измерительный материал № 5**

1. Связь между напряженностью и потенциалом электростатического поля.
2. "Закон Ома" для участка цепи переменного тока с сопротивлением и емкостью. Сдвиг фаз между током и напряжением для этого случая. Емкостное сопротивление.

### **Контрольно-измерительный материал № 6**

1. Напряженность электрического поля бесконечной равномерно заряженной плоскости.
2. "Закон Ома" для участка цепи переменного тока с сопротивлением, и индуктивностью. Сдвиг фаз между током и напряжением для этого случая. Индуктивное сопротивление.

### **Контрольно-измерительный материал № 7**

1. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии электрического поля.
2. Свойства ферромагнетиков; температурная зависимость намагниченности, кривая намагничивания, петля гистерезиса, анизотропия магнитных свойств.

### **Контрольно-измерительный материал № 8**

1. Электрический диполь: поле диполя на его оси и на перпендикуляре к его середине.
2. Магнитное поле в веществе. Молекулярные токи Ампера.

### **Контрольно-измерительный материал № 9**

1. Вектор поляризации диэлектрика и его связь с поверхностной плотностью связанных зарядов.
2. Парамагнетик во внешнем магнитном поле. Парамагнитная восприимчивость. Закон Кюри.

### **Контрольно-измерительный материал № 10**

1. Работа в электростатическом поле. Потенциальный характер электростатического поля.
2. Атом в магнитном поле. Ларморова прецессия, теорема Лармора. Диамagnetизм.

### **Контрольно-измерительный материал № 11**

1. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике. Вектор электрической индукции. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость.
2. Магнитные свойства атома. Орбитальный и спиновый магнитные моменты электрона. Магнитный момент атома.

### **Контрольно-измерительный материал № 12**

1. Пьезоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэффект. Сегнетоэлектрики.
2. Теорема о циркуляции вектора индукции для магнитного поля в веществе. Вектор напряженности магнитного поля. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость

### **Контрольно-измерительный материал № 13**

1. Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока. Сторонние силы, ЭДС.
2. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса-Остроградского для магнитного поля.

### **Контрольно-измерительный материал № 14**

1. Закон Ома для участка цепи без ЭДС, для участка цепи с ЭДС и для замкнутой цепи постоянного тока.
2. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея для ЭДС индукции. Правило Ленца.

### **Контрольно-измерительный материал № 15**

1. Положения классической электронной теории проводимости металлов. Закон Ома в дифференциальной форме (вывод).
2. Магнитное взаимодействие параллельных проводников с током. Единица силы тока (СИ)

### **Контрольно-измерительный материал № 16**

1. Электрическое поле в диэлектрике. Уравнение Клаузиуса-Мосотти для неполярных и полярных диэлектриков
2. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого тока.

### **Контрольно-измерительный материал № 17**

1. Поляризация диэлектриков и ее основные виды. Вектор поляризации (определение) и его связь с векторами напряженности и индукции электрического поля.
2. Понятие о магнитном поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции.

### **Контрольно-измерительный материал № 18**

1. Понятие о квантовой теории проводимости металлов. Энергетические уровни. Уровень Ферми, энергия Ферми.
2. Металлы, диэлектрики, собственные и примесные полупроводники, их проводимость с точки зрения зонных представлений.

### **Контрольно-измерительный материал № 19**

1. Вывод закона Джоуля-Ленца в классической электронной теории проводимости металлов.
2. Диамагнетик во внешнем магнитном поле. Диамагнитная восприимчивость

### **Контрольно-измерительный материал № 20**

1. Контактная разность потенциалов, причины ее возникновения. ТермоЭДС.
2. Магнитное поле движущегося электрического заряда. Ее особенности

### **Контрольно-измерительный материал № 21**

1. Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов в проводнике. Электрическая емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Энергия уединенного заряженного проводника.
2. Источники постоянного магнитного поля. Закон Ампера. Вектор магнитной индукции.

### **Контрольно-измерительный материал № 22**

1. Поведение диполя во внешнем однородном электрическом поле.
2. Работа в магнитном поле. Объемная плотность энергии магнитного поля.

### **Контрольно-измерительный материал № 23**

1. Переменный электрический ток. Условие квазистационарности. Метод векторных диаграмм. Закон Ома для полной цепи переменного тока.
2. Взаимосвязь электрического и магнитного полей.

### **Контрольно-измерительный материал № 24**

1. Двойственная природа ЭДС индукции. Вихревое электрическое поле. Максвелловская трактовка явления электромагнитной индукции.
2. Магнитный момент витка с током и его поведение во внешнем однородном магнитном поле.

### **Контрольно-измерительный материал № 25**

1. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции для магнитного поля в вакууме.
2. Действие магнитного поля на движущийся электрический заряд. Сила Лоренца и ее свойства.

### **Контрольно-измерительный материал № 26**

1. Следствия из теории Maxwella. Электромагнитные волны. Плоская монохроматическая электромагнитная волна, ее уравнение и основные свойства.
2. Понятие о резонансе напряжений в последовательной цепи переменного тока.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (КОМПЛЕКТ КИМ №3)**

### **Контрольно-измерительный материал № 1**

1. Интерференция света и ее особенности. Условия интерференционных максимумов и минимумов
2. Эффект Комптона. Законы сохранения энергии и импульса при упругом соударении фотона и электрона.

### **Контрольно-измерительный материал № 2**

1. Интерференция при отражении от тонких пластин. Потеря полуволны при отражении. Полная оптическая разность хода.
2. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта

### **Контрольно-измерительный материал № 3**

1. Полосы равного наклона и полосы равной толщины. Кольца Ньютона.
2. Основное уравнение радиоактивного распада. Постоянная распада и ее физический смысл. Период полураспада.

### **Контрольно-измерительный материал № 4**

1. Причины некогерентности естественных источников света. Способы осуществления когерентности в оптике - примеры.
2. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли

### **Контрольно-измерительный материал № 5**

1. Применения интерференции.
2. Фотоны. Масса и импульс фотона. Давление света

### **Контрольно-измерительный материал № 6**

1. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.
2. Квантовый характер теплового излучения. Формула Планка для теплового излучения.

### **Контрольно-измерительный материал № 7**

1. Дифракция в параллельных лучах на одной щели.
2. Формула Рэлея – Джинса для теплового излучения. Ультрафиолетовая «катастрофа»

### **Контрольно-измерительный материал № 8**

1. Дифракционная решетка. Условия дифракционных максимумов и минимумов
2. Абсолютно черное тело и законы его теплового излучения.

### **Контрольно-измерительный материал № 9**

1. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэггов.
2. Тепловое излучение и его равновесный характер. Излучательная и поглощающая способности тела, энергетическая светимость.

### **Контрольно-измерительный материал № 10**

1. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия. Показатель дисперсии
2. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Функция Кирхгофа и ее физический смысл.

### **Контрольно-измерительный материал № 11**

1. Основы классической электронной теории дисперсии.
2. Искусственная анизотропия. Эффект Керра (искусственное двойное лучепреломление)

### **Контрольно-измерительный материал № 12**

1. Поглощение света. Закон Бугера – Ламберта. Коэффициент поглощения и его физический смысл.
2. Поляризация света при отражении от диэлектрика. Закон Брюстера.

### **Контрольно-измерительный материал № 13**

1. Состав и характеристики атомного ядра. Дефект масс и энергия связи атомного ядра.
2. Двойное лучепреломление. Оптическая ось и главная плоскость одноосного кристалла. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Положительные и отрицательные кристаллы.

### **Контрольно-измерительный материал № 14**

1. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации. Поляризатор и анализатор. Закон Малюса.
2. Виды радиоактивного распада. Альфа-распад, его уравнение и характеристики.

### **Контрольно-измерительный материал № 15**

1. Классические представления о взаимодействии света с веществом.
2.  $\beta$ -распад, его виды и уравнения. Энергия  $\beta$ -электронов. Нейтрино.

### **Контрольно-измерительный материал № 16**

1. Дифракция в сферических волнах (дифракция Френеля) на круглом отверстии и круглом диске.
2. Спектр атома водорода. Спектральные закономерности. Обобщенная формула Бальмера. Постоянная Ридберга.

### **Контрольно-измерительный материал № 17**

1. Получение и анализ эллиптически поляризованного света. Частные виды эллиптической поляризации.
2. Основные свойства ядерных сил.

### **Контрольно-измерительный материал № 18**

1. Дифракция в сферических волнах (дифракция Френеля) на круглом диске.
2. Теория атома водорода по Бору. Постулаты Бора. Постоянная Ридберга в теории Бора.

### **Контрольно-измерительный материал № 19**

1. Кристаллическая пластина между поляризатором и анализатором. Интерференция поляризованных лучей в монохроматическом свете.
2. Понятие о ядерных реакциях. Тепловой эффект ядерной реакции.

### **Контрольно-измерительный материал № 20**

1. Природа оптической анизотропии и происхождение двойного лучепреломления в одноосных кристаллах. Положительные и отрицательные кристаллы
2. Понятие о ядерных реакциях. Тепловой эффект ядерной реакции.

### **Контрольно-измерительный материал № 21**

1. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки.
2. Природа ядерных сил.  $\pi$  – мезоны, как носители взаимодействия между нуклонами.

### **Контрольно-измерительный материал № 22**

1. Эллипсоиды лучевых скоростей в одноосных кристаллах. Построения Гюйгенса для одноосных кристаллов.
2. Корпускулярно-волновой дуализм света и микрочастиц. Волны де-Бройля и их свойства.

### **Контрольно-измерительный материал № 20**

1. Волновой пакет. Групповая скорость волны. Формула Рэлея для фазовой и групповой скорости.
2. Элементарные частицы. Четыре типа фундаментальных взаимодействий в природе, их сравнительная характеристика.

#### **Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации**

<b>Отлично</b>	Знание всех физических законов и явлений в объеме прослушанного курса. Умение выводить формулы. Способность свободно ориентироваться во всем материале.
<b>Хорошо</b>	Знание всех физических законов и явлений в объеме прослушанного курса. Умение выводить формулы. Способность свободно ориентироваться во всем материале. Возможны небольшие недочеты и неточности при выводе формул.
<b>Удовлетворительно</b>	Знание основных физических законов и явлений в объеме прослушанного курса.
<b>Неудовлетворительно</b>	Незнание основных законов физики, физического смысла физических величин и их единиц измерений

#### **Описание технологии проведения.**

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. Критерии оценивания приведены выше.