

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(АНО ВО «КИТ Университет»)

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор АНО ВО «КИТ Университет»

\_\_\_\_\_ д.т.н., профессор В.А. Никулин

\_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины «Физика»**

Направление подготовки: 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профили подготовки: «Сооружение и ремонт объектов и систем трубопроводного транспорта», «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»

Степень выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Ижевск 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) .....	4
1.1 Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
1.2 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).....	4
1.3 Знания, умения, компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	4
2. Объем дисциплины (модуля) .....	5
3. Содержание дисциплины (модуля) .....	8
4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	10
5. Лабораторный практикум .....	13
6. Практические занятия .....	14
7. Образовательные технологии.....	15
8. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) .....	16
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	19
10. Ресурсное обеспечение .....	20
10.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	20
10.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины .....	20
10.3 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	21
11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	21

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Физика» является обеспечить будущему бакалавру основу его теоретической подготовки в различных областях физической науки, обеспечить последовательное и цельное усвоение курса физики, используя для этого все виды учебных занятий.

**Задачи дисциплины:**

- Создание у студентов основ теоретической подготовки в области физики, позволяющей будущим бакалаврам ориентироваться в потоке научной и технической информации и обеспечивающей им возможность использования новых физических принципов в тех областях техники, в которых они специализируются.
- Формирование у студентов правильного понимания границ применимости различных физических понятий, законов, теорий и умения оценивать степень достоверности результатов полученных с помощью экспериментальных или математических методов исследования.
- Усвоение основных физических явлений и законов классической и современной физики методов физического исследования.
- Выработка у студентов приемов и навыков решения конкретных задач из различных областей физики.
- Ознакомление студентов с современной научной аппаратурой и выработка начальных навыков проведения экспериментальных научных исследований различных физических явлений и оценки погрешностей измерений.

## 1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика» является дисциплиной базовой части математического и естественнонаучного цикла. Дисциплина обеспечивает расширение и углубление знаний, умений, навыков и компетенций, сформированных в ходе изучения дисциплин ООП подготовки бакалавра: «Математика», и предполагает знание математического анализа, векторной алгебры и аналитической геометрии на уровне высшей школы, а также физики и химии на уровне полного среднего общего образования. Дисциплина «Физика» является основой для последующего изучения дисциплин ООП подготовки бакалавра: «Философия», «Теоретическая и прикладная механика», «Электротехника».

## 1.3. Знания, умения, компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Физика» направлен на формирование следующих общепрофессиональных (ОПК) компетенций:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

Перечень общепрофессиональных (ОПК) компетенций.

номер индекс компетенц	в результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-2, ПК-25	законы классической и релятивистской механики, основы термодинамики и	использовать физические законы при анализе и объяснении физических	методами оценки погрешностей при проведении

статистической физики, уравнения Максвелла и свойства электрического и магнитного полей в вакууме и веществе, теорию колебаний и волн, основы волновой и квантовой оптики, соотношения неопределенностей, уравнение Шредингера, строение многоэлектронных атомов, зонную теорию металлов и полупроводников, свойства атомного ядра и элементарных частиц.	процессов и явлений	физического опыта
---	---------------------	-------------------

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 часов.

2. 1 Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов/ зачетных единиц	Семестры		
		1	2	3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	108/3	36/1	38/1,06	34/0,94
В том числе:	-	-	-	-
Лекции	37/1,03	17/0,47	10/0,28	10/0,28
Практические занятия (ПЗ)	45/1,25	10/0,28	18/0,5	17/0,47
Лабораторные работы (ЛР)	22/0,61	7/0,19	8/0,22	7/0,19
КСР	4/0,11	2/0,06	2/0,06	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	144/4	36/1	70/1,94	38/1,06
В том числе:	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-	-
Реферат	-	-	-	-
Контрольная работа	6/0,17	2/0,06	2/0,06	2/0,06
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	138/3,83	34/0,94	68/1,89	36/1
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	36/1	зачет	зачет	36/1
Общая трудоемкость	час	288	72	108
	зач. ед.	8	2	3

## 2.2 Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов/ зачетных единиц	Семестры		
		1	2	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	34/0,94	14/0,39	20/0,56	
В том числе:	-	-	-	
Лекции	12/0,33	6/0,17	6/0,17	
Практические занятия (ПЗ)	12/0,33	4/0,11	8/0,22	
Лабораторные работы (ЛР)	6/0,17	2/0,06	4/0,11	
КСР	4/0,11	2/0,06	2/0,06	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	245/6,81	94/2,61	151/4,19	
В том числе:	-	-	-	
Курсовой проект (работа)	-	-	-	
Расчетно-графические работы	-	-	-	
Реферат	-	-	-	
Контрольная работа	4/0,11	2/0,06	2/0,06	
Другие виды самостоятельной работы	241/6,69	92/2,56	149/4,14	
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	9/0,25	-	9/0,25	
Общая трудоемкость	час зач. ед.	288 8	108 3	180 5

## 3. Содержание дисциплины

## 3.1 Содержание модулей дисциплины

**Модуль 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ**

Тема 1. Элементы кинематики

Тема 2. Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела

Тема 3. Работа и энергия

Тема 4. Механика твердого тела

Тема 5. Тяготение. Элементы теории поля

Тема 6. Элементы механики жидкостей

Тема 7. Элементы специальной (частной) теории относительности

**Модуль 2. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ**

Тема 8. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Тема 9. Основы термодинамики

**Модуль 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ**

Тема 11. Электростатика

Тема 12. Постоянный электрический ток

Тема 13. Электрические токи в металлах, вакууме и газах

Тема 14. Магнитное поле

Тема 15. Электромагнитная индукция

**Тема 16.** Магнитные свойства вещества

**Тема 17.** Основы теории Максвелла для электромагнитного поля

**Модуль 4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

**Тема 18.** Механические и электромагнитные колебания

**Тема 19.** Упругие волны

**Тема 20.** Электромагнитные волны

**Модуль 5. ОПТИКА. КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ**

**Тема 21.** Элементы геометрической и электронной оптики

**Тема 22.** Интерференция света

**Тема 23.** Дифракция света

**Тема 24.** Взаимодействие электромагнитных волн с веществом

**Тема 25.** Поляризация света

**Тема 26.** Квантовая природа излучения

**Модуль 6. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ АТОМОВ, МОЛЕКУЛ И ТВЕРДЫХ ТЕЛ И ФИЗИКИ АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ**

**Тема 27.** Теория атома водорода по Бору **Error! Bookmark not defined.**

**Тема 28.** Элементы квантовой механики

**Тема 29.** Элементы современной физики атомов и молекул

**Тема 30.** Элементы квантовой статистики

**Тема 31.** Элементы физики твердого тела

**Тема 32.** Элементы физики атомного ядра

**Тема 33.** Элементы физики элементарных частиц

№ п/п	Наименование модулей дисциплины	Всего час./ зачетн. ед.	Виды учебной работы (в час./ЗЕ)					Кол-во баллов за модуль
			Л. час/ ЗЕ	ПЗ час/ ЗЕ	ЛЗ час/ ЗЕ	КСР	СРС час/ ЗЕ	
1.	Физические основы механики	36/1	8/0,22	5/0,14	4/0,11	1/0,03	18/0,5	30
2	Основы молекулярной физики и термодинамики	36/1	9/0,25	5/0,14	3/0,08	1/0,03	18/0,5	30
3	Зачет	-					-	40
4	Электричество и электромагнетизм	108/3	10/0,28	18/0,5	8/0,22	2/0,06	70/1,94	60
5	Зачет	-					-	40
6	Колебания и волны	20/0,56	4/0,11	4/0,22	2/0,06	-	10/0,28	20
7	Оптика. Квантовая природа излучения	34/0,94	4/0,11	9/0,25	3/0,08	-	18/0,5	25
8	Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел и физики атомного ядра и элементарных частиц	18/0,5	2/0,06	4/0,11	2/0,06	-	10/0,28	15
9	Экзамен	36/1					36/1	40
	ИТОГО	288/8	37/1,03	45/1,25	22/0,61	4/0,11	180/5	300

### 3.2 Содержание модулей дисциплины

Наименование модулей	Компетенции (число столбцов зависит от количества компетенций осваиваемых по дисциплине)	
	ОПК-3	общее количество компетенций
Физические основы механики	+	1
Основы молекулярной физики и термодинамики	+	1
Электричество и электромагнетизм	+	1
Колебания и волны	+	1
Оптика. Квантовая природа излучения	+	1
Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел и физики атомного ядра и элементарных частиц	+	1
ИТОГО	+	1

#### 4. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации обучающихся

##### 4.1 Перечень компетенций

- способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3).

##### 4.2. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Ускорение и угловое ускорение. Первый закон Ньютона. Масса. Сила. Второй закон Ньютона. Уравнение движения.
2. Третий закон Ньютона. Силы трения. Закон сохранения импульса. Энергия, работа, мощность. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения механической энергии.
3. Момент инерции. Кинетическая энергия вращения. Момент силы. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Момент импульса и закон его сохранения.
4. Давление жидкости и газа. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли и следствия из него.
5. Постулаты теории относительности. Преобразования Лоренца. Основной закон релятивистской динамики материальной точки.
6. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов.
7. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема.
8. Теплоемкость. Адиабатный процесс. Политропный процесс. Энтропия, ее статистическое толкование и связь с термодинамической вероятностью.
9. Второе начало термодинамики. Цикл Карно и его КПД для идеального газа.
10. Поверхностное натяжение. Смачивание. Давление под искривленной поверхностью жидкости.
11. Твердые тела. Моно- и поликристаллы. Типы кристаллических твердых тел.
12. Закон Кулона. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля.
13. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике. Электрическое смещение.
14. Проводники в электростатическом поле. Конденсаторы. Электрический ток, сила и плотность тока. Закон Джоуля-Ленца.
15. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Магнитное поле движущегося заряда.
16. Теорема Гаусса для поля В. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Индуктивность контура.
17. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля.
18. Механические гармонические колебания. Гармонический осциллятор.
19. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Свободные и вынужденные колебания.
20. Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость.
21. Отражение и преломление света. Полное отражение. Тонкие линзы.
22. Интерференция света. Методы наблюдения интерференции света.
23. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске.
24. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Пространственная решетка. Формула Вульфа-Брэггов. Разрешающая способность оптических приборов.
25. Дисперсия света. Эффект Доплера. Излучение Черенкова-Вавилова.
26. Поляризация света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков.
27. Тепловое излучение и его характеристики. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина.
28. Формулы Релея-Джинса и Планка.



29. Виды фотоэлектрического эффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна.
30. Фотоны. Энергия и импульс фотона. Давление света. Эффект Комптона.
31. Постулаты Бора. Спектр атома водорода по Бору.
32. Корпускулярно-волновой дуализм в микромире. Некоторые свойства волн де Бройля. Принцип неопределенности.
33. Волновая функция и ее статистический смысл. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Принцип причинности в квантовой механике.
34. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.
35. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории.
36. Атомное ядро: размер, состав и заряд. Массовое и зарядовое числа. Дефект массы и энергия связи ядра.
37. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
38. Правила смещения. Закономерности  $\alpha$ -распада.  $\beta^-$ -Распад. Нейтрино.
39. Ядерные реакции и их основные типы. Позитрон.  $\beta^+$ -Распад. Электронный захват.
40. Реакция деления ядра. Цепная реакция деления. Реакция синтеза атомных ядер.

#### **4.3 Критерии оценивания знаний обучающихся на экзамене**

При определении уровня достижений студентов на экзамене необходимо обращать особое внимание на следующее:

- дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;
- показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи;
- знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей;
- ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента;
- теоретические постулаты подтверждаются примерами из практики

Критерии	Показатели
<p>Усвоение программного теоретического материала 20 баллов</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дает аргументированный, логически выстроенный, полный ответ по вопросу, демонстрирующий знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;</li> <li>- демонстрирует полное понимание материала, выводы доказательны, приводит примеры, дополнительные вопросы не требуются;</li> <li>- демонстрирует знание с основной и дополнительной литературой и источниками по вопросу;</li> <li>- корректно использует профессиональную терминологию;</li> <li>- владеет умением устанавливать межпредметные и внутрипредметные связи между событиями, объектами и явлениями;</li> <li>- демонстрирует способность к анализу и сопоставлению различных подходов к решению заявленной в билете проблематики</li> </ul>
<p>Умение применять теоретические знания на практике 10 баллов</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- в ответе опирается на результаты наблюдений и опытов при необходимости, в зависимости от условия учебной задачи;</li> <li>- демонстрирует при ответе владение сформированными навыками работы с приборами, пособиями и другими средствами;</li> <li>- показывает владение методологией дисциплины, умение выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой;</li> <li>- демонстрирует способность творчески применять знание теории к решению профессиональных практических задач</li> </ul>
<p>Умение излагать программный материал доступным научным языком 10 баллов</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обоснованно и безошибочно излагает тематический материал, соблюдая последовательность его изложения, используя четкие и однозначные формулировки;</li> <li>- строит логически связанный ответ, используя принятую научную терминологию;</li> <li>- делает обоснованные выводы;</li> <li>- излагает тематический материал литературным языком;</li> <li>- отвечает на дополнительные вопросы преподавателя;</li> <li>- применяет в процессе ответа для демонстрации состояния объектов, протекания явлений общепринятую в науке знаково-символьную систему условных обозначений</li> </ul>

**Максимальное количество баллов – 40**

#### **4.4 Пятибалльная шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене**

баллы	оценка
менее 24	2
24	3-
25-26	3
27-28	3+
29-30	4-
31-32	4
33-34	4+
35-37	5-
38-40	5

## 5. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час)/ЗЕ
3	<b>Модуль 1</b>	Движение по наклонной плоскости.	2/0,06
4	<b>Модуль 1</b>	Определение основных механических характеристик стержня при упругих деформациях растяжения, сжатия и кручения.	2/0,06
8	<b>Модуль 2</b>	Изотермы реального газа.	3/0,08
9	<b>Модуль 3</b>	Определение класса точности электроприборов. Расчет шунта.	2/0,06
10	<b>Модуль 3</b>	Источник питания и его характеристики.	2/0,06
11	<b>Модуль 3</b>	Цепи постоянного тока.	2/0,06
12	<b>Модуль 3</b>	Масс-спектрометр.	2/0,06
13	<b>Модуль 4</b>	Последовательный резонанс в колебательном контуре.	2/0,06
14	<b>Модуль 5</b>	Тонкие линзы.	3/0,08
15	<b>Модуль 6</b>	Постулаты Бора.	2/0,06
	<b>ИТОГО</b>		22/0,61

## 6. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)/ЗЕ
1	<b>Модуль 1</b>	Элементы кинематики	1/0,03
2	<b>Модуль 1</b>	Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела	1/0,03
3	<b>Модуль 1</b>	Работа и энергия. Механика твердого тела	1/0,03
4	<b>Модуль 1</b>	Элементы механики жидкостей	1/0,03
5	<b>Модуль 1</b>	Элементы специальной теории относительности	1/0,03
6	<b>Модуль 2</b>	Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов	2/0,06
7	<b>Модуль 2</b>	Основы термодинамики	2/0,06
8	<b>Модуль 2</b>	Реальные газы, жидкости и твердые тела	1/0,03
9	<b>Модуль 3</b>	Электростатика	4/0,22
10	<b>Модуль 3</b>	Постоянный электрический ток	2/0,06
11	<b>Модуль 3</b>	Электрические токи в металлах, вакууме и газах	2/0,06
12	<b>Модуль 3</b>	Магнитное поле	4/0,22
13	<b>Модуль 3</b>	Электромагнитная индукция	2/0,06
14	<b>Модуль 3</b>	Магнитные свойства вещества	2/0,06
15	<b>Модуль 3</b>	Основы теории Максвелла для электромагнитного поля	2/0,06
16	<b>Модуль 4</b>	Механические и электромагнитные колебания	2/0,06
17	<b>Модуль 4</b>	Упругие волны. Электромагнитные волны	2/0,06
18	<b>Модуль 5</b>	Элементы геометрической и электронной оптики	1/0,03
19	<b>Модуль 5</b>	Интерференция света	2/0,06
20	<b>Модуль 5</b>	Дифракция света	2/0,06
21	<b>Модуль 5</b>	Взаимодействие электромагнитных волн с веществом	1/0,03
22	<b>Модуль 5</b>	Поляризация света	1/0,03
23	<b>Модуль 5</b>	Квантовая природа излучения	2/0,06
24	<b>Модуль 6</b>	Теория атома водорода по Бору	1/0,03
25	<b>Модуль 6</b>	Элементы квантовой механики	1/0,03
26	<b>Модуль 6</b>	Элементы современной физики атомов и молекул	1/0,03
27	<b>Модуль 6</b>	Элементы физики атомного ядра	1/0,03
	<b>ИТОГО</b>		45/1,25

## 7. Образовательные технологии

### Интерактивные формы проведения занятий

Семестр	Вид занятия (Л, ПЗ, ЛЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов/ЗЕ
1	Л	Дискуссии, обсуждения	2/0,06
	ПЗ	Решение ситуационных задач	4/0,11
	ПЗ	Метод "мозгового штурма"	6/0,17
	ЛЗ	Обсуждения	1/0,03
	ЛЗ	Решение ситуационных задач	1/0,03
	ЛЗ	Компьютерная симуляция	5/0,14
2	Л	Дискуссии, обсуждения	2/0,06
	ПЗ	Решение ситуационных задач	6/0,17
	ПЗ	Метод "мозгового штурма"	8/0,22
	ЛЗ	Обсуждения	1/0,03
	ЛЗ	Решение ситуационных задач	1/0,03
	ЛЗ	Компьютерная симуляция	6/0,17
3	Л	Дискуссии, обсуждения	2/0,06
	ПЗ	Решение ситуационных задач	6/0,17
	ПЗ	Метод "мозгового штурма"	8/0,22
	ЛЗ	Обсуждения	1/0,03
	ЛЗ	Решение ситуационных задач	1/0,03
	ЛЗ	Компьютерная симуляция	5/0,14
<b>Итого час./ЗЕ</b>			<b>66/1,83</b>

## **8. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

### **8.1 Условия организации самостоятельной работы студента**

Для организации самостоятельной работы каждый обучающийся обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронно-образовательной среде НОУ ВПО «КИГИТ». Информационно-образовательная среда НОУ ВПО «КИГИТ» обеспечивает возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории Университета, так и вне его.

Компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости осуществляется на базе электронных обучающих тестов с применением системы электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Fisikon, а так же на базе информационного портала i-exam в рамках проекта «Интернет-тренажеры в сфере образования».

Получение углубленных знаний по дисциплине достигается за счет дополнительных часов к аудиторной работе - самостоятельной работы студентов. Выделяемые часы целесообразно использовать для закрепления теоретических знаний, знакомства с дополнительной учебной и научной литературой по дисциплине, выработки навыков решения физических задач, подготовки отчетов по лабораторным работам.

### **8.2. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:**

Изучение дисциплины «Физика» предполагает освоение материалов лекций, систематическую работу студентов в ходе проведения практических и лабораторных занятий, решение контрольных тестовых заданий и задач, выполнение домашних работ и заданий для самостоятельной работы.

На лекциях раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемой темы, ставятся акценты на наиболее важные положения изучаемого материала. Материалы лекции наряду с учебной литературой используются студентами для подготовки к практическим и лабораторным занятиям.

В ходе практических занятий закрепляются умения и навыки. Практические занятия предполагают выполнение тестовых заданий, решение задач.

В ходе лабораторных занятий закрепляются знания и умения, а так же происходит овладение методами проведения физических измерений и оценки погрешностей эксперимента.

Проведение лекций, практических и лабораторных занятий преподносятся в интерактивной форме, в том числе с использованием средств мультимедийной техники.

Выполнение заданий для самостоятельной работы осуществляется с использованием печатных учебных изданий, электронных библиотек и Интернет-ресурсов.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится путем опроса по темам занятий, защиты выполненных лабораторных и практических работ с предоставлением отчета по ним, выполнения контрольных тестовых заданий, решения контрольных задач, проверки и обсуждения выполненных заданий для самостоятельной работы.

Формами промежуточного контроля являются: зачет, в ходе которого оценивается уровень понимания изученного материала и который предполагает выполнение и защиту заданий для самостоятельной работы в полном объеме.

Формой итогового контроля знаний студентов является экзамен, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний и навыки решения физических задач по всему курсу физики.

## 9.3. Структура СРС

Код формирующей компетенции	Модуль	Вид	Форма отчетности	Объем учебной работы (часов)	Учебно-методические материалы
ОПК-2 ПК-25	Физические основы механики	Подготовка к ВК, РК№1, решение задач, составление отчетов по ЛР	ВК РК№1	18	Метод.указания по выполнению лабораторных, контрольных работ, г) 4
ОПК-2 ПК-25	Основы молекулярной физики и термодинамики	Подготовка к РК№2, решение задач, составление отчетов по ЛР	РК№2	18	Метод.указания по выполнению лабораторных, контрольных работ
ОПК-2 ПК-25	Электричество и электромагнетизм.	Подготовка к РК№3, решение задач, составление отчетов по ЛР	РК№3	70	Метод.указания по выполнению лабораторных, контрольных работ
ОПК-2 ПК-25	Колебания и волны	Подготовка к РК№4, решение задач, составление отчетов по ЛР	РК№4	10	Метод.указания по выполнению лабораторных, контрольных работ
ОПК-2 ПК-25	Оптика. Квантовая природа излучения	Подготовка к РК№5, решение задач, составление отчетов по ЛР	РК№5	18	Метод.указания по выполнению лабораторных, контрольных работ
ОПК-2 ПК-25	Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел и физики атомного ядра и элементарных частиц	Подготовка к РК№6, решение задач, составление отчетов по ЛР	РК№6	10	Метод.указания по выполнению лабораторных, контрольных работ
Итого:				144	

## 9.4. График СРС

## 1 семестр

недели форма отчетности	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Письменная	ВК		ДЗ1	ЛР1	ДЗ2		ДЗ3	к	РК1	ЛР2	ДЗ5		ДЗ6	ЛР3	ДЗ7	

ВК- входной контроль

РК- рубежный контроль

ЛР-лабораторная работа

ДЗ-домашнее задание

к-коллоквиум

З-зачет

КОЗ-контроль остаточных знаний (проводится после окончания изучения дисциплины через 1 - 2 семестра, согласно утвержденного графика)

## 2 семестр

недели форма отчетности	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Письменная		ДЗ1	ЛР1	ДЗ2		ДЗ3	ЛР2	ДЗ5	к	РК3	ЛР3	ДЗ6		ДЗ7	ЛР4	ДЗ8	

## 3 семестр

недели форма отчетности	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Письменная		ДЗ1	ЛР1	ДЗ2		ДЗ3	к	РК5	ЛР2	ДЗ5		ДЗ6		ДЗ7	ЛР3	ДЗ8



## 9.5.

## Учебная карта

самостоятельной работы студента \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ гр. \_\_\_\_\_ очной формы обучения

Учебная дисциплина\_Физика\_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_

Модуль	Вид самостоятельной работы	Плановые сроки выполнения	Форма отчетности	Фактические сроки выполнения	Сумма баллов до
1	Подготовка к ВК, Подготовка к РК№1, решение задач, составление отчетов по ЛР, подготовка к коллоквиуму	1 семестр 1 неделя 9 неделя	Тестирование, РК№1, коллоквиум		30
2	Подготовка к РК№2, решение задач, составление отчетов по ЛР	1 семестр 17 неделя	РК№2		30
3	ЗАЧЕТ	1 семестр 17 неделя	Письменная работа		40
4	Подготовка к РК№3, решение задач, составление отчетов по ЛР, подготовка к коллоквиуму	2 семестр 10 неделя	РК№3, коллоквиум		20
5	Подготовка к РК№4, решение задач, составление отчетов по ЛР	2 семестр 18 неделя	РК№4		20
6	ЗАЧЕТ	2 семестр 18 неделя	Письменная работа		40
7	Подготовка к РК№5, решение задач, составление отчетов по ЛР, подготовка к коллоквиуму	3 семестр 8 неделя	РК№5, коллоквиум		30
8	Подготовка к РК№6, решение задач, составление отчетов по ЛР	3 семестр 17 неделя	РК№6		30
9	ЭКЗАМЕН	Период сессии	Устный опрос		40
	Итого:				300

Подпись преподавателя:

Подпись студента:

дата

Сумма баллов по СРС, включаемая в итоговую оценку по дисциплине:

Подпись преподавателя:

дата

## 9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» бакалаврской программы по дисциплине «Физика» для проведения аудиторных занятий включает:

### 1. Лекционные занятия

- 1.1. Виртуальный демонстрационный компьютерный комплекс «Открытая физика 1.1»;
- 1.2. Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер, динамики);
- 1.3. Пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы, мультимедиа-проигрыватели)

### 2. Лабораторные работы

- 2.1. Компьютерный класс, оснащенный проектором, экраном, комплектом наушников;
- 2.2. Виртуальный лабораторный комплекс «Fisikon»

2.3. Методические указания к выполнению лабораторных работ при помощи программы «Fisikon»

### **3. Практические занятия**

3.1. Аудитория, оснащенная посадочными местами, столами, доской, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер);

3.2. Учебные кинофильмы по разделам дисциплины;

3.2. Компьютерный класс с доступом в Интернет с каждого компьютера;

3.3. Система тестирований «i-exam»;

Студенты имеют свободный доступ в компьютерный класс в любое удобное для них время.

Все компьютеры вуза подключены к системе Интернет.

## **10. Ресурсное обеспечение**

10.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Литература

### **а) основная**

1. Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. пособ. / Т.И. Трофимова. – 16-е изд., стер. - М.: ИЦ «Академия», 2008. - 560 с.
2. Трофимова Т.И. Краткий курс физики с примерами решения задач: Учеб. пособ. / Т.И.Трофимова. – М.: КНОРУС, 2010. – 280с.
3. Бусыгина Е.Л. Задачи по физике: Задания для самостоятельной работы с методическими указаниями к выполнению. – Ижевск: Изд-во НОУ ВПО КИГИТ, 2011. – 124с
4. Трофимова Т.И., Павлова З.Г. Сборник задач по курсу физики с решениями. – 6-е изд., стер. - М.: Высш. Шк., 2005. – 591с. (МОРФ)
5. Бусыгина Е.Л. Физический практикум: Методические указания по выполнению лабораторного компьютерного практикума по дисциплине «Физика» для инженерно-технических специальностей. – Ижевск: Изд-во НОУ ВПО КИГИТ, 2012.

### **б) дополнительная литература**

1. Трофимова Т.И. Физика в таблицах и формулах: учеб. пособ. для вузов/ Т.И.Трофимова. – 4-е изд., стер. – М.: Изд. Центр «Академия», 2010. – 448с.Рек. МО РФ
2. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. – М.: Наука, 1964.
3. Пергамент М.И. Методы исследований в экспериментальной физике: Учеб. пособ. / М.И.Пергамент. - Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2010. – 304с.
4. Дмитриева Е.И. и др. Физика в примерах и задачах: Учеб. пособ. / Е.И.Дмитриева, Л.Д.Иевлева, Л.С.Костюченко. – М.: ФОРУМ ИНФРА-М, 2011. – 512с.: ил. – (Профессиональное образование)
5. Бобошина С.Б. Курс общей физики: Учеб. пособ. для вузов / С.Б.Бобошина. – М.: Дрофа, 2010. – 412с.: ил. – (Высшее образование)
6. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики для ВТУЗов. - М.: Оникс-21 век, 2003. - 384с. (МОРФ)

**10.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **а) электронные издания**

1. Открытая физика. Ч. 1-2. / Под. Ред. С.М. Козела. – 2002
2. Мах Э. Популярные лекции по физике
3. Шредингер Э. Лекции по физике
4. Нобелевские лекции по физике

### **б) программное обеспечение**

1. Виртуальный лабораторный комплекс «Fisikon»

### **в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Мировая цифровая библиотека <http://www.wdl.org/ru>
  2. Википедия – свободная энциклопедия <http://ru.wikipedia.org>
  3. Тренажер для выполнения тестовых заданий <http://www.i-exam.ru>
  4. Электронные библиотеки учебной и научной литературы <http://lib.sstu.ru/index.php/mminetresurs/mmelctlibuchebnauchlit>
- ЭБС IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru>

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

Показатели	Количество единиц
Аудитории	21
Специализированные аудитории	2
Лаборатории	2
Библиотека	1
Электронный читальный зал	2
Количество точек свободного доступа к сети Интернет	100%
Учебный фонд	100%
Электронные образовательные ресурсы (100% доступ ко всем ресурсам электронно-библиотечных систем)	ЭБС IPRbooks - <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>
Доля классов, оснащенных мультимедийным проектором/интерактивной доской/ экраном	10%
Компьютер	30
Интерактивная доска	2
Проектор	5
Копировальная техника	-
Лабораторное оборудование (комплект)	2

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (рекомендуемые)

### 11.1 Лабораторный практикум

#### ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Физика - одна из основных естественных наук. Она изучает закономерности наиболее общих форм существования материи. К физическим формам движения материи относятся: механическая, молекулярная, электромагнитная и ядерная.

Конкретные виды материи многообразны. К ним относятся элементарные частицы (электроны, протоны, нейтроны и др.), совокупности небольшого числа этих частиц (атомы, молекулы), совокупности множества элементарных частиц - физические тела и физические

поля (гравитационные, электромагнитные и др.), посредством которых взаимодействуют различные материальные частицы.

Физика позволяет создавать приборы и вырабатывать методы исследования, необходимые для успешного развития всех прикладных наук и техники. Для экспертизы товаров широко применяются все разделы физики: механика, оптика, спектральный и рентгеновский анализ и т.д.

Физика - наука экспериментальная. Все физические законы, физические исследования начинаются с опыта, подтверждаются или опровергаются опытом. Данные новых экспериментов уточняют физические законы, определяют границы их применимости.

Физика - наука точная, широко использующая математический аппарат.

Данное пособие - руководство к выполнению лабораторных работ по физике. Лабораторные работы, представленные в пособии, составляют основу соответствующих разделов курса и знакомят студентов с основными фундаментальными явлениями современной физики.

Для выполнения лабораторного практикума с помощью компьютерных программ «Fisikon» необходимо запустить на персональном компьютере программу «Открытая физика 1.1» и выбрать в ней предлагаемый раздел физики и тему работы; ознакомиться с методическими указаниями к выбранной работе; подключить наушники для прослушивания звукового сопровождения; запустить программу «Тестум».

## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА

Для каждой работы оформляется отчет.

**Отчет должен содержать:**

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Теоретическую часть.
4. Ход работы.
5. Результаты.
6. Вычисления.
7. Выводы.

**Название и цель работы** содержится в методическом указании к выполнению работы.

**Теоретическая часть** имеется в каждой лабораторной работе в звуковом и печатном вариантах. Ее необходимо конспективно изложить в отчете, затем ответить на ряд контрольных вопросов, предлагаемых программой «Тестум», и получить допуск к выполнению работы на компьютере.

**Ход работы** – это описание последовательности действий, производимых исследователем в ходе выполнения работы согласно **методике работы**, которая изложена в методическом указании к выполнению работы.

**Результаты** (числовые и графические) получаются непосредственно компьютерной программой после установки исследователем исходных данных и запуска программы выполнения. По результатам могут быть получены и записаны логические заключения. В ряде работ предусмотрена проверка полученных результатов в предлагаемых под кнопкой «?» заданиях.

**Вычисления** производятся по теоретическим формулам, исходя из цели работы: 1) на основе полученных результатов работы компьютерной программы для нахождения конечных результатов работы, 2) на основе начальных данных с целью проверки полученных результатов с помощью имеющихся теоретических закономерностей.

**Выводы** записываются по результатам работы, исходя из цели работы.

Отчет необходимо представить в письменном или печатном виде к концу отведенного для выполнения работы времени. Все письменные отчеты оформляются в отдельной тетради.

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА»

### РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.1

##### Сложение векторов

Цель работы: подтверждение коммутативного и ассоциативного законов сложения векторов. Нахождение суммы и разности векторов. Определение результирующей силы  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$  для известных значений двух сил.

Методика работы:

1. Для подтверждения коммутативного закона сложения векторов рассмотрим сумму двух векторов:  $\vec{a} = (-5; 3)$ ,  $\vec{b} = (5; 1)$ . При помощи геометрических построений найдем суммарный вектор  $\vec{c}_1 = \vec{a} + \vec{b}$ , а затем тем же способом найдем вектор  $\vec{c}_1 = \vec{b} + \vec{a}$ , для чего поменяем координаты исходных векторов: теперь  $\vec{a} = (5; 1)$ ,  $\vec{b} = (-5; 3)$  и сложим их. Сравним полученные значения для вектора  $\vec{c}_1$ .

2. Для подтверждения ассоциативного закона сложения векторов рассмотрим сумму двух векторов:  $\vec{a} = (2; -4)$ ,  $\vec{b}_1 = (-2; -1)$ . При помощи геометрических построений найдем суммарный вектор  $\vec{a} + \vec{b}_1$ . Затем сложим полученный вектор с вектором  $\vec{b}_2 = (-3; 4)$ :

$$\vec{c}_2 = (\vec{a} + \vec{b}_1) + \vec{b}_2.$$

Теперь найдем сумму трех векторов другим способом: сначала найдем сумму  $\vec{b}_1 + \vec{b}_2$  и затем полученный вектор сложим с вектором  $\vec{a} = (2; -4)$ . Сравним полученные значения для вектора  $\vec{c}_2$ .

3. Найдем сумму двух полученных в пунктах 1 и 2 векторов  $\vec{c} = \vec{c}_1 + \vec{c}_2$  при помощи геометрических построений, а затем при помощи известных математических формул. Сравним полученные результаты.

4. Найдем разность двух полученных в пунктах 1 и 2 векторов  $\vec{c} = \vec{c}_1 - \vec{c}_2$  при помощи геометрических построений, а затем при помощи известных математических формул. Сравним полученные результаты.

5. Применим полученные знания к определению результирующей силы  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$  при помощи геометрических построений, если  $|\vec{F}_1| = 5H$ ,  $|\vec{F}_2| = 3H$  и ориентированы они друг по отношению к другу под углом  $90^\circ$ . Проверим полученный результат при помощи вычислений.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.2

##### Движение с постоянным ускорением

Цель работы: Изучение равноускоренного движения, проверка закономерностей для расчета пути и скорости движения. Определение ускорения автомобиля по известным данным (времени движения, начальной и конечной скорости) на основе изученных закономерностей.

Методика работы: Для выполнения работы необходимо установить начальную скорость  $v_0$ , ускорение  $a$  и задать промежуток времени  $t$ , минуя который фиксируется координата  $x$ , путь  $s$  и скорость движения  $v$  тела.

Пусть  $v_0 = 0$  м/с,  $a = -0,05$  м/с<sup>2</sup>,  $t = 70$  с. Для остановки эксперимента в определенный момент времени необходимо пользоваться кнопками «пауза» и «пошаговое выполнение».

В результате вычислений по теоретическим формулам нужно получить значения координаты  $x$ , пути  $s$  и скорости движения  $v$  тела и сравнить их с результатами компьютерного эксперимента.

Для определения ускорения автомобиля необходимо обратиться к условиям предлагаемой в работе задачи.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.3

#### Свободное падение тел

Цель работы: определение дальности и продолжительности свободного полета тела, выпущенного с высоты 50 м с начальной скоростью 18 м/с под углом  $60^\circ$  к горизонту.

Методика работы: Установите начальные параметры эксперимента: начальная высота  $H = 50$  м, начальная скорость  $v_0 = 18$  м/с, угол  $\alpha = 60^\circ$ . Проведите эксперимент и запишите его результаты: начальные и конечные скорости тела вдоль осей  $OX$  и  $OY$ , время и дальность полета тела.

Проведите проверку полученных результатов при помощи расчетов по известным кинематическим законам движения тел.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.4

#### Движение по окружности

Цель работы: изучение движения материальной точки по окружности и определение угла наклона вектора полного ускорения к радиусу окружности.

Методика работы: для выполнения работы выберите направление движения точки по окружности радиуса  $R = 1$  м против часовой стрелки. Скорость точки направлена по касательной к траектории движения, имеет постоянную величину, равную:  $v = 0,1$  м/с. Ускорение имеет только нормальную составляющую, по модулю равную  $a_n = 0,01$  м/с<sup>2</sup> ( $a_\tau = 0$ ). Результаты получаются в виде графиков:  $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $v_x(t)$ ,  $v_y(t)$ , которые характеризуют изменение направления векторов перемещения и скорости в координатах  $(x, y)$ .

Теперь измените направление движения материальной точки – по часовой стрелке. При этом происходят изменения скорости и ускорения точки, которые необходимо описать в ходе работы, отдельно выделяя момент полной остановки точки.

Для определения угла  $\varphi$  наклона вектора полного ускорения в момент торможения к радиусу необходимы начальные данные. Пусть точка движется по окружности радиуса  $R = 2$  м, имеет начальную скорость  $v_{t_0} = 1$  м/с, касательное ускорение  $a_\tau = 2$  м/с<sup>2</sup>. Нужно определить угол  $\varphi$  через интервал времени  $t = 0,5$  с. Для этого в момент начала торможения необходимо нажать кнопку «стоп», в результате чего зафиксируется полное ускорение точки, вектор которого направлен под некоторым углом к радиусу окружности.

Руководствуясь полученной диаграммой ускорений и используя результаты геометрических построений и известные теоретические формулы для нахождения скорости и ускорения, необходимо получить формулы для нахождения скорости  $v_\tau$  и угла  $\varphi$ , по которым и производится вычисление искомых величин.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.5

#### Вес и невесомость.

Цель работы: определение скорости свободно падающего тела через 0,20; 0,30 и 0,50 с после начала движения.

Методика работы: Реализуйте в компьютерном эксперименте состояние невесомости. Для этого обоснуйте установите соответствующее этому состоянию значение ускорения лифта. Начальную скорость движения лифта выберите равной нулю. Проведите эксперимент и приведите полученный график зависимости скорости от времени. Определите значения скорости в моменты времени  $t_1 = 0,20$  с,  $t_2 = 0,30$  с и  $t_3 = 0,50$  с после начала движения, останавливая движение в эти моменты. Занесите их в таблицу.

Таблица:

$i$ – номер момента времени	$t_i$ , с	$v_i$ , м/с
1		
2		

3		
---	--	--

Рассчитайте скорости для этих моментов времени и сравните их значения с полученными в компьютерном эксперименте.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.6

#### Движение по наклонной плоскости

Цель работы: изучение движения тела по наклонной плоскости. Определение минимальной внешней силы, приложенной к бруску, при которой он не соскальзывает с наклонной плоскости.

Методика работы: для определения внешней силы  $F_{вн}$ , приложенной к бруску, задайте следующие параметры эксперимента: угол наклона плоскости  $\alpha = 30^\circ$ ; коэффициент трения  $\mu = 0,3$ ; масса бруска  $m = 2$  кг.

Для изучения движения тела по наклонной плоскости предлагается рассмотреть несколько различных значений внешней силы:

1.  $F_{вн} = 1 \text{ Н} > 0$ ,
2.  $F_{вн} = -1 \text{ Н} < 0$ ,
3.  $F_{вн} = -7 \text{ Н} < 0$ ,

и описать состояние тела при этих значениях.

Для определения минимального значения внешней силы, при котором тело остается в состоянии покоя, нужно плавно изменять  $F_{вн}$  в интервале  $(-7, -1) \text{ Н}$ , наблюдая за изменением параметров равнодействующей силы  $F_{сум}$  и ускорением бруска  $a$ . Полученное значение минимальной внешней силы нужно выразить в единицах  $mg$ .

Проверка полученного результата осуществляется с помощью геометрических построений и использования второго закона Ньютона.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.7

#### Упругие и неупругие соударения

Цель работы: изучение упругих и неупругих ударов. Определение скорости одного из соударяющихся тел при абсолютно неупругом ударе.

Методика работы: для изучения упругих и неупругих ударов рассмотрим несколько разных случаев.

1. Задайте одинаковые массы тележек:  $m_1 = m_2 = 1$  кг. Установите скорость первой тележки  $v_1 = 1$  м/с, скорость второй тележки  $v_2 = -1$  м/с.
  - а) рассмотрите упругий удар,
  - б) рассмотрите неупругий удар.
 После каждого столкновения нужно нажать кнопку «пауза». Результаты необходимо представить в виде таблицы.
2. Пусть массы тележек:  $m_1 = m_2 = 1$  кг. Установите скорость первой тележки  $v_1 = 1$  м/с, скорость второй тележки  $v_2 = 0$ .
  - а) рассмотрите упругий удар,
  - б) рассмотрите неупругий удар.
3. Измените массу второй тележки  $m_1 = 1$  кг,  $m_2 = 2$  кг. Установите скорость первой тележки  $v_1 = 1$  м/с, скорость второй тележки  $v_2 = -1$  м/с.
  - а) рассмотрите упругий удар,
  - б) рассмотрите неупругий удар.
4. Найдите скорость  $v_2$  второй тележки до удара, если после абсолютно неупругого соударения обе тележки остановились. Задайте  $m_1 = 1$  кг,  $m_2 = 2$  кг,  $v_1 = 2$  м/с.  
 Меняйте начальную скорость второй тележки до тех пор, пока не получите полную остановку тележек после столкновения.

Произведите проверку полученного результата с помощью закона сохранения импульса.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.8

#### Реактивное движение.

**Цель работы:** определение минимальной массы топлива, необходимой для достижения одноступенчатой ракетой первой космической скорости.

**Методика работы:** Рассмотрите и опишите следующие этапы работы:

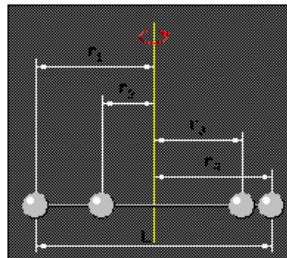
1. Выберите массу топлива 20 тонн. Запишите начальную  $M$  и конечную  $m$  массы ракеты, а также относительную скорость истечения газов  $U$ . Запустите ракету. Опишите как меняется ее скорость и масса. Приведите график  $v(t)$ .
2. Выберите массу топлива 10 тонн. Запишите начальную  $M$  и конечную  $m$  массы ракеты, а также относительную скорость истечения газов  $U$ . Запустите ракету. Опишите как меняется ее скорость и масса. Приведите график  $v(t)$ .
3. Определите массу топлива, необходимую для достижения ракетой первой космической скорости. Для этого изменяйте значения массы топлива в интервале от 10 до 20 тонн.
4. Проверьте найденное значение массы топлива при помощи вычислений.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.9

### Момент инерции.

**Цель работы:** определение момента инерции системы шаров, закрепленных на невесомом стержне относительно центра масс системы и применение теоремы Штейнера для нахождения момента инерции относительно осей, расположенных перпендикулярно стержню на его концах.

**Теоретическая часть:**



Твердое тело, вращающееся с некоторой угловой скоростью относительно закрепленной оси, обладает кинетической энергией

$$E = \frac{I\omega^2}{2}$$

Здесь  $I$  - момент инерции тела относительно данной оси. Момент инерции определяется выражением

$$I = \sum_i m_i r_i^2,$$

где  $m$  – масса  $i$ -ой частицы тела,  $r_i$  - расстояние по кратчайшему расстоянию от этой частицы до оси вращения.

Момент инерции  $I$  для вращательного движения аналогичен массе тела  $m$  для поступательного движения. Если масса тела  $m$  характеризует инертность поступательного движения, то момент инерции  $I$  характеризует инертность вращательного движения тела.

Если известен момент инерции  $I_C$  тела относительно некоторой оси, проходящей через центр масс, то момент инерции  $I$  относительно параллельной оси, расположенной на расстоянии  $a$  от первой, выражается соотношением:

$$I = I_C + ma^2,$$

которое называется теоремой Штейнера.

**Центром масс** (или **центром инерции**) системы материальных точек называется воображаемая точка  $C$ , положение которой характеризует распределение массы этой системы. Ее радиус-вектор равен

$$r_C = \frac{\sum_{i=1}^n m_i r_i}{m}$$



где  $m_i$  и  $r_i$  — соответственно масса и радиус-вектор  $i$ -й материальной точки;  $n$  — число материальных точек в системе;  $m = \sum_{i=1}^n m_i$  — масса системы.

**Методика работы:** Рассмотрите невесомый стержень длиной  $l = 1$  м, вдоль которого могут перемещаться 4 шарика массой  $m = 1$  кг каждый. Расположите их на следующих расстояниях от середины стержня:

$r_1 = -0,5$  м — для первого шарика;

$r_2 = -0,2$  м — для второго шарика;

$r_3 = 0,25$  м — для третьего шарика;

$r_4 = 0,45$  м — для четвертого шарика.

Приведите схему расположения шариков на стержне.

Найдите положение центра масс системы, учитывая, что начало координат расположено в середине стержня.

Теперь рассчитайте момент инерции каждого шарика относительно оси, проходящей перпендикулярно стержню через центр масс системы, а затем момент инерции всей системы относительно ее центра масс.

Проведите компьютерный эксперимент и определите момент инерции системы из четырех шариков относительно ее центра масс. Проведите такие же эксперименты относительно осей, проходящих перпендикулярно стержню через его правый и левый концы. Зафиксируйте все полученные результаты.

Зная момент инерции системы шаров относительно ее центра масс, вычислите с помощью теоремы Штейнера моменты инерции этой системы относительно осей, проходящих перпендикулярно стержню через его правый и левый концы. Зафиксируйте все полученные результаты и наблюдения.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.10

### Течение идеальной жидкости.

**Цель работы:** изучение течения идеальной жидкости по трубам разных диаметров и определение скорости жидкости.

**Методика работы:** установите диаметр труб  $d_1 = 90$  мм,  $d_2 = 30$  мм,  $d_3 = 60$  мм. Запишите, как отличается скорость течения жидкости в трубах разного диаметра. Зафиксируйте высоту поднятия жидкости в каждом из капилляров. На основании полученных значений сделайте вывод о том, как изменяется давление в трубах в зависимости от скорости жидкости и диаметра труб.

Установите диаметр первой трубы  $d_1 = 100$  мм, а диаметр второй и третьей труб  $d_2 = d_3 = 30$  мм. Зафиксируйте высоту поднятия жидкости в каждом из капилляров. По данным компьютерного эксперимента с помощью уравнения Бернулли для горизонтальной трубы определите скорость течения жидкости в узкой трубе, допуская, что скорость жидкости в широкой трубе достаточно мала.

## РАЗДЕЛ 2. ТЕРМОДИНАМИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.1

#### Диффузия газов

**Цель работы:** изучение процесса диффузии газов. Определение изменения скорости диффузии при увеличении отверстия между сосудами в два раза.

**Методика работы:** для выполнения работы используются два сосуда, соединительная трубка переменного сечения, секундомер, счетчик молекул.

Скорость диффузии пропорциональна плотности потока частиц  $\frac{N}{t \cdot S}$  и площади поперечного сечения трубки  $S$ , следовательно  $v \sim \frac{N}{t}$ , где  $v$  — скорость диффузии,  $N$  — число частиц, перешедших из одного сосуда в другой,  $t$  — время, за которое перешло  $N$  частиц.

Согласно статистическим закономерностям необходимо рассматривать средние величины, тогда  $\langle v_1 \rangle \sim \frac{\langle N_1 \rangle}{t}$  и  $\langle v_2 \rangle \sim \frac{\langle N_2 \rangle}{t}$ , следовательно,  $\frac{\langle v_2 \rangle}{\langle v_1 \rangle} = \frac{\langle N_2 \rangle}{\langle N_1 \rangle}$  при условии, что число диффундирующих частиц каждый раз измерялось за один и тот же промежуток времени.

Выберите значение  $t = 50$  с.

Установите диаметр трубки  $d = 20$  мм. Зафиксируйте число частиц  $N_1$ , прошедших через соединительную трубку из первого сосуда во второй, а также из второго сосуда в первый. Проведите три эксперимента, в результате которых получится шесть значений для  $N_1$ .

Вычислите среднее значение  $\langle N_1 \rangle = \frac{\sum_{i=1}^6 N_{1i}}{6}$ . Результаты занесите в таблицу.

Затем увеличьте диаметр трубки вдвое:  $d = 40$  мм. Зафиксируйте число частиц  $N_2$ , прошедших через соединительную трубку из первого сосуда во второй, а также из второго сосуда в первый за тот же интервал времени. Проведите три эксперимента и вычислите среднее

значение  $\langle N_2 \rangle = \frac{\sum_{i=1}^6 N_{2i}}{6}$ . Результаты занесите в таблицу.

Таблица.

$d_m$	$N_{m1}$	$N_{m2}$	$N_{m3}$	$N_{m4}$	$N_{m5}$	$N_{m6}$	$\langle N_m \rangle$
20 мм							
40 мм							

где  $m = 1$  при  $d_1 = 20$  мм,  $m = 2$  при  $d_2 = 40$  мм.

Теперь вычислите, во сколько раз изменилась скорость диффузии при увеличении отверстия между сосудами в два раза.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.2

### Распределение Максвелла

Цель работы: изучение изменения формы и параметров кривой распределения Максвелла при изменении температуры газа. Определение молярной массы газа.

Методика работы: для изучения изменения формы и параметров кривой распределения Максвелла при изменении температуры газа необходимо постепенно увеличивать температуру и наблюдать за изменением формы кривой, интенсивности и ширины максимума кривой распределения, изменением площади под кривой, смещением максимума кривой и, следовательно, таких параметров газа, как наиболее вероятная и среднеквадратичная скорости молекул газа. После подробного и обоснованного описания наблюдаемых изменений, установите температуру газа  $T = 300$  К, измерьте при этом среднеквадратичную скорость молекул газа и вычислите молярную массу.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.3

### Адиабатический процесс

Цель работы: определение разности давлений между начальным и конечным состояниями газа при адиабатическом сжатии 1 моль идеального газа.

Методика работы: установите начальную температуру газа  $T_1 = 300$  К. Начните сжимать газ от объема  $V_1 = 40$  дм<sup>3</sup> до объема  $V_2 = 20$  дм<sup>3</sup>. При этом зафиксируйте соответствующие давления  $p_1$  и  $p_2$ , а также температуру  $T_2$ . Опишите изменение работы и внутренней энергии газа при

адиабатном сжатии и изобразите смоделированный процесс графически. Вычислите разность давлений.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.4

### Изотермы реального газа

**Цель работы:** нахождение критической изотермы реального газа и определение критической температуры  $T_\alpha$ .

**Методика работы:** установите температуру газа  $T = 550 \text{ K}$  и нажмите кнопку «старт». Опишите процесс изотермического сжатия при этом значении температуры. Затем температуру газа начните постепенно увеличивать до  $700 \text{ K}$ , описывая изменения в ходе процесса изотермического сжатия. Определите и обоснуйте критическое значение температуры  $T_\alpha$ .

## РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.1

#### Электрическое поле точечных зарядов

**Цель работы:** изучение электрического поля точечных зарядов с помощью линий напряженности и эквипотенциальных поверхностей при изменении количества и величины зарядов. Решение задачи по нахождению напряженности электрического поля протона.

**Методика работы:** для изучения электрического поля точечных зарядов с помощью линий напряженности и эквипотенциальных поверхностей рассмотрите следующие случаи:

1. Пусть имеется лишь один заряд  $q = -5 \text{ мкКл}$ . Произведите изменение значения заряда до  $5 \text{ мкКл}$ , а затем обратно до  $-5 \text{ мкКл}$ . Опишите сначала изменение силовых линий напряженности, а затем, при уменьшении заряда, – эквипотенциалей, выбирая нужные линии при помощи установки и удаления галочки в соответствующем квадрате. Особое внимание обратите на случай, когда заряд достигает нуля.
2. Пусть имеется два заряда  $q_1 = -5 \text{ мкКл}$ ,  $q_2 = -5 \text{ мкКл}$ , расположенные на расстоянии  $d = 2 \text{ м}$  друг от друга. Опишите изменение силовых линий напряженности и эквипотенциалей при увеличении заряда  $q_2$  до  $5 \text{ мкКл}$ .

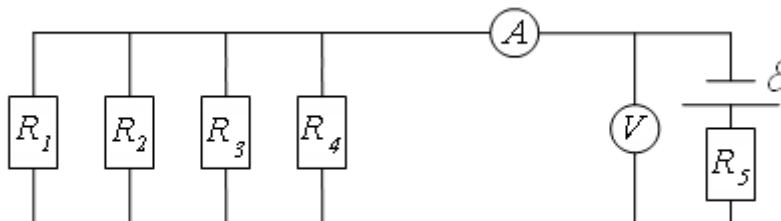
Вычислите напряженность электрического поля на расстоянии  $r = 5 \cdot 10^{-11} \text{ м}$  от протона, учитывая, что заряд протона  $q_{пр} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ .

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.2

#### Цепи постоянного тока

**Цель работы:** определение сопротивления цепи, состоящей из четырех параллельно включенных резисторов.

**Методика работы:** для выполнения работы используются резисторы сопротивлением  $R_1 = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 9 \text{ Ом}$ , провода, источник ЭДС сопротивлением  $R_5 = 2 \text{ Ом}$ , амперметр и вольтметр, из которых необходимо собрать следующую цепь:



Выберите значение ЭДС  $\varepsilon = 2 \text{ В}$ . Измерьте в цепи при помощи амперметра ток  $I$ , при помощи вольтметра – напряжение  $U$ . Пользуясь правилами Кирхгофа для расчета параметров цепи и законом Ома для участка цепи, определите общее сопротивление  $R$  четырех параллельно

включенных резисторов. Осуществите проверку полученного результата, вычислив  $R$  по известной формуле для параллельного соединения сопротивлений:  $\frac{1}{R} = \sum_i \frac{1}{R_i}$ .

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.3

#### Взаимодействие параллельных токов

Цель работы: изучение закона взаимодействия параллельных токов.

Методика работы: для изучения взаимодействия двух параллельных токов расположите два прямых параллельных проводника на расстоянии  $r = 0,5$  м друг от друга так, чтобы токи по ним протекали в противоположных направлениях. Для этого выберите:  $I_1 = 2$  А,  $I_2 = -1,2$  А. Определите индукцию магнитного поля, создаваемого первым проводником в месте нахождения второго  $B_{12}$  и индукцию магнитного поля, создаваемого вторым проводником в месте нахождения первого  $B_{21}$ , а также силу их взаимного отталкивания. Проверьте полученный результат с помощью формулы.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.4

#### Масс-спектрометр

Цель работы: определение разности радиусов траекторий, по которым движутся ядра изотопов углерода  $C^{12}$  и  $C^{14}$ , а также отношения  $\frac{\Delta m}{q}$ .

Методика работы: для определения разности радиусов траекторий необходимо задать начальные условия эксперимента. Выберите изотопы  $C^{12}$  и  $C^{14}$ .

Установите значения следующих величин для изучаемых изотопов: скорость ядер  $v = 6000$  м/с, индукция магнитного поля  $B = 4 \cdot 10^{-3}$  Тл. Для проведения эксперимента нажмите кнопку «старт». В результате определяются радиусы окружностей, по которым движутся влетающие в масс-спектрометр изотопы. Найдите разность радиусов  $\Delta R$ , а также вычислите значение отношения  $\frac{\Delta m}{q}$  для изучаемых изотопов.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.5

#### Свободные колебания в RLC-контуре

Цель работы: изучение свободных колебаний в колебательном RLC-контуре и определение в нем силы тока через четверть периода колебаний.

Методика работы: для выполнения работы необходим замкнутый через ключ контур, содержащий последовательно включенные конденсатор, сопротивление и катушку индуктивности.

Установите следующие параметры контура: индуктивность  $L = 8$  мГн, емкость  $C = 2$  мкФ, начальный заряд на конденсаторе  $q_0 = 2 \cdot 10^{-6}$  Кл. Отметьте галочкой выбор графиков заряда  $q(t)$  на конденсаторе и силы тока  $I(t)$  в цепи. Выберите сопротивление цепи  $R = 3$  Ом  $> 0$ . Замкните контур, нажав кнопку «старт». Изобразите графически изменение заряда и силы тока в зависимости от времени. Установите такое сопротивление контура, при котором колебания будут являться свободными и определите период колебаний  $T$  в момент времени  $t_0 = 0$ . Затем установите время  $t = \frac{1}{4}T$ . Получите значение заряда  $q$  на конденсаторе в этот момент времени и силу тока  $I$  в контуре. Опишите состояние параметров цепи для установленного момента времени, а также превращения энергии электромагнитного поля за период колебания.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.6

#### Вынужденные колебания в RLC-контуре

Цель работы: определение отношения амплитуды напряжения на конденсаторе к амплитуде напряжения на внешнем источнике при резонансе.

Методика работы: для выполнения работы необходим замкнутый контур, содержащий последовательно включенные конденсатор, сопротивление, катушку индуктивности и источник

переменного тока, напряжение на котором изменяется по гармоническому закону  $V \cos \omega t$ , где  $V$  – амплитуда напряжения внешнего источника.

Установите следующие параметры контура: сопротивление  $R = 1,1 \text{ Ом}$ , индуктивность  $L = 2,5 \text{ мГн}$ , емкость  $C = 50 \text{ мкФ}$ . Определите резонансную частоту контура  $\omega$ . Выберите частоту  $\omega = \omega$ . Опишите полученную векторную диаграмму, а также график зависимости отношения амплитуды напряжения  $V_c$  на конденсаторе к амплитуде напряжения  $V$  на внешнем источнике.

Определите отношение  $\frac{V_c}{V}$  при резонансе.

## РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.1

#### Тонкая линза

Цель работы: получение изображения предмета с помощью тонкой линзы и определение линейного увеличения тонкой линзы с известным фокусным расстоянием, если предмет расположен на заданном расстоянии от линзы.

Методика работы: для выполнения работы задайте фокусное расстояние линзы  $F = 5 \text{ см}$ . Вычислите величину  $F^{-1}$  – обратное фокусное расстояние – и установите полученное значение для переменной величины  $F^{-1}$ .

Рассмотрите и опишите получение изображения предмета для следующих случаев:

1. Предмет находится между линзой и ее фокусом.
2. Предмет находится в фокусе линзы.
3. Предмет находится между фокусом и двойным фокусным расстоянием.
4. Предмет находится на двойном фокусном расстоянии.
5. Предмет находится за двойным фокусным расстоянием.

Расположите предмет на расстоянии  $d = 22 \text{ мм}$  от линзы и получите линейное увеличение линзы  $\Gamma$ .

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.2

#### Кольца Ньютона

Цель работы: наблюдение интерференционных колец Ньютона и определение радиуса кривизны плоско-выпуклой линзы.

Методика работы: варьируя длину волны падающего на линзу света, можно наблюдать, как изменяется радиус первого и последующих колец Ньютона на интерференционной картине при постоянном значении кривизны выпуклой поверхности линзы.

Для определения радиуса кривизны плоско-выпуклой линзы установите, согласно условиям приведенной в работе задачи, длину волны падающего света  $\lambda = 633 \text{ нм}$ . При этом диаметр пятого темного кольца должен иметь значение  $d_5 = 2,54 \text{ мм}$ . Следовательно, его радиус  $r_5 = d_5/2$ . Согласно приведенной в работе формуле радиус первого темного кольца может быть определен через радиус пятого кольца, а радиус кривизны линзы – через радиус первого темного кольца Ньютона.

Вычислив радиус первого темного кольца  $r_1$ , мы начните изменять переменную величину  $R$  до тех пор, пока значение  $r_1$  не достигнет вычисленного вами. Таким образом, вы получите искомое значение радиуса кривизны выпуклой поверхности линзы. Проверьте полученный результат при помощи вычисления по формульной зависимости  $R(r_1)$ .

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.3

#### Интерференционный опыт Юнга

Цель работы: определение длины волны падающего света в опыте Юнга при известных параметрах эксперимента.

Методика работы: варьируя длину волны падающего на щель света, можно наблюдать, как изменяется ширина интерференционных полос в опыте Юнга.

Для определения длины волны падающего света выберите значение ширины щели  $d = 2,6 \text{ мм}$ . При этом ширина интерференционных полос должна иметь значение  $\Delta l = 0,82 \text{ мм}$ . Начните изменять переменную величину длины волны  $\lambda$  до тех пор, пока ширина полос не достигнет требуемого значения. Таким образом, вы получите искомое значение длины волны. Проверьте полученный результат при помощи вычисления по приведенной в работе формуле.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.4

##### Зоны Френеля

**Цель работы:** определение изменения интенсивности света в фокусе зонной пластинки Френеля с открытыми 1<sup>ой</sup>, 3<sup>ей</sup> и 5<sup>ой</sup> зонами по отношению к интенсивности падающего света в зависимости от длины волны падающего света; определение радиусов 1<sup>ой</sup>, 3<sup>ей</sup> и 5<sup>ой</sup> зон Френеля для заданной длины волны.

**Методика работы:** установите полностью открытый волновой фронт и опишите наблюдаемую на экране картину. Варьируя номера и количество открытых и закрытых зон Френеля, наблюдайте изменение распределения интенсивности на экране наблюдения. Затем оставьте открытыми только первую, третью и пятую зоны на зонной пластинке. Получите искомое отношение интенсивностей  $I/I_0$ , где  $I$  – интенсивность света в фокусе зонной пластинки Френеля с открытыми 1<sup>ой</sup>, 3<sup>ей</sup> и 5<sup>ой</sup> зонами,  $I_0$  – интенсивность падающего света. Изменяя длину волны, исследуйте зависимость отношения интенсивностей от длины волны. Вычислите радиусы первой, третьей и пятой зон Френеля для длины волны падающего света  $\lambda = 444 \text{ нм}$ .

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.5

##### Дифракционная решетка

**Цель работы:** определение длины волны монохроматического света, падающего на дифракционную решетку с известными значениями периода решетки и углового расстояния между главными максимумами первого и второго порядков.

**Методика работы:** посредством изменения периода решетки и длины волны падающего света исследуйте изменение дифракционной картины при прохождении света через дифракционную решетку.

Установите величину периода решетки  $d = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ см}$ . Значение угла  $\theta_m$  между направлениями на главные максимумы первого и второго порядков примите равным  $\theta_2 = 1^\circ 30'$ . Для определения искомой длины волны необходимо вычислить расстояние  $Y_m$  между максимумами нулевого и  $m$ -го порядков. Зная  $\theta_2$ , по формуле решетки и формуле для  $Y_m$ , приведенным в работе, можно вычислить значение  $Y_2$ .

Изменяя длину волны  $\lambda$ , достигните вычисленного значения  $Y_m = Y_2$ . Таким образом, найдете соответствующую этому значению длину волны  $\lambda$ .

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.6

##### Поляризация света

**Цель работы:** изучение поляризации результирующего электрического вектора в зависимости от изменения длины волны, отношения амплитуд  $E_x/E_y$  и разности фаз между составляющими его линейно поляризованными во взаимно перпендикулярных плоскостях волнами; определение отношения амплитуд  $E_x/E_y$  при условии, что результирующая волна линейно поляризована с ориентацией электрического вектора под углом  $\alpha = 60^\circ$  к оси  $x$ .

**Методика работы:** исследуйте изменение поляризации светового вектора при изменении длины волны  $\lambda$ , соотношения амплитуд  $E_x$  и  $E_y$  линейно поляризованных волн и разности фаз  $\Delta\varphi$  между ними.

Для получения линейно поляризованной результирующей волны установите  $\Delta\varphi = 0$ . Изменение отношения  $E_x/E_y$  влечет изменение угла наклона  $\alpha$  результирующего вектора относительно оси  $x$ . Опишите три случая: 1)  $\frac{E_x}{E_y} = 0$ , 2)  $\frac{E_x}{E_y} = 0,6$ , 3)  $\frac{E_x}{E_y} = 1$ .

Выведите при помощи геометрического построения, приводимого в работе, зависимость отношения амплитуд  $E_x$  и  $E_y$  от угла  $\alpha$  и вычислите  $\frac{E_x}{E_y}$  при значении  $\alpha = 60^\circ$ .

## РАЗДЕЛ 5. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5.1

#### Свободные колебания маятника

**Цель работы:** изучение свободных колебаний математического маятника и изменения периода его колебаний в зависимости от длины подвеса и ускорения свободного падения.

**Методика работы:** для исследования свободных незатухающих колебаний необходимо установить коэффициент вязкости  $b = 0$ . Угол отклонения установите максимально возможным  $\varphi_0 = 20^\circ$ . Рассмотрите и опишите следующие случаи:

1. Длина маятника  $L = 80$  см.
2. Длина маятника  $L = 100$  см.
3. Длина маятника  $L = 150$  см.

Для всех случаев проследите за изменением скорости и взаимного превращения кинетической и потенциальной энергий. Определите период колебаний и проверьте правильность полученного значения с помощью формулы. Проследите тенденцию изменения периода колебаний в зависимости от длины подвеса.

4. Вычислите длину  $L_l$  и период колебаний  $T_l$  маятника на Луне, где ускорение свободного падения  $g_l = 1,62$  м/с<sup>2</sup>, если на Земле период колебаний того же маятника  $T_z = 1,6$  с, а ускорение свободного падения  $g_z = 9,8$  м/с<sup>2</sup>.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5.2

#### Свободные колебания груза на пружине

**Цель работы:** изучение свободных колебаний груза на пружине и изменения периода его колебаний в зависимости от жесткости пружины. Определение жесткости пружины по известному периоду колебаний груза массой 0,2 кг.

**Методика работы:** для исследования свободных незатухающих колебаний необходимо установить коэффициент вязкости  $b = 0$ . Амплитуду колебаний установите максимально возможной  $x_0 = 20$  см. Проследите тенденцию изменения периода колебаний в зависимости от массы груза и жесткости пружины. Выберите наименьшую массу груза  $m = 0,5$  кг. Рассмотрите и опишите следующие случаи:

1. Жесткость пружины  $k = 5$  Н/м.
2. Жесткость пружины  $k = 8$  Н/м.
3. Жесткость пружины  $k = 10$  Н/м.

Для всех случаев проследите за изменением скорости и взаимного превращения кинетической и потенциальной энергий. Определите период колебаний и проверьте правильность полученного значения с помощью формулы.

4. Вычислите коэффициент жесткости пружины для груза массой  $m = 0,2$  кг, если период его колебаний  $T = 2$  с.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5.3

#### Эффект Доплера

**Цель работы:** определение частоты звука, воспринимаемой движущимся приемником при известной скорости источника звука и частоты испускаемых волн.

**Методика работы:** определите воспринимаемую частоту звука для воздуха, имеющего температуру  $T = 20^\circ\text{C}$ , если скорость распространения звука в нем  $v = 340$  м/с. Установите частоту испускаемой волны  $f_s = 5000$  Гц. Рассмотрите и опишите следующие случаи:

1. Источник покоится  $v_s = 0$ , приемник движется со скоростью а)  $v_L = 4$  м/с, б)  $v_L = -4$  м/с.
2. Приемник покоится  $v_L = 0$ , источник движется со скоростью а)  $v_s = 10$  м/с, б)  $v_s = -10$  м/с.

3. Источник и приемник движутся: а)  $v_L = 4 \text{ м/с}$ ,  $v_s = -10 \text{ м/с}$ ; б)  $v_L = -4 \text{ м/с}$ ,  $v_s = -10 \text{ м/с}$ ; в)  $v_L = 4 \text{ м/с}$ ,  $v_s = 10 \text{ м/с}$ ; г)  $v_L = -4 \text{ м/с}$ ,  $v_s = 10 \text{ м/с}$ .

Для всех случаев определите частоту, воспринимаемую приемником и проверьте правильность полученных результатов с помощью формулы.

## РАЗДЕЛ 6. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6.1

#### Фотоэффект

Цель работы: определение «красной границы»  $\lambda_{max}$  фотоэффекта.

Методика работы: выберите мощность излучения  $P = 1 \text{ мВт}$ , задерживающее напряжение  $U = 0$ . Установите длину волны падающего излучения  $\lambda = 380 \text{ нм}$  и начните постепенно ее увеличивать до тех пор, пока ток  $I$  в цепи не обратится в нуль. Полученное значение  $h\nu$  будет соответствовать красной границе фотоэффекта и, следовательно, работе выхода. Установленное таким образом значение длины волны падающего света и есть  $\lambda_{max}$ . Проверьте полученный результат при помощи вычислений.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6.2

#### Комптоновское рассеяние

Цель работы: определение изменения длины волны фотона, рассеянного на свободном электроны под заданным углом рассеяния.

Методика работы: проведите эксперименты для двух значений угла рассеяния:

1.  $\theta = 30^\circ$ ,
2.  $\theta = 120^\circ$ .

В обоих случаях необходимо использовать по два разных значения  $\lambda$  и исследовать зависимость полученных результатов от длины волны падающего излучения. Определите значения длин волн смещенной спектральной линии  $\lambda'$  и комптоновского смещения  $\Delta\lambda$  для обоих углов рассеяния. Проверьте полученные результаты с помощью вычислений.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6.3

#### Постулаты Бора

Цель работы: исследование энергетического строения атома водорода и определение длины волны самого низкочастотного перехода серии Бальмера.

Методика работы: рассмотрите различные переходы в атоме водорода. В результате переходов атомом испускается или поглощается квант энергии, которому соответствует линия с указанной длиной волны  $\lambda$  в спектре, представленном в работе. Нарисуйте энергетические схемы для переходов, соответствующих серии Бальмера и заполните для них таблицу:

Таблица.

$n$	$m$	$\lambda$ , нм	$\Delta E = E_n - E_m$ , эВ
2	3		
2	4		
2	5		
2	6		

Проверьте при помощи вычислений полученное значение длины волны для линии, соответствующей самому низкочастотному переходу в серии Бальмера, если

$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$  – заряд электрона,

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$  – постоянная Планка,

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$  – скорость света в вакууме.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6.4

#### Дифракция электронов



**Цель работы:** получение дифракционной картины и определение отношения скорости электронов  $v$  к скорости света  $c$  в вакууме для дифракции электронов на решетке с заданным периодом  $d$  и известным углом дифракции первого порядка  $\theta_1$ .

**Методика работы:** для вычисления величины  $\beta = \frac{v}{c}$  найдите скорость электронов, для определения которой необходимо знать длину волны де Бройля. Согласно формулам, длину волны де Бройля  $\lambda$  можно определить как произведение периода решетки  $d$  и угла дифракции первого порядка  $\theta_1$ . Установите значение периода  $d = 1,28 \cdot 10^{-10}$  м и задайте величину угла дифракции первого порядка  $\theta_1 = 0,25$  рад. Вычислите длину волны де Бройля. Теперь на имеющейся в работе шкале начните изменять величину скорости до тех пор, пока длина волны не примет вычисленного вами значения. Таким образом, получите искомую скорость и вычислите значение величины  $\beta$ . Нажмите «старт» и опишите полученную дифракционную картину для установленных параметров эксперимента.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6.5

#### Лазер: двухуровневая модель

**Цель работы:** изучение процессов поглощения и излучения в двухуровневой модели; определение среднего отношения числа возбужденных и невозбужденных атомов в двухфазной среде при пропускании через нее мощного резонансного излучения.

**Методика работы:** исследуйте и опишите три предложенных в работе процесса:

1. поглощение,
2. спонтанное излучение,
3. вынужденное излучение.

Затем выберите режим «усилитель света». Установите уровень накачки  $P = 50\%$ . Нажмите кнопку «старт». Пронаблюдайте за процессом установления динамического равновесия. После установления равновесного процесса через произвольные промежутки времени необходимо нажимать кнопку «стоп», фиксировать значения числа возбужденных  $n_2$  и невозбужденных  $n_1$  атомов и снова нажимать кнопку «старт». Прodelайте это 10 раз. Для каждого  $i$ -го момента фиксации данных вычислите отношение  $\frac{n_2}{n_1}$ . Результаты занесите в таблицу.

Таблица.

$i =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n_2$										
$n_1$										
$\frac{n_2}{n_1}$										

Вычислите среднее значение отношения числа возбужденных и невозбужденных атомов для

изучаемой двухуровневой модели: 
$$\left(\frac{n_2}{n_1}\right)_{cp} = \frac{\sum_i^{10} \left(\frac{n_2}{n_1}\right)_i}{10}.$$

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6.6

#### Энергия связи ядер

**Цель работы:** определение дефекта массы ядра изотопа  ${}_{10}\text{Ne}^{20}$ .

**Методика работы:** выберите ядро изотопа  ${}_{10}\text{Ne}^{20}$  путем установки значений  $Z = 10$ ,  $N = 10$ . После нажатия кнопки «старт» на графике зависимости  $E_{cb}(A)$  появится красная точка,

соответствующая изучаемому изотопу. По ее положению определите примерное значение удельной энергии связи  $E_{св}$  и массовое число  $A$ . Зная их, вычислите энергию связи ядра сначала в электрон-вольтах, а затем, умножая на заряд электрона  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, в джоулях. Теперь по формуле  $\Delta M = \frac{\Delta E_{св}}{c^2}$  вычислите дефект масс ядра изотопа  ${}_{10}\text{Ne}^{20}$ . Подтвердите полученный

результат вычислением по формуле  $\Delta M = Zm_p + Nm_n - M$ , где

$m_p = 1,6274 \cdot 10^{-27}$  кг – масса протона,

$m_n = 1,6748 \cdot 10^{-27}$  кг – масса нейтрона,

$M = 32,7388 \cdot 10^{-27}$  кг – масса ядра изотопа  ${}_{10}\text{Ne}^{20}$ .

## 11.2 Практические занятия

### ВВЕДЕНИЕ

Для студента очного отделения основной формой обучения является самостоятельная работа над учебным материалом. Для облегчения этой работы в течение всего семестра организуется чтение лекций, проведение практических занятий и лабораторных работ. Поэтому процесс изучения физики состоит из следующих этапов:

- 1) проработка лекционного материала;
- 2) самостоятельная работа над учебниками и учебными пособиями;
- 3) выполнение домашних контрольных работ;
- 4) выполнение и защита работ лабораторного практикума;
- 5) сдача зачетов и экзаменов.

При самостоятельной работе над учебным материалом необходимо:

- 1) составлять конспект, в котором записывать законы и формулы, выражающие эти законы, определения основных физических понятий и сущность физических явлений и методов исследования;
- 2) изучать курс физики систематически, т.к. в противном случае материал будет усвоен поверхностно;
- 3) стараться пользоваться каким-то одним учебником или учебным пособием (или ограниченным числом пособий), чтобы не утрачивалась логическая связь между отдельными вопросами изучаемого раздела курса.

Контрольная работа позволяет закрепить теоретический материал. Решение задач в контрольной работе является проверкой степени усвоения студентом теоретического курса, а рецензии на работу помогают ему доработать и правильно освоить изучаемые модули курса физики. Перед выполнением контрольной работы студенту необходимо внимательно ознакомиться с примерами решения задач по данной контрольной работе, уравнениями и формулами, а также со справочными материалами. Прежде чем приступить к решению той или иной задачи, студент должен хорошо понять ее содержание и поставленные в ней вопросы.

### ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие правила:

- необходимо правильно выбрать вариант контрольной работы: номер варианта соответствует двум последним цифрам студенческого билета (зачетной книжки);
- контрольную работу выполнять в тетради либо на листах формата А4;
- на титульном листе указывать номер контрольной работы, номер варианта, наименование дисциплины, фамилию и инициалы студента, шифр специальности и номер группы;
- контрольную работу следует выполнять аккуратно, оставляя поля для замечаний рецензента;

- задачу своего варианта переписывать полностью без сокращений, а заданные физические величины выписать отдельно, при этом все числовые величины должны быть переведены в систему СИ;
- для пояснения решения задачи, где это нужно, аккуратно сделать чертеж;
- решение задач и используемые формулы должны сопровождаться краткими пояснениями, в пояснениях к задаче необходимо указывать те основные формулы и законы, на которых базируется решение задачи;
- решение задачи необходимо сначала сделать в общем виде, т.е. только в буквенных обозначениях, поясняя применяемые при написании формул буквенные обозначения; при получении расчетной формулы, которая нужна для решения конкретной задачи, обязательно приводить ее вывод;
- вычисления следует проводить путем подстановки заданных числовых величин в расчетную формулу; все числовые значения величин, необходимые для решения данной задачи, должны быть выражены в системе СИ;
- проверить единицы измерения величин по расчетной формуле и тем самым подтвердить ее правильность;
- константы (постоянные) физических величин и другие справочные данные выбираются из таблиц;
- при вычислениях используйте калькулятор, точность расчета определяется числом значащих цифр исходных данных;
- в контрольной работе следует указывать учебники и учебные пособия, которые использовались при решении задач;
- если контрольная работа преподавателем не зачтена, то необходимые дополнения и исправления следует выполнять в той же тетради в конце работы; исправления в тексте незачтенной задачи не допускаются;
- буквенные обозначения величин, используемые при решении задач, должны соответствовать общепринятым;
- контрольная работа защищается студентом поэтапно по мере изучения соответствующего теоретического материала и сдается на окончательную проверку не позднее, чем за две недели до начала экзаменационной сессии; сдача работ в период сессии не допускается.

Контрольные работы, представленные без соблюдения указанных правил, а также работы, выполненные не по своему варианту, рассматриваться не будут. При возвращении работы на повторное рецензирование обязательно представлять работу с первой рецензией.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ

1. Велосипедист проехал первую половину пути со скоростью  $v_1 = 16 \text{ км/ч}$ , вторую половину пути со скоростью  $v_2 = 12 \text{ км/ч}$ . Определите среднюю скорость движения велосипедиста.
2. Тело массой  $m$  движется так, что зависимость пройденного пути от времени описывается уравнением  $s = A \cos \omega t$ , где  $A$  и  $\omega$  - постоянные. Запишите закон изменения силы от времени.
3. Ракета, масса которой в начальный момент времени  $M = 2 \text{ кг}$ , запущена вертикально вверх. Относительная скорость выхода продуктов сгорания  $u = 150 \text{ м/с}$ , расход горючего  $\mu = 0,2 \text{ кг/с}$ . Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите ускорение  $a$  ракеты через  $t = 3 \text{ с}$  после начала ее движения. Поле силы тяжести считать однородным.
4. Тело скользит с наклонной плоскости высотой  $h$  и углом наклона  $\alpha$  к горизонту и движется далее по горизонтальному участку. Принимая коэффициент трения на всем пути постоянным и равным  $f$ , определите расстояние  $s$ , пройденное телом на горизонтальном участке, до полной остановки.
5. Материальная точка массой  $m = 20 \text{ г}$  движется по окружности радиусом  $R = 10 \text{ см}$  с постоянным тангенциальным ускорением. К концу пятого оборота после начала движения кинетическая энергия материальной точки оказалась равной  $6,3 \text{ мДж}$ . Определите тангенциальное ускорение.
6. Подвешенный на нити шарик массой  $m = 200 \text{ г}$  отклоняют на угол  $\alpha = 45^\circ$ . Определите силу натяжения нити в момент прохождения шариком положения равновесия.
7. Полная кинетическая энергия  $K$  диска, катящегося по горизонтальной поверхности, равна  $24 \text{ Дж}$ . Определите кинетическую энергию  $K_1$  поступательного и  $K_2$  вращательного движения диска.
8. Выведите формулу для момента инерции тонкого кольца радиусом  $R$  и массой  $m$  относительно оси симметрии.
9. Шар радиусом  $R = 10 \text{ см}$  и массой  $m = 5 \text{ кг}$  вращается вокруг оси симметрии согласно уравнению  $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$  ( $B = 2 \text{ рад/с}^2$ ,  $C = -0,5 \text{ рад/с}^3$ ). Определите момент сил  $M$  для  $t = 3 \text{ с}$ .
10. Определите, во сколько раз сила притяжения на Земле больше силы притяжения на Марсе, если радиус Марса составляет  $0,53$  радиуса Земли, а масса Марса –  $0,11$  массы Земли.
11. Самолет, летящий со скоростью  $v = 360 \text{ км/ч}$ , описывает вертикальную петлю Нестерова радиусом  $R = 360 \text{ м}$ . Определите силу, прижимающую летчика ( $m = 80 \text{ кг}$ ) к сиденью: 1) в нижней точке этой петли; 2) в верхней точке этой петли.
12. Площадь соприкосновения слоев текущей жидкости  $s = 10 \text{ см}^2$ , коэффициент динамической вязкости жидкости  $\eta = 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ , а возникающая сила трения между слоями  $F = 0,1 \text{ мН}$ . Определите градиент скорости.
13. Мюоны, рождаясь в верхних слоях атмосферы, при скорости  $v = 0,995 \cdot c$  пролетают до распада  $l = 6 \text{ км}$ . Определите: 1) собственную длину пути, пройденную ими до распада; 2) время жизни мюона для наблюдателя на Земле; 3) собственное время жизни мюона.
14. Частица движется со скоростью  $v = 0,8 \cdot c$ . Определите отношение полной энергии релятивистской частицы к ее энергии покоя.

#### ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ

1. В сосуде при температуре  $t = 20^\circ\text{C}$  и давлении  $p = 0,2 \text{ МПа}$  содержится смесь газов — кислорода массой  $m_1 = 16 \text{ г}$  и азота массой  $m_2 = 21 \text{ г}$ . Определить плотность смеси.
2. Определить наиболее вероятную скорость молекул газа, плотность которого при давлении  $40 \text{ кПа}$  составляет  $0,38 \text{ кг/м}^3$ .

3. Используя закон о распределении молекул идеального газа по скоростям, найти закон, выражающий распределение молекул по относительным скоростям  $u$  ( $u = v/v_B$ ).
4. На какой высоте плотность воздуха в два раза меньше, чем его плотность на уровне моря? Считать, что температура воздуха везде одинакова и равна 273 К.
5. Коэффициенты диффузии и внутреннего трения при некоторых условиях равны соответственно  $1,42 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с и 8,5 мкПа·с. Определить концентрацию молекул воздуха при этих условиях.
6. Определить удельные теплоемкости  $c_v$  и  $c_p$ , некоторого двухатомного газа, если плотность этого газа при нормальных условиях 1,43 кг/м<sup>3</sup>.
7. Водород массой  $m = 20$  г был нагрет на  $\Delta T = 100$  К при постоянном давлении. Определить: 1) количество теплоты  $Q$ , переданное газу; 2) приращение  $\Delta U$  внутренней энергии газа; 3) работу  $A$  расширения.
8. Идеальный газ количеством вещества  $\nu = 2$  моль сначала изобарно нагрели так, что его объем увеличился в  $n = 2$  раза, а затем изохорно охладил так, что давление газа уменьшилось в  $n = 2$  раза. Определить приращение энтропии в ходе указанных процессов.
9. Тепловая машина, совершая обратимый цикл Карно, за один цикл совершает работу 1 кДж. Температура нагревателя 400 К, а холодильника 300 К. Определить: 1) к. п. д. машины; 2) количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя за цикл; 3) количество теплоты, отдаваемое холодильнику за цикл.
10. Углекислый газ массой  $m=1$  кг находится при температуре 290 К в сосуде вместимостью 20 л. Определить давление газа, если: 1) газ реальный; 2) газ идеальный. Объяснить различие в результатах. Поправки  $a$  и  $b$  принять равными соответственно  $0,365$  Н·м<sup>4</sup>моль<sup>2</sup> и  $4,3 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>/моль.
11. Воздушный пузырек диаметром  $d=0,02$  мм находится на глубине  $h=20$  см под поверхностью воды. Определить давление воздуха в этом пузырьке. Атмосферное давление принять нормальным. Поверхностное натяжение воды  $\sigma = 73$  мН/м, а ее плотность  $\rho=1$  г/см<sup>3</sup>.
12. Вертикальный открытый капилляр внутренним диаметром  $d=3$  мм опущен в сосуд с ртутью. Определить радиус кривизны ртутного мениска в капилляре, если разность уровней ртути в сосуде и в капилляре  $\Delta h=3,7$  мм. Плотность ртути  $\rho=13,6$  г/см<sup>3</sup>, а поверхностное натяжение  $\sigma = 0,5$  Н/м.
13. Для нагревания металлического шарика массой 25 г от 10 до 30°C затратили количество теплоты, равное 117 Дж. Определить теплоемкость шарика из закона Дюлонга и Пти и материал шарика.

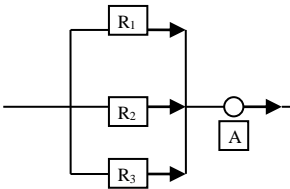
## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

### ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

1. В вершинах равностороннего треугольника находятся одинаковые положительные заряды  $q = 2$  нКл. Какой отрицательный заряд  $q_1$  надо поместить в центр треугольника, чтобы сила притяжения с его стороны уравновесила силы отталкивания положительных зарядов?
2. На некотором расстоянии от бесконечной равномерно заряженной плоскости с поверхностной плотностью  $\sigma = 0,1$  нКл/см<sup>2</sup> расположена круглая пластинка. Нормаль к плоскости пластинки составляет с линиями напряженности угол 30°. Определите поток  $\Phi_E$  вектора напряженности через эту пластинку, если ее радиус  $r = 15$  см.
3. Кольцо радиусом  $r = 5$  см из тонкой проволоки равномерно заряжено с линейной плотностью  $\tau = 14$  нКл/м. Определите напряженность поля на оси, проходящей через центр кольца в точке, удаленной на расстояние  $a = 10$  см от центра кольца.
4. По действием электростатического поля равномерно заряженной бесконечной плоскости точечный заряд  $q = 1$  нКл переместился вдоль силовой линии на расстояние  $r = 1$  см. При этом совершена работа 5 мкДж. Определите поверхностную плотность заряда на плоскости.
5. Расстояние между пластинами плоского конденсатора составляет  $d = 5$  мм. После зарядки конденсатора до разности потенциалов  $U = 500$  В между пластинками конденсатора

вдвинули стеклянную пластинку ( $\epsilon=7$ ). Определите: 1) диэлектрическую восприимчивость стекла; 2) поверхностную плотность связанных зарядов на пластинке.

6. Пространство между пластинками плоского конденсатора заполнено слюдой ( $\epsilon=7$ ). Площадь пластин конденсатора составляет  $50 \text{ см}^2$ . Определите поверхностную плотность связанных зарядов на слюде, если пластины конденсатора притягивают друг друга с силой  $1 \text{ мН}$ .
7. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от  $I_0 = 0$  до  $I = 2 \text{ А}$  в течение времени  $\tau = 5 \text{ с}$ . Определите заряд, прошедший по проводнику.
8. В цепи на рисунке амперметр показывает силу тока  $I = 1,5 \text{ А}$ . Сила тока через сопротивление  $R_1$  равна  $I_1 = 0,5 \text{ А}$ . Сопротивление  $R_2 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 6 \text{ Ом}$ . Определите сопротивление  $R_1$ , а также силу токов  $I_1$  и  $I_3$ , протекающих через сопротивления  $R_2$  и  $R_3$ .



9. Определите минимальную скорость электрона, необходимую для ионизации атома водорода, если его потенциал ионизации  $U_i = 13,6 \text{ В}$ .
10. Определите работу выхода электронов из металла, если плотность тока насыщения двухэлектродной лампы при  $T_1$  равна  $j_1$ , а при  $T_2$  равна  $j_2$ .
11. Согласно теории Бора, электрон в атоме водорода движется вокруг ядра по круговой орбите радиусом  $r = 52,8 \text{ пм}$ . Определите магнитную индукцию  $B$  поля, создаваемую электроном в центре круговой орбиты.
12. Протон, ускоренный разностью потенциалов  $U = 0,5 \text{ кВ}$ , влетая в однородное магнитное поле с магнитной индукцией  $B = 2 \text{ мТл}$ , движется по окружности. Определите радиус этой окружности.
13. Определите, при какой скорости пучок заряженных частиц, двигаясь перпендикулярно скрещенным под прямым углом однородным электрическому ( $E = 100 \text{ кВ/м}$ ) и магнитному ( $B = 50 \text{ мТл}$ ) полям, не отклоняется.
14. Определите циркуляцию вектора магнитной индукции по окружности, через центр которой перпендикулярно ее плоскости проходит бесконечно длинный прямолинейный провод, по которому течет ток  $I = 5 \text{ А}$ .
15. Соленоид диаметром  $d = 4 \text{ см}$ , имеющий  $N = 500$  витков, помещен в магнитное поле, индукция которого изменяется со скоростью  $1 \text{ мТл/с}$ . Ось соленоида составляет с вектором магнитной индукции угол  $\alpha = 45^\circ$ . Определите ЭДС индукции, возникшую в соленоиде.
16. Катушку индуктивностью  $L = 0,6 \text{ Гн}$  подключают к источнику тока. Определите сопротивление катушки, если за время  $t = 3 \text{ с}$  сила тока через катушку достигает 80% предельного значения.
17. Обмотка электромагнита, находясь под постоянным напряжением, имеет сопротивление  $R = 15 \text{ Ом}$  и индуктивность  $L = 0,3 \text{ Гн}$ . Определите время, за которое в обмотке выделится количество теплоты, равное энергии магнитного поля в сердечнике.
18. Напряженность однородного магнитного поля в платине равна  $5 \text{ А/м}$ . Определите магнитную индукцию поля, создаваемого молекулярными токами, если магнитная восприимчивость платины равна  $3,6 \cdot 10^{-4}$ .
19. Ток, проходящий по обмотке длинного прямого соленоида радиусом  $R$ , изменяют так, что магнитное поле внутри соленоида растет со временем по закону  $B = At^2$ , где  $A = \text{const}$ . Определите плотность тока смещения как функцию расстояния  $r$  от оси соленоида. Постройте график  $j_{\text{см}}(r)$ .

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

### КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

1. Тело массой  $m = 10 \text{ г}$  совершает гармонические колебания по закону  $x = 0.1 \cos(4\pi t + \pi/4)$ , м. Определите максимальное значение 1) возвращающей силы; 2) кинетической энергии.
2. Спиральная пружина обладает жесткостью  $k = 25 \text{ Н/м}$ . Определите, тело какой массы  $m$  должно быть подвешено к пружине, чтобы за  $t = 1 \text{ мин}$  совершалось 25 колебаний.
3. Точка участвует одновременно в двух гармонических колебаниях, происходящих во взаимно перпендикулярных направлениях и описываемых уравнениями  $x = A \sin \omega t$ ,  $y = B \cos \omega t$ , где  $A$ ,  $B$  и  $\omega$  - положительные постоянные. Определите уравнение траектории точки, вычертите ее с нанесением масштаба, указав направление ее движение по этой траектории.
4. Амплитуда затухающих колебаний маятника за  $t = 2 \text{ мин}$  уменьшилась в 2 раза. Определите коэффициент затухания  $\delta$ .
5. Определите резонансную частоту колебательной системы, если собственная частота колебаний  $\nu_0 = 300 \text{ Гц}$ , а логарифмический декремент  $\theta = 0,2$ .
6. Звуковые колебания с частотой  $\nu = 450 \text{ Гц}$  и амплитудой  $A = 0,3 \text{ мм}$  распространяются в упругой среде. Длина волны  $\lambda = 80 \text{ см}$ . Определите: 1) скорость распространения волны; 2) максимальную скорость частиц среды.
7. Скорость распространения электромагнитных волн в некоторой среде  $v = 250 \text{ Мм/с}$ . Определите длину волны электромагнитных волн в этой среде, если их частота в вакууме  $\nu_0 = 1 \text{ МГц}$ .
8. Определите длину электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, если максимальный заряд на обкладках конденсатора  $q_m = 50 \text{ нКл}$ , а максимальная сила тока в контуре  $I_m = 1,5 \text{ А}$ . Активным сопротивлением контура пренебречь.

### ЭЛЕМЕНТЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ И КВАНТОВОЙ ОПТИКИ

1. На горизонтальном дне бассейна глубиной  $h = 1,5 \text{ м}$  лежит плоское зеркало. Луч света входит в воду под углом  $i_1 = 45^\circ$ . Определите расстояние  $S$  от места вхождения луча в воду до места выхода его на поверхность воды после отражения от зеркала. Показатель преломления воды  $n = 1,33$ .
2. Постройте изображение произвольной точки  $S$ , которая лежит на главной оптической оси собирающей линзы.
3. Необходимо изготовить плосковыпуклую линзу с оптической силой  $\Phi = 4 \text{ дптр}$ . Определите радиус кривизны выпуклой поверхности линзы, если показатель преломления материала линзы равен 1,6.
4. Два параллельных световых пучка, отстоящих друг от друга на расстоянии  $d = 5 \text{ см}$ , падают на кварцевую призму ( $n = 1,49$ ) с преломляющим углом  $\alpha = 25^\circ$ . Определите оптическую разность хода  $\Delta$  этих пучков на выходе их из призмы, если угол падения равен  $0^\circ$ .
5. Коэффициент поглощения некоторого вещества для монохроматического света определенной длины волны  $\alpha = 0,1 \text{ см}^{-1}$ . Определите толщину слоя вещества, которая необходима для ослабления света в 2 раза и в 5 раз. Потери на отражение света не учитывать.
6. Определите скорость электронов, при которой черенковское излучение проходит в среде с показателем преломления  $n = 1,54$  под углом  $\theta = 30^\circ$  к направлению их движения. Скорость выразите в долях скорости света.
7. Определите степень поляризации  $P$  света, который представляет собой смесь естественного света с плоскополяризованным, если интенсивность поляризованного света в 5 раз больше интенсивности естественного.
8. Определите показатель преломления стекла, если при отражении от него света отраженный луч полностью поляризован при угле преломления  $35^\circ$ .

9. Энергетическая светимость черного тела  $R_e = 10 \text{ кВт/м}^2$ . Определите длину волны, соответствующую максимуму спектральной плотности энергетической светимости этого тела.
10. Фотоэлектроны, вырываемые с поверхности металла, полностью задерживаются при приложении обратного напряжения  $U_0 = 3 \text{ В}$ . Фотоэффект для этого металла начинается при частоте падающего монохроматического света  $\nu_0 = 6 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$ . Определите: 1) работу выхода электронов из металла; 2) частоту применяемого излучения.

### ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ И ФИЗИКИ ЯДРА

1. Определите максимальную и минимальную энергии фотона в видимой серии спектра атома водорода (серия Бальмера).
2. Воспользовавшись соотношением неопределенности, оцените размытость энергетического уровня в атоме водорода: 1) для основного состояния; 2) для возбужденного состояния (время его жизни равно  $10^{-8} \text{ с}$ ).
3. Постройте и объясните диаграмму, иллюстрирующую расщепление энергетических уровней и спектральных линий при переходах между состояниями с  $l = 1$  и  $l = 0$ .
4. Электронная конфигурация некоторого элемента  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p$ . Определите, что это за элемент.
5. Определите ширину запрещенной зоны собственного полупроводника, если при температуре  $T_1$  и  $T_2$  ( $T_1 < T_2$ ) его сопротивление соответственно равно  $R_1$  и  $R_2$ .
6. Определите число протонов и нейтронов, входящих в состав ядер трех изотопов бора 1)  ${}^9_5\text{B}$ ; 2)  ${}^{10}_5\text{B}$ ; 3)  ${}^{11}_5\text{B}$ .
7. Определите, какая энергия в электрон-вольтах соответствует дефекту массы  $\Delta m = 3 \cdot 10^{-20} \text{ кг}$ .
8. Определите постоянную радиоактивного распада  $\lambda$  для изотопа урана  ${}^{238}_{92}\text{U}$ . Период полураспада этого изотопа равен  $4,5 \cdot 10^9 \text{ лет}$ .
9. Пользуясь таблицей Менделеева и правилами смещения, определите, в какой элемент превращается  ${}^{238}_{92}\text{U}$  после трех  $\alpha$ - и двух  $\beta^-$ -распадов.
10. Определите зарядовое число  $Z$  и массовое число  $A$  частицы, обозначенной буквой  $x$ , в символической записи реакции:  ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + x$ .
11. В процессе осуществления реакции  $\gamma \rightarrow {}^0_{-1}e + {}^0_{+1}e$  энергия  $E_0$  фотона составила  $2,02 \text{ МэВ}$ . Определите полную кинетическую энергию позитрона и электрона в момент их возникновения.
12.  $\pi^0$ -мезон распадается в состоянии покоя на два  $\gamma$ -кванта. Принимая массу покоя пиона равной  $264,1 m_e$ , определите энергию каждого из возникших  $\gamma$ -квантов.

### 11.3. Методические указания для самоконтроля

**1. Советы по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины.** Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

Подготовка к практическому занятию – 2 час.

Всего в неделю – 3 часа 30 минут.

**2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»).**

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

а. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).



б. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

в. В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой в библиотеке.

г. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.

**3. Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса.** Рекомендуется использовать методические указания по курсу, текст лекций преподавателя (если он имеется).

**4. Рекомендации по работе с литературой.** Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги. Легче освоить курс придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, что даст это на практике?.

**5. Советы по подготовке к экзамену.** Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала экзамена, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, что даст это на практике?. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

**6. Указания по организации работы с контрольно-измерительными материалами, по выполнению домашних заданий.** При выполнении домашних заданий необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи, а затем приступить к расчетам и сделать качественный вывод.

**7. Таблица - Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (рекомендуемая)**

№	Наименование	Режим доступа
	Методические указания для практических занятий	Читальный зал библиотеки НОУ ВПО КИГИТ, Компьютерный класс
	Методические указания для лабораторных работ	
	Методические указания для самоконтроля	

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ  
к рабочей программе**

В связи с \_\_\_\_\_ в РП  
дисциплины \_\_\_\_\_  
для направления подготовки \_\_\_\_\_

автора \_\_\_\_\_ вносятся следующие изменения:

---

---

---

---

Рассмотрено на заседании кафедры « \_\_\_\_\_ »

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой, степень, звание \_\_\_\_\_ И.О.Ф.

**СОГЛАСОВАНО:**

Решение Учебно-методического совета

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_