

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.М. КОКОВА»**

**Факультет – «Механизация и энергообеспечение предприятий»  
Кафедра – «Техническая механика и физика»**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
профессор Ю.А. Шекихачев

« 27 » мая 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.10 «ФИЗИКА»**

Направление подготовки: **35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции»**

Направленность (профиль) **Технология производства, хранения и переработки растениеводческой продукции**

Квалификация выпускника – **бакалавр**

Курс обучения **1 (1,1)**

Семестр **1 (1,1)**

Форма обучения **очная (очно-заочная, заочная)**

Рабочая программа дисциплины Б1.О.10 «Физика» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования- бакалавриат по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» утвержденного приказом Минобрнауки России от 17 июля 2017г. №669 (далее – ФГОС ВО), и рабочего учебного плана подготовки бакалавров по данному направлению.

Составитель рабочей программы

к.ф.-м.н., доцент



С.Н. Ахкубекова

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Техническая механика и физика»

Протокол от «22» мая 2025 г. № 10

Заведующий кафедрой,

д.т.н., профессор



А.М. Егожев

Одобрено методической комиссией факультета «Механизация и энергообеспечение предприятий»

Протокол от «23» мая 2025 г. № 9

Председатель МК факультета «Механизация и энергообеспечение предприятий»

д.т.н., профессор



Ю.А. Шекихачев

Согласовано:

Директор научной библиотеки



И.А. Шогенова

«22» мая 2025 г.

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель дисциплины:** формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков позволяющие ориентироваться в потоке научной и технической информации и обеспечивающей возможности использования новых физических принципов в тех областях техники, в которых они специализируются.

### **Задачи дисциплины:**

- изучение основных физических явлений;
- овладение студентами фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами физического исследования;
- ознакомление студентов с научной аппаратурой, с методами измерений физических величин, в том числе с методами и средствами контроля загрязнения внешней среды, формирование навыков проведения физического эксперимента, умения видеть конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности;
- выработка у студентов приемов и навыков решения конкретных задач из различных областей физики, помогающих студентам в их дальнейшем решении;

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

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД-1 ОПК-1. Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции	<b>Знать:</b> границы применимости различных физических законов и достоверность результатов, полученных из эксперимента; <b>Уметь:</b> анализировать применяемые образы математического моделирования экспериментальных исследований; <b>Владеть</b> навыками пользования инструментарием и приборами для проведения необходимых физических измерений, и обработкой результатов экспериментальных данных;
		ИД-2 ОПК-1. Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции.	<b>Знать:</b> основные физические явления и основные законы и теории классической и современной физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях профессиональной деятельности <b>Уметь:</b> объяснять основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий. <b>Владеть:</b> основными общезначимыми законами и принципами в важнейших практических приложениях профессиональной деятельности
		ИД-3 ОПК-1. Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции.	<b>Знать:</b> фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; назначение и принципы действия важнейших физических приборов <b>Уметь:</b> работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; использовать различные методики физических измерений и об-

		венной продукции.	работки экспериментальных данных. <b>Владеть:</b> навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории; методами физического моделирования в инженерной практике.
--	--	-------------------	--

### 3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физика» входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)», включенных в учебный план направления подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», направленность (профиль) – Технология производства, хранения и переработки растениеводческой продукции

**Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

	Очная форма обучения		Очно-заочная форма обучения		Заочная форма обучения	
	Семестр		Семестр		Семестр	
	Всего	1	Всего	1	Всего	1
<b>1. Контактная работа, в том числе (час):</b>	<b>1,9/69</b>	<b>1,9/69</b>	<b>3,6/130</b>	<b>1,7/60</b>	<b>0,5/18</b>	<b>0,5/18</b>
лекции		18(4)*		16(4)*		4(2)*
лабораторные работы		18(4)*		16(4)*		2
практические занятия		18(4)*		16(4)*		4
групповые консультации		3		3		1
контрольные бально-рейтинговые мероприятия		3		-		-
Промежуточная аттестация: экзамен		9		9		5
<b>2. Самостоятельная работа з.е./час, в том числе (час):</b>	<b>1,86/75</b>	<b>1,86/75</b>	<b>2,3/84</b>	<b>2,3/84</b>	<b>3,5/126</b>	<b>3,5/126</b>
самостоятельное изучение отдельных тем модуля, подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям		48		57		122
подготовка к промежуточной аттестации:		27		27		4
<b>Общая трудоемкость з.е./час</b>	<b>4/144</b>	<b>4/144</b>	<b>4/144</b>	<b>4/144</b>	<b>4/144</b>	<b>4/144</b>

(\*) - занятия, проводимые в интерактивных формах.

#### 4.1. Содержание дисциплины (модуля) структурированное по темам (разделам) с указанием отведенных на них количества часов и видов учебных занятий (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Аудиторные занятия			Самост. работы
		Лекции	Лаб. работы	Практ. занятия	
1 сем.	Физические основы механики	8(2)*	8(2)*	6(2)*	18
	Молекулярная физика и				

	термодинамика				
	Электричество и магнетизм	4(2)*	4(2)*	6(2)*	18
	Волновая и квантовая оптика.	6	6	6	12
	Физика излучения				
	Атомная и ядерная физика				
<b>Итого по дисциплине:</b>		<b>18(4)*</b>	<b>18(4)*</b>	<b>18(4)*</b>	<b>48</b>

( )\* - занятия, проводимые в интерактивных формах.

**4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий (очно-заочная форма обучения)**

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Аудиторные занятия			Самост. работы
		Лекции	Лабор. работы	Практ. занятия	
1 сем	Физические основы механики	8(2)*	6(2)*	6(2)*	20
	Молекулярная физика и термодинамика				
	Электричество и магнетизм	4(2)*	6(2)*	6(2)*	20
	Волновая и квантовая оптика.	4	4	4	17
	Физика излучения				
	Атомная и ядерная физика				
<b>Итого по дисциплине:</b>		<b>16(4)*</b>	<b>16(4)*</b>	<b>16(4)*</b>	<b>57</b>

( )\* - занятия, проводимые в интерактивных формах.

**4.3. Содержания дисциплины (модуля) структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий (заочная форма обучения)**

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Аудиторные занятия			Самост. работы
		Лекции	Лабор. работы	Практ. занятия	
1 сем	Физические основы механики	2(2)*	2	2	40
	Молекулярная физика и термодинамика				
	Электричество и магнетизм	2		2	40
	Волновая и квантовая оптика.				42
	Физика излучения.				
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>4(2)*</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>122</b>

( )\* - занятия, проводимые в интерактивных формах.

**4.4. Содержание разделов дисциплины**  
**4.4.1 Лекции**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Номер, тема и содержание лекции	Трудоемкость час.		
			очно	очно-заочно	заочно
1 сем.	Физические основы механики	<b>ЛЕКЦИЯ №1. КИНЕМАТИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ</b> Модели в механике. Системы отсчета. Траектория, длина пути, вектор перемещения. Скорость. Ускорение и его составляющие. Угловая	2	2	

		<p>скорость и угловое ускорение, и их связь с линейными характеристиками движения.</p>			
		<p><b>ЛЕКЦИЯ №2. ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ. ДИНАМИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА</b></p> <p>1) <i>Динамика материальной точки.</i> Первый закон Ньютона. Масса. Сила. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Силы трения. Закон сохранения импульса. Центр масс. Уравнение движения тела переменной массы. Энергия, работа, мощность. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения механической энергии. Удар абсолютно упругих и неупругих тел.</p> <p>2) <i>Динамика твердого тела.</i> Понятие абсолютно твердого тела. Момент силы. Кинетическая энергия вращения. Момент импульса. Момент инерции. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Основной закон динамики вращательного движения. Закон сохранения момента импульса. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.</p>	2	2	2(2)*
		<p><b>ЛЕКЦИЯ №3. ЭЛЕМЕНТЫ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТЕЙ. РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ.</b></p> <p>Давление жидкости и газа. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли и следствия из него. Вязкость (внутреннее трение). Ламинарный и турбулентный режимы течения жидкостей. Методы определения вязкости. Движение тел в жидкостях и газах. Отступления законов идеального газа. Взаимодействие молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Сравнение изотерм Ван-дер-Ваальса с изотермами, полученными экспериментально.</p>	2	2	
		<p><b>ЛЕКЦИЯ №4. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ</b></p> <p>1) <i>Механические колебания.</i> Периодические движения. Гармонические колебания. Квазиупругие силы. Гармонический осциллятор. Уравнение гармонических колебаний. Основные характеристики колебательного движения: амплитуда, фаза, частота. Период. Сложение колебаний. Математический и гармонический маятники. Кинетическая, потенциальная и полная энергия гармонического колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.</p> <p>2. Специальная теория относительности.</p>	2	2	

	Молекулярная физика и термодинамика	<p><b>ЛЕКЦИЯ №5 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ</b></p> <p>1) <i>Молекулярная физика.</i> Молекулярно-кинетический и термодинамический методы изучения макроскопических явлений. Тепловое движение молекул. Броуновское движение. Взаимодействие молекул. Параметры системы. Равновесные и неравновесные состояния. Идеальный газ как молекулярно-кинетическая модель реальных газов. Давление идеального газа. Средняя кинетическая энергия поступательного движения одноатомной молекулы и ее связь с температурой. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов и его следствия. Уравнение Менделеева-Клайперона. Уравнения изопроцессов. Закон Дальтона.</p> <p>2) <i>Основы термодинамики.</i> Число степеней свободы и средняя энергия многоатомной молекулы. Внутренняя энергия идеального газа. Первое начало термодинамики. работа газа при изменении объема. Работа газа при различных изопроцессах. Теплоемкость. Теплоемкость идеального газа при постоянном объеме и при постоянном давлении. Уравнение Майера. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Второе начало термодинамики. Тепловой двигатель. Круговые процессы. Цикл Карно, к.п.д. цикла Карно.</p>	2	2	
	Электричество и магнетизм	<p><b>ЛЕКЦИЯ №6. ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТОЯННЫЙ ТОК</b></p> <p>1) <i>Электростатика.</i> Электромагнитное взаимодействие. Электрический заряд. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Работа сил электростатического поля, потенциал. Консервативность электростатических сил, связь между <math>E</math> и <math>\varphi</math>. Потенциал точечного и распределенного заряда. Связь между напряженностью и потенциалом электрического поля. Градиент потенциала. Теорема о циркуляции электрического поля. Понятие о потоке вектора и его дивергенции. Теорема Остроградского-Гаусса. Теорема Гаусса для вектора <math>E</math> в дифференциальной и интегральной форме. Электрическое поле в диэлектриках. Электрические поля вокруг проводников. Потенциал проводника. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора, энергия электрического поля.</p> <p>2) <i>Постоянный электрический ток.</i></p>	2	2	2

		<p>Электрический ток. Плотность тока, сила тока. Закон сохранения заряда, его интегральная и дифференциальная формулировки. Дифференциальная форма закона Ома. Отсутствие внутри проводника объемных зарядов, электрическое поле внутри проводника. Работа и мощность тока. Дифференциальная форма закона Джоуля-Ленца. КПД источника тока. Сторонние силы. ЭДС источника тока. Закон Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи.</p>			
		<p><b>ЛЕКЦИЯ №7. МАГНЕТИЗМ</b>  Магнитное поле. Электромагнитная индукция. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля</p>	2		
	Волновая и квантовая оптика. Физика излучения Атомная и ядерная физика	<p><b>ЛЕКЦИЯ №8. ОСНОВЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ И ВОЛНОВОЙ ОПТИКИ</b>  <i>Оптика.</i> Интерференция света. Дифракция света. Поляризация света. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом. Квантовая природа излучения</p>	2	2	
		<p><b>ЛЕКЦИЯ №9. ОСНОВЫ АТОМНОЙ И ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ</b>  1) <i>Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел.</i> Спектр испускания и поглощения водорода. Теория атома водорода по Бору. Элементы квантовой механики. Соотношение неопределенностей. Операторы в квантовой механике. Уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для атома водорода. Квантовая теория атома водорода. Квантовые числа. Принцип Паули.  2) <i>Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц.</i> Элементы физики атомного ядра. Модели атомного ядра. Ядерные силы. Виды радиоактивного излучения. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Элементы физики элементарных частиц. Элементарные частицы. Типы взаимодействия элементарных частиц. Классификация элементарных частиц. Законы сохранения в реакциях с элементарными частицами.</p>	2	2	
		<b>Итого по дисциплине</b>	18(4)*	16(4)*	4(2)*

(\*) - занятия, проводимые в интерактивных формах.



#### 4.4.2 Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лабораторной работы	Трудоемкость час		
			очно	очно-заочно	заочно
1.	Физические основы механики	<b>Лаб. раб. № 1.</b> Теория погрешностей. Обработка результатов эксперимента. Определение ускорения силы тяжести с помощью математического маятника	2	2	2
		<b>Лаб. раб. № 2.</b> Изучение собственных колебаний пружинного маятника	2(2)*	2	
2.	Молекулярная физика и термодинамика	<b>Лаб. раб. № 3.</b> Определение коэффициента внутреннего трения жидкости методом Стокса.	2	2	
3.	Электричество и магнетизм	<b>Лаб. раб. № 4.</b> Вводное занятие. Изучение электроизмерительных приборов.	2	2	
		<b>Лаб. раб. № 5.</b> Исследование электростатического поля.	2	2	
		<b>Лаб. раб. № 6.</b> Измерение сопротивлений с помощью мостика Уитстона	2	2	
4.	Волновая и квантовая оптика. Физика излучения	<b>Лаб. раб. № 7.</b> Исследование зависимости тока фотоэффекта от освещенности и построение графика этой зависимости	2	2	
		<b>Лаб. раб. № 8.</b> Определение радиуса кривизны и фокусного расстояния выпуклого сферического зеркала	2	2	
5.	Атомная и ядерная физика	<b>Лаб. раб. № 9.</b> Изучение внешнего фотоэффекта и вакуумных фотоэлементов.	2		
<b>Итого:</b>			<b>18(2)*</b>	<b>16(4)*</b>	<b>2</b>

( )\* - занятия, проводимые в интерактивных формах

#### 4.3.3. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость час		
			очно	очно-заочно	заочно
1	Молекулярная физика и термодинамика	<b>Практ. зан. № 1.</b> Кинематика материальной точки	2(2)*	2	2
		<b>Практ. зан. № 2.</b> Динамика материальной точки	2	2	
		<b>Практ. зан. № 3.</b> Основы молекулярно-кинетической теории	2	2	
2	Электричество и магнетизм	<b>Практ. зан. № 1.</b> Электрическое поле в вакууме	2	2	2
		<b>Практ. зан. № 2.</b> Постоянный электрический ток	2	2	
		<b>Практ. зан. № 3.</b> Магнитное поле	2	2	
4.	Волновая и квантовая оптика. Физика излучения	<b>Практ. зан. № 1.</b> Элементы геометрической и электронной оптики	2	2	
		<b>Практ. зан. № 2.</b> Интерференция света и дифракция	2	2	

5.	Атомная и ядерная физика	Практ. зан. № 3. Теория атома водорода по Бору	2		
Итого			18(2)*	16(4)*	4

( )\* - занятия, проводимые в интерактивных формах

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

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физика» в научной библиотеке университета имеется достаточное количество учебников и учебных пособий. Кроме этого, надо отметить, что для полноты обеспечения самостоятельной работы учебно – методической документацией по данной дисциплине разработаны для внутривузовского пользования учебные и учебно-методические пособия:

1. Макитова Д.Д., Ахкубекова С.Н., Алоев В.З. Физика. [ТЕКСТ] Учебное пособие. Методические указания к лабораторным работам по механике и молекулярной физике. Мин. Обр. науки РФ. №24-09Г. От 24.02.09. Москва, 2010 -84 с.

2. Ахкубекова С.Н., Макитова Д.Д., Алоев В.З. Физика. [ТЕКСТ] Методические указания по физике к лабораторным работам по электромагнетизму. Москва-2012. Мин. Обр. науки РФ. №03-12Г. От 14.03.12. Нальчик 2013. – 69с.

3. Ахкубекова С.Н. [Электронный ресурс] Учебно-методическое пособие Лабораторный практикум по дисциплине «Физика» для студентов направления подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» очной и заочной форм обучения. Нальчик. КБГАУ, 2017. 174с. Режим доступа <http://biblioclub.ru>

На самостоятельную работу при изучении данной дисциплины отводится по очной (очно-заочной, заочной) формам обучения, соответственно, 75 (84, 126) часов, из них 48 (57, 122) часа выделяется на самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов. При самостоятельном изучении отдельных вопросов и тем основными видами самостоятельной работы обучающихся являются: проработка учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы и информационно-образовательных ресурсов, конспектирование материалов, подготовка к выполнению лабораторных работ, к опросу, тестированию, к контрольным балльно-рейтинговым мероприятиям, подготовка к промежуточной аттестации.

На очной и очно-заочной формам обучения контроль самостоятельной работы, чаще всего осуществляется перед началом чтения лекции, выполнения лабораторных работ, во время проведения балльно-рейтинговых контрольных мероприятий и промежуточной аттестации.

На заочной форме обучения контроль самостоятельной работы осуществляется только во время промежуточной аттестации.

Объем часов, выделяемых для подготовки к промежуточной аттестации (37 ч. по очной форме и 14 ч. по заочной форме обучения), используется для самостоятельной подготовки обучающихся к экзаменам. Данный этап является завершающим при изучении дисциплины и контроль самостоятельной работы осуществляется на промежуточной аттестации.

№№ раз-делов	Тема и вопросы самостоятельной работы студентов ОФО (ЗФО)	Объем часов очно (очно-заочно; заочно)	Перечень учебно-методического обеспечения*	Форма контроля
1.	1. Уравнения кинематики вращательного равнопеременного движения. 2. Методы определения вязкости. Движение тел в жидкостях и газах.		[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным меро-

	3. Центр масс механической системы, закон движения центра масс. Движение тел с переменной массой. 4. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.		[12] [13] [14] [15]	приятиям и к сдаче зачета
2.	1.Равновесные и неравновесные процессы. 2. Столкновение между молекулами. Средняя длина свободного пробега. 3. Наиболее вероятная, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорости молекул. 4. Тепловой двигатель. Круговые процессы. Цикл Карно, к.п.д. цикла Карно. 5. Изотермы Ван-дер-Ваальса.	18 (20,40)	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15]	Подготовка к бально- рейтинговым контрольным мероприятиям. Сдача зачёта
3.	1. Вычисление напряженности поля различных заряженных тел. 2. Электрическое поле внутри заряженного проводника. Распределение зарядов в проводниках. интегральной форме для произвольных полей. 3. Явление резонанса 4. Система уравнений Максвелла в интегральной форме для произвольных полей. 5. Экспериментальное исследование электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.	18 (20,42)	[1] [2] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15]	Подготовка к бально- рейтинговым контрольным мероприятиям. Сдача зачёта
4.	1. Просветление оптики. Интерферометры. 2. Искусственная анизотропия. Эффекты Керра и Фарадея. 3. Излучение Вавилова-Черенкова. 4. Давление света. Опыты Лебедева.	12 (17,42)	[1] [2] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15]	Подготовка к бально- рейтинговым контрольным мероприятиям
5.	1. Опыты Резерфорда по рассеянию $\alpha$ -частиц. Опыт Франка и Герца. 2. Волновая функция и ее физический смысл. 3. Устойчивость ядер. 4. Реакции деления и синтеза. Понятие об элементарных частицах.		[1] [2] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15]	Подготовка к бально- рейтинговым контрольным мероприятиям
6.	Подготовка к промежуточной аттестации	27 (27,4)	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15]	Сдача экзамена
<b>Итого:</b>		75 (84,126)		

\* Перечень учебно-методического обеспечения приведен в разделе 8.

**6. Фонд оценочных средств, для проведения текущего и промежуточного контроля обучающихся по дисциплине (модулю)**

**6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования при текущем и промежуточном контроле знаний обучающихся**

<b>№ модуля</b>	<b>Структурированные модули</b>		<b>Коды формируемых компетенций</b>	<b>Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины</b>
1.	I сем	Физические основы механики. Молекулярная физика и термодинамика	ОПК-1	1-ый рейтинг-контроль. (Рейтинговые контрольные мероприятия (коллоквиумы, тесты) подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита и проведение практических занятий)
		Электричество и магнетизм	ОПК-1	2-ой рейтинг-контроль. (Рейтинговые контрольные мероприятия (тесты) подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита и проведение практических занятий)
		Волновая и квантовая оптика. Физика излучения. Атомная и ядерная физика	ОПК-1	3-ий рейтинг контроль. (Рейтинговые контрольные мероприятия (коллоквиумы, тесты) подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита и проведение практических занятий)

**6.2. Показатели и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания при текущем и промежуточном контроле знаний обучающихся**

**Текущий контроль** - это непрерывное отслеживание уровня усвоения студентами знаний и формирования умений и навыков а также освоения общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций по дисциплине.

**Промежуточный контроль** проводится с целью оценки усвоения студентами материала крупного модуля или раздела учебной дисциплины. В течение семестра проводится три таких контрольных мероприятий, согласно календарного учебного графика. Промежуточный контроль – это своего рода микроэкзамен по пройденному материалу учебной дисциплины. Он может проводиться, как в устной, так и в письменной форме, а также в виде тестового контроля.

Оценка знаний студентов осуществляется в баллах с учетом:

- оценки (текущего контроля) за работу в семестре (оценки за выполнение контрольных заданий, за выполнение и успешную защиту лабораторных работ, за активное участие на семинарских и практических занятиях);
- оценки промежуточных знаний на рейтинговых мероприятиях (тестовые задания и коллоквиум);

Для определения оценки за работу в семестре и оценки промежуточных знаний на рейтинговых мероприятиях содержательная часть рабочей программы четко структурируется на содержательные модули из которых формируется три блока (модуля), с периодами изучения равными периодам проведения рейтинг-контроля.

Таким образом, устанавливается объем дисциплины, подлежащей оценке качества **усвоения** в рамках блоков. При этом каждая контрольная точка оценивается в 20 баллов, из которых на долю текущего контроля приходится 10 баллов, а остальные 10 баллов студент может получить по результатам промежуточного контроля.

Критериями оценки сформированности компетенций являются уровень освоения обучающимися знаний, умений и навыков, которыми они должны обладать при изучении разделов (модулей) дисциплин.

Согласно этих критериев при разработке шкал оценивания руководствуемся следующим:

**15-20 баллов** – студент получает при **высоком** уровне овладения компетенциями и освоения знаний, умений и теоретического материала без пробелов; выполнении всех заданий, предусмотренных учебным планом на высоком качественном уровне; сформировании практических навыков, профессионального применения освоенных знаний;

Это позволяет получить студенту «автоматом» (при 55 и более баллов) или на промежуточной аттестации (при 45 и более баллов) оценку «отлично».

**10-14 баллов** – студент получает при **среднем** уровне овладения компетенциями и освоении знаний, умений и теоретического материала, когда учебные задания не оценены максимальным числом баллов, и в основном сформированы практические навыки.

**До 10 баллов** – студент получает при **пороговом** уровне овладения компетенциями и частично с пробелом освоении знания, умения и теоретического материала, некачественном выполнении учебных заданий, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, в случаях не сформирования некоторых практических навыков

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Рабочей программой дисциплины «Физика» предусмотрено участие дисциплины в формировании следующих компетенций:

**ОПК-1** Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий.

В процессе освоения образовательной программы компетенций **ОПК-1** формируются при изучении дисциплин, прохождении практик и ГИА.

#### Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции	Дисциплины, практики, ГИА, через которые формируется компетенция (компоненты)	Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОПК-1	Б1.0.11 Введение в информационные технологии	1
	Б1.О.19.01 Ботаника	
	<b>Б1.0.10 Физика</b>	2
	Б1.0.13 Сельскохозяйственная экология	
	Б1.0.17 Введение в профессиональную деятельность	
	Б1.О.19.02 Физиология и биохимия растений	
	Б2.О.01(У) Учебная практика, ознакомительная (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	
	ФТД.02 Сертификация и метрология	
	Б1.О.12 Микробиология	3
	Б1.0.14 Цифровые технологии в АПК	
	Б1.0.18 Генетика растений и животных	
	Б1.О.19.03 Земледелие с основами почвоведения и агро-	

	химии	
	Б1.0.20.01 Зоология	
	Б1.О.23 Биохимия с/х продукции	
	Б1.О.09 Математика и математическая статистика	
	Б1.0.19.06 Фитопатология, энтомология и защита растений	
	Б1.0.20.02 Морфология и физиология с/х животных	4
	Б2.О.02(У) Учебная практика, технологическая	
	Б2.О.03(П) Производственная практика, технологическая	6
	Б1.О.29 Сооружения и оборудование для хранения с/х продукции	7
	Б2.О.04(П) Производственная практика, научно-исследовательская работа	
	Б2.О.05(Пд) Производственная практика, преддипломная	8

\* Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы определяются семестром изучения дисциплин и прохождения практик.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется бально-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу бально-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

### Промежуточная аттестация – экзамен.

При модульной системе основным стимулом к регулярной работе студентов является возможность быть освобожденным от семестрового зачета или экзамена (получить их «автоматом»). Для этого студент должен выполнить следующие условия:

- не иметь по промежуточным модулям **0** баллов;
- если студент по итогам текущего рейтинга набрал в семестре **49-54** баллов, то он получает, «автоматом» оценку - «хорошо», **55** и выше - «отлично».
- Студент, получивший по итогам текущего и промежуточного контроля меньше **45** баллов, не может претендовать на оценку «отлично».

Максимальная сумма баллов, которую студент может набрать за семестр составляет **100** баллов, из которых на текущий и промежуточный контроль отводится **60** баллов. Оставшиеся **40** баллов - это сумма баллов, которую студент может набрать по результатам промежуточной аттестации (зачет, экзамен).

### Индикаторы достижения компетенций\*

Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения	Планируемые результаты обучения	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания			
		минимальный	пороговый	средний	высокий
		0-59	60-69	70-84	85-100
		Оценка			
		неудовлетворительно/не зачтено	удовлетворительно/зачтено	хорошо/зачтено	отлично/зачтено
ИД-1 опк-1. Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области производства, переработки и	<b>Знать:</b> границы применимости различных физических законов и достоверность результатов, полученных из эксперимента	Не знает границы применимости различных физических законов и достоверность результатов, полученных из эксперимента	Частично знаком с границами применимости различных физических законов и достоверность результатов, полученных из эксперимента	Достаточно владеет знаниями о границах применимости различных физических законов и достоверность результатов, полученных из эксперимента	В полной мере владеет знаниями о границах применимости различных физических законов и достоверность результатов, полученных из эксперимента
	<b>Уметь:</b> анали-	не обладает уме-	Частично облада-	Умеет фрагментарно	Умеет анализиро-

хранения сельскохозяйственной продукции (1 этап)	зировать применяемые образы математического моделирования экспериментальных исследований	ниями анализировать применяемые образы математического моделирования экспериментальных исследований	ет умениями в рамках компетенции	анализировать применяемые образы математического моделирования экспериментальных исследований	вать применяемые образы математического моделирования экспериментальных исследований
	<b>Владеть навыками</b> пользования инструментарием и приборами для проведения необходимых физических измерений, и обработкой результатов экспериментальных данных	Не владеет <b>навыками</b> пользования инструментарием и приборами для проведения необходимых физических измерений, и обработкой результатов экспериментальных данных	Не в полной мере владеет навыками пользования инструментарием и приборами для проведения необходимых физических измерений, и обработкой результатов экспериментальных данных	В достаточной мере владеет навыками пользования инструментарием и приборами для проведения необходимых физических измерений, и обработкой результатов экспериментальных данных	Владеет навыками пользования инструментарием и приборами для проведения необходимых физических измерений, и обработкой результатов экспериментальных данных
ИД-2 <small>ОПК-1</small> . Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции (1 этап)	<b>Знать:</b> основные физические явления и основные законы и теории классической и современной физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях профессиональной деятельности	Не знает основные физические явления и основные законы и теории классической и современной физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях профессиональной деятельности	Плохо знает основные физические явления и основные законы и теории классической и современной физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях профессиональной деятельности	Хорошо знает основные физические явления и основные законы и теории классической и современной физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях профессиональной деятельности	Отлично знает основные физические явления и основные законы и теории классической и современной физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях профессиональной деятельности
	<b>Уметь:</b> объяснять основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий.	Не умеет объяснять основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий.	Плохо умеет объяснять основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий.	Хорошо объясняет основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий.	Отлично объясняет основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий.
	<b>Владеть:</b> основными общезначимыми законами и принципами в важнейших практических приложениях профессиональной деятельности	Не владеет основными общезначимыми законами и принципами в важнейших практических приложениях профессиональной деятельности	Плохо владеет основными общезначимыми законами и принципами в важнейших практических приложениях профессиональной деятельности	Хорошо владеет основными общезначимыми законами и принципами в важнейших практических приложениях профессиональной деятельности	Отлично владеет основными общезначимыми законами и принципами в важнейших практических приложениях профессиональной деятельности
ИД-3 <small>ОПК-1</small> . Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области	<b>Знать:</b> фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; назначение	Не знает фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; назначение и принципы действия важнейших	Плохо знает фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; назначение и принципы дейст-	Хорошо знает фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; назначение и принципы действия важнейших	Отлично знает фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; назначение и принципы действия важней-

производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции. (1 этап)	и принципы действия важнейших физических приборов	физических приборов	вия важнейших физических приборов	физических приборов	ших физических приборов
	<b>Уметь:</b> работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных.	Не умеет работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных.	Плохо работает с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных.	Хорошо работает с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных.	Отлично работает с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных.
	<b>Владеть:</b> навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории; методами физического моделирования в инженерной практике.	Не владеет навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории; методами физического моделирования в инженерной практике.	Плохо владеет навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории; методами физического моделирования в инженерной практике.	Хорошо владеет навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории; методами физического моделирования в инженерной практике.	Отлично владеет навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории; методами физического моделирования в инженерной практике.

\*На этапе освоения дисциплины

Для допуска к экзамену, студент должен набрать в ходе текущего и промежуточного контроля не менее **40** баллов. Если эта сумма меньше **30** баллов, то студент не допускается к экзамену. Если эта сумма больше или равна **30**, то путем дополнительного опроса (собеседование, контрольная работа, тест, реферат) эта сумма может быть повышена до **40** баллов.

Для допуска к экзамену студенту необходимо восстановить пробелы, как по текущему, так и по промежуточному контролю. На экзамене студент может получить **20 – 40** баллов. Максимальный балл при каждой повторной пересдаче уменьшается на **10** баллов. Если ответы студента оцениваются суммой баллов менее **20**, то студенту выставляется **0** баллов.

Если по итогам рейтинга студент набирает **40-48** баллов, то он допускается к сдаче экзамена и остальные **20-40** баллов он получает на экзамене.

Студент, набравший по итогам текущего и промежуточного контроля по дисциплине менее **30** баллов, после всех разрешенных отработок может получить оценку не выше «удовлетворительно».

#### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Шкала оценивания	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	85-100	заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформиро-



		ваны.
Средний уровень «4» (хорошо)	70-84	заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	60-69	заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (не удовлетворительно)	0-59	заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

**7.3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения индикаторов достижений компетенций ИД-1 ОПК-1, ИД-2 ОПК-1, ИД-3 ОПК-1, в процессе освоения образовательной программы**

**7.3.1 Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся**

**Раздел 1. Физические основы механики**

**Тема 1.1. Введение. Кинематика материальной точки**

1. Найдите формулу скорости для равноускоренного движения без начальной скорости

а)  $v = s/t$ ; б)  $v = at$ ; в)  $v = v_0 + at$ ; г)  $v = v_0 - gt$ ;

2. Укажите формулу пути при равноускоренном движении с начальной скоростью

а)  $s = at^2/2$ ; б)  $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$ ; в)  $s = vt$ ; г)  $h = v_0t - \frac{gt^2}{2}$ .

3. Укажите формулу скорости при свободном падении

а)  $v = at$ ; б)  $v = gt$ ; в)  $v = v_0 - gt$ ; г)  $v = v_0 + at$ ;

4. Найдите формулу угловой скорости

а)  $\vec{\varepsilon} = \frac{\alpha \vec{\omega}}{\alpha t}$ ; б)  $\vec{\omega} = \frac{\alpha \vec{\varphi}}{\alpha t}$ ; в)  $\omega = 2\pi/T$ ; г)  $\omega = 2\pi\nu$ .

5. Укажите формулу углового ускорения

а)  $a_y = v\omega$ ; б)  $\vec{\varepsilon} = \frac{\alpha \vec{\omega}}{\alpha t}$ ; в)  $\vec{\omega} = \frac{\alpha \vec{\varphi}}{\alpha t}$ ; г)  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ .

**Тема 1.2. Динамика материальной точки**

1. Какая формула выражает второй закон Ньютона?

а)  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ ; б)  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ ; в)  $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$ ; г)  $F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$ .

2. Укажите формулу импульса тела

а)  $\vec{p} = m\vec{v}$ ; б)  $\vec{F} = m\vec{a}$ ; в)  $\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt}$ ; г)  $p = \frac{F}{S}$ .

3. Найдите формулу работы

а)  $A = Fs \cos \alpha$ ; б)  $A = E_{k2} - E_{k1}$ ; в)  $A = -(E_{n2} - E_{n1})$ ; г)  $Q = A$ .

4. Укажите формулу механической мощности

а)  $\gamma = \frac{P}{V}$ ; б)  $P = \frac{A}{t}$ ; в)  $p = \frac{F}{S}$ ; г)  $\vec{P} = m\vec{g}$ .

5. Найдите формулу кинетической энергии

$$\text{а) } E = \frac{k(\Delta x)^2}{2}; \text{ б) } E = mgh; \text{ в) } E = \frac{mv^2}{2}; \text{ г) } E = \frac{J\omega^2}{2};$$

### Тема 1.3. Динамика твердого тела

1. Найдите формулу момента инерции материальной точки относительно некоторой оси вращения.

$$\text{а) } \vec{p} = m\vec{v}; \text{ б) } J = mr^2; \text{ в) } M = Fd; \text{ г) } L = J\omega.$$

2. Найдите формулу момента вращающей силы.

$$\text{а) } M = F \cdot r; \text{ б) } J = mr^2; \text{ в) } \vec{F} = m\vec{a}; \text{ г) } L = J\omega.$$

3. Найдите основной закон динамики вращения (второй закон Ньютона для вращательного движения)

$$\text{а) } M = F \cdot 2; \text{ б) } \vec{M} = J\vec{\varepsilon}; \text{ в) } M = F \cdot d; \text{ г) } \vec{F} = m\vec{a}.$$

4. Укажите формулу модуля упругости или модуля Юнга

$$\text{а) } E = \frac{\sigma}{|\varepsilon|}; \text{ б) } E = \frac{mv^2}{2}; \text{ в) } E = mgh; \text{ г) } E = \frac{k\Delta x^2}{2}.$$

5. Укажите закон Гука

$$\text{а) } F = ma; \text{ б) } P = mg; \text{ в) } \sigma = F/S.$$

### Тема 1.4. Элементы механики жидкостей

1. Какому закону соответствует следующая формулировка? Давление в любом месте покоящейся жидкости одинаково по всем направлениям, причем давление одинаково передается по всему объему, занятому покоящейся жидкостью.

$$\text{а) закону Архимеда; б) закону Паскаля; в) закону Бернулли}$$

2. Какому закону соответствует следующая формулировка? На тело, погруженное в жидкость (газ), действует со стороны этой жидкости направленная вверх выталкивающая сила, равная весу вытесненной телом жидкости (газа).

$$\text{а) закону Паскаля; б) закону Архимеда; в) закону Гука.}$$

3. Укажите закон Архимеда

$$\text{а) } F_A = JBl \sin \alpha; \text{ б) } P = mg; \text{ в) } F_A = \rho g V; \text{ г) } F_T = mg.$$

4. Укажите уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости

$$\text{а) } \frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + p = \text{const}; \text{ б) } S_1 v_1 = S_2 v_2 = \text{const}; \text{ в) } pV = \text{const}; \text{ г) } p = \frac{F}{S}.$$

5. Найдите уравнение Бернулли

$$\text{а) } S_1 v = S_2 v_2 = \text{const}; \text{ б) } pV = \text{const}; \text{ в) } pV = \frac{m}{\mu} RT; \text{ г) } \frac{\rho V^2}{2} + \rho gh + p = \text{const}.$$

### Тема 1.5. Механические колебания

1. Какое выражение определяет смещение гармонических колебаний материальной точки в произвольный момент времени.

$$\begin{array}{ll} \text{А) } A \cos(\omega t + \varphi); & \text{Б) } A \omega^2 \sin(\omega t + \varphi); \\ \text{В) } A \omega^2 \sin \omega t; & \text{Г) } A \omega \cos \varphi; \quad \text{Д) } A \omega^2 \sin \varphi. \end{array}$$

2. Какое выражение определяет скорость гармонических колебаний материальной точки в произвольный момент времени.

$$\begin{array}{ll} \text{А) } A \omega \cos(\omega t + \varphi); & \text{Б) } A \omega^2 \sin(\omega t + \varphi); \\ \text{В) } A \omega^2 \sin \omega t; & \text{Г) } A \omega \cos \varphi; \quad \text{Д) } A \omega^2 \sin \varphi. \end{array}$$

3. Какое выражение определяет потенциальную энергию колеблющейся по гармоническому закону точки?

$$\begin{array}{ll} \text{А) } m \frac{A^2 \omega^2}{2} \cos(\omega t + \varphi); & \text{Б) } \frac{kA^2}{2} \sin^2(\omega t + \varphi); \\ \text{В) } m A \omega \cos(\omega t + \varphi); & \text{Г) } A \omega^2 m \sin(\omega t + \varphi); \end{array}$$

4. Какое выражение определяет полную энергию колеблющейся по гармоническому закону точки?

- А)  $m \frac{A^2 \omega^2}{2} \cos^2(\omega t + \varphi)$ ; Б)  $m \frac{A^2 \omega^2}{2}$  ;  
 В)  $\frac{kA^2}{2} \sin^2(\omega t + \varphi)$ ; Г)  $\frac{4\pi^2 Am}{T^2} \sin(\omega t + \varphi)$  ;

5. Какое выражение определяет ускорение гармонических колебаний материальной точки?

- А)  $A \omega \cos(\omega t + \varphi)$ ; Б)  $A \omega^2 \sin \varphi$ ;  
 В)  $A \omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$ ; Г)  $A \omega \cos \varphi$ ; Д)  $A \omega^2$  .

6. Какое выражение определяет кинетическую энергию колеблющейся по гармоническому закону точки?

- А)  $m \frac{A^2 \omega^2}{2} \cos^2(\omega t + \varphi)$ ; Б)  $\frac{kA^2}{2} \sin(\omega t + \varphi)$ ;  
 В)  $\frac{2\pi A}{T} \cos(\omega t + \varphi)$ ; Г)  $\frac{4\pi^2 Am}{T^2} \sin(\omega t + \varphi)$ ; Д)  $\frac{1}{2} kA^2$  .

7. Какое из приведенных выражений определяет период колебаний груза, подвешенного на пружине?

- А)  $T = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}}$ ; Б)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ ; В)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$ ; Г)  $T = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}}$ ; Д)  $T = \sqrt{\frac{m}{k}}$

## Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика

### Тема 2.1. Термодинамические системы. Идеальный газ.

1. Укажите формулу средней квадратичной скорости молекул газа

- а)  $\bar{v}_{kb} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ ; б)  $v_b = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$ ; в)  $\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$ ; г)  $v = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0)$  .

2. Укажите закон для распределения молекул идеального газа по скоростям

- а)  $f(v) = 4\pi \left( \frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} e^{-\frac{mv^2}{2kT}}$  б)  $n = n_0 e^{-\frac{\Delta W}{KT}}$  в)  $p = p_0 e^{-\frac{mg}{KT}(h-h_0)}$  г)  $\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$  .

3. Определите барометрическую формулу

- а)  $n = n_0 e^{-\frac{\Delta W}{KT}}$ ; б)  $p = p_0 e^{-\frac{mg}{KT}(h-h_0)}$ ; в)  $\frac{p}{T} = const$ ; г)  $k = \frac{R}{N_a}$  .

### Тема 2.2. Основы молекулярно-кинетической теории

1. Укажите формулу давления

- а)  $p = m/v$ ; б)  $p = F/S$ ; в)  $p = \frac{2}{3} n \bar{E}_n$ ; г)  $p = nkT$  .

2. Какая формула выражает закон Бойля – Мариотта?

- а)  $pV = \frac{m}{\mu} RT$ ; б)  $\frac{pV}{T} = const$ ; в)  $\frac{p}{T} = const$ ; г)  $pV = const$  .

3. Какая формула выражает закон Гей – Люссака?

- а)  $p = p_0 (1 + \gamma t)$ ; б)  $\frac{pV}{T} = const$ ; в)  $V = V_0(1 + 2t)$ ; г)  $pV = \frac{m}{\mu} RT$  .

4. Какая формула выражает закон Шарля?

- а)  $\frac{p}{T} = const$ ; б)  $\frac{V}{T} = const$ ; в)  $\frac{pV}{T} = const$ ; г)  $pV = const$  .

5. Укажите уравнение Клайперона – Менделеева

а)  $pV = const$ ; б)  $\frac{pV}{T} = const$ ; в)  $\frac{p}{T} = const$ ; г)  $pV = \frac{m}{\mu}RT$ ;

6. Укажите основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.

а)  $p = nkT$ ; б)  $p = \frac{2}{3}n_0\bar{E}_n$ ; в)  $\bar{E}_n = \frac{3}{2}kT$ ; г)  $\frac{pV}{T} = const$ .

### Тема 2.3. Основы термодинамики

1. Определите формулу распределения Больцмана

а)  $n = n_0 e^{-\frac{\Delta W}{kT}}$ ; б)  $p = p_0 e^{-\frac{mg}{kT}(h-h_0)}$ ; в)  $f(v) = 4\pi \left( \frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} v^2 e^{-mv^2/(2kT)}$ ; г)  $k = \frac{R}{N_a}$ .

2. Найдите первое начало термодинамики

а)  $Q = \Delta U + A$ ; б)  $Q = cm(T_2 - T_1)$ ; в)  $Q = J^2 RT$ ; г)  $A = Q_1 - Q_2$ .

3. Укажите первый закон термодинамики для изотермического процесса

а)  $\Delta U = Q + A^1$ ; б)  $Q = A$ ; в)  $Q = \Delta U$ ; г)  $Q = \Delta U + A$ .

4. Укажите первый закон термодинамики для изобарического процесса

а)  $\eta = \frac{A}{Q_1}$ ; б)  $Q = \Delta U + A$ ; в)  $Q = A$ ; г)  $Q = \Delta U$ .

5. Укажите первый закон термодинамики для изохорического процесса

а)  $Q = A$ ; б)  $Q = \Delta U + A$ ; в)  $Q = \Delta U$ ; г)  $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ .

6. Чему равен коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины?

а)  $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ ; б)  $\gamma = \frac{1}{273,15} ^\circ C^{-1}$ ; в)  $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ ; г)  $\eta = \frac{d^2 g(\rho_1 - \rho_2)t}{18l}$ .

7. Чему равен коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины Карно?

а)  $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ ; б)  $\eta = \frac{A}{Q_1}$ ; в)  $\eta = 2r^2 g(\rho_1 - \rho_2)/(9v)$ ; г)  $\eta = \frac{J_2 U_2}{J_1 U_1}$ .

### Раздел 2.4. Реальные газы

1. Определите уравнение Ван – Дер – Ваальса для любой массы газа m

а)  $\left( p + \frac{m^2}{\mu^2} \cdot \frac{a}{V^2} \right) \left( V - \frac{m}{\mu} \epsilon \right) = \frac{m}{\mu} RT$ ; б)  $pV = \frac{m}{\mu} RT$ ;  
в)  $pV_m = RT$ ; г)  $\left( p + \frac{a}{V_m^2} \right) (V_m - \epsilon) = RT$ .

2. Фазовые превращения вещества обусловлены изменением:

а)  $T$  и  $P$ ; б)  $V$  и  $F$ ; в)  $R$  и  $M$ ; г)  $m$  и  $v$ .

3. Чтобы получить уравнение состояния реального газа Ван-дер-Ваальс ввел поправки ...

а) на скорость молекул и температуру;  
б) на размер молекул и на действие сил сцепления;  
в) на молярную массу и на скорость; г) на размер молекул и энергию.

4. Изотерма Ван-дер-Ваальса называется критической, если она:

а) имеет волнообразный участок; б) монотонно спадающая кривая;  
в) не имеет точки перегиба; г) имеет одну точку перегиба.

5. Выберите формулу внутренней энергии для реального газа:

а)  $U_m = c_v T - \frac{a}{V_m}$ ; б)  $U = \frac{m}{M} \frac{i}{2} RT$ ; в)  $U = \frac{m}{M} c_v T$ ; г)  $U = Q - A$

6. Газ, находящийся при температуре меньше критической, называется

а) жидкостью; б) паром; в) твердым телом; г) насыщенным паром.

7. Уравнение Клайперона-Клаузиуса позволяет рассчитать кривую равновесия ...  
 а) для двух фаз одного и того же вещества;  
 б) для трех фаз одного и того же вещества;  
 в) для двух фаз разных веществ; г) для трех фаз разных веществ.
8. Поправка  $\nu \cdot b$  в уравнении Ван-дер-Ваальса означает ...  
 а) учетверенный собственный объем молекулы,  $\nu \cdot b = 4V'$ ;  
 б) удвоенный собственный объем молекул,  $\nu \cdot b = 2V'$ ;  
 в) утроенный собственный объем молекул,  $\nu \cdot b = 3V'$ .
9. Напишите формулу Ван-дер-Ваальса для одного моля реального газа.  
 а)  $\left(P + \frac{a}{V^2}\right) V - b = RT$ ; б)  $PV = RT$  в)  $\frac{dP}{dT} = \frac{L}{T V_2 - V_1}$ ; г)  $P' = \frac{a}{V^2} \frac{m}{M}$ .
10. При низкой температуре все газы, расширяясь охлаждаются, это:  
 а) положительный эффект Джоуля-Томсона;  
 б) отрицательный эффект Джоуля-Томсона;  
 в) эффект Эндрюса; г) эффект Джоуля-Томсона.
11. Найдите отношение внутренних давлений  $\frac{P_2}{P_1}$ , обусловленных силами притяжения для кислорода, при изменении объема  $V_2 = 2V_1$ , при прочих равных условиях  
 а) давление увеличивается в 2 раза; б) давление уменьшается в 2 раза;  
 в) давление увеличивается в 4 раза; г) давление уменьшается в 4 раза.

### Раздел 3. Электричество и магнетизм

#### Тема 3.1. Электростатика

1. Какая формула выражает закон Кулона для взаимодействия электрических зарядов в однородной диэлектрической среде.

А)  $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$ ; Б)  $\frac{1}{\epsilon\epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$ ; В)  $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2}$ ; Г)  $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q}{r}$ ;

2. Какая формула выражает напряженность поля точечного заряда в однородной диэлектрической среде?

А)  $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$ ; Б)  $\frac{1}{\epsilon\epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$ ; В)  $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2}$ ; Г)  $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q}{r}$ ;

3. Какая формула выражает потенциал поля точечного заряда в однородной диэлектрической среде?

А)  $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$ ; Б)  $\frac{1}{\epsilon\epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$ ; В)  $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2}$ ; Г)  $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q}{r}$ ;

4. Какая формула выражает поток вектора напряженности электрического поля в однородной диэлектрической среде?

А)  $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$ ; Б)  $\frac{1}{\epsilon\epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$ ; В)  $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2}$ ; Г)  $\frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q}{r}$ ;

5. Какое выражение определяет вектор электрической индукции?

А)  $\epsilon \vec{E}$ ; Б)  $\epsilon / \vec{E}$ ; В)  $\vec{E} / \epsilon$ ; Г)  $\epsilon \epsilon_0$

6. Какой вид имеет формула емкости плоского конденсатора?

А)  $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 s}{d}$ ; Б)  $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 s}{4\pi d}$ ; В)  $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 d}{s}$ ; Г)  $C = \frac{sd}{\epsilon\epsilon_0}$ .

#### Тема 3.2. Постоянный электрический ток

1. Какая формула выражает силу тока?

- А)  $I = \frac{dq}{dt}$ ;      Б)  $I = \frac{R}{U}$ ;      В)  $I = U R$ ;      Г)  $I = U + R$ .
2. Какая формула выражает плотность тока?
- А)  $j = dI \, dS$ ;      Б)  $j = \frac{dI}{dS_{\perp}}$ ;      В)  $j = \frac{dS_{\perp}}{dI}$ ;      Г)  $I = \frac{dq}{dt}$ .
3. Какая формула выражает связь между силой тока и скоростью упорядоченного движения зарядов?
- А)  $I = \frac{dq}{dt}$ ;      Б)  $j = \frac{dI}{dS_{\perp}}$ ;      В)  $I = ne \langle v \rangle s$ ;      Г)  $j = ne \langle v \rangle$ .
4. Какая формула определяет силу тока сквозь произвольную поверхность?
- А)  $I = \int_S \vec{j} d\vec{S}$ ;      Б)  $j = \frac{dI}{dS_{\perp}}$ ;      В)  $I = ne \langle v \rangle s$ ;      Г)  $j = ne \langle v \rangle$ .
5. Какая формула выражает э.д.с. действующей в цепи?
- А)  $\varepsilon = \frac{A}{q_0}$ ;      Б)  $I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}}{R}$ ;      В)  $U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}$ ;      Г)  $I = \frac{U}{R}$ .
6. Какая формула выражает напряжение на данном участке цепи?
- А)  $\varepsilon = \frac{A}{q_0}$ ;      Б)  $I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}}{R}$ ;      В)  $U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}$ ;      Г)  $I = \frac{U}{R}$ .
7. Какая формула выражает закон Ома для однородного участка цепи?
- А)  $\varepsilon = \frac{A}{q_0}$ ;      Б)  $I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}}{R}$ ;      В)  $U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}$ ;      Г)  $I = \frac{U}{R}$ .
8. Какому закону соответствует следующая формулировка?  
**Сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника.**
- А) закон Ома для однородного участка цепи;  
 Б) закон Ома для неоднородного участка цепи;  
 В) закон Ома в дифференциальной форме;  
 Г) закон Джоуля-Ленца.
9. Укажите формулу электрической проводимости?
- А)  $R = \rho \frac{l}{S}$ ;      Б)  $G = \frac{1}{R}$ ;      В)  $\gamma = \frac{1}{\rho}$ ;      Г)  $j = \gamma E$ .
10. Укажите формулу сопротивления для однородного линейного проводника.
- А)  $R = \rho \frac{l}{S}$ ;      Б)  $R = \frac{U}{I}$ ;      В)  $R = \rho \frac{S}{l}$ ;      Г)  $R = \frac{1}{\rho} \frac{l}{S}$ .

### Тема 3.3. Магнитное поле

1. Какая из формул определяет выражения для силы Ампера?
- А)  $F = qE$ ;    Б)  $F = ma$ ;    В)  $F = vqB \sin \alpha$ ;    Г)  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ;    Д)  $F = B I \Delta s \sin \alpha$ .
2. Какая из формул определяет напряженность магнитного поля конечного прямолинейного проводника с током?
- А)  $H = \frac{I}{4\pi R} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)$ ;    Б)  $H = \frac{I}{2\pi R}$ ;    В)  $H = \frac{I}{2R}$ ;    Г)  $H = \frac{In}{l}$ ;    Д)  $H = \frac{In}{2\pi R}$ ;
3. Какая из формул определяет напряженность магнитного поля бесконечного прямолинейного проводника с током?
- А)  $H = \frac{I}{4\pi R} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)$ ;    Б)  $H = \frac{I}{2\pi R}$ ;    В)  $H = \frac{I}{2R}$ ;    Г)  $H = \frac{In}{l}$ ;    Д)  $H = \frac{In}{2\pi R}$ ;

4. Укажите формулу магнитного момента кругового тока.

- А)  $P_m = IS$ ; Б)  $P = mv$ ; В)  $P = ql$ ; Г)  $P = mq$ ; Д)  $P = F/S$ .

5. Какая из формул определяет напряженность магнитного поля кругового тока?

- А)  $H = \frac{I}{4\pi R} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)$ ; Б)  $H = \frac{I}{2\pi R}$ ; В)  $H = \frac{I}{2R}$ ; Г)  $H = \frac{In}{l}$ ; Д)  $H = \frac{In}{2\pi R}$ ;

6. Какая из формул определяет напряженность магнитного поля соленоида?

- А)  $H = \frac{I}{4\pi R} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)$ ; Б)  $H = \frac{I}{2\pi R}$ ; В)  $H = \frac{I}{2R}$ ; Г)  $H = \frac{In}{l}$ ; Д)  $H = \frac{In}{2\pi R}$ ;

7. Какая формула соответствует закону Био-Савара-Лапласа?

- А)  $H = \frac{I}{2\pi r}$ ; Б)  $F = BI \Delta l \sin \alpha$ ; В)  $dH = \frac{Idl \sin \alpha}{4\pi r^2}$ ; Г)  $H = \frac{In}{l}$ .

8. Какая из формул определяет напряженность магнитного поля тороида?

- А)  $H = \frac{I}{4\pi R} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)$ ; Б)  $H = \frac{I}{2\pi R}$ ; В)  $H = \frac{I}{2R}$ ; Г)  $H = \frac{In}{l}$ ; Д)  $H = \frac{In}{2\pi R}$ ;

9. Какая формула выражает закон Ампера в дифференциальной форме?

- А)  $F = vqB \sin \alpha$ ; Б)  $dF_{12} = k \frac{I_1 I_2 dl_1 dl_2 \sin \alpha \sin \beta}{r_{12}^2}$ ;  
В)  $F = BI \Delta l \sin \alpha$ ; Г)  $\Delta F_{12} = k \frac{I_1 I_2 \Delta l_1 \Delta l_2 \sin \alpha \sin \beta}{r_{12}^2}$ .

### Тема 3.4. Электромагнитная индукция

1. Какая формула выражает закон электромагнитной индукции?

- А)  $\mathcal{E} = I(R + r)$ ; Б)  $\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ ;  
В)  $\mathcal{E} = vBl \sin \alpha$ ; Г)  $\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ .

2. Чему равна ЭДС самоиндукции в катушке индуктивностью  $L = 3 \text{ Гн}$  при равномерном уменьшении силы тока от  $5 \text{ А}$  до  $1 \text{ А}$  за  $2 \text{ секунды}$ ?

- А)  $6 \text{ В}$ ; Б)  $9 \text{ В}$ ; В)  $24 \text{ В}$ ; Г)  $36 \text{ В}$ .

3. Индуктивность  $L$  замкнутого проводящего контура определяется формулой ( $I$  - ток в контуре,  $\Phi$  - магнитный поток через поверхность, охватываемую контуром).

- А)  $L = \Phi / I$ ; Б)  $L = \Phi \cdot I$ ; В)  $L = I / \Phi$ ; Г)  $L = \frac{\Delta I}{\Phi}$ .

4. Электрический ток  $2 \text{ А}$  создает в контуре магнитный поток  $4 \text{ Вб}$ . Какова индуктивность контура?

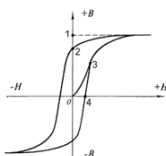
- А)  $2 \text{ Гн}$ ; Б)  $0,5 \text{ Гн}$ ; В)  $8 \text{ Гн}$ ; Г)  $1 \text{ Гн}$ ; Д)  $16 \text{ Гн}$ .

5. Чем определяется ЭДС индукции в контуре?

- А). Магнитной индукцией в контуре. Б). Магнитным потоком через контур.  
В). Индуктивностью контура. Г). Электрическим сопротивлением контура.  
Д). Скоростью изменения магнитного потока через контур.

### Тема 3.5. Магнитные свойства вещества

1. На рисунке изображена петля гистерезиса для ферромагнитного материала. Какая из точек соответствует коэрцитивной силе?

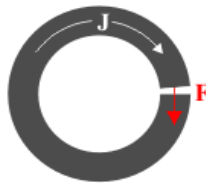


- А) точка 1                      Б) точка 2                      В) точка 3                      Г) точка 4
2. Бесконечная тонкая пластина изготовлена из ферромагнетика с магнитной проницаемостью  $\mu$ . Пластина помещена в однородное магнитное поле  $H_0$ , направленное перпендикулярно её поверхности. Чему равна напряжённость магнитного поля  $H$  внутри пластины?

- А)  $H = H_0$                       Б)  $H = 0$                       В)  $H = H_0/\mu$                       Г)  $H = \mu H_0$
3. Бесконечный тонкий стержень изготовлен из ферромагнетика с магнитной проницаемостью  $\mu$ . Стержень помещен в однородное магнитное поле с индукцией  $B_0$ , направленной вдоль его длины. Чему равна индукция магнитного поля  $B$  внутри стержня?

- А)  $B = B_0$                       Б)  $B = 0$                       В)  $B = B_0/\mu$                       Г)  $B = \mu B_0$
4. Имеется тонкий длинный постоянный магнит, намагниченность  $J$  которого направлена вдоль его оси. Чему равна индукция магнитного поля вблизи его торца?

- А)  $B = 4\pi J$                       Б)  $B = 2\pi J$                       В)  $B = (2\pi/c) \cdot J$                       Г)  $B = 0$
5. Постоянный магнит с намагниченностью  $J$  согнут в кольцо так, что между полюсами остался узкий зазор. Чему равна сила  $F$ , действующая на торцы магнита в зазоре? Площадь поперечного сечения магнита -  $\sigma$ .



- а)  $F = 4\pi \cdot J^2 \sigma$                       б)  $F = 2\pi J^2 \sigma$                       в)  $F = (2\pi/c) \cdot J \cdot \sigma$                       г)  $F = 2\pi \cdot J \cdot 2\sigma$
6. Диамагнетизм связан с
- Наличием обменного взаимодействия между элементарными магнитными моментами атомов.
  - Прецессией внутриатомных электронов в магнитном поле.
  - Ориентацией магнитных моментов атомов по полю.
  - Ориентацией магнитных моментов атомов против поля.
7. Какие из магнетиков обладают спонтанной намагниченностью с образованием доменной структуры?
1. Парамагнетики.    2. Диамагнетики.    3. Ферромагнетики.    4. Антиферромагнетики.

### Тема 3.6. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля

- 1..Какое из граничных условий уравнений Максвелла записано неверно?
- а)  $E_{2n} - E_{1n} = 4\pi\sigma$     б)  $B_{1n} = B_{2n}$     в)  $E_{1t} = E_{2t}$     г)  $[\mathbf{nH}_2] - [\mathbf{nH}_1] = (4\pi/c) \cdot \mathbf{i}$
2. Тонкий сверхпроводящий стержень поместили в магнитное поле, направленное вдоль его оси. Чему равен магнитный момент единицы объёма стержня? Напряжённость магнитного поля -  $H$ .
- а)  $\mathbf{J} = 0$                       б)  $\mathbf{J} = -\mathbf{H}/4\pi$                       в)  $\mathbf{J} = \mathbf{H}/4\pi$                       г)  $\mathbf{J} = 4\pi\mathbf{H}$
3. Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\int_L \vec{E} d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}; \quad \int_L \vec{H} d\vec{l} = - \int_S \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S};$$

$$\int_S \vec{D} d\vec{S} = 0; \quad \int_S \vec{B} d\vec{S} = 0$$

(S)



Указанные уравнения для переменного электромагнитного поля справедливы...

- а) в отсутствие заряженных тел;
- б) в отсутствие заряженных тел и токов проводимости;
- в) при наличии заряженных тел и токов проводимости;
- г) отсутствие токов проводимости.

4. Следующая система уравнений:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}; \quad \oint_L H d\vec{l} = \int_S \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S};$$

$$\int_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = 0; \quad \int_S \vec{B} d\vec{S} = 0$$

справедлива для переменного электромагнитного поля...

- а) в отсутствие заряженных тел;
- б) в отсутствие заряженных тел и токов проводимости;
- в) при наличии заряженных тел и токов проводимости;
- г) отсутствие токов проводимости.

5. Следующая система уравнений:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}; \quad \oint_{(L)} H d\vec{l} = \int_{(S)} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S};$$

$$\int_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = 0; \quad \int_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

справедлива для переменного электромагнитного поля...

- а) в отсутствие заряженных тел;
- б) в отсутствие заряженных тел и токов проводимости;
- в) при наличии заряженных тел и токов проводимости;
- г) отсутствие токов проводимости.

### Тема 3.7. Электромагнитные волны

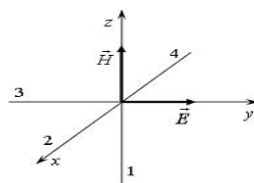
1. Вдоль проводника цилиндрической формы течёт ток. Как направлен вектор Умова-Пойнтинга на поверхности проводника?

- а). Внутрь проводника перпендикулярно его поверхности.
- б). Наружу проводника перпендикулярно его поверхности.
- в). Вдоль поверхности проводника от большего потенциала к меньшему.
- г). По concentрическим окружностям с центрами на оси проводника.

2. Вектор Умова-Пойнтинга описывает:

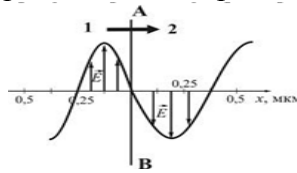
- а). Плотность энергии электромагнитного поля.
- б). Плотность потока электромагнитной энергии.
- в). Плотность импульса электромагнитного поля.
- г). Плотность момента электромагнитного импульса.

3. На рисунке показана ориентация векторов напряженности электрического (E) и магнитного (H) полей в электромагнитной волне. Вектор плотности потока энергии электромагнитного поля ориентирован в направлении...



- а) 2;                      б) 1;                      в) 4;                      г) 3;

4. На рисунке представлена мгновенная фотография электрической составляющей электромагнитной волны, переходящей из среды 1 в среду 2 перпендикулярно границе раздела сред АВ. Отношение скорости света в среде 2 к его скорости в среде 1 равно...



- а) 0,84                      б) 1,50                      в) 0,67                      г) 1,75

5. Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми частотами и равными амплитудами  $A_0$ . При разности фаз  $\Delta\varphi = \pi$  амплитуда результирующего колебания равна...

- а) 0                      б)  $2A_0$                       в)  $A_0\sqrt{2}$                       г)  $A_0\sqrt{3}$

#### Раздел 4. Волновая и квантовая оптика. Физика излучения.

##### Тема 4.1. Элементы геометрической и электронной оптики.

1. Какая формула выражает закон отражения света?

- а)  $i_1 = i_1^1$ ;    б)  $\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21}$ ;    в)  $\sin i_{\text{пр}} = n_{21}$ ;    г)  $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ ;    д)  $n = \frac{c}{v}$ ;

2. Какая формула выражает закон преломления света?

- а)  $i_1 = i_1^1$ ;    б)  $\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21}$ ;    в)  $\sin i_{\text{пр}} = n_{21}$ ;    г)  $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ ;    д)  $n = \frac{c}{v}$ ;

3. Какая формула выражает предельный угол падения?

- а)  $i_1 = i_1^1$ ;    б)  $\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21}$ ;    в)  $\sin i_{\text{пр}} = n_{21}$ ;    г)  $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ ;    д)  $n = \frac{c}{v}$ ;

4. Какая формула выражает относительный показатель преломления?

- а)  $i_1 = i_1^1$ ;    б)  $\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21}$ ;    в)  $\sin i_{\text{пр}} = n_{21}$ ;    г)  $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ ;    д)  $n = \frac{c}{v}$ ;

5. Какая формула выражает абсолютный показатель преломления?

- а)  $i_1 = i_1^1$ ;    б)  $\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21}$ ;    в)  $\sin i_{\text{пр}} = n_{21}$ ;    г)  $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ ;    д)  $n = \frac{c}{v}$ ;

6. Указать формулу потока излучения

- а)  $\Phi_e = \frac{W}{t}$ ;    б)  $R_e = \frac{\Phi_e}{S}$ ;    в)  $I_e = \frac{\Phi_e}{\omega}$ ;    г)  $B_e = \frac{\Delta I_e}{\Delta S}$

7. Указать формулу энергетической светимости.

- а)  $\Phi_e = \frac{W}{t}$ ;    б)  $R_e = \frac{\Phi_e}{S}$ ;    в)  $I_e = \frac{\Phi_e}{\omega}$ ;    г)  $B_e = \frac{\Delta I_e}{\Delta S}$

8. Указать формулу энергетической силы света

- а)  $\Phi_e = \frac{W}{t}$ ;    б)  $R_e = \frac{\Phi_e}{S}$ ;    в)  $I_e = \frac{\Phi_e}{\omega}$ ;    г)  $B_e = \frac{\Delta I_e}{\Delta S}$

9. Указать формулу энергетической яркости

- а)  $\Phi_e = \frac{W}{t}$ ;    б)  $R_e = \frac{\Phi_e}{S}$ ;    в)  $I_e = \frac{\Phi_e}{\omega}$ ;    г)  $B_e = \frac{\Delta I_e}{\Delta S}$

##### Тема 4.2. Интерференция света

1. Вставьте вместо точек пропущенный фрагмент.

«Интерференцией света называется явление пространственного перераспределения энергии светового излучения ....., приводящее к возникновению максимумов и минимумов интенсивности».

- а) при наложении двух произвольных сферических световых волн;
- б) при наложении двух или более световых волн с непрерывно меняющейся разностью фаз;
- в) при наложении двух или более когерентных световых волн;
- г) при наложении когерентных световых волн от непрерывного количества источников.

2. Для интерференционной картины от двух когерентных световых волн установите соответствие между определением и его математическим выражением.

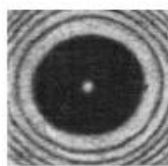
- а) ширина интерференционной полосы  $\Delta x = l/d \cdot \lambda_0$ ;
- б) оптическая разность хода  $m \cdot l/d$ ;
- в) координаты минимумов  $(m+1/2) l/d \cdot \lambda_0$ ;
- г) координаты максимумов  $\pm m l/d \cdot \lambda_0$ ;

3. Условие максимумов интенсивности в интерференционной картине при отражении световой волны от плоскопараллельной пластики толщины  $h$  имеет вид:

- а)  $2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} = 2m + 1 \frac{\lambda}{2}$
- б)  $2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} = m\lambda$
- в)  $2hn \cos \theta_2 = 2m + 1 \frac{\lambda}{2}$
- г)  $2hn \cos \theta_2 = m\lambda$

4. Какое явление отображает картинка, изображенная на рисунке?

- а) интерференцию в тонких пленках (кольца Ньютона);
- б) дифракцию от круглого отверстия, открывающего четное число зон Френеля;
- в) дифракцию от круглого диска, закрывающего нечетное число зон Френеля;
- г) ничего сказать определенного нельзя.



### Тема 4.3. Дифракция света

1. Что будет наблюдаться на экране, если на пути от точечного источника поставить непрозрачный диск, закрывающий большое число зон Френеля?

- а) в центральной части экрана будет темное пятно, а на границе геометрической тени будет наблюдаться чередование светлых и темных колец;
- б) на экране будет наблюдаться дифракционная картина в виде чередования светлых и темных колец, в центре экрана будет светлое пятнышко;
- в) диск отбрасывает на экране тень в соответствии с законами геометрической оптики.

2. Какое из приведенных выражений определяет положения главных максимумов интенсивности в дифракционной картине от дифракционной решетки?

- а)  $d \sin \varphi = \pm \frac{k}{N} \lambda$
- б)  $d \sin \varphi = \pm \left( m + \frac{k}{N} \right) \frac{\lambda}{2}$
- в)  $d \sin \varphi = \pm m\lambda$
- г)  $d \sin \varphi = \pm 2m + 1 \frac{\lambda}{2}$

3. Радиус  $m$  зоны Френеля для сферической волны определяется выражением:

- а)  $\sqrt{\frac{b}{2(a+b)}} m\lambda$
- б)  $\sqrt{\frac{ab}{a+b}} m\lambda$
- в)  $\sqrt{\frac{a+b}{ab}} m\lambda$
- г)  $\sqrt{\frac{\pi ab}{a+b}} m\lambda$

4. Амплитуда колебания световой волны, создаваемая в некоторой точке Р всей сферической волновой поверхностью, равна:

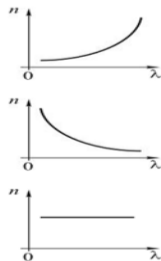
- а)  $A = \frac{A_1}{2}$
- б)  $A = A_1$
- в)  $A = \frac{A_1}{2} + \frac{A_m}{2}$
- г)  $A = \frac{A_1}{2} - \frac{A_m}{2}$

#### Тема 4.4. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом

1. Угловая дисперсия дифракционной решетки равна:

а)  $D = \frac{d}{m}$       б)  $D = \frac{\sqrt{d^2 - m^2 d^2}}{m}$       в)  $D = \frac{m}{\sqrt{d^2 - m^2 \lambda^2}}$       г)  $D = \frac{m}{d \cos \varphi}$

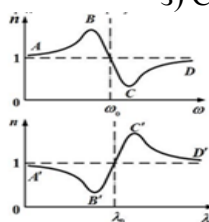
2. Зависимость показателя преломления вещества  $n$  от длины световой волны  $\lambda$  при нормальной дисперсии отражена на рисунке ...



3. Графики дисперсионных кривых показателя преломления среды от частоты  $\omega$  и длины волны  $\lambda$  света имеют вид, представленных на рисунках:

Участки кривых АВ и С'Д' соответствуют дисперсии ...

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| а) АВ – нормальной | б) С'Д' – нормальной |
| в) АВ – нормальной | г) С'Д' – аномальной |
| д) АВ – аномальной | е) С'Д' – нормальной |
| ж) АВ – аномальной | з) С'Д' – аномальной |



#### Тема 4.5. Поляризация света

1. Естественный свет падает на поверхность стекла под углом Брюстера. Чему равна степень поляризации отраженных лучей?

- а) 0;      б) 0,25;      в) 0,5;      г) 1.

2. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор, уменьшается в четыре раза.

- а)  $\pi$ ;      б)  $\pi/3$ ;      в)  $\pi/4$ ;      г)  $\pi/2$ ;

3. При падении света из воздуха на диэлектрик отраженный луч полностью поляризован. Угол преломления равен  $30^\circ$ . Тогда показатель преломления диэлектрика равен...

- а)  $\sqrt{3}$ ;      б)  $\sqrt{2}$ ;      в) 1,5;      г) 2,0;

4. На диэлектрическое зеркало под углом Брюстера падает луч естественного света. Для отраженного и преломленного луча справедливы утверждения...

- а) отраженный луч поляризован частично      б) оба луча не поляризованы  
в) отраженный луч полностью поляризован      г) преломленный луч полностью поляризован

5. Естественный свет проходит через стеклянную пластинку и частично поляризуется. Если на пути света поставить еще одну такую же пластинку, то степень поляризации света ... а) увеличится      б) не изменится      в) уменьшится

#### Тема 4.6. Квантовая природа излучения

1. Как изменится кинетическая энергия электронов при фотоэффекте, если увеличить частоту облучающего света, не изменяя общую мощность излучения?

- а) не изменится

- б) кривая частотной зависимости кинетической энергии пройдет через максимум
  - в) увеличится
  - г) уменьшится
  - д) ответ неоднозначен, зависит от работы выхода
2. Работа выхода электрона зависит от:
- а) природы металла;
  - б) состояния поверхности металла;
  - в) частоты падающего света;
  - г) интенсивности падающего света.
3. При освещении металлической поверхности светом различного спектрального состава наибольшее действие оказывают:
- а) инфракрасные лучи;
  - б) красные лучи видимого участка спектра;
  - в) зеленые лучи видимого участка спектра;
  - г) синие лучи видимого участка спектра;
  - д) ультрафиолетовые лучи.
4. Максимальная кинетическая энергия вырываемых с поверхности металла фотоэлектронов пропорциональна:
- а) интенсивности света;
  - б) плотности светового потока энергии;
  - в) разности потенциалов между катодом и анодом;
  - г) частоте света.
5. При фиксированной частоте излучения величина фототока насыщения пропорциональна
- а) интенсивности света;
  - б) плотности светового потока;
  - в) разности потенциалов между катодом и анодом;
  - г) работе выхода электрона.
6. Что произойдет, если обычный источник монохроматического света, освещающий металлическую поверхность, заменить мощным лазерным источником с той же длиной волны?
- а) резко возрастет ток насыщения;
  - б) красная граница фотоэффекта сместится в область коротких длин волн;
  - в) красная граница фотоэффекта сместится в длинноволновую область;
  - г) никаких изменений не произойдет.

## **Раздел 5. Атомная и ядерная физика**

### **Тема 5.1. Теория атома водорода по Бору.**

1. Кто предложил ядерную модель строения атома?
- а) А.Беккерель   б) Н.Бор   в) Э.Резерфорд   г) М.Кюри
2. Какое из приведенных ниже высказываний правильно описывает способность атомов к излучению и поглощению энергии при переходе между двумя различными стационарными состояниями:
- а) атом может излучать и поглощать фотоны любой энергии
  - б) может излучать и поглощать фотоны лишь с некоторыми значениями энергии
  - в) может излучать фотоны любой энергии, а поглощать лишь с некоторыми значениями энергии
  - г) может поглощать фотоны любой энергии, а излучать лишь с некоторыми значениями энергии.
3. Какова природа сил, отклоняющихся  $\alpha$  - частиц на малые углы от прямолинейных траекторий в опыте Резерфорда?
- а) гравитационная                      б) кулоновская

- в) электромагнитная                      г) ядерная
4. При переходе из возбужденных состояний в основное излучение атомов водорода является:  
а) инфракрасным    б) видимым    в) ультрафиолетовым    г) инфракрасным и видимым.
5. Какие из приведенных ниже утверждений не соответствуют смыслу постулатов Бора:  
а) В атоме электроны движутся по круговым орбитам и излучают при этом электромагнитные волны.  
б) Атом может находиться только в одном из стационарных состояний, в которых атом энергию не излучает.  
в) При переходе из одного стационарного состояния в другое, атом поглощает или излучает квант электромагнитного излучения.  
а) только 1    б) только 2    в) только 3                      г) 2 и 3
6. Запишите электронную конфигурацию для атомов:  
а) неона;            б) никеля; в) германия;            г) кобальта.
7. Электрон в атоме водорода перешел из основного состояния в возбужденное с  $n = 3$ . Радиус его боровской орбиты ...  
а) увеличится в 9 раз                      б) увеличится в 2 раза                      в) не изменится  
г) уменьшился в 3 раза                      д) увеличился в 3 раза

## Тема 5.2. Элементы квантовой механики.

1. Гипотеза де Бройля выражается соотношениями

$$\text{а) } \lambda = \frac{2\pi\hbar}{p}; \quad \text{б) } \theta = \frac{E}{\hbar}; \quad \text{в) } \lambda = \frac{2\pi c}{\theta}; \quad \text{г) } \theta = \frac{E_n - E_m}{\hbar};$$

2. Существование у атомов дискретных энергетических уровней было установлено в опытах

- а) Штерна и Герлаха;    б) Франка и Герца;  
в) Резерфорда;    г) Ленарда и Томсона;

3. Экспериментальные доказательства волновых свойств у микрочастиц были получены в опытах

- а) Томсона и Тартаковского;    б) Франка и Герца;  
в) Фабриканта, Бибермана, Сушкина;    г) Девисона и Джермера;

4. Волновая функция  $\psi$ , являющаяся решением уравнения Шредингера  $\hat{H}\psi = E\psi$ , должна удовлетворять требованиям:

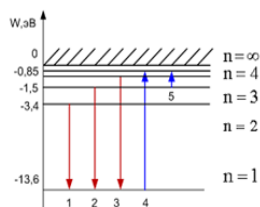
- а) функция  $\psi$  должна быть непрерывной, однозначной и конечной;  
б) функция  $\psi$  должна иметь решение при любых значениях энергии  $E$ ;  
в) функция  $\psi$  должна иметь решение при собственных значениях энергии  $E$ .

5. В квантовой механике физическая величина характеризуется не числовым значением, а оператором. Оператор – это

- а) функция, которая осуществляет связь одних чисел с другими числами;  
б) правило, с помощью которого каждой функции из некоторого множества функций сопоставляется функция из того же или некоторого другого множества функций;  
в) числовое значение физической величины, которой ставится в соответствии данный оператор;

## Тема 5.3 Элементы современной физики атомов и молекул.

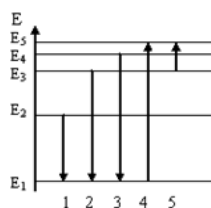
1. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома водорода.



Излучение фотона с наименьшей длиной волны происходит при переходе, обозначенном стрелкой под номером...

- а) 1                      б) 4                      в) 5                      г) 3

2. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Переход с поглощением фотона наибольшей частоты обозначен цифрой



- а) 4                      б) 1                      в) 2                      г) 3                      д) 5

3. Квантовым числам поставьте в соответствии значения, которые они принимают

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| а) главное квантовое число, $n$                 | 1) $0, 1, 2, \dots, n-1$    |
| б) орбитальное квантовое число, $l$             | 2) $l+s, \dots,  l-s $      |
| в) магнитное квантовое число, $m_l$             | 3) $-1/2, +1/2$             |
| г) спиновое квантовое число, $m_s$              | 4) $1, 2, 3, \dots$         |
| д) квантовое число полного момента атома, $m_j$ | 5) $-1, \dots, 0, \dots, 1$ |

4. Кратность вырождения энергетического уровня с квантовым числом  $n$  равна

- а)  $2n^2$ ;                      б)  $n^2$ ;                      в)  $n$ ;

## Тема 5.4 Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц

1. Какие из фундаментальных взаимодействий ответственны за связь нуклонов в ядре?

- а) электромагнитные взаимодействия;  
б) сильные взаимодействия;  
в) гравитационные взаимодействия;  
г) слабые взаимодействия.

2. Определению поставьте в соответствие названия ядер.

- |  |            |
|--|------------|
| а) ядра с одинаковым массовым числом   | 1) изомеры |
| б) ядра с одинаковым числом нейтронов  | 2) изотопы |
| в) ядра с одинаковым зарядом, но разными массовыми числами                           | 3) изобары |
| г) ядра с одинаковым зарядом и массовыми числами, но с разными периодами полураспада | 4) изотоны |

3. Частица с массой 939,57 МэВ является;

- а) электроном;                      б) протоном;                      в) нейтроном;                      г) мезоном.

4. Конечным продуктом распада  ${}_{92}\text{U}^{238}$  является:

- а)  ${}_{82}\text{Pb}^{206}$ ;                      б)  ${}_{58}\text{Ce}^{140}$ ;                      в)  ${}_{48}\text{Cd}^{112}$ ;                      г)  ${}_{40}\text{Zr}^{94}$ .

5. Активность радиоактивного препарата есть

- а)  $dN/dt$ ;                      б)  $\ln 2/\lambda$ ;                      в)  $1/\lambda$ ;                      г)  $\lambda N$ ;

6. Что можно сказать о характере цепной реакции деления, если:

- а)  $k > 1$ ;                      б)  $k = 1$ ;                      в)  $k < 1$ ?

7. Что называется естественной радиоактивностью?
- а) Самопроизвольное превращение ядер атомов.
  - б) Превращение ядер атомов при бомбардировке  $\alpha$ -частицами.
  - в) Превращение ядер атомов при бомбардировке  $\beta$ -частицами.
  - г) Распад ядер под влиянием  $\gamma$ -лучей.
8. Какие из названных ядерных превращений встречаются при естественной радиоактивности?
- а) Альфа-распад.
  - б) Бета-электронный распад.
  - в) Бета-позитивный распад.
  - г) К-захват.
  - д) Выбрасывание нейтронов ядром.
9. Укажите формулы закона радиоактивного распада.
- а)  $N_t = \frac{N_0}{2}$
  - б)  $N_t = \frac{N_0}{e}$
  - в)  $N = N_0 e^{-\lambda t}$
  - г)  $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$
  - д)  $dN = -N \lambda dt$
10. Что такое период полураспада радиоактивного элемента?
- а) Время, в течение которого распадается 100 % атомов.
  - б) Время, в течение которого количества атомов уменьшается в  $e$  раз.
  - в) Время, в течение которого распадается 50 % атомов.
  - г) Время, в течение которого распадается  $1/e$  часть атомов.
  - д) Среднее время распада одного атома.
11. Обмен какими частицами обеспечивает взаимодействие нуклонов в ядре?
- а)  $\mu$ -мезонами.
  - б)  $\pi$ -нейтрино.
  - в) Электронами.
  - г) Нейтрино.
  - д) Гиперонами.
12. Какие из названных свойств являются характерными для мерного взаимодействия?
- а) Короткодействие
  - б) Зарядовая независимость.
  - в) Нецентральность
  - г) Уменьшение пропорционально квадрату расстояния.
  - д) Взаимодействие за счет обмена  $\pi$ -мезонами.
13. Какие силы преобладают при взаимодействии нуклонов в доменном ядре?
- 1) Ядерные.
  - 2) Гравитационные.
  - 3) Электростатические.
  - 4) Магнитные
14. При каких радиоактивных превращениях возникает нейтрино?
- а) При  $\alpha$ -распаде.
  - б) При  $\beta$ -распаде электронном.
  - в) При  $\beta$ -распаде позитивном.
  - г) Вместе с  $\gamma$ -излучением.
  - д) При выбросе нейтрона.
15. Укажите, которые из названных величин сохраняется при ядерных реакциях.
- а) Масса частиц.
  - б) Энергия частиц.
  - в) Электрический заряд.
  - г) Барионный заряд.

### 7.3.3. Задания для подготовки к бально-рейтинговым контрольным мероприятиям.

#### 1-ый рейтинг-контроль

##### Физические основы механики

1. Кинематика. Физические модели: материальная точка (частица), система материальных точек, абсолютно твердое тело.
2. Динамика. Первый закон Ньютона и понятие инерциальной системы отсчета. Второй закон Ньютона.
3. Закон сохранения импульса.



4. Вращательное движение твердого тела. Вращающий момент. Момент инерции материальной точки относительно оси. Основной закон динамики вращения (второй закон Ньютона для вращательного движения).
5. Механическая работа. Энергия. Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия тел при гравитационном взаимодействии. Потенциальная энергия упруго деформированного тела.
6. Применение законов сохранения к абсолютно упругим и абсолютно неупругим столкновениям. Закон сохранения энергии в механике. Физическая сущность закона сохранения и превращения энергии.
7. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли.
8. Гидродинамика вязкой жидкости. Вязкость (внутреннее трение). Коэффициент вязкости. Определение коэффициента вязкости жидкости по методу Стокса.
9. Деформация твердых тел. Упругая и пластическая деформация.
10. Экспериментальные газовые законы. Экспериментальные газовые законы: Бойля – Мариотта, Гей – Люссака, Шарля. Графики этих законов. Абсолютная температура.
11. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Основное уравнение молекулярно – кинетической теории идеального газа. Средняя кинетическая энергия молекул и температура. Постоянная Больцмана. Зависимость давления газа от температуры.
12. Закон для распределения молекул идеального газа по скоростям. Распределение числа молекул по скоростям. Барометрическая формула.
13. Основы термодинамики. Первое начало термодинамики.
14. Явление переноса (диффузия, теплопроводность, внутреннее трение).
15. Фазовые равновесия и фазовые превращения. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическая точка.

### **2-ой рейтинг-контроль:**

1. Электрические заряды. Закон Кулона. Элементарный электрический заряд. Закон Кулона. Диэлектрическая проницаемость вещества.
2. Электрическое поле. Напряженность и потенциал электрического поля. . Напряженность электрического поля. Напряженность электрического поля точечного заряда. Принцип суперпозиции. Связь потенциала с напряженностью электростатического поля.
3. Проводник в электростатическом поле. Емкость плоского конденсатора. Энергия конденсатора. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии электростатического поля.
4. Постоянный ток. Закон Ома и Джоуля – Ленца в дифференциальной форме. Правила Кирхгофа.
5. Магнитное поле. Взаимодействие параллельных токов. Сила Ампера и сила Лоренца.
6. Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.
7. Механические колебания. Свободные и вынужденные колебания. Пружинный и математический маятники. Амплитуда, фаза, период, частота.
8. Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Формула Томсона. Закон Ома для цепи переменного тока.
9. Волны. Понятие о волновых процессах. Дифракционная решетка.

### **3-ий рейтинг-контроль:**

1. Законы отражения. Зеркала. Плоское зеркало. Сферические зеркала. Формула сферического зеркала.
2. Законы преломления. Линзы. Законы преломления света. Построение изображения в собирающих и рассеивающих линзах. Формула линзы. Оптическая сила линзы.

3. Фотоэффект. (Квантовая физика). Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Энергия фотона.  
Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
4. Атом и атомное ядро. Строение атомных ядер. Изотопы и изобары.

### **7.3.4. Перечень вопросов выносимых на промежуточную аттестацию**

1. Предмет физики. Связь физики с естественными науками. Методы физического исследования. Размерности физических величин. Основные единицы измерения в СИ.
2. Кинематические уравнения движения материальной точки. Система отсчета. Траектория, длина пути, вектор перемещения.
3. Скорость. Ускорение и его составляющие.
4. Движение частицы по окружности. Угловая скорость и угловое ускорение.
5. Основная задача динамики. Первый закон Ньютона. Понятие инерциальной системы отсчета. Масса. Сила.
6. Второй закон Ньютона. Импульс. Уравнение движения материальной точки. Принцип независимости действия сил. Третий закон Ньютона.
7. Силы трения. Закон сохранения импульса. Центр масс. Закон движения центра масс.
8. Энергия, работа и мощность. Кинетическая энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия.
9. Закон сохранения механической энергии. Диссипативные системы.
10. Момент инерции. Теорема Штейнера. Кинетическая энергия вращения.
11. Момент силы. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Момент импульса и закон его сохранения.
12. Деформации твердого тела. Упругие деформации и напряжения. Закон Гука. Пластические деформации. Предел прочности.
13. Движение жидкости и газа. Общие свойства газов и жидкостей. Закон Архимеда.
14. Уравнение неразрывности. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли и следствия из него.
15. Вязкость (внутреннее трение). Ламинарный и турбулентный режимы течения жидкостей. Методы определения вязкости. Движение тел в жидкостях и газах.
16. Преобразование Галилея. Механический принцип относительности. Постулаты специальной (частной) теории относительности. Преобразования Лоренца для координат и времени и их следствия. Следствия из преобразований Лоренца.
17. Статистический и термодинамический методы. Опытные законы идеального газа.
18. Уравнение Клайперона-Менделеева. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов.
19. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. Барометрическая формула. Распределения Больцмана.
20. Явление переноса в термодинамически неравновесных системах.
21. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул.
22. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Теплоемкость. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
23. Адиабатный процесс. Политропный процесс. Обратимые и необратимые процессы. Круговой процесс (цикл).
24. Энтропия, ее статистическое толкование и связь с термодинамической вероятностью.
25. Второе начало термодинамики. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его КПД для идеального газа.
26. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электростатическое поле.
27. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции электростатических полей. Поле диполя.

28. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса к расчету некоторых электростатических полей в вакууме.
29. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Потенциал электростатического поля.
30. Напряженность как градиент потенциала. Эквипотенциальные поверхности. Вычисление разности потенциалов по напряженности поля.
31. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Поляризованность. Напряженность поля в диэлектрике. Электрическое смещение.
32. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике. Условия на границе раздела двух диэлектрических сред. Сегнетоэлектрики.
33. Проводники в электростатическом поле. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Энергия системы зарядов, уединенного проводника и конденсатора. Энергия электростатического поля.
34. Электрический ток, сила и плотность тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила и напряжение. Закон Ома.
35. Сопротивление проводников. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей.
36. Элементарная классическая теория электропроводности металлов.
37. Работа выхода электронов из металла. Эмиссионные явления и их применение. Ионизация газов.
38. Несамостоятельный газовый разряд. Самостоятельный газовый разряд и его типы. Плазма и ее свойства.
39. Магнитное поле и его характеристики. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету магнитного поля.
40. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Магнитная постоянная. Единицы магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Магнитное поле движущегося заряда.
41. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
42. Теорема Гаусса для поля. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.
43. Явление электромагнитной индукции (опыты Фарадея). Закон Фарадея и его вывод из закона сохранения энергии. Вращение рамки в магнитном поле.
44. Вихревые токи (токи Фуко). Индуктивность контура. Самоиндукция. Токи при размыкании и замыкании цепи. Взаимная индукция. Трансформаторы. Энергия магнитного поля.
45. Магнитные моменты электронов и атомов. Диа- и парамагнетизм. Намагниченность.
46. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнение Максвелла для электромагнитного поля.
47. Энергия и импульс электромагнитной волны. Излучение диполя. Применение электромагнитных волн.
48. Сложение колебаний. Затухающие колебания, их характеристики.
49. Вынужденные колебания, явление резонанса. Волновое уравнение. Уравнение монохроматической бегущей волны, основные характеристики волн.
50. Продольные и поперечные волны, поляризация волн. Принцип суперпозиции волн.
51. Явление интерференции. Поток плотности энергии, связанный с бегущей волной. Стоячие волны.
52. Основные законы оптики. Полное отражение. Тонкие линзы. Изображение предметов с помощью линз.
53. Закон Кирхгофа. Основные фотометрические величины и их единицы.
54. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина. Гармонические колебания и его характеристики.

55. Формула Релея-Джинса и Планка. Сложение гармонических колебаний одного направления.
56. Виды фотоэлектрического эффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.
57. Интерференция света. Масса и импульс фотона. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников.
58. Модели атома Томсона и Резерфорда.
59. Интерференция в тонких пленках.
60. Линейчатый спектр атома водорода.
61. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.
62. Постулаты Бора.
63. Метод зон Френеля. Прямолинейность распространения света.
64. Спектр атома водорода по Бору.
65. Дифракция от малого круглого отверстия.
66. Корпускулярно-волновой дуализм свойств веществ.
67. Дифракция на щели в параллельных лучах.
68. Некоторые свойства волн де Бройля.
69. Дифракция в параллельных лучах на дифракционной решетке.
70. Дифракция на пространственной решетке.
71. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
72. Естественный и поляризованный свет.
73. Поляризация света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков.
74. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.
75. Двойное лучепреломление. Закон Малюса.
76. Размер, состав и заряд атомного ядра. Массовое и зарядовое числа.
77. Динамика колебательного движения. Пружинный, физический и математический маятники.
78. Дефект массы и энергии связи ядра.
79. Оптические активные вещества. Вращение плоскости поляризации.
80. Ядерные силы. Модели ядра.
81. Электронная теория дисперсии света.
82. Радиоактивное излучение и его виды.
83. Нормальная и аномальная дисперсия.
84. Закон радиоактивного распада. Правила смещения.
85. Волновой процесс. Уравнение волны.
86. Ядерные реакции и их основные типы.
87. Электромагнитные волны.
88. Типы взаимодействия элементарных частиц.
89. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
90. Классификация элементарных частиц. Кварки.

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

Методическими материалами, определяющими процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижений компетенций являются внутривузовские локальные нормативные акты: «Положение о балльно-рейтинговой системе контроля и оценки успеваемости студентов» и «Положение о промежуточной аттестации обучающихся».

График проведения рейтинговых контрольных мероприятий и даты проведения промежуточной аттестации, по курсам и семестрам, отражены в утвержденных проректором по УР календарных учебных графиках и расписаниях промежуточной аттестации по направлению

подготовки (специальности), которые размещаются на информационных стендах факультетов и на сайте университета в установленные сроки.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная литература:**

1. Трофимова, Т.И. Курс физики [Текст]: учебное пособие для вузов – М.: Академия, 2010. – 560 с.
2. Грабовский, Р.И. Курс физики [Текст]: учебное пособие для вузов – 12-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2012. – 607 с.
3. Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики [Текст]: учебное пособие – 3-е изд., испр. и доп. - СПб.: Книжный мир, 2008. – 328 с.
4. Макитова Д.Д., Ахкубекова С.Н., Алоев В.З. Физика. [ТЕКСТ] Учебное пособие. Методические указания к лабораторным работам по механике и молекулярной физике. Мин. Обр. науки РФ. №24-09Г. От 24.02.09. Москва, 2010 -84 с.
5. Ахкубекова С.Н., Макитова Д.Д., Алоев В.З. Физика. [ТЕКСТ] Методические указания по физике к лабораторным работам по электромагнетизму. Москва-2012. Мин. Обр. науки РФ. №03-12Г. От 14.03.12. Нальчик 2013. – 69с.
6. Ахкубекова С.Н. [Электронный ресурс] Учебно-методическое пособие Лабораторный практикум по дисциплине «Физика» для студентов направления подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» очной и заочной форм обучения. Нальчик. КБГАУ, 2017. 174с. Режим доступа <http://biblioclub.ru>

### **Дополнительная литература:**

7. Савельев, И.В. Курс общей физики: в 4 т. Т.1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика [Текст]: учебное пособие для вузов - М.: КНОРУС, 2009. – 528 с.
8. Савельев, И.В. Курс общей физики: в 4 т. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика [Текст]: учебное пособие для вузов - М.: КНОРУС, 2009. – 576 с.
9. Савельев, И.В. Курс общей физики: в 4 т. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Текст]: учебное пособие для вузов - М.: КНОРУС, 2009. – 368 с.
10. Савельев, И.В. Курс общей физики: в 4 т. Т.4. Сборник вопросов и задач по общей физике [Текст]: учебное пособие для вузов - М.: КНОРУС, 2009. – 384 с.
11. Детлаф, А.А., Яворский, Б.М. Курс физики [Текст]: учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1989. – 608 с.

## **9. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

- ЭБС «Издательства Лань»

Коллекция «Единая профессиональная база знаний для аграрных вузов»

ООО «Издательство Лань».

Лицензионный договор № 003/2025-44ФЗ от 22.05.25 г сроком на 1 год

<http://e.lanbook.com/>

- Сетевая электронная библиотека

ООО «ЭБС ЛАНЬ»

Договор № СЭБ НВ-164 от 17.12.2019 г. – бессрочный

<http://e.lanbook.com/>

<http://seb.e.lanbook.com/>

- ЭБС «Университетская библиотека online». Базовая часть

ООО «Директ-Медиа»

Контракт № 51-04/2025 от 22.05.2025 г сроком на 1 год

<http://biblioclub.ru>

- ЭБС «ЮРАЙТ» Пакет СПО

**ООО «Электронное издательство Юрайт»**

**Лицензионный договор № 6703 от 27.08.2024 г. сроком на 1 год**

**<https://urait.ru/>**

- **Научная электронная библиотека e-LIBRARY.RU (SCIENCE INDEX)**

**ООО Научная электронная библиотека.**

**Лицензионный договор № SIO-2114/2025 от 06.05.2025 сроком на 1 год**

**<http://elibrary.ru>**

- **Антиплагиат.ВУЗ 5.0**

**Модуль поиска «Объединенная коллекция 2020»**

**АО «Антиплагиат»**

**Лицензионный договор № 10023 от 12.05.2025 г. сроком на 1 год**

- **Гарант**

**ООО «Гарант-КБР» Договор № 305-2025г. от 09.01.2025 г. сроком на 1 год**

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

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций, лабораторных работ), работа на которых обладает определенной спецификой.

На лекциях студенту рекомендуется внимательно слушать учебный материал, записывать основные моменты, идеи, пытаться сразу понять главные положения темы, а если что не ясно – делать соответствующие пометки. После лекции во внеурочное время целесообразно прочитать записанный материал с целью его усвоения и выяснения непонятных вопросов.

Для подготовки и выполнению лабораторных работ студенту следует завести отдельную тетрадь. При подготовке к лабораторной работе студенту следует составить краткий ответ (1-2 стр.) на контрольные вопросы к лабораторным работам (см. методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Физика»). Студент должен тщательно готовиться к лабораторным занятиям путем проработки теоретических положений по теме занятия из конспекта лекции, рекомендуемых учебников, учебных пособия, дополнительной литературы, интернет - источников.

Защита лабораторных работ, приходящиеся на каждый промежуточный рубеж оценивается в **10** баллов (за три точки - **30** баллов).

Раздел «Самостоятельная работа» информирует обучающихся, какие вопросы раздела (модуля) выносятся на самостоятельное изучение, об их учебно-методическом обеспечении (учебники, учебные пособия, методические указания, рекомендуемые страницы и т.д.). Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.

Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- конспектирование (составление тезисов) лекций;
- выполнение контрольных работ;
- решение задач;
- работу со справочной и методической литературой;
- работу с нормативными правовыми актами;
- выступления с докладами, сообщениями на семинарских занятиях;
- защиту выполненных работ;

- участие в оперативном (текущем) опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины;
- участие в собеседованиях, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах, конференциях;
- участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к семинарам (практическим занятиям);
- изучения учебной и научной литературы;
- изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.;
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме,
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов.

Степень усвояемости вопросов самостоятельной работы определяется при текущем и промежуточном контроле и при промежуточной аттестации.

Необходимо изложить собственные соображения по существу излагаемых вопросов, внести свои предложения. Общие положения должны быть подкреплены и пояснены конкретными примерами. Излагаемый материал при необходимости следует проиллюстрировать таблицами, схемами, диаграммами и т.д.

Студенты заочной формы обучения, после окончания предыдущей сессии, знакомятся с целями и задачами изучения дисциплины, с перечнем вопросов которые они должны изучать для формирования индикаторов достижения компетенции.

Студенту следует тщательно готовиться к промежуточному контролю (тестированию, контрольным работам, контрольным опросам), прорабатывая конспект лекций и рекомендуемую литературу.

#### **Подготовка к промежуточной аттестации.**

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Дисциплина «Физика» рассчитана на изучение в три семестра и заканчивается экзаменом.

### **11.Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

#### **11.1 Лицензионное программное обеспечение**

AutoDesk AutoCad 2012 Education Product Standalone б/н

**Антиплагиат.ВУЗ 5.0 Модуль поиска «Объединенная коллекция 2020»** лицензионный договор № 10023 от 12.05.2025 г. сроком на 1 год

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition № лицензии 26ЕС-241021-134643-810-2826, договор № 651/А от 18.10.2024 г. до 31.10.2025

#### **Интернет-ресурсы свободного доступа**

<b>Наименование ресурса сети «Интернет»</b>	<b>Электронный адрес ресурса</b>
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система «Книга-	<a href="http://www.bookfund.ru">http://www.bookfund.ru</a>

Фонд»	
Образовательный проект А.Н. Варгина	<a href="http://www.ph4s.ru">http://www.ph4s.ru</a>
Электронный учебник физики	<a href="http://www.physbook.ru">http://www.physbook.ru</a>
Издательский центр «Академия»	<a href="http://www.academia-moscow.ru">www.academia-moscow.ru</a>
Физика для студентов	<a href="http://www.ilt.kharkov.ua/bvi/ogurtsov/ln.htm">http://www.ilt.kharkov.ua/bvi/ogurtsov/ln.htm</a>
Образовательный портал «Физика»	<a href="http://www.physics.ru">http://www.physics.ru</a>
Система «Антиплагиат»	<a href="http://www.antipolagiat.ru">http://www.antipolagiat.ru</a>
Справочно-правовая система ГАРАНТ	<a href="http://http://www.garant.ru">http://http://www.garant.ru</a> ;
Консультант Плюс	<a href="http://http://www.consultant.ru">http://http://www.consultant.ru</a> .

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п.п.	Вид учебной работы	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитории (№№ 305, 418) для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда	Доска аудиторная, специализированная мебель, экран настенный, проектор, ноутбук
2.	Практические занятия	Аудитория для проведения практических занятий в соответствии с перечнем аудиторного фонда	Мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования. Оборудование необходимое для проведения практических занятий
3.	Лабораторный практикум	Аудитории (№№ 216, 217, 218) для проведения лабораторных занятий в соответствии с перечнем аудиторного фонда	Доска аудиторная, специализированная мебель, лабораторное оборудование (*)
4.	Самостоятельная работа	Учебная аудитория (№№ 305, 410), компьютерный класс с выходом в Интернет), для организации самостоятельной работы обучающихся; читальный зал научной библиотеки	Доска аудиторная, специализированная мебель, компьютера с выходом в интернет

### (\*) Лабораторное оборудование:

- Технические (аналитические) весы; разновес к весам (содержит 20 гирь, начиная с 500 г и кончая 10 мг); твердые тела (тонущее и плавающее); стеклянный сосуд с водой (глицерином); тонкая проволока; фильтровальная бумага;
- Машина Атвуда (при ней кольцевая платформа, электромагнит, основные грузы и набор добавочных грузов), секундомер, замыкатель тока;
- Прибор, состоящий из шкива, четырех стержней и четырех грузов (маятник Обербека), груз, штангенциркуль, масштабная линейка, секундомер;
- Установка, набор пружин и грузов, секундомер, линейка;
- Кронштейн с закрепленной проволокой, испытуемое тело, два (или три) цилиндрических грузов, штангенциркуль, масштабная линейка, секундомер;
- Математический маятник, секундомер, линейка или измерительная лента;
- Установка для определения модуля упругости рессоры методом изгиба, испытуемые пластины с прямоугольным сечением из разных материалов, индикатор для измерения малых перемещений, штангенциркуль, набор грузов, масштабная линейка;



- Установка для определения вязкости по методу Стокса, шарики, микрометр (или штангенциркуль), секундомер, линейка;
- Прибор для определения коэффициента линейного расширения; стержневые образцы; штатив; стеклянные пробирки; индикатор малых перемещений; термометр лабораторный от 5 до 150 °С; штангенциркуль;
- прибор Дюлонга и Пти, линейка или штангенциркуль; нагреватель (электрическая плитка); колба для воды; резиновая трубка;
- Прибор для изучения газовых законов, термометр на терморезисторе, манометр технический, банка стеклянная (Зл), кусочки льда, парообразователь, электрическая плитка или любой другой нагреватель (можно заменить сосудом с кипящей водой), гальванометр;
- Закрытый стеклянный баллон, соединенный с водяным манометром; ручной насос.
- Реохорд, набор сопротивлений, магазин сопротивлений, гальванометр, ключ, источник постоянного тока, соединительные провода;
- Электрическая ванна с раствором медного купороса, выпрямитель ВС-24, ВС-4-12 (или батарея аккумуляторов), вставка для электродов, электроды медные, выключатель демонстрационный, амперметр, реостат, секундомер (или часы), весы, разновес к весам (содержит 20 гирь, начиная с 500г и кончая 10мг), электроплитка, соединительные провода;
- Ящик с песком и с двумя введенными в песок штепселями, два плоских электрода, металлическое кольцо, полукольцо и треугольный контур, лейка с водой и трамбовка, масштабная линейка и тонкий металлический стержень с заостренным концом, электрогенератор звуковой частоты, телефон, электронный осциллограф;
- Катушка индуктивности, конденсатор, регулятор напряжения, вольтметр, миллиамперметр, соединительные провода;
- Прибор для определения длины световой волны на подставке, дифракционная решетка с известным периодом, источник света;
- Оптическая скамья, два источника света, выпуклое зеркало, источник питания, соединительные провода.
- Оптическая скамья, две линзы (собирающая и рассеивающая), лампа-осветитель, экран со шкалой, предмет;
- Изучение радиометрической установки Б-4 и снятие кривой распада  $\beta$  – активных изотопов атмосферного воздуха.