



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ
ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА»**

УТВЕРЖДАЮ



Ректор

/ Ю.Ю. Михальчевский

» 05 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика

Специальность

**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация
воздушного движения**

Специализация

«Организация технического обслуживания и ремонта воздушных судов»

Квалификация выпускника
инженер

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2023

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физика» являются формирование знаний, умений и навыков для успешной профессиональной деятельности в области организации технического обслуживания и ремонта ВС, в части представления, об основных физических законах и об их использовании в технике.

Задачами освоения дисциплины являются: овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики; формирование способности актуализировать знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения физики, овладение математическими, аналитическими и численными методами решения физических задач, связанных с профессиональной деятельностью.

Дисциплина обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности эксплуатационно-технологического типа.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Физика» представляет собой дисциплину, относящуюся к блоку 1 Дисциплины (модули) обязательной части

Дисциплина «Физика» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплины «Высшая математика», «Информатика».

Дисциплина «Физика» является обеспечивающей для следующих дисциплин: «Теория надежности» «Термодинамика и теплопередача», «Техническая механика», «Бортовые информационно-управляющие системы».

Дисциплина «Физика» изучается во 2-м и 3-м семестрах.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Физика» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ОПК-10	Способен использовать основные законы математических и естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, в том числе с использованием программных средств
ИД ¹ _{ОПК10}	Знает и понимает основные законы математики и естественных наук и важность их использования в профессиональной деятельности
ИД ² _{ОПК10}	Использует основные законы математики и естественных

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
	наук, в том числе для решения профессиональных задач, применяет программные средства
ОПК-11	Способен использовать основные понятия, принципы, законы и закономерности общей и прикладной теории систем для решения задач профессиональной деятельности
ИД ¹ _{ОПК11}	Знает основные понятия, принципы, законы и закономерности общей и прикладной теории систем, понимает важность их использования в профессиональной деятельности
ИД ² _{ОПК11}	Использует понятия, принципы, законы и закономерности общей и прикладной теории систем для решения задач профессиональной деятельности

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- основные законы математики и естественных наук и понимать важность их использования в профессиональной деятельности;
- основные понятия, принципы, законы и закономерности общей и прикладной теории систем и понимать важность их использования в профессиональной деятельности.

Уметь:

- использовать основные законы математики и естественных наук, в том числе для решения профессиональных задач, применять программные средства;
- использовать понятия, принципы, законы и закономерности общей и прикладной теории систем для решения задач профессиональной деятельности.

Владеть:

- основными методами математики и естественных наук и использовать их в профессиональной деятельности;
- навыками применения основных законов математики и естественных наук для решения профессиональных задач.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единицы, 324 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр	
		2 (4 з.е.)	3 (5 з.е.)
Общая трудоемкость дисциплины	324	144	180
Контактная работа	129	56,5	72,5
лекции	46	18	28
практические занятия	46	18	28
семинары	-	-	-
лабораторные работы	32	18	14
курсовой проект	-	-	-
Самостоятельная работа студента	128	54	74
Промежуточная аттестация	72	36	36
контактная работа	5	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к экзамену	67	33,5	33,5

5. Содержание дисциплины

5.1. Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-10	ОПК-11		
Раздел 1. Механика					
Тема 1.1. Кинематика и динамика материальной точки	18	+	+	ВК, Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Тема 1.2. Работа и энергия	7	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Тема 1.3. Механика твердого тела	14	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Тема 1.4. Законы сохранения в механике	15	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Тема 1.5. Элементы специальной теории относительности	8	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС,	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ

Разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-10	ОПК-11		
				СРС	
Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика					
Тема 2.1. Первое начало термодинамики	11	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Тема 2.2. Статистическая физика	11	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Тема 2.3. Второе начало термодинамики	9	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Тема 2.4. Реальные газы. Твердое и жидкое состояния	15	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Итого за 2 семестр	108				
Промежуточная аттестация	36				
Всего за 2 семестр	144				
Раздел 3. Электродинамика					
Тема 3.1. Электростатика	8	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Тема 3.2. Проводники в электростатическом поле	14	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Тема 3.3. Магнитное поле в вакууме	13	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Тема 3.4. Магнитные свойства вещества	6	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ

Разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-10	ОПК-11		
				СРС	
Тема 3.5. Электромагнитная индукция. Уравнения Максвелла	7	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Раздел 4. Колебания и волны					
Тема 4.1. Колебания	9	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Тема 4.2. Волны	11	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Раздел 5. Оптика					
Тема 5.1. Элементы геометрической оптики. Интерференция света	20	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Тема 5.2. Дифракция света	12	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Тема 5.3. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	15	+	+	Л, ПЗ, ЛР, РКС, СРС	УО, ЗЛР, РЗ, СЗ
Раздел 6. Квантовая физика					
Тема 6.1. Квантовая природа излучения	8	+	+	Л, ПЗ, РКС, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 6.2. Элементы квантовой механики	5	+		Л, ПЗ, РКС, СРС	УО, РЗ, СЗ
Раздел 7. Атомная физика					
Тема 7.1. Теория атома водорода	6	+		Л, ПЗ, РКС, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 7.2. Атомное ядро	10	+		Л, ПЗ,	УО, ЗЛР,

Разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-10	ОПК-11		
Модели атомного ядра				ЛР, РКС, СРС	РЗ, СЗ
Итого за 3 семестр	144				
Промежуточная аттестация	36				
Всего за 3 семестр	180				
Всего по дисциплине	324				

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР - лабораторная работа, СРС – самостоятельная работа студента, РКС – разбор конкретной ситуации, ВК – входной контроль, УО – устный опрос, ЗЛР - защита лабораторной работы, РЗ – расчетная задача, СЗ – ситуационная задача,.

5.2. Темы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	Всего часов
Раздел 1. Механика						
Тема 1.1. Кинематика и динамика материальной точки	2	4	-	6	6	18
Тема 1.2. Работа и энергия	2	1	-		4	7
Тема 1.3. Механика твердого тела	2	2	-	4	6	14
Тема 1.4. Законы сохранения в механике	2	1	-	2	10	15
Тема 1.5. Элементы специальной теории относительности	2	2	-	-	4	8
Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика						
Тема 2.1. Первое начало термодинамики	2	2	-	2	5	11
Тема 2.2. Статистическая физика	2	2	-	2	5	11
Тема 2.3. Второе начало	2	2	-	-	5	9

Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	Всего часов
термодинамики						
Тема 2.4. Реальные газы. Твердое и жидкое состояния	2	2	-	2	9	15
Итого за 2 семестр	18	18	-	18	54	108
Промежуточная аттестация						36
Всего за 2 семестр						144
Раздел 3. Электродинамика						
Тема 3.1. Электростатика	2	2	-	-	4	8
Тема 3.2. Проводники в электростатическом поле	2	2	-	2	8	14
Тема 3.3. Магнитное поле в вакууме	2	2	-	2	5	13
Тема 3.4. Магнитные свойства вещества	2	2	-	-	4	6
Тема 3.5. Электромагнитная индукция. Уравнения Максвелла	2	2	-	-	3	7
Раздел 4. Колебания и волны						
Тема 4.1. Колебания	2	2	-	2	5	9
Тема 4.2. Волны	2	2	-	2	5	11
Раздел 5. Оптика						
Тема 5.1. Элементы геометрической оптики. Интерференция света	2	2	-	2	8	20
Тема 5.2. Дифракция света	2	2	-	2	8	12
Тема 5.3. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	2	2	-	-	9	15
Раздел 6. Квантовая физика						
Тема 6.1. Квантовая природа излучения	2	2	-	-	4	8
Тема 6.2. Элементы квантовой механики	2	2	-	-	3	5
Раздел 7. Атомная физика						
Тема 7.1. Теория атома водорода	2	2	-	-	4	6
Тема 7.2. Атомное ядро Модели атомного ядра	2	2	-	2	4	10
Итого за 3 семестр	28	28	-	14	74	144
Промежуточная аттестация						36
Всего за 3 семестр						180
Всего по дисциплине						324

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР - лабораторная работа, С – семинар, СРС – самостоятельная работа студента.

5.3 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Механика

Тема 1.1. Кинематика и динамика материальной точки

Уравнения кинематики. Траектория. Перемещение. Скорость и ускорение материальной точки. Законы Ньютона. Импульс. Закон изменения полного импульса. Движение тел переменной массы.

Тема 1.2. Работа и энергия

Механическая работа. Кинетическая энергия. Потенциальная сила. Потенциальная энергия. Закон изменения механической энергии.

Тема 1.3. Механика твердого тела

Вращательное движение. Угловая скорость. Угловое ускорение. Соотношение между линейными и угловыми характеристиками. Момент силы относительно оси. Момент импульса. Момент инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Работа силы, приложенной к вращающемуся телу. Кинетическая энергия вращающегося тела. Основной закон динамики вращательного движения твердого тела.

Тема 1.4. Законы сохранения в механике

Законы сохранения импульса, механической энергии, момента импульса. Связь законов сохранения с симметриями пространства и времени. Движение в поле центральной силы. Законы Кеплера.

Тема 1.5. Элементы специальной теории относительности

Преобразования Галилея. Принцип относительности Галилея. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Релятивистское сокращение длины. Релятивистское замедление времени. Относительность одновременности событий. Пространственно-временной интервал. Формулы релятивистской динамики. Полная энергия. Связь между массой и энергией.

Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика

Тема 2.1. Первое начало термодинамики

Идеальный газ. Опытные законы идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Внутренняя энергия и

работа термодинамической системы. Теплота. Теплоемкость. Работа газа в изопроцессах. Первый закон термодинамики. Уравнение адиабаты идеального газа. Политропические процессы.

Тема 2.2. Статистическая физика

Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям. Скорости молекул идеального газа. Опыт Штерна. Барометрическая формула. Закон Больцмана о равномерном распределении энергии по степеням свободы молекул. Средняя длина свободного пробега молекул идеального газа. Законы Фика, Фурье, Ньютона. Диффузия в газах. Теплопроводность газов. Вязкость газов.

Тема 2.3. Второе начало термодинамики

Микро- и макро-состояния. Статистический вес. Энтропия. Энтропия идеального газа. Второй закон термодинамики. Круговые процессы. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Цикл Карно. Термический КПД.

Тема 2.4. Реальные газы. Твердое и жидкое состояния

Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа. Экспериментальные изотермы. Фазовые превращения. Отличительные черты кристаллического состояния. Строение жидкостей. Поверхностное натяжение.

Раздел 3. Электродинамика

Тема 3.1. Электростатика

Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Потенциал. Напряженность как градиент потенциала. Теорема Остроградского-Гаусса для электрического поля в вакууме. Поляризация диэлектриков. Поляризованность. Электрическое смещение.

Тема 3.2. Проводники в электростатическом поле

Проводники в электрическом поле. Электрическая емкость уединенного проводника. Взаимная электрическая емкость двух проводников. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии электрического поля. Сила и плотность электрического тока. Закон Ома для участка цепи. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.

Тема 3.3. Магнитное поле в вакууме

Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Магнитное поле движущегося заряда. Закон полного

тока. Магнитное поле соленоида. Поток магнитной индукции. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Эффект Холла.

Тема 3.4. Магнитные свойства вещества

Магнитное поле в средах. Магнитный момент. Гипотеза Ампера. Намагниченность. Опыт Эйнштейна-де Гааза. Магнитное поле в веществе. Напряженность магнитного поля. Связь магнитной индукции с напряженностью и намагниченностью.

Тема 3.5. Электромагнитная индукция. Уравнения Максвелла

Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Природа ЭДС индукции. ЭДС индукции в движущихся проводниках. Самоиндукция. Индуктивность контура. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла.

Раздел 4. Физика колебаний и волн

Тема 4.1. Колебания

Гармонические колебания. Уравнение гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний. Энергия свободных колебаний. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс

Тема 4.2. Волны

Упругая среда. Волновое уравнение. Скорость звука. Энергия упругой волны. Эффект Доплера. Уравнения Максвелла без источников. Электромагнитные (ЭМ) волны. Свойства ЭМ волн. Вектор Пойнтинга. Интенсивность ЭМ волны

Раздел 5. Волновая оптика

Тема 5.1. Элементы геометрической оптики. Интерференция света

Принцип Ферма. Законы отражения и преломления света. Центрированная оптическая система. Тонкие линзы. Когерентные волны. Опыт Юнга. Интерференция света в тонких пленках. Кольца Ньютона. Применение интерференции света.

Тема 5.2. Дифракция света

Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на отверстиях, на диске. Дифракция Фраунгофера на щели, на дифракционной решетке. Дифракция рентгеновских лучей на кристалле. Разрешающая способность оптических устройств. Принципы голографии.

Тема 5.3. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом

Двойное лучепреломление. Закон Малюса. Поляризация при падении света на диэлектрик. Закон Брюстера. Искусственная оптическая анизотропия. Дисперсия света. Поглощение света. Рассеяние света.

Раздел 6. Квантовая физика

Тема 6.1. Квантовая природа излучения

Спектр излучения абсолютно черного тела. Законы теплового излучения. Формула Релея – Джинса. Гипотеза Планка. Рентгеновские спектры. Законы внешнего фотоэффекта. Гипотеза Эйнштейна. Связь корпускулярных и волновых свойств света. Давление света. Эффект Комптона.

Тема 6.2. Элементы квантовой механики

Волны де Бройля. Опыт Девиссона-Джермера. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Частица в одномерной потенциальной яме.

Раздел 7. Атомная физика

Тема 7.1. Теория атома водорода

Линейчатый спектр атома водорода. Формула Бальмера. Модели атома. Постулаты Бора. Опыт Франка-Герца. Спектр излучения атома водорода по Бору. Атом водорода в квантовой механике.

Тема 7.2. Атомное ядро

Модели атомного ядра. Ядерные силы. Дефект массы и энергия связи ядра. Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Закономерности α - и β -распада. Искусственная радиоактивность. Ядерные реакции. Ядерные реакции деления и синтеза. Термоядерный реактор. Ядерный реактор на тепловых нейтронах. Дозиметрические единицы.

5.4 Практические занятия

№ раздела	Тематика практических занятий	Трудоёмкость (часы)
2 семестр		
1	ПР №1 Кинематика	2
1	ПР №2 Динамика материальной точки	2
1	ПР №3 Работа и энергия	2
1	ПР №4 Механика твердого тела	2
1	ПР №5 Релятивистская механика	2

№ раздела	Тематика практических занятий	Трудоёмкость (часы)
2	ПР №6 Первый закон термодинамики. Теплоемкость	2
2	ПР №7 Статистические методы в молекулярно-кинетической теории. Явления переноса	2
2	ПР №8 Второй закон термодинамики. Энтропия. Круговые процессы	2
2	ПР №9 Реальные газы	2
Итого за 2 семестр		18
3 семестр		
3	ПР№10 Электростатика	
3	ПР№11 Проводники в электростатическом поле	2
3	ПР№12 Магнитное поле в вакууме	2
3	ПР№13 Магнитные свойства вещества	2
3	ПР№14 Электромагнитная индукция. Уравнения Максвелла	2
4	ПР№15 Колебания	2
4	ПР№16 Волны	2
5	ПР№17 Элементы геометрической оптики. Интерференция света	2
5	ПР№18 Дифракция света	2
5	ПР№19 Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	2
6	ПР№20 Квантовая природа излучения	2
6	ПР№21 Элементы квантовой механики	2
7	ПР№22 Теория атома водорода	2
7	ПР№23 Атомное ядро	2
Итого за 3 семестр		28
Итого по дисциплине		46

5.5 Лабораторный практикум

Номер раздела	Наименование лабораторных работ	Трудоёмкость (часы)
2 семестр		

Номер раздела	Наименование лабораторных работ	Трудоёмкость (часы)
1	ЛР №1 Теория погрешностей	2
1	ЛР №2 (Исследовательский метод, работа в малых группах, дискуссия) Простейшие измерения	2
1	ЛР №3 Измерение ускорения свободного падения с помощью прибора Атвуда	2
1	ЛР №4 (Исследовательский метод, работа в малых группах, дискуссия) Определение коэффициента восстановления и времени соударения упругих шаров	2
1	ЛР №5 (Исследовательский метод, работа в малых группах, дискуссия) Определение центра масс физического маятника	2
1	ЛР №6 (Исследовательский метод, работа в малых группах, дискуссия) Определение момента инерции физического маятника	2
2	ЛР №7 (Исследовательский метод, работа в малых группах, дискуссия) Определение отношения теплоемкости газа при постоянном давлении к теплоемкости газа при постоянном объеме по методу Клемана-Дезорма	2
2	ЛР №8 (Исследовательский метод, работа в малых группах, дискуссия) Определение динамической вязкости авиационного масла	2
2	ЛР №9 (Исследовательский метод, работа в малых группах, дискуссия) Изучение свойств поверхности жидкости	2
Итого за 2 семестр		18
3 семестр		
3	ЛР №10 Измерение удельного сопротивления проводника	2
3	ЛР №11 Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли	2
4	ЛР №12 Определение коэффициента затухания и добротности колебательной системы физического маятника	2
4	ЛР №13 Исследование свойств стоячих электромагнитных волн	2
5	ЛР №14 Определение фокусного расстояния линзы	2
5	ЛР №15 Определение расстояния между щелями в	2

Номер раздела	Наименование лабораторных работ	Трудоёмкость (часы)
	опыте Юнга	
7	ЛР №16 Определение энергии диссоциации двуххромовокислого калия	2
Итого за 3 семестр		14
Итого по дисциплине		32

5.6 Самостоятельная работа

Номер раздела дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
2 семестр		
1	Изучение теоретического материала. Связь законов сохранения с симметриями пространства и времени [1,2].	2
	Изучение теоретического материала. Движение в поле центральной силы. Законы Кеплера. Космические скорости [1,2].	4
1	Самостоятельная работа по решению задач [4]	21
1	Подготовка к лабораторным работам [1,2]	3
2	Изучение теоретического материала. Отличительные черты кристаллического состояния. Физические состояния кристаллических решеток. Теплоемкость кристаллов. [1,6].	4
2	Самостоятельная работа по решению задач [4]	17
2	Подготовка к лабораторным работам [1,6]	3
Итого за 1 семестр		54
3 семестр		
3	Изучение теоретического материала Электрический ток в полупроводниках. Диод. Транзистор [1,3].	3
3	Самостоятельная работа по решению задач [4]	18
3	Подготовка к лабораторным работам [1,3]	3
4	Самостоятельная работа по решению задач [4]	8

Номер раздела дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
4	Подготовка к лабораторным работам [1,2,3]	2
5	Самостоятельная работа по решению задач [4]	18
5	Подготовка к лабораторным работам [1,7]	7
6	Самостоятельная работа по решению задач [4]	7
7	Изучение теоретического материала Классификация элементарных частиц. Лептоны. Адроны. Кварки. Переносчики фундаментальных взаимодействий [1,8].	2
7	Подготовка к лабораторным работам [1,8]	1
7	Самостоятельная работа по решению задач [4]	5
Итого за 3 семестр		74
Итого по дисциплине		128

5.7 Курсовой проект

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Трофимова, Т. И. Курс физики [Текст]: учеб. пособие / Т.И.Трофимова.- М.:Академия, 2008.-558 с.- ISBN 978-5-7695-5782-8. Количество экземпляров 50.
2. Сивухин, Д.В. **Общий курс физики** [Текст]: Учеб. пособие для вузов в 5-ти т.Т.1.Механика./ Д.В. Сивухин- М.:ФИЗМАТЛИТ, 2010.-560с.- ISBN 978-3.9221-0225-7. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2313>. — Загл. с экрана (дата обращения: 15.06.2018).
3. Сивухин, Д.В. **Общий курс физики** [Текст]: Учеб. пособие для вузов в 5-ти т.Т.3.Электричество./ Д.В. Сивухин—М.:ФИЗМАТЛИТ, 2009.-656 с. —ISBN 978-5-9221-0673-3. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2317>. — Загл. с экрана (дата обращения: 15.06.2018).

б) дополнительная литература:

4. Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики [Текст]/В.С.Волькенштейн- С-Пб:Специальная литература, 1997. — 328 с. — ISBN 5-86457-033-8. Количество экземпляров 80.
5. Детлаф, А.А. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов [Текст]: справочник / А.А. Детлаф, Б.М.Яворский.- М: Высш.шк. 2002. — 718 с. — ISBN 978-5-488-01477-0. Количество экземпляров 1.

1. Сивухин, Д.В. **Общий курс физики** [Текст]: Учеб. пособие для вузов в 5-ти т.Т.2.Термодинамика и молекулярная физика./ Д.В. Сивухин— М.:ФИЗМАТЛИТ, 2006. —544с. ISBN 978-5-9221-0601-5. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2316>. — Загл. с экрана (дата обращения: 15.06.2018).
2. Сивухин, Д.В. **Общий курс физики** [Текст]: Учеб. пособие для вузов в 5-ти т.Т.IV Оптика./ Д.В. Сивухин— М.:ФИЗМАТЛИТ, 2002.-792 с. . —ISBN 978-5-9221-0228-1 . — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2314>. — Загл. с экрана (дата обращения: 15.06.2018).
3. Сивухин, Д.В. **Общий курс физики** [Текст]: Учеб. пособие для вузов в 5-ти т.Т.5.Атомная и ядерная физика./ Д.В. Сивухин- М.:ФИЗМАТЛИТ, 2002. —784 с. —ISBN 978-5-9221-0230-3. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2315>. — Загл. с экрана (дата обращения: 15.06.2018).
4. Оселедчик, Ю.С.**Физика.Модульный курс** (для технических вузов). Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Ю.С. Оселедчик, П.И. Самойленко, Т.Н.Точилина— Электрон. дан. — М.: Юрайт, 2019 — 526с. —ISBN: 978-5-9916-2719-1, 978-5-9692-1453-8 — Режим доступа:<https://biblio-online.ru/book/981CBDA0-1563-4065-9207-D060AAECABE8/fizika-modulnyy-kurs-dlya-tehnicheskikh-vuzov> — Загл. с экрана.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

5. **Matematikam.ru** – онлайн калькуляторы по математике [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://matematikam.ru>, свободный (дата обращения 01.12.2017).
6. **y(x).ru** – построение графиков функций онлайн [Электронный ресурс]/Режим доступа: <http://www.yotx.ru>, свободный (дата обращения 01.12.2017).

г) программное обеспечение (лицензионное и свободно распространяемое), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

7. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения: 01.12.2017).
8. **Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://biblio-online.ru>, свободный (дата обращения: 01.12.2017).
9. **МАТНСАД-14** [Программное обеспечение] - Лицензия №2566427 от 27 декабря 2010 года.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебного процесса включает в себя:

- специализированные лабораторные помещения кафедры физики и химии с соответствующим оборудованием, приборами, лабораторными установками;
- мультимедийный проектор и экран;
- компьютер (Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Windows Office Standard 2007).

8. Образовательные и информационные технологии

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция имеет целью раскрыть текущее состояние и обозначить перспективы прогресса в области изучаемой дисциплины. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы и практические примеры. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих тем, а также приобрести практические навыки. Проводимые в рамках практического занятия устные опросы и лабораторные работы, решение задач имеют профессиональную направленность.

Практические занятия по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Также в качестве элемента практической подготовки применяется разбор конкретной ситуации, используемый на практических занятиях и заключающийся в постановке перед студентами расчётных и ситуационных задач с целью достижения планируемых результатов.

Лабораторная работа - это метод обучения, при котором студенты под руководством преподавателя и по заранее намеченному плану проделывают опыты или выполняют определенные практические задания и в процессе их воспринимают и осмысливают новый учебный материал.

Самостоятельная работа студента является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым не особо сложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой, в том числе находящимися в

глобальных компьютерных сетях. Самостоятельная работа подразумевает выполнение учебных заданий.

9. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Уровень и качество знаний обучающихся оценивается по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена (во втором семестре) и экзамена (в третьем семестре).

Текущий контроль включает в себя входной контроль, устный опрос, решения задач и защиту лабораторных работ.

Входной контроль предназначен для выявления уровня подготовки обучающихся, необходимых для освоения дисциплины.

Устный опрос проводится с целью контроля знаний теоретического материала, излагаемого на лекции и усвоенного в результате самостоятельной работы.

Решение задач проводится для проверки способности использовать законы физики при анализе условия и решения задачи, а также умения применять математические методы для описания физических явлений.

Защита лабораторной работы проводится для выявления сформированности навыков эксплуатации приборов и оборудования и проведения физического эксперимента, а также умения проводить статистическую обработку результатов эксперимента.

Расчетные задачи, ситуационные задачи, выполнение лабораторных работ носят практико-ориентированный характер, используются в рамках практической подготовки с целью оценки формирования, закрепления, развития практических навыков.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена во 2-м и 3-м семестрах.

Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Билет включает теоретический вопрос и два практических задания, представляющих собой расчётную и ситуационную задачу. К моменту сдачи экзамена должны быть благополучно пройдены предыдущие формы контроля.

9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов по дисциплине

Не применяется.

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Расчетные и ситуационные задачи:

«зачтено»: задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

Лабораторная работа:

«зачтено»: лабораторная работа выполнена полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: в том случае, если обучающийся не выполнил требований лабораторной работы, или результат выполнения лабораторной работы не соответствует поставленным требованиям, имеются существенные ошибки.

Устный опрос оценивается следующим образом: развернутый ответ обучающегося должен представлять собой связный, логически последовательный ответ на вопрос. Критерии оценивания:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

На момент экзамена студент должен получить «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» за участие в по крайней мере в 50 % устных опросов, «

«зачтено» за выполнение расчётных и ситуационных задач, лабораторных работ по всем темам, для которых они предусмотрены.

9.3 Тема курсового проекта по дисциплине

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен.

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

Математика

1. Линейное пространство. Линейные операторы.
2. Геометрические векторы. Сумма векторов. Умножения вектора на число.
3. Скалярное, векторное, смешанное произведения векторов. Двойное векторное произведение.
4. Система линейных уравнений (метод Крамера, метод обратной матрицы, метод Гаусса)
5. Предел функции. Бесконечно малые функции.
6. Дифференцируемые функции. Производная функции.
7. Неопределенный интеграл. Методы интегрирования. Определенный интеграл (определение, формула Ньютона-Лейбница).

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

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ОПК-10	ИД ¹ _{ОПК10} ИД ² _{ОПК10}	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные законы математики и естественных наук и понимать важность их использования в профессиональной деятельности; – основные понятия, принципы, законы и закономерности общей и прикладной теории систем и понимать важность их использования в профессиональной деятельности. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать основные законы математики

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		и естественных наук, в том числе для решения профессиональных задач, применять программные средства
II этап		
ОПК-11	ИД ¹ _{ОПК11} ИД ² _{ОПК11}	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать понятия, принципы, законы и закономерности общей и прикладной теории систем для решения задач профессиональной деятельности. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основными методами математики и естественных наук и использовать их в профессиональной деятельности; – навыками применения основных законов математики и естественных наук для решения профессиональных задач.

9.5.1 Описание шкал оценивания

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно выполняет практические задания, дает обоснованную оценку итогам суждений.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и, по существу, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в выполнении практического задания некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи. Обучающийся решает практические задания верно.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными знаниями в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Практические задания выполнено не полностью, или содержатся незначительные ошибки в суждении.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает принципиальные ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и при выполнении практических заданий.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине

Типовые расчетные задачи для проведения текущего контроля

Раздел 1. Механика

Блок 1 (2 часа)

1. Первую половину своего пути автомобиль двигался со скоростью $v_1 = 80$ км/ч, а вторую половину пути - со скоростью $v_2 = 40$ км/ч. Какова средняя скорость $v_{\text{ср}}$ движения автомобиля?
2. Самолет летит относительно воздуха со скоростью $v_0 = 800$ км/ч. Ветер дует с запада на восток со скоростью $u = 15$ м/с. С какой скоростью v самолет будет двигаться относительно земли и под каким углом? к меридиану надо держать курс, чтобы перемещение было: а) на юг; б) на север; в) на запад; г) на восток?
3. Камень бросили вертикально вверх на высоту $h_0 = 10$ м. Через какое время t он упадет на землю? На какую высоту h поднимется камень, если начальную скорость камня увеличить вдвое?
4. Точка движется по окружности радиусом $R = 2$ см. Зависимость пути от времени дается уравнением $s = Ct^3$, где $C = 0,1$ см/с³. Найти нормальное a_n и тангенциальное a_τ ускорения точки в момент, когда линейная скорость точки $v = 0,3$ м/с.
5. Найти радиус R вращающегося колеса, если известно, что линейная скорость v_1 точки, лежащей на ободе, в 2,5 раза больше линейной скорости v_2 точки, лежащей на расстоянии $r = 5$ см ближе к оси колеса.
6. Колесо радиусом $R = 5$ см вращается так, что зависимость угла поворота радиуса колеса от времени дается уравнением $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где $D = 1$ рад/с³. Для точек, лежащих на ободе колеса, найти изменение тангенциального ускорения Δa_τ за единицу времени.

Блок 2 (2 часа)

7. На спортивных состязаниях в Ленинграде спортсмен толкнул ядро на расстояние $l_1 = 16,2$ м. На какое расстояние l_2 полетит такое же ядро в

Ташкенте при той же начальной скорости и при том же угле наклона ее к горизонту? Ускорение свободного падения в Ленинграде $g_1 = 9,819 \text{ м/с}^2$, в Ташкенте $g_2 = 9,801 \text{ м/с}^2$.

8. С башни высотой $h = 25 \text{ м}$ горизонтально брошен камень со скоростью $v_x = 15 \text{ м/с}$. Какое время t камень будет в движении? На каком расстоянии l от основания башни он упадет на землю? С какой скоростью v он упадет на землю? Какой угол составит траектория камня с горизонтом в точке его падения на землю?
9. Невесомый блок укреплен в вершине наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Гири 1 и 2 одинаковой массы $m_1 = m_2 = 39$ соединены нитью и перекинуты через блок. Найти ускорение a , с которым движутся гири, и силу натяжения нити T . Коэффициент трения гири 2 о наклонную плоскость $k = 0,1$.
10. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 45^\circ$. Зависимость пройденного пути s от времени t дается уравнением $s = Ct^2$, где $C = 1,73 \text{ м/с}^2$. Найти коэффициент трения k тела о плоскость.
11. Самолет поднимается и на высоте $h = 5 \text{ км}$ достигает скорости $v = 360 \text{ км/ч}$. Во сколько раз работа A_1 , совершаемая при подъеме против силы тяжести, больше работы A_2 , идущей на увеличение скорости самолета?
12. Тело лежит на наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 4^\circ$. При каком предельном коэффициенте трения k тело начнет скользить по наклонной плоскости? С каким ускорением a будет скользить тело по плоскости, если коэффициент трения $k = 0,03$? Какое время t потребуется для прохождения при этих условиях пути $s = 100 \text{ м}$? Какую скорость v будет иметь тело в конце пути?
13. Мяч, летящий со скоростью $v_1 = 15 \text{ м/с}$, отбрасывается ударом ракетки в противоположном направлении со скоростью $v_2 = 20 \text{ м/с}$. Найти изменение импульса $m\Delta v$ мяча, если известно, что изменение его кинетической энергии? $W = 8,75 \text{ Дж}$.

Блок 3 (3 часа)

14. На автомобиль массой $M = 1 \text{ т}$ во время движения действует сила трения $F_{\text{тр}}$, равная $0,1$ действующей на него силе тяжести mg . Какую массу m бензина расходует двигатель автомобиля на то, чтобы на пути $s = 0,5 \text{ км}$ увеличить скорость от $v_1 = 10 \text{ км/ч}$ до $v_2 = 40 \text{ км/ч}$? К.п.д. двигателя $\eta = 0,2$, удельная теплота сгорания бензина $q = 46 \text{ МДж/кг}$.

15. Человек, стоящий на неподвижной тележке, бросает в горизонтальном направлении камень массой $m = 2$ кг. Тележка с человеком покатилась назад, и в первый момент бросания ее скорость была $v = 0,1$ м/с. Масса тележки с человеком $M = 100$ кг. Найти кинетическую энергию W_k брошенного камня через время $t = 0,5$ с после начала движения.
16. Деревянным молотком, масса которого $m_1 = 0,5$ кг, ударяют о неподвижную стенку. Скорость молотка в момент удара $v_1 = 1$ м/с. Считая коэффициент восстановления при ударе молотка о стенку $k = 0,5$, найти количество теплоты Q , выделившееся при ударе. (Коэффициентом восстановления материала тела называют отношение скорости после удара к его скорости до удара.)
17. Груз массой $m = 1$ кг, подвешенный на невесомом стержне длиной $l = 0,5$ м, совершает колебания в вертикальной плоскости. При каком угле отклонения? стержня от вертикали кинетическая энергия груза в его нижнем положении $W_k = 2,45$ Дж? Во сколько раз при таком угле отклонения сила натяжения стержня T_1 в нижнем положении больше силы натяжения стержня T_2 в верхнем положении?
18. Шофер автомобиля, имеющего массу $m = 1$ т, начинает тормозить на расстоянии $s = 25$ м от препятствия на дороге. Сила трения в тормозных колодках автомобиля $F_{тр} = 3,84$ кН. При какой предельной скорости v движения автомобиль успеет остановиться перед препятствием? Трением колес о дорогу пренебречь.

Блок 4 (2 часа)

19. Гирька, привязанная к нити длиной $l = 30$ см, описывает в горизонтальной плоскости окружность радиусом $R = 15$ см. С какой частотой n вращается гирька?
20. На автомобиль массой $m = 1$ т во время движения действует сила трения $F_{тр}$, равная $0,1$ действующей на него силы тяжести mg . Найти силу тяги F , развиваемую мотором автомобиля, если автомобиль движется с постоянной скоростью: а) в гору с уклоном 1 м на каждые 25 м пути; б) под гору с тем же уклоном.
21. На какой высоте h от поверхности Земли ускорение свободного падения $g_h = 1$ м/с²?
22. Маховик, момент инерции которого $J = 63,6$ кг•м² вращается с угловой скоростью $\omega = 31,4$ рад/с. Найти момент сил торможения M , под действием которого маховик
23. Мальчик катит обруч по горизонтальной дороге со скоростью $v = 7,2$ км/ч. На какое расстояние s может вкатиться обруч на горку за счет его кинетической энергии? Уклон горки равен 10 м на каждые 100 м пути.

24. Медный шар радиусом $R = 10$ см вращается с частотой $n = 2$ об/с вокруг оси, проходящей через его центр. Какую работу A надо совершить, чтобы увеличить угловую скорость ω вращения шара вдвое?

Блок 5 (2 часа)

25. Шар массой $m = 1$ кг катится без скольжения, ударяется о стенку и откатывается от нее. Скорость шара до удара о стенку $v = 10$ см/с, после удара $u = 8$ см/с. Найти количество теплоты Q , выделившееся при ударе шара о стенку.
26. Вентилятор вращается с частотой $n = 900$ об/мин, После выключения вентилятор, вращаясь равнозамедленно, сделал до остановки $N = 75$ об. Работа сил торможения $A = 44,4$ Дж. Найти момент инерции J вентилятора и момент сил торможения M .
27. Карандаш длиной $l = 15$ см, поставленный вертикально, падает на стол. Какую угловую скорость ω и линейную скорость v будет иметь в конце падения середина и верхний конец карандаша?
28. Горизонтальная платформа массой $m = 80$ кг и радиусом $R = 1$ м вращается с частотой $n_1 = 20$ об/мин. В центре платформы стоит человек и держит в расставленных руках гири. С какой частотой n_2 будет вращаться платформа, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от $J_1 = 2,94$ до $J_2 = 0,98$ кг•м²? Считать платформу однородным диском.
29. Однородный стержень длиной $l = 85$ см подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. Какую скорость v надо сообщить нижнему концу стержня, чтобы он сделал полный оборот вокруг оси?

Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика

Блок 1 (2 часа)

1. Каким должен быть наименьший объем V баллона, вмещающего массу $m = 6,4$ кг кислорода, если его стенки при температуре $t = 20^\circ$ С выдерживают давление $p = 15,7$ МПа?
2. Посередине откачанного и запаянного с обеих концов капилляра, расположенного горизонтально, находится столбик ртути длиной $l = 20$ см. Если капилляр поставить вертикально, то столбик ртути переместится на $\Delta l = 10$ см. До какого давления p_0 был откачан капилляр? Длина капилляра $L = 1$ м.
3. Найти плотность ρ водорода при температуре $t = 10^\circ$ С и давлении $p = 97,3$ кПа.
4. В закрытом сосуде объемом $V = 1$ м³ находится масса $m_1 = 1,6$ кг кислорода и масса $m_2 = 0,9$ кг воды. Найти давление p в сосуде при

температуре $t = 500^\circ \text{C}$, зная, что при этой температуре вся вода превращается в пар.

5. В сосуде находится углекислый газ. При некоторой температуре степень диссоциации молекул углекислого газа на кислород и окись углерода $\alpha = 0,25$. Во сколько раз давление в сосуде при этих условиях будет больше того давления, которое имело бы место, если бы молекулы углекислого газа не были диссоциированы?

Блок 2 (2 часа)

6. Найти отношение средних квадратичных скоростей молекул гелия и азота при одинаковых температурах.
7. Какую массу m углекислого газа можно нагреть при $p = \text{const}$ от температуры $t_1 = 20^\circ \text{C}$ до $t_2 = 100^\circ \text{C}$ количеством теплоты $Q = 222 \text{ Дж}$? На сколько при этом изменится кинетическая энергия одной молекулы?
8. Для нагревания некоторой массы газа на $\Delta t_1 = 50^\circ \text{C}$ при $p = \text{const}$ необходимо затратить количество теплоты $Q_1 = 670 \text{ Дж}$. Если эту же массу газа охладить на $\Delta t_2 = 100^\circ \text{C}$ при $V = \text{const}$, то выделяется количество теплоты $Q_2 = 1005 \text{ Дж}$. Какое число степеней свободы i имеют молекулы этого газа?
9. На какой высоте h давление воздуха составляет 75% от давления на уровне моря? Температуру воздуха считать постоянной и равной $t = 0^\circ \text{C}$.
10. Найти плотность ρ воздуха: а) у поверхности Земли; б) на высоте $h = 4 \text{ км}$ от поверхности Земли. Температуру воздуха считать постоянной и равной $t = 0^\circ \text{C}$. Давление воздуха у поверхности Земли $p_0 = 100 \text{ кПа}$.

Блок 3 (2 часа)

11. Найти среднюю длину свободного пробега $\langle \lambda \rangle$ молекул углекислого газа при температуре $t = 100^\circ \text{C}$ и давлении $p = 13,3 \text{ Па}$. Диаметр молекул углекислого газа $d = 0,32 \text{ нм}$.
12. Найти среднее число столкновений $\langle \nu \rangle$ в единицу времени молекул углекислого газа при температуре $t = 100^\circ \text{C}$, если средняя длина свободного пробега $\langle \lambda \rangle = 870 \text{ мкм}$.
13. Во сколько раз уменьшится число столкновений $\langle \nu \rangle$ в единицу времени молекул двухатомного газа, если объем газа адиабатически увеличить в 2 раза?
14. Найти массу m азота, прошедшего вследствие диффузии через площадку $S = 0,01 \text{ м}^2$ за время $t = 10 \text{ с}$, если градиент плоскости в направлении,

перпендикулярном к площадке, $\Delta\rho/\Delta x = 1,26 \text{ кг/м}^4$. Температура азота $t = 27^\circ \text{ С}$. Средняя длина свободного пробега молекул азота $\langle\lambda\rangle = 10 \text{ мкм}$.

15. Какой наибольшей скорости v может достичь дождевая капля диаметром $D = 0,3 \text{ мм}$? Диаметр молекул воздуха $d = 0,3 \text{ нм}$. Температура воздуха $t = 0^\circ \text{ С}$. Считать, что для дождевой капли справедлив закон Стокса.

Блок 4 (2 часа)

16. Масса $m = 10,5 \text{ г}$ азота изотермически расширяется от объема $V_1 = 2 \text{ л}$ до объема $V_2 = 5 \text{ л}$. Найти изменение ΔS энтропии при этом процессе.
17. Найти изменение ΔS энтропии при переходе массы $m = 8 \text{ г}$ кислорода от объема $V_1 = 10 \text{ л}$ при температуре $t_1 = 80^\circ \text{ С}$ к объему $V_2 = 40 \text{ л}$ при температуре $t_2 = 300^\circ \text{ С}$.
18. Найти изменение ΔS энтропии при превращении массы $m = 10 \text{ г}$ льда ($t = -20^\circ \text{ С}$) в пар ($t_n = 100^\circ \text{ С}$).
19. В сосуде объемом $V = 10 \text{ л}$ находится масса $m = 0,25 \text{ кг}$ азота при температуре $t = 27^\circ \text{ С}$. Какую часть давления газа составляет давление, обусловленное силами взаимодействия молекул? Какую часть объема сосуда составляет собственный объем молекул?
20. Количество $\nu = 0,5 \text{ кмоль}$ некоторого газа занимает объем $V_1 = 1 \text{ м}^3$. При расширении газа до объема $V_2 = 1,2 \text{ м}^3$ была совершена работа против сил взаимодействия молекул $A = 5,684 \text{ кДж}$. Найти постоянную a , входящую в уравнение Ван-дер-Ваальса.

Раздел 3. Электродинамика

Блок 1 (2 часа)

1. Какой минимальный заряд q нужно закрепить в нижней точке сферической полости радиуса R , чтобы в поле тяжести небольшой шарик массы m и заряда Q находился в верхней точке полости в положении устойчивого равновесия?
2. На рис. 1 AA — заряженная бесконечная плоскость и B — одноименно заряженный шарик с массой $m = 0,4 \text{ мг}$ и зарядом $q = 667 \text{ пКл}$. Сила натяжения нити, на которой висит шарик, $T = 0,49 \text{ мН}$. Найти поверхностную плотность заряда σ на плоскости AA .

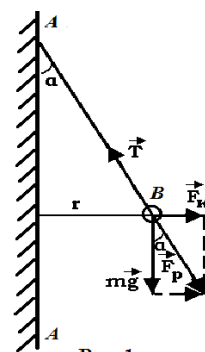


Рис. 1

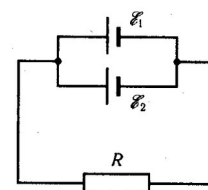
3. Найти напряженность поля и потенциал во всем пространстве тонкой сферы радиуса R , равномерно заряженной до заряда q .
4. Шар радиусом R равномерно заряжен с объемной плотностью заряда ρ . Вычислите распределение потенциала внутри и вне шара. За нулевой уровень отсчета потенциала принять бесконечность.
5. Бесконечная плоскость заряжена с поверхностной плотностью σ . Найти напряженность и потенциал электрического поля на расстоянии r от плоскости.

Блок 2 (2 часа)

6. Бесконечно длинный тонкий проводник равномерно заряжен с линейной плотностью 10^{-9} Кл/см. Найти напряженность и потенциал электрического поля на расстоянии $r=10$ см от провода.
7. Бесконечная цилиндрическая поверхность с радиусом R заряжена с поверхностной плотностью σ . Найти напряженность и потенциал электрического поля в точках $r < R$ и $r > R$.
8. Найти емкость плоского конденсатора.
9. Найти емкость цилиндрического конденсатора.
10. Найти емкость сферического конденсатора.
11. Найти емкость уединенного проводящего шара.

Блок 3 (2 часа)

12. Найти плотность энергии электрического поля в плоском конденсаторе.
13. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобретает скорость $v = 10^6$ м/с. Расстояние между пластинами $d = 5,3$ мм. Найти разность потенциалов U между пластинами, напряженность E электрического поля внутри конденсатора и поверхностную плотность заряда σ на пластинах.
14. Два параллельно соединенных элемента с одинаковыми ЭДС $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 2$ В и внутренними сопротивлениями $r_1 = 1$ Ом и $r_2 = 1,5$ Ом, замкнуты на внешнее сопротивление $R = 1,4$ Ом. Найти ток в каждом из элементов и во всей цепи.



15. Найти индукцию магнитного поля на расстоянии b от бесконечного прямолинейного проводника с током I .
16. Найти индукцию магнитного поля в центре кругового витка с током I .

Блок 4 (2 часа)

17. Из проволоки длиной $\ell = 1$ м сделана квадратная рамка. По рамке течет ток $I = 10$ А. Найти напряженность H магнитного поля в центре рамки.
18. Найти напряженность магнитного поля внутри тороида с током I . Число витков в тороиде N .
19. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл движется равномерно проводник длиной $\ell = 10$ см. По проводнику течет ток $I = 2$ А. Скорость движения проводника $v = 20$ см/с и направлена перпендикулярно к направлению магнитного поля. Найти работу A перемещения проводника за время $t = 10$ с и мощность P , затраченную на это перемещение. Найти индуцированную в проводнике ЭДС.
20. Найти индуктивность тонкого соленоида. Известны: n – число витков на единицу длины соленоида, V – объем соленоида.
21. Найти плотность энергии магнитного поля внутри соленоида. Считать соленоид тонким и бесконечно длинным, а поле внутри однородным.

Раздел 4. Физика колебаний и волн

Блок 1(2 часа)

1. Написать уравнение гармонического колебательного движения с амплитудой $A = 5$ см, если за время $t = 1$ мин совершается 150 колебаний и начальная фаза колебаний $\varphi = \pi/4$. Начертить график этого движения.
2. Амплитуда гармонического колебания $A = 5$ см, период $T = 4$ с. Найти максимальную скорость v_{\max} колеблющейся точки и ее максимальное ускорение a_{\max} .
3. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний пружинного маятника, происходящих вдоль оси Ox , имеет вид

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{1}{m} F_x(t).$$

На маятник действует периодическая сила $F_x = F_0 \cos \Omega t$ с циклической частотой Ω . Найти амплитуду A и начальную фазу φ_0 установившихся вынужденных колебаний маятника

$$x = A \cos(\Omega t + \varphi_0).$$

4. При помощи эхолота измерялась глубина моря. Какова была глубина моря, если промежуток времени между возникновением звука и его приемом оказался равным $t = 2,5$ с? Сжимаемость воды $\beta = 4,6 \cdot 10^{-10}$ Па⁻¹, плотность морской воды $1,03 \cdot 10^3$ кг/м³.
5. Найти скорость c распространения звука в меди.
6. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 25$ нФ и катушки с индуктивностью $L = 1,015$ Гн. Обкладки конденсатора имеют

заряд $q = 2,5$ мкКл. Написать уравнение (с числовыми коэффициентами) изменения разности потенциалов U на обкладках конденсатора и тока I в цепи. Найти разность потенциалов на обкладках конденсатора и ток в цепи в моменты времени $T/8$, $T/4$ и $T/2$. Построить графики этих зависимостей в пределах одного периода.

7. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 2,22$ нФ и катушки длиной $l = 20$ см из медной проволоки диаметром $d = 0,5$ мм. Найти логарифмический декремент затухания N колебаний.

Раздел 5. Волновая оптика

Блок 1 (2 часа)

1. В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом ($\lambda = 600$ нм). Расстояние между отверстиями $d = 1$ мм, расстояние от отверстий до экрана $L = 3$ м. Найти положение трех первых светлых полос.
2. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света $d = 0,5$ мм, расстояние до экрана $L = 5$ м. В зеленом свете получились интерференционные полосы, расположенные на расстоянии $l = 5$ мм друг от друга. Найти длину волны? зеленого света.
3. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы двух соседних темных колец равны $r_k = 4,0$ мм и $r_{k+1} = 4,38$ мм. Радиус кривизны линзы $R = 6,4$ м. Найти порядковые номера колец и длину волны? падающего света.
4. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Радиус кривизны линзы $R = 8,6$. Наблюдение ведется в отраженном свете. Измерениями установлено, что радиус четвертого темного кольца (считая центральное темное пятно за нулевое) $r_4 = 4,5$ мм. Найти длину волны? падающего света.
5. На мыльную пленку падает белый свет под углом $\alpha = 45^\circ$ к поверхности плёнки. При какой наименьшей толщине h пленки отраженные лучи будут окрашены в желтый цвет ($\lambda = 600$ нм)? Показатель преломления мыльной воды $n = 1,33$.
6. Для измерения показателя преломления аммиака в одно из плечей интерферометра Майкельсона поместили откачанную трубку длиной $l = 14$ см. Концы трубки закрыли плоскопараллельными стеклами. При заполнении трубки аммиаком интерференционная картина для длины волны $\lambda = 590$ нм сместилась на $k = 180$ полос. Найти показатель преломления n аммиака.

7. Найти радиусы r_k первых пяти зон Френеля, если расстояние от источника света до волновой поверхности $a = 1$ м, расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения $b = 1$ м. Длина волны света $\lambda = 500$ нм.

Блок 2 (2 часа)

1. На щель шириной $a = 20$ мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 500$ нм). Найти ширину A изображения щели на экране, удаленном от щели на расстояние $l = 1$ м. Шириной изображения считать расстояние между первыми дифракционными минимумами, расположенными по обе стороны от главного максимума освещенности.
2. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию λ_2 в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия ($\lambda_1 = 670$ нм) спектра второго порядка?
3. Зрительная труба гониометра с дифракционной решеткой поставлена под углом $\lambda = 20^\circ$ к оси коллиматора. При этом в поле зрения трубы видна красная линия спектра гелия ($\lambda_{кр} = 668$ нм). Какова постоянная d дифракционной решетки если под тем же углом видна и синяя линия ($\lambda_c = 447$ нм) более высокого порядка? Наибольший порядок спектра, которым можно наблюдать при помощи решетки, $k = 5$. Свет падает на решетку нормально.
4. Постоянная дифракционной решетки $d = 2$ мкм. Какую разность длин волн может разрешить эта решетка в области желтых лучей ($\lambda = 600$ нм) в спектре второго порядка? Ширина решетки $a = 2,5$ см.
5. Найти коэффициент отражения R естественного света, падающего на стекло ($n = 1,54$) под углом i_B полной поляризации. Найти степень поляризации лучей, прошедших в стекло.
6. Найти угол i_B полной поляризации при отражении света от стекла, показатель преломления которого $n = 1,57$.
7. Луч света проходит через жидкость, налитую в стеклянный ($n = 1,5$) сосуд, и отражается от дна. Отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом $i_B = 42^\circ 37'$. Найти показатель преломления жидкости. Под каким углом i должен падать на дно сосуда луч света, идущий в этой жидкости, чтобы наступило полное внутреннее отражение?

Раздел 6. Квантовая физика

Блок 1(1 час)

1. Какую мощность N излучения имеет Солнце? Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела. Температура поверхности Солнца $T = 5800$ К.
2. Диаметр вольфрамовой спирали в электрической лампочке $d = 0,3$ мм, длина спирали $l = 5$ см. При включении лампочки в сеть напряжением $U = 127$ В через лампочку течет ток $I = 0,31$ А. Найти температуру T спирали. Считать, что по установлении равновесия все выделяющееся в нити тепло теряется в результате излучения. Отношение энергетических светимостей вольфрама и абсолютно черного тела для данной температуры $k = 0,31$.
3. Температура T абсолютно черного тела изменилась при нагревании от 1000 до 3000 К. Во сколько раз увеличилась при этом его энергетическая светимость R_0 ? На сколько изменилась длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости? Во сколько раз увеличилась его максимальная спектральная плотность энергетической светимости r_0 ?
4. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками. Найти ширину ямы, если разность энергии между уровнями с $n_1 = 2$ и $n_2 = 3$ составляет $\Delta E = 0,30$ эВ.

Раздел 7. Атомная физика

Блок 1(1 час)

1. С какой скоростью v должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона с длиной волны $\lambda = 520$ нм?
2. При высоких энергиях трудно осуществить условия для изменения экспозиционной дозы рентгеновского и гамма-излучений в рентгенах, поэтому допускается применение рентгена как единицы дозы для излучений с энергией квантов до $\lambda = 3$ МэВ. До какой предельной длины волны рентгеновского излучения можно употреблять рентген?
3. Рентгеновские лучи с длиной волны $\lambda_0 = 20$ пм испытывают комптоновское рассеяние под углом $\varphi = 90^\circ$. Найти изменение $\Delta\lambda$ длины волны рентгеновских лучей при рассеянии, а также энергию W_e и импульс электрона отдачи.
4. Найти наибольшую длину волны λ_{\max} в ультрафиолетовой области спектра водорода. Какую наименьшую скорость v_{\min} должны иметь электроны, чтобы при возбуждении атомов водорода ударами электронов появилась эта линия?

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля успеваемости по лабораторным занятиям

ЛР №1 Теория погрешностей. ЛР №2 Простейшие измерения

1. Что называется измерением физической величины?
2. Какое измерение называется прямым?
3. Что называется действительным значением физической величины?
4. Что называется абсолютной, относительной погрешностью измерения?
Почему возникают погрешности измерений?
5. Что такое абсолютная погрешность?
6. Что такое относительная погрешность?
7. Что такое доверительный интервал?
8. Как производят округление числового значения среднего арифметического?
9. Сколько значащих цифр оставляется в окончательной записи погрешности результата измерения?
10. Какое измерение называется косвенным?
11. Как определяется погрешность результатов косвенных измерений?

ЛР №3 Измерение ускорения свободного падения с помощью прибора Атвуда

1. Дайте определение закона динамики вращательного движения системы материальной точки.
2. Дайте определение вектора момента силы.
3. Каковы направления вектора углового перемещения, угловой скорости, углового ускорения при вращательном движении?
4. Дайте сравнительную характеристику вращательному и поступательному движениям, их основным кинематическим и динамическим характеристикам, а также уравнениям и способам их решения.
5. При каком условии силы натяжения нити по разные стороны блока можно считать одинаковыми?
6. При каком условии можно пренебречь моментом инерции блока машины Атвуда, не допуская большой ошибки в расчете ускорения тел системы?
7. Назовите возможные причины появления сил трения, которые компенсируются в задании 1?
8. Момент какой силы приложен к блоку машины Атвуда?

ЛР №4 Определение коэффициента восстановления и времени соударения упругих шаров

1. Какой удар называется абсолютно упругим, абсолютно неупругим, частично упругим?

2. Опишите, что происходит с деформациями тел при этих ударах.
3. Опишите, что происходит с энергией тел при этих ударах.
4. Опишите, что происходит с импульсом тел при этих ударах.
5. Какой удар называется центральным?
6. Какой удар называется косым?
7. Где применяется и как используется явление удара?

ЛР №5 Определение центра масс физического маятника

1. Дайте определение центра масс тела.
2. Как найти опытным и расчетным путем координату ЦМ?
3. Определите положение ЦМ стержня переменного диаметра, сегмента, криволинейной трапеции, фигуры произвольных размеров и формы.
4. Запишите уравнение равновесия ФМ.
5. Сделайте вывод закона движения системы материальных точек.

ЛР №6 Определение момента инерции физического маятника

1. Какая физическая величина является мерой инертности вращательном движении твердого тела относительно неподвижной оси?
2. Сформулируйте теорему Гюйгенса – Штейнера.
3. Какие колебания называют гармоническими?
4. В чем состоит отличие физического маятника от математического?
5. Дайте определение приведенной длины физического маятника.

ЛР №7 Определение отношения теплоемкости газа при постоянном давлении к теплоемкости газа при постоянном объеме по методу Клемана-Дезорма

1. Что называется теплоемкостью вещества? Удельной теплоемкостью? Молярной теплоемкостью?
2. Что называется идеальным газом?
3. Получите выражение для внутренней энергии произвольной массы идеального газа и объясните из чего складывается внутренняя энергия идеального газа.
4. Чем определяется число степеней свободы системы?
5. Запишите и сформулируйте 1-е начало термодинамики.
6. Выведите выражение для молярных теплоемкостей идеального газа через число степеней свободы.
7. Запишите уравнение газового состояния для изохорного, изобарного, изотермического и адиабатического процессов и 1-е начало термодинамики для этих процессов.

ЛР №8 Определение динамической вязкости авиационного масла

1. Что характеризуют динамическая и кинематическая вязкости?
2. Как зависят от температуры вязкости большинства жидкостей?
3. Какой безразмерный комплекс определяет характер обтекания твёрдого тела жидкостью?
4. Напишите и поясните выражение для силы Стокса и силы Архимеда.
5. Какие силы действуют на шарик, падающий в вязкой жидкости? Как эти силы связаны между собой в случае установившегося движения?
6. Почему из расчётов следует исключить данные, полученные в случае падения шарика с прилипшими к нему пузырьками воздуха?
7. Влияют ли размеры сосуда, в котором находится жидкость, на величину силы сопротивления трению, действующей на тело, движущееся в этой жидкости? Если да, то почему?

ЛР №9 Изучение свойств поверхности жидкости

1. Приведите силовое и энергетическое определение коэффициента поверхностного натяжения и укажите его размерность.
2. Нарисуйте график зависимости энергии взаимодействия двух молекул от расстояния между ними.
3. Чем обусловлено существование сил поверхностного натяжения?
4. Как коэффициент поверхностного натяжения зависит от температуры? При какой температуре его значение равно нулю?
5. Что называется поверхностной энергией? Почему жидкость стремится уменьшить свою поверхность?
6. Чем обусловлено существование дополнительного давления, создаваемого искривленной поверхностью жидкости?
7. Каким образом в настоящей работе определяется коэффициент поверхностного натяжения?
8. На что затрачивается работа при увеличении поверхности жидкости?
9. Опишите характер взаимодействия молекул в жидкости.
10. Объясните капиллярное поднятие (опускание) жидкости.

ЛР №10 Измерение удельного сопротивления проводника

1. Что называется силой тока. Дайте определение. Напишите формулу, связывающую силу тока с электрическим зарядом, проходящим по проводнику.
2. Какие частицы обуславливают электрический ток в металлах?
3. Сформулируйте и напишите закон Ома для однородного участка цепи. В каких единицах измеряются входящие в него величины?

4. От каких параметров зависит электрическое сопротивление проводников, например металлической проволоки?
5. Что такое удельное электрическое сопротивление проводника. Физический смысл. Единица измерения.
6. Как зависит удельное сопротивление металлических проводников от температуры?
7. Что такое прямые измерения? Приведите примеры. Как определяется погрешность прямых измерений?
8. Что такое косвенные измерения? Приведите примеры. Как определяется погрешность косвенных измерений?

ЛР №11 Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли

1. Каким образом можно измерить вертикальную составляющую магнитного поля Земли с помощью тангенс-гальванометра? Нужно ли изменить его конструкцию и как это сделать?
2. Что характеризуют вектора магнитной индукции и напряженности
3. магнитного поля и какова зависимость между ними?
4. Применить правило буравчика для определения направления магнитных полей прямого и кругового тока.
5. Сформулировать и записать закон Био-Савара-Лапласа.
6. Вывести напряженность магнитного поля прямого тока конечных размеров.
7. Вывести напряженность магнитного поля на оси и в центре кругового тока.

ЛР №12 Определение удельного заряда электрона

1. Чему равна по величине и направлению сила Лоренца?
2. Какова траектория движущейся заряженной частицы, движущейся: 1) по направлению магнитного поля; 2) перпендикулярно магнитному полю; 3) под углом 30° к магнитному полю.
3. Как найти абсолютный заряд электрона, зная его удельный заряд?
4. Вывести расчетную формулу для определения удельного заряда электрона.
5. Опишите метод, применяемый в данной работе. Какие еще существуют методы определения удельного заряда?

ЛР №13 Определение коэффициента затухания и добротности колебательной системы физического маятника

1. Какие колебания называются затухающими? Каким уравнением описываются затухающие колебания? Как получить решение этого уравнения?
2. Какую величину называют периодом затухающих колебаний?

3. Что такое логарифмический декремент затухания? Что такое добротность колебательной системы? Какую величину называют коэффициентом сопротивления среды?
4. Как коэффициент затухания связан с вязкостью среды, в которой происходят колебания?
5. Как из эксперимента определить коэффициент затухания?
6. Как из эксперимента определить логарифмический декремент затухания?
7. Как из эксперимента определить добротность колебательной системы?

ЛР №14 Исследование свойств стоячих электромагнитных волн

1. Что называется электромагнитной волной, какие её свойства?
2. Запишите уравнение электромагнитной волны и прокомментируйте его.
3. Дайте определение параметрам волны λ, ω, \vec{k} . Запишите соотношения, которые существуют между ними.
4. Какой будет скорость распространения и длина электромагнитной волны в диэлектрической среде?
5. Что такое стоячие электромагнитные волны? Как они образуются?
6. Запишите и прокомментируйте уравнение стоячей электромагнитной волны.
7. Что такое узлы и пучности стоячей волны? Какие условия их возникновения?
8. Запишите выражения для координат узлов и пучностей стоячей волны. Каково расстояние между соседними узлами (пучностями)? Каково расстояние от узла до ближайшей пучности?

ЛР №15 Определение фокусного расстояния линзы

1. Дайте определение оптической оси, фокальной плоскости и главных фокусов линзы.
2. При каких условиях система из собирающей и рассеивающей линз будет давать действительное изображение?
3. Для каких лучей применима формула линзы?
4. В чем заключается явление хроматической аберрации, сферической аберрации?
5. Для какой цели применяются при фотографировании светофильтры?
6. Опишите методику измерения фокусного расстояния для рассеивающей линзы.
7. Покажите, что если расстояние между объектом и экраном превышает $4F$, то изображение на экране может быть получено при двух различных положениях линзы.

ЛР №16 Моделирование оптических приборов и определение их увеличения

1. Какие кардинальные точки и плоскости определяют центрированную оптическую систему? Что такое фокусное расстояние и оптическая сила системы?
2. Напишите формулу центрированной оптической системы.
3. Какая линза называется собирающей, а какая рассеивающей? Какие изображения называются действительными, а какие мнимыми?
4. Что такое телеобъектив и чем он отличается от объектива?
5. Из каких основных элементов состоит зрительная труба (телескоп) и какие функции эти элементы выполняют?
6. Поясните ход лучей в телескопе Кеплера. В чем его преимущество по сравнению с телескопом Галилея? В чем преимущество телескопа Галилея?
7. Как определяется увеличение телескопа?

ЛР №17 Определение расстояния между щелями в опыте Юнга

1. Сформулировать и объяснить принцип Гюйгенса-Френеля?
2. Получить выражение для ширины интерференционных полос в опыте Юнга.
3. Почему в центре интерференционной картины в опыте Юнга наблюдается светлая полоса?
4. Как осуществить опыт Юнга от обычной лампочки накаливания, являющейся некогерентным источником света?
5. Получить условия максимума и минимума интенсивности света в опыте Юнга.
6. Вывести формулу для определения расстояния между источниками света в опыте Юнга.

ЛР №18 Определение постоянной дифракционной решетки

1. Что такое дифракция?
2. Что такое дифракционная решетка? Как записывается формула для дифракционной решетки?
3. Как, с помощью дифракционной решетки, определить длину волны света?
4. Сколько дифракционных максимумов можно наблюдать на экране?
5. Что такое «нулевой максимум»?
6. Как скажется на дифракционной картине (на экране) уменьшение параметра дифракционной решетки?
7. При каком условии дифракция становится заметной (большой)?

ЛР №19 Определение радиуса кривизны с помощью колец Ньютона

1. Что называется полосами равного наклона и равной толщины?
2. Почему кольца Ньютона – это линии равной толщины?
3. Объясните механизм возникновения колец Ньютона.

4. Выведите формулу радиусов светлых и темных колец Ньютона при наблюдении в отраженном свете.
5. Запишите формулы радиусов темных и светлых колец в проходящем свете.

ЛР №20 Исследование свойств поляризованного света

1. Какие световые лучи называют: а) естественными; б) поляризованными; в) частично поляризованными? г) плоско-поляризованными; д) эллиптически поляризованными; в) поляризованными по кругу?
2. Какую величину называют степенью поляризации светового луча? Чему равна степень поляризации: а) естественного луча; б) плоско-поляризованного луча?
3. Какой прибор называется поляризатором, анализатором?
4. Изобразите расположение лучей в случае получения плоско-поляризованного света при отражении от диэлектрика. Какой из лучей в этой схеме: а) естественный; б) частично поляризованный; в) плоско-поляризованный?
5. Сформулируйте закон Брюстера. При каком соотношении углов падения и преломления светового луча наблюдается полная поляризация света при отражении от диэлектрика?
6. В чем заключается явление двойного лучепреломления и как оно объясняется? Какое направление в кристалле называется оптической осью?
7. Сформулируйте закон Малюса.

ЛР №21 Исследование дисперсии оптического стекла

1. Из каких основных частей состоит гониометр, их назначение?
2. Что такое дисперсия света?
3. Чем отличается нормальная дисперсия от аномальной?
4. По каким признакам можно отличить спектры, полученные с помощью призмы и дифракционной решётки?
5. В чём заключаются основные положения и выводы электронной теории дисперсии света?
6. Почему металлы сильно поглощают свет?

ЛР №22 Определение энергии диссоциации двухромовокислого калия

1. Какова природа явления поглощения света?
2. Что такое спектры испускания и поглощения, как они связаны между собой?
3. Опыты Резерфорда, модель атома Резерфорда.
4. Достоинства и недостатки модели Резерфорда.
5. Постулаты Бора.
6. Красная граница поглощения.
7. Устройство спектроскопа. Дисперсия света.

8. Градуировка спектроскопа.

Типовые ситуационные задачи для проведения текущего контроля

1. Вертолёт Ingenuity 19 апреля 2021 года совершил свой первый тестовый полёт на Марсе, поднявшись на высоту 3 метра, завис над поверхностью примерно на 30 секунд, после чего успешно опустился обратно на поверхность планеты.

Рассчитайте во сколько раз отличается угловая скорость вращения винта вертолета в атмосфере Марса, при которой он парит, от угловой скорости, при которой парение вертолета достигается в атмосфере Земли.

2. 13 апреля 2029 года околоземный астероид Апофис диаметром около 330 м пролетит на расстоянии около 31 900 км от поверхности нашей планеты. Но есть вероятность, что Апофис, приблизившись к Земле, может проскочить через так называемую «замочную скважину» - очень небольшую область околоземного пространства, в которой благодаря гравитации планеты, орбита астероида может измениться так, что сделав очередной круг, он может ударить по Земле в 2036-м (так же, 13 апреля), или во время одного из последующих циклических сближений с нашей планетой.

Предложите варианты предотвращения угрозы столкновения астероида с Землей и дайте их физическое обоснование.

Примерные вопросы для проведения промежуточной аттестации

Механика

1. Основные понятия кинематики поступательного движения: скорость, ускорение, траектория, путь, центр масс. Системы координат.

2. Вращательное движение. Центроостремительное (нормальное) ускорение, угловая скорость, угловое ускорение, радиус кривизны.

3. Динамика. Материальная точка. Сила. Масса. Импульс. Инерциальные системы отсчёта. Законы Ньютона.

4. II-ой закон Ньютона. Закон сохранения импульса.

5. Реактивное движение. Уравнение движения тела с переменной массой.

6. Близко- и далекодействующие силы. Силы трения. Силы упругости. Закон всемирного тяготения.

7. Космические скорости.

8. Работа. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения механической энергии.

9. Центральный удар.

10. Основной закон динамика вращательного движения. Момент силы. Момент импульса. Момент инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
11. Кинетическая энергия вращающегося тела.
12. Закон сохранения момента импульса. Гироскоп.
13. Гармонические колебания и их параметры. Уравнения колебаний пружинного, математического и физического маятников.
14. Собственные и вынужденные колебания. Затухающие колебания. Резонанс.
15. Принцип относительности Галилея. Постулаты специальной теории относительности.
16. Преобразования Лоренца. Относительность расстояний и промежутков времени.
17. Связь массы и энергии.

Термодинамика

18. Изопрцессы. Законы идеальных газов
19. Молекулярно-кинетическая теория (основные положения). Закон Авогадро. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
20. Распределение Максвелла молекул по скоростям. Средняя скорость. Средняя квадратичная скорость.
21. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
22. Диффузия. Внутреннее трение. Теплопроводность. Уравнения для описания этих процессов.
23. Теплоёмкость и её виды. Формула Майера.
24. Первое начало термодинамики.
25. Адиабатический процесс. Формула Пуассона. Работа в изо- и адиабатических процессах.
26. Молекулярно-кинетическая теория теплоёмкости. Степени свободы.
27. Круговые процессы. Цикл Карно.
28. Статистический смысл энтропии. Формула Клаузиуса.
29. Второе начало термодинамики.
30. Реальные газы. Изотермы Эндрюса. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
31. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов.
32. Жидкости. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
33. Строение твёрдых тел. Энергия молекул газа, жидкости и твёрдого тела.

Электродинамика

1. Закон Кулона.
2. Напряженность электрического поля.
3. Электрическое поле. Напряженность поля.
4. Принцип суперпозиции электрических полей.

5. Поток напряженности. Теорема Остроградского—Гаусса для электростатического поля в вакууме.
6. Работа, совершаемая силами электростатического поля при перемещении в нем электрического заряда.
7. Потенциал электростатического поля.
8. Примеры применения теоремы Остроградского—Гаусса к расчету электростатических полей в вакууме.
9. Дипольные моменты молекул диэлектрика.
10. Поляризация диэлектриков.
11. Теорема Остроградского—Гаусса . для электростатического поля в среде.
12. Условия для электростатического поля на границе раздела изотропных диэлектрических сред.
13. Проводники в электростатическом поле.
14. Емкость уединенного проводника.
15. Взаимная емкость. Конденсаторы.
16. Энергия заряженного проводника и электрического поля.
17. Понятие об электрическом токе.
18. Сила и плотность тока.
19. Основы классической электронной теории электропроводности металлов.
20. Сторонние силы.
21. Законы Ома и Джоуля—Ленца.
22. Правила Кирхгофа.
23. Законы электролиза Фарадея, Электролитическая диссоциация.
24. Атомность электрических зарядов.
25. Электролитическая проводимость жидкостей.
26. Электропроводность газов.
27. Понятие о различных типах газового разряда.
28. Некоторые сведения о плазме.
29. Магнитная индукция. Сила Лоренца.
30. Закон Ампера.
31. Закон Био—Савара—Лапласа.
32. Некоторые простейшие примеры магнитных полей в вакууме.
33. Магнитное взаимодействие проводников с токами. Контур с током в магнитном поле.
34. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме.
35. Магнитный поток. Теорема Остроградского—Гаусса для магнитного поля.
36. Работа перемещения проводника с током в постоянном магнитном поле.
37. Движение заряженных частиц в постоянном магнитном поле.
38. Явление Холла.
39. Удельный заряд частиц. Масс-спектрометрия.

40. Ускорители заряженных частиц.
41. Магнитные моменты электронов и атомов.
42. Атом в магнитном поле.
43. Диамагнетики и парамагнетики в магнитном поле.
44. Магнитное поле в веществе.
45. Ферромагнетики.
46. Условия для магнитного поля на границе раздела изотропных сред.
Магнитные цепи.
47. Основной закон электромагнитной индукции.
48. Явление самоиндукции.
49. Взаимная индукция.
50. Энергия магнитного поля в неферромагнитной изотропной среде.
51. Закон сохранения энергии для магнитного поля в неферромагнитной среде.
52. Общая характеристика теории Максвелла.
53. Первое уравнение Максвелла.
54. Ток смещения. Второе уравнение Максвелла.
55. Третье и четвертое уравнения Максвелла.
56. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля.

Колебания и волны

57. Гармонические колебания.
58. Механические гармонические колебания.
59. Свободные гармонические колебания в электрическом колебательном контуре.
60. Сложение гармонических колебаний.
61. Затухающие колебания.
62. Вынужденные механические колебания.
63. Вынужденные электрические колебания.
64. Продольные и поперечные волны в упругой среде.
65. Уравнение бегущей волны.
66. Фазовая скорость и энергия упругих волн.
67. Принцип суперпозиции волн. Групповая скорость.
68. Интерференция волн. Стоячие волны.
69. Эффект Доплера в акустике.
70. Свойства электромагнитных волн.
71. Энергия электромагнитных волн.
72. Излучение электромагнитных волн.
73. Шкала электромагнитных волн.
74. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух диэлектрических сред.
75. Эффект Доплера для электромагнитных волн.

Оптика

76. Закон прямолинейного распространения света. Закон независимости световых лучей. Закон отражения света. Закон преломления света. Закон обратимости световых лучей. Показатель преломления. Полное внутреннее отражение.
77. Теория истечения, волновая теория. Зависимость между показателем преломления и скоростью света в веществе.
78. Принцип Ферма. Оптическая длина пути.
79. Скорость света. Астрономические наблюдения Рёмера. Определение скорости света по аберрации света Бредли. Опыт Физо. Опыт Фуко и Физо. Опыт Майкельсона.
80. Световой поток. Функция видности.
81. Фотометрические величины и их единицы.
82. Основные понятия и определения (гомоцентрический пучок; астигматическая разность; точечное или стигматическое изображение; действительное и мнимое изображения; сопряженные точки; пространство предметов и пространство изображений).
83. Центрированная оптическая система. Фокусы. Фокальные плоскости. Линейное увеличение. Главные точки и главные плоскости. Оптическая сила. Формула Ньютона.
84. Продольное увеличение. Угловое увеличение. Связь между линейным, продольным и угловым увеличениями.
85. Сложение оптических систем. Оптическая система суммарной системы. Формула кардинальных плоскостей суммарной системы.
86. Преломление на сферической поверхности. Параксиальные лучи. Теорема Лагранжа-Гельмгольца.
87. Линза. Тонкая линза.
88. Погрешности оптических систем. Оптические приборы.
89. Световая волна. Интенсивность света. Связь между интенсивностью света и амплитудой световой волны.
90. Интерференция световых волн. Продолжительность цуга волн. Оптическая разность хода. Зеркала Френеля. Бипризма Френеля.
91. Интерференция многих волн. Векторная диаграмма. Условия для главных максимумов и интерференционных минимумов.
92. Принцип Гюйгенса – Френеля.
93. Зоны Френеля. Обоснование с точки зрения волновой оптики закона прямолинейного распространения света.
94. Дифракция Френеля от простейших преград.
95. Дифракция Фраунгофера от щели и на круглом отверстии.
96. Дифракционная решетка.
97. Дифракция на пространственной решетке.
98. Голография.
99. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсии.
100. Групповая скорость.
101. Классическая электронная теория дисперсии света.

102. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта. Закон Бера.
103. Рассеяние света. Рассеяние в мутных средах. Рэлеевское рассеяние.
104. Поляризация света при отражении и преломлении на границе раздела двух диэлектрических сред.
105. Двойное лучепреломление.
106. Интерференция поляризованного света.
107. Искусственная оптическая анизотропия.
108. Вращение плоскости поляризации. Закон Био.
109. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа.
110. Законы Стефана—Больцмана и Вина.
111. Формула Планка.

Квантовая физика

112. Фотоэффект, его виды. Формула Эйнштейна для фотоэффекта.
113. Фотоны их энергия и импульс. Эффект Комптона.
114. Опыт Лебедева. Давление света.
115. Длина волны де Бройля.
116. Принцип неопределённости Гейзенберга.
117. Волновая функция и её физический смысл. Уравнение Шредингера.
118. Туннельный эффект. Электрон в потенциальной яме.
119. Модель атома Томсона. Опыт Резерфорда. Планетарная модель атома.
120. Постулаты Бора. Вывод серийной формулы. Формула Бальмера для спектра водорода.
121. Спонтанное и вынужденное излучение. Принцип работы лазеров.
122. Виды лазеров. Принцип работы гелий-неонового, рубинового и полупроводникового лазеров.

Ядерная физика.

123. Естественная радиоактивность и её закономерности. Правила смещения. Уравнения альфа- и бета-распада. Период полураспада.
124. Реакции деления и синтеза. Дефект массы и энергия связи. Критическая масса.
125. Элементарные частицы.
126. Ионизирующие излучения и их характеристики. Космические лучи, их состав и характеристики.

Типовые расчетные задачи для проведения промежуточной аттестации

Задача 1. Движущееся тело массой m_1 , ударяется о неподвижное тело массой m_2 . Считая удар неупругим и центральным, найти, какая часть кинетической

энергии $W_{к1}$ первого тела переходит при ударе в тепло. Задачу решить сначала в общем виде, а затем рассмотреть случаи: а) $m_1 = m_2$; б) $m_1 = 9m_2$.

Задача 2. Из орудия массой $m_1 = 5$ т вылетает снаряд массой $m_2 = 100$ кг. Кинетическая энергия снаряда при вылете $W_{к2} = 7,5$ МДж. Какую кинетическую энергию $W_{к1}$ получает орудие вследствие отдачи?

Задача 3. Две гири с массами $m_1=2$ кг и $m_2=1$ кг соединены нитью, перекинутой через блок массой $m=1$ кг. Найти ускорение a , с которым движутся гири, и силы натяжения T_1 и T_2 нитей, к которым подвешены гири. Блок считать однородным диском. Трением пренебречь.

Задача 4. Горизонтальная платформа массой $m = 100$ кг вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой $n_1 = 10$ об/мин. Человек массой $m_0 = 60$ кг стоит при этом на краю платформы. С какой частотой n_2 начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Считать платформу однородным диском, а человека — точечной массой.

Задача 5. Какое число молекул n содержит единица объема сосуда при температуре $t = 10^\circ \text{C}$ и давлении $p = 1,33 \cdot 10^{-9}$ Па?

Задача 6. Какое давление p надо приложить, чтобы углекислый газ превратить в жидкую углекислоту при температурах $t_1 = 31^\circ \text{C}$ и $t_2 = 50^\circ \text{C}$? Какой наибольший объем V_{max} может занимать масса $m = 1$ кг жидкой углекислоты? Какое наибольшее давление p_{max} насыщенного пара жидкой углекислоты?

Типовые ситуационные задачи для проведения промежуточной аттестации

Задача 1. Объясните, почему правый берег Волги крут.

Задача 2. Объясните с точки зрения молекулярно-кинетической теории явление внутреннего трения между слоями жидкости (газа), возникающее при ламинарном течении жидкости (газа).

Задача 3. Исходя из принципа Гюйгенса-Френеля объясните явление рассеяния света в мутной среде (дым, туман ...).

Задача 4. В Бермудском треугольнике был обнаружен корабль без видимых повреждений, но без экипажа. Было видно, что экипаж покинул корабль в спешке. Выдвиньте гипотезу о причине данного странного события с точки зрения качки корабля на волнах.

10. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Физика» организуется в виде лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы. Продолжительность изучения дисциплины – два семестра. Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзаменов во 2-м и 3-м семестрах.

Лекция – основная форма систематического, последовательного устного изложения учебного материала. Чтение лекций, как правило, осуществляется наиболее профессионально подготовленными преподавателями университета. Основными задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой изучаемой дисциплины, ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами;
- изложение комплекса основных научных понятий, законов, методов, принципов данной дисциплины;

Лекции мотивируют обучающегося на самостоятельный поиск и изучение научной и специальной литературы и других источников по темам дисциплины, ориентируют на выявление, формулирование и исследование наиболее актуальных вопросов и проблем физики. Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста. Кроме того, необходимо научиться делать понятные для обучающегося сокращения при записи текста лекции и стремиться освоить быструю манеру письма и рубрикацию материала.

Практические занятия по дисциплине «Физика» проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом по отдельным группам. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести начальные практические навыки анализа наблюдаемых физических явлений.

Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цель и задачи занятия и сообщает обучающимся основные законы необходимые для решения задач на занятии.

В рамках практического занятия обучающиеся решают задачи и разбирают практические задачи самостоятельно или при помощи

преподавателя. Преподаватель выступает в роли консультанта, осуществляет контроль полученных обучающимися результатов. Также в качестве элемента практической подготовки применяется разбор конкретной ситуации.

Отсутствие обучающихся на занятиях или их неактивное участие на них может быть компенсировано самостоятельным выполнением дополнительных заданий и представлением их на проверку преподавателю.

Лабораторные работы призваны развить навыки экспериментальной физической деятельности обучающихся, а также закрепить физические знания опытным путём. В процессе лабораторных работ студенты проводят самостоятельное ознакомление с теорией, лежащей в основе изучаемого явления используя методические пособия. На занятиях лабораторные работы проводятся в присутствии преподавателя, контролирующего процесс их проведения и консультирующего студентов. По результатам проведения работ студентами оформляется отчёт и проводится его защита. В процессе защиты отчёта по лабораторной работе преподаватель проверяет знание основных законов, на которых базируется изучаемое явление, а также правильность и самостоятельность написания отчёта.

Целью самостоятельной работы обучающихся при изучении настоящей учебной дисциплины является выработка ими навыков работы с научной и учебной литературой, а также развитие у обучающихся устойчивых способностей к самостоятельному изучению и обработке полученной информации.

В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, решать практические задачи, подготавливать доклады, выполнять домашние задания, овладевать профессионально необходимыми навыками. Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

- самостоятельный подбор, изучение, конспектирование, анализ учебно-методической и научной литературы, периодических научных изданий,

- индивидуальная творческая работа по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа и синтеза материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации, выполнение домашних заданий;

- завершающий этап самостоятельной работы – подготовка к сдаче экзамена по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

По Положению о самостоятельной работе студентов Университета содержание внеаудиторной самостоятельной работы для изучения дисциплины «Физика» может быть рекомендовано в соответствии со следующими ее видами, разделенными по целевому признаку:

- а) для овладения знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы);
- составление плана текста;
- конспектирование текста;
- работа со словарями и справочниками;
- работа с электронными информационными ресурсами и информационной телекоммуникационной сети Интернет и др.;
- б) для закрепления и систематизации знаний:
 - работа с конспектом лекции (обработка текста);
 - работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы);
 - составление плана и тезисов ответа;
 - составление альбомов, таблиц, схем для систематизации учебного материала;
 - ответы на контрольные вопросы;
 - подготовка тезисов сообщений к выступлению на практическом занятии;
 - подготовка к сдаче зачета и др.;
- в) для формирования умений и навыков:
 - решение физических задач;
 - проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности.

В процессе изучения дисциплины «Физика» важно постоянно пополнять и расширять свои знания. Изучение рекомендованной литературы и других источников информации является важной составной частью восприятия и усвоения новых знаний. Кроме того, необходимо отметить, что, в определенном смысле, качественный уровень всей самостоятельной работы обучающегося определяется уровнем самоконтроля.

Текущий контроль знаний студентов осуществляется по итогам:

- работы на практических занятиях,
- выполнения лабораторных работ,
- решения расчетных и ситуационных задач.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 5 «Физики и химии» «15» мая 2023 года, протокол № 9.

Разработчик:

Тиммофеев В.В. кандидат физ.-мат. наук
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Тимму
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой № 5 «Физики и химии»
д.ф.-м.н., профессор

Арбузов В.И.
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент

Петрова Т.В.
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «29» 05 2023 года, протокол № 8.