



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

14.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОБЩИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ***

Направление подготовки (специальность)  
03.03.02 Физика

Направленность (профиль/специализация) программы  
Моделирование физических процессов и преподавание физики

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	2, 3, 4
Семестр	3, 4, 5, 6, 7

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 891)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики  
01.02.2022, протокол № 4

Зав. кафедрой  М.Б. Аркулис


Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
14.02.2022 г. протокол № 6


Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук  Д.М. Долгушин

доцент кафедры Физики, канд. техн. наук  А.В. Колдин

доцент кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук  В.В. Мавринский

ст. преподаватель кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук  В.В. Риве

ст. преподаватель кафедры Физики,  О.В. Долгушина

Рецензент:

зав. кафедрой ВТиП, д-р техн. наук  О.С. Логунова

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

- 1) овладение системой знаний по организации и постановке физического эксперимента с последующим анализом и оценкой полученных результатов;
- 2) формирование умений применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций, экспериментально изучать основные закономерности.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина **Общий физический практикум** входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Элементарная физика

Основы физического эксперимента и метрологии

Общая физика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Вычислительная физика

Общая физика

Теоретическая физика

Дисперсные системы

Методы расчета оптических постоянных конденсированных сред

Поверхностные свойства конденсированных систем

Физические и химические методы защиты окружающей среды

Физические и химические методы контроля окружающей среды

Моделирование процессов переноса в конденсированных средах

Процессы переноса в конденсированных средах

Электромагнитные волны в конденсированных средах

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Общий физический практикум» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;
ОПК-1.1	Способен использовать базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-1.2	Способен применять различные способы и приёмы решения стандартных профессиональных задач на основе базовых знаний в области физико-математических и естественных наук
ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;
ОПК-2.1	Способен планировать научные исследования физических объектов, явлений, систем и процессов.
ОПК-2.2	Способен выполнять запланированные экспериментальные исследования физических объектов, явлений, систем и процессов
ОПК-2.3	Способен составлять, обрабатывать и анализировать результаты экспериментальных и теоретических исследований, составлять

	отчеты.
--	---------

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 17 зачетных единиц 612 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 518,5 акад. часов;
- аудиторная – 408 акад. часов;
- внеаудиторная – 110,5 акад. часов;
- самостоятельная работа – 93,5 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет, зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Механика								
1.1 Решение задач по механике	3			36/26И	4	подготовка к занятию, повторение теории по теме занятия	самостоятельные и контрольные работы, решение задач у доски, зачет	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.2 Лабораторные работы по механике			54			3,9	подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	защита лабораторной работы, зачет
Итого по разделу			54	36/26И	7,9			
Итого за семестр			54	36/26И	7,9		зачёт	
2. Молекулярная физика и термодинамика								
2.1 Решение задач по молекулярной физике	4			16/13И	2	подготовка к занятию, повторение теории по теме занятия	самостоятельные и контрольные работы, решение задач у доски, зачет	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
2.2 Решение задач по термодинамике				16/13И	3	подготовка к занятию, повторение теории по теме занятия	самостоятельные и контрольные работы, решение задач у доски, зачет	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
2.3 Лабораторные работы по молекулярной физике и термодинамике			48			2,9	подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	защита лабораторной работы, зачет
Итого по разделу			48	32/26И	7,9			
Итого за семестр			48	32/26И	7,9		зачёт	
3. Электричество и магнетизм								

3.1 Решение задач по электричеству	5		18/8И	31,3	подготовка к занятию, повторение теории по теме занятия	самостоятельные и контрольные работы, решение задач у доски, зачет	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
3.2 Решение задач по магнетизму			20/18И	21,3	подготовка к занятию, повторение теории по теме занятия	самостоятельные и контрольные работы, решение задач у доски, зачет	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
3.3 Лабораторные работы по электричеству и магнетизму		38		11,3	подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	защита лабораторной работы, зачет	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу			38	38/26И	63,9		
Итого за семестр			38	38/26И	63,9		зачёт
4. Оптика							
4.1 Решение задач по оптике	6		36/20И		подготовка к занятию, повторение теории по теме занятия	самостоятельные и контрольные работы, решение задач у доски, зачет	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
4.2 Лабораторные работы по оптике		36/4И		5,9	подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	защита лабораторной работы, зачет	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу			36/4И	36/20И	5,9		
Итого за семестр			36/4И	36/20И	5,9		зачёт
5. Атомная, ядерная и физика элементарных частиц							
5.1 Решение задач	7		45/26И	1	подготовка к занятию, повторение теории по теме занятия	контрольные работы, зачет с оценкой	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
5.2 Лабораторные работы		45		6,9	подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	защита лабораторной работы, зачет с оценкой	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу			45	45/26И	7,9		
Итого за семестр			45	45/26И	7,9		зао
Итого по дисциплине			221/4И	187/124И	93,5		зачет, зачет с оценкой

## **5 Образовательные технологии**

Результат освоения дисциплины – формирование у студентов компетенций представляющих собой динамичную совокупность знаний, умений, владений, способностей и личностных качеств, которую студент может продемонстрировать после завершения данной части образовательной программы. Для формирования этих компетенций и реализации предусмотренных видов учебной работы, в учебном процессе в качестве образовательных технологий используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии:

по организационным формам: практические и лабораторные занятия.

по преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ - демонстрация учебного материала и др.) и проблемные, поисковые (анализ конкретных ситуаций), решение учебных задач и др.;

активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов и др.).

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Демидченко, В.И. Физика [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Демидченко, И.В. Демидченко. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 581 с. – Режим до-ступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=469821> – ISBN:978-5-16-010079-1.

2. Кузнецов, С.И. Физика: Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика [Электронный ресурс] : Учебное пособие / С.И. Кузнецов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 248 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=412940> – ISBN 978-5-16-101026-6

3. Кузнецов, С.И. Физика: Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны [Электронный ресурс] : Учебное пособие / С.И. Кузнецов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 231 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=424601> – ISBN 978-5-16-101657-2

4. Кузнецов, С.И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики [Электронный ресурс] : Учеб. пос. / С.И. Кузнецов, А.М. Лидер - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузов. учеб.: НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 212 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=438135> – ISBN 978-5-16-100426-5

### **б) Дополнительная литература:**

1. Кочкин Ю.П. Учебные задачи по физике [Текст] : учебное пособие / Ю.П. Кочкин, И.Ю. Богачева ; МГТУ. - Магнитогорск, 2014. - 138 с. : ил., схемы, табл.

2. Кочкин Ю.П. Учебные задачи по физике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.П. Кочкин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

3. Чертов А.Г. Задачник по физике [Текст] : [учебное пособие] / А. Г. Чертов,



- А. А. Воробьев. - 8-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2008. - 640 с. : ил.
4. Решения задач по курсу общей физики [Текст] : учебное пособие / [Н.М. Рогачев, Г. Ю. Баландина, И. П. Завершинский и др.] ; под ред. Н. М. Рогачева. - 2-е изд., испр. - СПб. и др. : Лань, 2008. - 304 с. : ил., граф., табл.
5. Справочник по физике. Формулы, таблицы, схемы. [Текст] : пер. с нем. / под ред. Х. Штекера, под ред. К. В. Смирнова. - М. : ТЕХНОСФЕРА, 2009. - 1262 с. : ил., граф., табл.
6. Фирганг Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики [Текст] : учебное пособие / Е. В. Фирганг. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2008. - 348 с. : ил.

**в) Методические указания:**

1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика [Текст] : лабор. практикум / [Е.Н. Астапов, З.Н. Ботнева, Л.С. Долженкова и др.] ; Ин-т энергетики и ав-томатики МГТУ, [каф. физики]. - Магнитогорск, 2011. - 103 с. : ил., граф., схемы, табл.
2. Электромагнетизм. Оптика [Текст] : лабораторный практикум по физике / [сост. : И.Ю. Богачева, В.Г. Бочкарев, И.Н. Гиниятуллин и др.] ; МГТУ, каф. физики. - Магнитогорск, 2001. - 77 с. : ил.
3. Электростатика. Постоянный ток. [Текст] : лабораторный практикум / [М.В. Вечеркин, Е.Е. Елисеева, С.Г. Шевченко ; под ред. М.В. Вечеркина] ; МГТУ, [каф. физики]. - Магнитогорск, 2011. - : ил., табл.
4. Физика атома, твердого тела, ядра [Текст] : лабораторный практикум по физике / [сост. : С.А. Бутаков, Ю.М. Дубосарская, Г.А. Дубский и др.] ; МГТУ, каф. физики. - Магнитогорск, 2001. - 78 с. : ил.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория «Механика»:

Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:

1. машина Атвуда,
2. электронный секундомер,
3. выпрямитель ВС-4-12,
4. катетометр,
5. осциллограф,
6. математический маятник,
7. физический маятник,
8. баллистический маятник,
9. пули,
10. пистолет,
11. маятник Обербека,
12. набор грузов по 50 г, 100г, 500г,
13. набор пружин.
14. Лабораторная установка для определения момента инерции махового колеса и силы трения в опоре.
15. Лабораторная установка для изучения закономерностей колебаний математического маятника.
16. Мерительный инструмент.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория «Молекулярная физика и термодинамика»:

1. Лабораторная установка для определения отношения теплоемкостей воздуха  $C_p/C_v$  методом адиабатического расширения
2. Лабораторная установка для изучения газовых законов; проверка справедливости закона Бойля-Мариотта.
3. Лабораторная установка для изучения фазовых переходов.
4. Лабораторная установка для определения коэффициента линейного расширения твердых тел.
5. Лабораторная установка для коэффициента поверхностного натяжения.
6. Жидкостный манометр.
7. Насос Шинца.
8. Барометр.
9. Электрическая печь.
10. Пробирка с парафином.
11. Пирометр.
12. Набор рамок.
13. Калориметры.
14. Термометры.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория «Электричество и магнетизм»:

1. Лабораторная установка для определения диэлектрическую проницаемость среды.
2. Лабораторная установка для определения емкости конденсаторов.
3. Лабораторная установка для измерения сопротивлений с помощью моста

Уитстоуна

4. Лабораторная установка для изучения зависимости сопротивления проводников и полупроводников от температуры.

5. Лабораторная установка для снятия вольтамперной характеристики полупроводникового диода.

6. Лабораторная установка для определения коэффициента самоиндукции катушки.

7. Источники питания постоянного тока.

8. Источники питания переменного тока.

9. Звуковой генератор.

10. Частотомер.

11. Конденсаторы.

12. Катушка индуктивности.

13. Микроамперметр.

14. Диоды.

15. Магазин емкостей.

16. Телефон.

17. Реостаты.

18. Реохорд.

19. Набор сопротивлений.

20. Магазины сопротивлений.

21. Гальванометр.

22. Амперметры.

23. Вольтметры.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория «Оптика»:

1. Лабораторная установка для определения основных характеристик тонкой линзы.

2. Микроскопы.

3. Стеклянные пластинки.

4. Набор линз.

5. Источник света с набором светофильтров.

6. Газовый лазер ЛГ-78 с блоком питания.

7. Дифракционная решетка.

8. Полярископ с набором изучаемых тел.

9. Спектроскоп.

10. Набор спектральных трубок.

11. Мерительный инструмент.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория «Атомная и ядерная физика»:

1. Лабораторная установка для изучения спектра атома водорода и определения постоянной Ридберга.

2. Лабораторная установка для определения ширины запрещенной зоны полупроводников.

3. Монохроматоры УМ-2.

4. Водородная газоразрядная трубка.

5. Полупроводниковый терморезистор.

6. Мультиметр ВР-11А.

7. Дозиметр - радиометр РКС.107.

8. Набор солей.

9. Лазер ЛГ-56.

10. Щель с переменной шириной.

11. Фотоэлемент СЦВ-4.

12. Высокочувствительный микроамперметр Ф-195.

13. Источники питания.

14. Детектор.

15. Счетное устройство.

16. Мерительный инструмент.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

## Приложение 1

### 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Общий физический практикум» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

При изучении курса применяются следующие оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

- письменные отчеты по лабораторным работам и их защита;
- результаты решения контрольных работ, ИДЗ и коллоквиумов.

#### Подготовка к лабораторным работам

Данный вид самостоятельной работы предполагает самостоятельную проработку обучающимся методического описания лабораторных работ и подготовку конспектов описаний данных работ перед проведением эксперимента.

После проведения эксперимента обучающийся на основании методического описания лабораторной работы самостоятельно проводит обработку экспериментальных данных и готовит отчет по работе.

*Примерные требования к отчету по лабораторным работам:*

В отчет по лабораторной работе должны быть включены следующие пункты:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- описание экспериментальной установки и порядок выполнения работы;
- экспериментальные результаты;
- анализ результатов работы;
- выводы.

*Требования к содержанию отдельных частей отчета в лабораторной работе*

*Описание экспериментальной установки и порядок выполнения работы.* В данном разделе приводится схема экспериментальной установки с описанием ее работы и подробно излагается порядок проведения эксперимента, процесс получения данных и способ их обработки. Для лабораторных работ, связанных с компьютерным моделированием физических явлений и процессов, необходимо в этом разделе описать математическую модель и компьютерные программы, моделирующие данные явления.

*Экспериментальные результаты.* В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в ходе проведения лабораторных работ: экспериментально или в результате компьютерного моделирования определенные значения величин, графики, таблицы, диаграммы. Обязательно необходимо оценить погрешности измерений.

*Анализ результатов работы.* Раздел отчета должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических законов. Следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретическим моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов и теоретических расчетов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих несоответствий.

*Вывод.* В выводе кратко излагаются результаты работы: полученные экспериментально или теоретически значения физических величин, их зависимости от условий эксперимента или выбранной расчетной модели, указывается их соответствие или несоответствие физическим законам и теоретическим моделям, возможные причины несоответствия.

## Примерный перечень вопросов к коллоквиумам

### *Кинематика и динамика поступательного и вращательного движения*

1. Система отсчета. Материальная точка. Траектория.
2. Радиус-вектор, перемещение и пройденный путь.
3. Понятие скорости и ускорения материальной точки.
4. Средние и мгновенные скорости и ускорения.
5. Движение по окружности. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение.
6. Связь угловых и линейных величин.
7. Криволинейное движение. Тангенциальное и нормальное ускорение. Полное ускорение.
8. Понятие силы, массы и импульса.
9. Принцип суперпозиции действующих на тело сил.
10. Основные законы динамики поступательного движения.
11. Момент импульса и момент силы относительно точки.
12. Момент инерции твердого тела. Теорема Штейнера.
13. Основное уравнение динамики вращательного движения.
14. Аналогия характеристик и уравнений поступательного и вращательного движения.
15. Консервативные и диссипативные силы. Работа консервативных и диссипативных сил.
16. Связь между силой и потенциальной энергией.

### *Законы сохранения. Механические колебания и волны*

1. Замкнутая система. Закон сохранения импульса системы тел.
2. Закон сохранения момента импульса системы тел.
3. Работа и мощность. Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения.
4. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.
5. Уравнение гармонических колебаний и его решение.
6. Характеристики колебаний (амплитуда, частота, начальная фаза).
7. Математический и физический маятники.
8. Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения
9. Сложение перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
10. Уравнение затухающих колебаний и его решение.
11. Характеристики затухающих колебаний (время релаксации, логарифмический декремент, добротность).
12. Энергия гармонических колебаний.
13. Вынужденные колебания. Резонанс.
14. Поперечные и продольные волны. Характеристики бегущей упругой волны.
15. Скорость распространения упругих волн
16. Классификация волн по форме волновой поверхности.
17. Волновое уравнение и его решение.
18. Наложение упругих волн. Стоячая волна и ее особенности.

### *Идеальный газ. Первое начало термодинамики*

1. Модель идеального газа.
2. Параметры состояния.
3. Давление и температура с точки зрения МКТ.
4. Основное уравнение МКТ
5. Уравнение состояния идеального газа.
6. Закон Бойля-Мариотта.
7. Закон Гей-Люссака.
8. Закон Шарля.
9. Закон Авогадро.
10. Закон Дальтона.

11. Число степеней свободы молекулы.
12. Внутренняя энергия.
13. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.
14. Работа газа.
15. Первое начало термодинамики.
16. Теплоемкость (удельная, молярная).
17. Первое начало термодинамики в применении к изотермическому процессу.
18. Первое начало термодинамики в применении к изобарному процессу.
19. Первое начало термодинамики в применении к изохорному процессу.
20. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.
21. Политропный процесс.

### ***Статистическая физика. Второе начало термодинамики. Энтропия***

1. Понятие вероятности и средней величины.
2. Функция распределения случайной величины, ее смысл, условие нормировки.
3. Распределение молекул по проекциям скоростей.
4. Распределение молекул по модулю скорости.
5. Наиболее вероятная скорость и ее смысл.
6. Средняя скорость и ее смысл.
7. Среднеквадратичная скорость и ее смысл.
8. Распределение Больцмана.
9. Барометрическая формула.
10. Статистический вес макросостояния.
11. Обратимые и необратимые процессы.
12. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Кельвина.
13. Энтропия системы и ее свойства. Теорема Нернста.
14. Изменение энтропии в тепловых процессах.
15. Циклический процесс. Коэффициент полезного действия тепловой машины.
16. Цикл Карно. Теорема Карно.
17. Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана.

### ***Электростатика. Постоянный ток***

1. Электрический заряд.
2. Электростатическое поле.
3. Закон Кулона.
4. Напряженность электростатического поля.
5. Принцип суперпозиции для напряженности электростатических полей.
6. Теорема Гаусса для электростатического поля.
7. Потенциал электростатического поля.
8. Принцип суперпозиции для потенциала.
9. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле.
10. Связь между напряженностью и потенциалом.
11. Электроемкость уединенного проводника.
12. Конденсатор.
13. Электроемкость плоского, сферического и цилиндрического конденсатора.
14. Соединение конденсаторов.
15. Энергия заряженного конденсатора.
16. Электрический ток. Сила тока.
17. Закон Ома в интегральной форме.
18. Электрическое напряжение.
19. Сопротивление проводника.
20. Соединение сопротивлений.
21. Плотность тока. Закон Ома в дифференциальной форме.

22. Сторонние силы. ЭДС.
23. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
24. Правила Кирхгофа для расчета разветвленных цепей.
25. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.

### ***Магнитное поле. Переменный ток***

1. Источники магнитного поля.
2. Индукция магнитного поля. Единицы измерения.
3. Напряженность магнитного поля. Единицы измерения.
4. Силовые линии магнитного поля (линии магнитной индукции).
5. Закон-Био-Савара.
6. Принцип суперпозиции магнитного поля.
7. Поток вектора индукции магнитного поля.
8. Теорема Гаусса для магнитного поля.
9. Циркуляция вектора индукции магнитного поля.
10. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля.
11. Сила Лоренца. Правило определения ее направления.
12. Сила Ампера. Правило определения ее направления.
13. Магнитное поле в веществе. Намагниченность.
14. Магнитная проницаемость вещества.
15. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца.
16. Явление самоиндукции.
17. Индуктивность.
18. Магнитная энергия контура с током. Энергия магнитного поля.
19. Переменный ток.
20. Реактивное сопротивление (индуктивное и емкостное).
21. Импеданс (полное сопротивление).
22. Действующие значения тока и напряжения.
23. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока.
24. Ток смещения. Плотность тока смещения.
25. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
26. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
27. Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла для электромагнитных волн.
28. Скорость распространения электромагнитных волн.
29. Энергия электромагнитной волны.
30. Вектор Пойнтинга.
31. Импульс электромагнитной волны.
32. Давление электромагнитной волны.

### ***Волновая оптика***

1. Кривая относительной спектральной чувствительности (кривая видности). Диапазон оптического электромагнитного излучения (в нанометрах и в Гц).
2. Абсолютный показатель преломления. Оптическая плотность среды.
3. Что называется интенсивностью волны?
4. Законы геометрической оптики. Принцип Ферма.
5. Что называется когерентностью? Длина и ширина когерентности.
6. Что такое интерференция волн? Основной принцип интерференционных схем.
7. Условия наблюдения максимумов и минимумов при интерференции от двух точечных источников.
8. Методы наблюдения интерференции: метод Юнга, бипризма Френеля, бизеркала Френеля, билинза Бийе, зеркало Ллойда.
9. Условия наблюдения максимумов и минимумов при интерференции в тонких пленках. Полосы равного наклона и полосы равной толщины. Кольца Ньютона.



10. Что называется дифракцией волн? Принцип Гюйгенса.
11. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.
12. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске.
13. Дифракция Фраунгофера на щели и дифракционной решетке.
14. Дифракционная решетка и ее спектральные характеристики (дисперсия и разрешающая способность).
15. Световой вектор. Чем отличается естественный свет от поляризованного?
16. Что такое поляризация света? Виды поляризации света.
17. Что такое поляризатор, его оптическая ось, плоскость пропускания поляризатора? Какова интенсивность света вышедшего из поляризатора по сравнению с интенсивностью падающего на него естественного света?
18. Частично поляризованный свет. Степень поляризации света.
19. Что такое анализатор? Закон Малюса.
20. Поляризация света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков. Закон Брюстера.
21. Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Положительный и отрицательный кристаллы.
22. Поляризационные призмы. Призма Николя.
23. Вращение плоскости поляризации. Угол поворота плоскости поляризации чистыми оптически активными средами и растворами оптически активных веществ.

### ***Квантовая оптика***

1. Тепловое излучение и его основные характеристики (энергетическая светимость, спектральная плотность энергетической светимости, поглощательная способность).
2. Что называется абсолютно черным телом (АЧТ), серым телом, абсолютно белым телом? Модель АЧТ.
3. Закон Кирхгофа для теплового излучения.
4. Закон Стефана-Больцмана. Границы его применимости.
5. Закон смещения Вина.
6. Формула Релея-Джинса и понятие об ультрафиолетовой катастрофе.
7. Гипотеза и формула Планка. Связь формулы Планка с законами теплового излучения.
8. Что такое фотоэффект (внешний, внутренний, вентильный)?
9. Вольтамперная характеристика фотоэлемента.
10. Законы внешнего фотоэффекта (законы Столетова).
11. Гипотеза Эйнштейна и его уравнение для внешнего фотоэффекта. Как с помощью этого уравнения объясняются законы фотоэффекта?
12. Что такое многофотонный фотоэффект? Как записывается уравнение Эйнштейна для этого фотоэффекта?
13. Энергия, масса, импульс фотона. Давление света с точки зрения квантовой оптики.
14. Эффект Комптона и его теория.
15. Корпускулярно-волновая двойственность света (явления, приводящие к такому представлению, и формулы, связывающие корпускулярные и волновые характеристики света)

### ***Теория Бора. Элементы квантовой механики***

1. Спектральные серии атома водорода. Обобщенная формула Бальмера.
2. Модели атомов Томсона и Резерфорда. Эксперимент Резерфорда по рассеянию альфа частиц тонкой фольгой.
3. Модель атома Бора. Постулаты Бора.
4. Спектр водородоподобных атомов согласно теории Бора.
5. Опыт Франка и Герца.
6. Недостатки теории Бора.
7. Гипотеза де Бройля и ее экспериментальные подтверждения.

8. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
9. Волновая функция и ее смысл. Свойства волновой функции.
10. Временное и стационарное уравнение Шрёдингера.
11. Применение уравнения Шрёдингера к одномерному движению свободной частицы.
12. Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками.
13. Потенциальный барьер. Туннельный эффект. Надбарьерное отражение.
14. Уравнение Шрёдингера для атома водорода и его решение.
15. Спин электрона. Опыт Штерна и Герлаха.
16. Квантовые числа. Принцип Паули. Распределение электронов по оболочкам
17. Правила отбора. Схема переходов электрона в атоме с учетом правил отбора.

### ***Ядерная физика***

1. Какие частицы входят в состав ядра атома? Перечислите характеристики этих частиц. Как можно вычислить размер ядра?
2. Как символически записывается ядро атома какого-либо химического элемента? Что называется массовым и зарядовым числами? Какие ядра называются изотопами, изобарами, изотонами?
3. Какие силы удерживают нуклоны в ядре? Перечислите их свойства. Опишите квантовый механизм взаимодействия нуклонов в ядре.
4. Капельная и оболочечная модели ядра. Перечислите их особенности. Объясните понятия «магические числа» и «магические ядра».
5. Что такое дефект массы, энергия связи и удельная энергия связи? Какая величина характеризует устойчивость ядер? Зависимость удельной энергии связи от массового числа.
6. Что называется радиоактивностью? Естественная и искусственная радиоактивность? Закон радиоактивного распада. Активность радиоактивного вещества.
7. Альфа-распад. Каким эффектом объясняется вылет альфа-частицы из ядра? Правила смещения. Законы сохранения при распаде. Что такое пробег альфа-частицы?
8. Бета-распад, его виды. Какие процессы происходят в ядре при бета-распаде? Правила смещения. Законы сохранения при распаде.
9. Гамма-излучение, его свойства. Каков механизм испускания гамма-квантов ядром (на основании какой модели ядра)? Каким является гамма-спектр радиоактивного элемента – сплошным или линейчатым – и почему?
10. Закон поглощения гамма-излучения веществом. Опишите процессы взаимодействия гамма-излучения с веществом: фотоэффект, комптоновское рассеяние, образование электронно-позитронных пар, ядерный фотоэффект.
11. Что такое ядерная реакция? Уравнение ядерной реакции. Энергетический выход ядерной реакции. Законы сохранения при ядерных реакциях.
12. Что такое цепная реакция деления? Приведите пример. Принципы работы ядерного реактора и атомной бомбы.
13. Термоядерная реакция. Основные пути синтеза ядер водорода в ядра гелия. Принцип работы термоядерного реактора и водородной бомбы.

### **Перечень вопросов, рекомендуемых для подготовки, выполнения и защиты результатов лабораторных работ**

#### **МЕХАНИКА**

##### **Лабораторная работа N1. Определение ускорения свободного падения**

1. Ускорение, нормальная и тангенциальная составляющие ускорения.
2. Сила как функция состояния системы. Второй закон Ньютона. Закон парности взаимодействия.
3. Виды взаимодействий и силы. Фундаментальные взаимодействия.

4. Гравитационные взаимодействия. Закон всемирного тяготения. Сила тяготения и сила тяжести.
5. Гравитационная и инертная массы. Принцип эквивалентности.
6. Гравитационное поле. Напряженность и потенциал поля. Принцип суперпозиции. Теорема Остроградского-Гаусса. Работа сил поля тяготения.
7. Свободное падение. Ускорение свободного падения. Закон свободного падения тела.
8. Зависимость силы тяжести и ускорения свободного падения от широты местности и высоты.
9. Вывод расчётных формул для определения ускорения свободного падения тела.
10. Методы определения ускорения свободного падения.

#### **Лабораторная работа №2, 3, 10. Изучение колебательных движений**

1. Колебательные движения. Гармонические и негармонические колебания. Классический гармонический одномерный линейный осциллятор. Физические величины, характеризующие гармонические колебания (амплитуда, период, частота, начальная фаза колебаний, фаза). Закон динамики гармонических колебаний в дифференциальной и интегральной формах.
2. Кинетическая и потенциальная энергии колебательной системы. Полная энергия системы.
3. Закон динамики вращательного движения (вывод). Момент силы. Момент инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
4. Математический маятник. Закон динамики колебательного движения математического маятника. Квазиупругие силы. Период колебаний математического маятника. Экспериментальная проверка: от чего зависит и от чего не зависит период колебаний математического маятника?
5. Физический маятник. Закон динамики колебательного движения физического маятника. Период колебаний физического маятника. Приведенная длина физического маятника и её экспериментальное определение.
6. Пружинный маятник. Дифференциальное уравнение колебаний пружинного маятника. Потенциальная и кинетическая энергии пружинного маятника. Период колебаний пружинного маятника.
7. Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний. Коэффициент затухания, декремент затухания, логарифмический декремент затухания и их экспериментальное определение, добротность колебательной системы. Экспериментальное определение названных выше характеристик затухающих колебаний.

#### **Лабораторная работа №4, 5а. Определение модуля Юнга и модуля сдвига**

1. Элементы теории упругости. Механическое напряжение. Усилие. Абсолютная и относительная деформации. Упругие силы. Закон Гука. Связь между деформацией и напряжением (диаграмма).
2. Основные виды деформаций. Энергия деформации. Упругий гистерезис. Вектор Умова.
3. Крутильный маятник.
4. Модуль Юнга и модуль сдвига. Физический смысл модуля Юнга.
5. Вывод расчётных формул для определения модуля Юнга, постоянной кручения и модуля сдвига.
6. Экспериментальное определение:
  - а) модуля Юнга при растяжении с помощью катетометра;
  - в) постоянной кручения и модуля сдвига материала динамическим методом.

#### **Лабораторная работа №6. Изучение законов вращательного движения**

1. Кинематика движения АТТ. Уравнения движения АТТ. Движение центра масс.
2. Основное уравнение динамики вращательного движения (вывод). Мгновенные оси вращения.
3. Кинетическая энергия твердого тела.
4. Момент инерции частицы и твердого тела. Аддитивность момента инерции.

5. Теорема Гюйгенса-Штейнера (доказательство).
6. Определение моментов инерции однородных симметричных тел (стержня, цилиндра, шара).
7. Закон сохранения момента импульса в классической механике. Момент импульса частицы и изолированной системы нерелятивистских частиц.
8. Момент силы. Собственный момент силы.
9. Вывод расчётных формул для определения момента инерции и угловой скорости.
10. Трифилярный подвес.
11. Экспериментальная проверка закона динамики вращательного движения. Как можно изменить момент силы и момент инерции в экспериментальной установке?
12. Вывод расчётных формул момента инерции махового колеса и силы трения. Методика определения момента инерции махового колеса и силы трения.

#### **Лабораторная работа №8,8. Изучение процессов столкновения**

1. Импульс. Закон сохранения импульса в классической механике.
2. Закон сохранения энергии в классической механике. Уравнения Гамильтона.
3. Столкновение частиц.
  - 1) упругие и неупругие столкновения;
  - 2) столкновения слипающихся частиц;
  - 3) неупругие столкновения без слипания;
  - 4) распады нестабильных частиц, порог реакции.
4. Методика эксперимента по изучению удара.
5. Баллистический маятник.
6. Применение законов сохранения импульса и энергии для расчета скорости пули баллистического маятника при столкновениях.

#### **Лабораторная работа №14,15. Определение скорости звука в воздухе методом сложения взаимно перпендикулярных колебаний. Определение скорости звука в газах**

1. Распространение колебаний в однородной упругой среде.
2. Уравнение плоской бегущей волны.
3. Одномерные звуковые волны. Скорость звука в газах, жидкостях и твердых телах.
4. Стоячие волны. Энергия стоячей волны.
5. Физические характеристики звука: сила звука, акустическое сопротивление среды. Физиологическая акустика.
6. Акустический резонанс.
7. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.
8. Фигуры Лиссажу, экспериментальное их получение.
9. Экспериментальное определение скорости звука.

### **МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

#### **Лабораторная работа № 1. Определение $C_p$ / $C_v$**

1. Что называют внутренней энергией? Количеством теплоты?
2. Определение и математическое выражение теплоемкости тела, удельной теплоемкости вещества, молярной теплоемкости вещества.
3. Почему для газов различают теплоемкость при постоянном объеме ( $C_v$ ) и теплоемкость при постоянном давлении ( $C_p$ ) ?
4. Дать определение молярных теплоемкостей при постоянном объеме и постоянном давлении, объяснить соотношение между ними (уравнение Майера).
5. Дать понятие о степени свободы; выразить  $C_p$  и  $C_v$  через число степеней свободы.
6. Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона, график адиабатного процесса.
7. Определение  $C_p$  /  $C_v$  методом адиабатного расширения (ход работы).
8. Что называется волной? Как образуется стоячая волна, ее особенности.
9. Что называется длиной волны?
10. Что такое резонанс? Условие наступления резонанса в трубе с воздухом.
11. Что называется скоростью звука? Плотностью (газа), давлением? Соотношение между

ними.

12. Вывод расчетной формулы для  $\gamma$ . Методика эксперимента по определению  $\gamma$ .

### **Лабораторная работа № 2. Проверка газовых законов**

1. Микро- и макропараметры, характеризующие состояние газа. Их физический смысл.
2. Изопроцессы. Законы и уравнения их определяющие (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля). Графики изопроцессов в координатах  $p$  и  $V$ ,  $p$  и  $t^0$ ,  $V$  и  $t^0$ . Закон Авогадро.
3. Вывод уравнения Клапейрона-Менделеева из основного уравнения МКТ газов.
4. Термический коэффициент давления, коэффициент объемного расширения газов.
5. Объяснение газовых законов с точки зрения МКТ газов. Вывод законов изопроцессов из уравнения Клапейрона-Менделеева.
6. Физический смысл универсальной газовой постоянной.
7. Закон Дальтона.
8. Ход работы, объяснение всех этапов, результаты, выводы, погрешности.

### **Лабораторная работа № 3 (а, б). Изменение агрегатных состояний**

1. Что называется фазовым переходом первого рода? Виды фазовых переходов первого рода. Объяснить механизм фазовых переходов с точки зрения МКТ строения вещества.
2. Что такое теплота фазового перехода?
3. Что называется удельной теплотой плавления? На что расходуется эта теплота? Единицы измерения. Что происходит с ней при отвердевании вещества?
4. Что называется удельной молярной теплотой парообразования? На что расходуется эта теплота? Единицы измерения. Что происходит с ней при конденсации вещества?
5. В чем заключается процесс сублимации (возгонки)? Что такое удельная теплота сублимации?
6. Чем отличаются графики плавления и отвердевания кристаллических и аморфных тел? Почему?
7. Зависимость температуры фазового перехода от давления. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
8. Диаграмма состояний. Тройная точка.
9. Составление уравнения теплового баланса для определения удельной теплоты плавления (парообразования) калориметрическим способом.

### **Лабораторная работа № 4. Определение коэффициента теплового расширения твердых тел**

1. Объяснение коэффициента теплового расширения с точки зрения МКТ.
2. Зависимость объемных и линейных размеров твердых тел и жидкости от температуры.
3. Физический смысл коэффициента объемного и линейного расширения. Связь между ними. Единицы измерения.
4. Что такое плотность? Единицы измерения. Зависимость плотности вещества от температуры.
5. Методика определения коэффициента линейного расширения.
6. Вывод формулы для определения коэффициента объемного расширения жидкости.

### **Лабораторная работа №5. Определение удельной теплоемкости**

1. Понятие теплоемкости тел. Удельная теплоемкость. Единицы измерения.
2. Что такое моль вещества. Закон Авогадро.
3. Число степеней свободы молекулы твердого тела. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия 1 моля твердого тела.
4. Молярная теплоемкость.
5. Классическая теория теплоемкости твердого тела. Закон Дюлонга и Пти, границы его применения.
6. Вывод формул для определения удельной теплоемкости жидкости и твердого тела (уравнение теплового баланса).
7. Устройство, принцип действия и назначение калориметра.

### **Лабораторная работа № 6. Определение коэффициента теплопроводности**

1. Объяснение теплопроводности жидкостей и газов с точки зрения МКТ.
2. Формула Фурье. Физический смысл коэффициента теплопроводности. Единицы измерения. Что такое градиент температуры?
3. Зависимость коэффициента теплопроводности газов от температуры и давления.
4. Особенности механизма теплопроводности твердых тел. Фононы.
5. Вывод формулы для определения коэффициента теплопроводности и объяснение методики эксперимента. Как определяют на практике количество переданной теплоты и градиент температуры?

### **Лабораторная работа № 7 (а, б) Определение коэффициента поверхностного натяжения.**

1. Строение жидкостей с точки зрения МКТ.
2. Поверхностный слой, силы поверхностного натяжения, энергия поверхностного слоя. Коэффициент поверхностного натяжения (два определения).
3. Давление под искривленной поверхностью. Формула Лапласа.
4. Смачиваемость, капиллярные явления.
5. Методы определения коэффициента поверхностного натяжения, ход работы.

### **Лабораторная работа № 9. Определение влажности воздуха**

1. Объяснение процессов испарения и конденсации с точки зрения МКТ. Испарение и кипение.
2. Насыщенный и ненасыщенный пар. От чего зависит давление насыщенных и ненасыщенных паров?
3. Абсолютная и относительная влажность. Единицы измерения.
4. Точка росы. Определение абсолютной и относительной влажности при помощи гигрометра Ламбрехта. Устройство и принцип действия волосяного гигрометра и психрометра Августа.
5. Определение абсолютной и относительной влажности при помощи этих приборов.
6. Значение влажности и способы ее определения.

### **Лабораторная работа № 10. Определение постоянной Больцмана**

1. Основные положения МКТ.
2. Диффузия. Броуновское движение. Флуктуации.
3. Микро- и макропараметры состояния газа.
4. Постоянная Больцмана, единицы измерения, физический смысл.
5. Молярная масса, определение молярной массы.
6. Число Авогадро, способы определения числа молекул в произвольной массе вещества.
7. Ход работы, вывод рабочих формул для определения постоянной Больцмана и размеров молекул.

### **Лабораторная работа № 12. Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха**

1. Что такое длина, время свободного пробега, средняя, квадратичная, наиболее вероятная скорости молекул, эффективный диаметр молекулы?
2. Внутреннее трение в жидкостях и газах. Вывод формулы для длины свободного пробега.
3. Закон Ньютона для силы вязкого трения. От чего зависит коэффициент внутреннего трения?
4. Методика определения длины свободного пробега и эффективного диаметра молекулы воздуха. Состав воздуха. Вывод формулы для эффективного диаметра молекулы.

### **Лабораторная работа № 13. Определение изменения энтропии при нагревании и плавлении олова**

1. Понятие о фазовых переходах I рода. Графики процессов  $T = f(t)$ .
2. Удельные (молярные) теплоты плавления и кристаллизации.
3. Диаграмма состояния системы. Тройная точка.

4. Понятие энтропии. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Неравенство Клаузиуса.
5. Статистический смысл энтропии и ее свойства, связь энтропии и вероятности. Формула Больцмана.
6. Методика определения энтропии, изменения энтропии и расчет погрешности.

## **ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ**

### **Лабораторная работа № 1. Исследование электростатического поля.**

1. Что такое электростатическое поле?
2. Что называется напряженностью электрического поля? (формула, определение, построение вектора напряженности, единицы измерения напряженности)
3. Принцип суперпозиции.
4. Что называется линией напряженности? Могут ли они пересекаться?
5. Что называется потоком напряженности? Как с помощью силовых линий изображать электростатическое поле системы зарядов?
6. Что называется потенциалом электрического поля? Разность потенциалов. Как связан потенциал с работой по перемещению эл. заряда в электрическом поле. Единицы измерения потенциала.
7. Что называется эквипотенциальной поверхностью? Как идут силовые линии по отношению к эквипотенциальным поверхностям? Какова связь между напряженностью и потенциалом?
8. Как и для чего включается реохорд?
9. Почему для построения эквипотенциальных поверхностей, линий используют в цепи гальванометр?

### **Лабораторная работа № 2. Определение диэлектрической проницаемости среды.**

1. Что такое диэлектрическая проницаемость (относительная) Среда? Какие свойства диэлектрика она характеризует?
2. Что называется колебательным контуром?
3. От чего зависит индуктивность катушки? Как изменить частоту колебаний в контуре?
4. От чего зависит емкость плоского конденсатора?
5. Что такое резонанс напряжений?
6. Какого типа конденсатор используется в работе?
7. Какова роль звукового генератора, используемого в работе?
8. В чем заключается метод определения  $\epsilon$  в данной работе?

### **Лабораторная работа №3. Определение емкости конденсаторов.**

1. Что называется емкостью проводника? От чего она зависит? Единицы измерения.
2. Что такое конденсатор? Виды конденсаторов. Емкость конденсаторов.
3. Соединения конденсаторов.
4. Законы Кирхгофа.
5. Применение законов Кирхгофа к объяснению схемы моста.
6. Емкостное сопротивление.
7. Чем отличается схема моста Уинстона от схемы, используемой в данной работе? Почему?
8. Что такое магазин емкостей?
9. Методы определения емкости конденсатора.

### **Лабораторная работа № 4. Измерение сопротивлений.**

1. Что такое сопротивление проводника? Чем оно обусловлено? Что такое удельное сопротивление? Единицы измерения.
2. Соединение сопротивлений.
3. Закон Ома для участка цепи.
4. Законы Кирхгофа и их применение.
5. Мост Уинстона. Почему гальванометр может показывать "0"?
6. Методы определения сопротивления проводника.

7. Что такое авометр? Как с ним работать? Омметр.
8. Как при измерении получить наиболее общий результат?

#### **Лабораторная работа № 5. Изучение зависимости сопротивлений от температуры.**

1. Что такое сопротивление и проводимость?
2. Как и почему зависит сопротивление металлов от температуры? Температурный коэффициент.
3. Электролитическая диссоциация. Ток в электролитах. От чего зависит проводимость электролита?
4. Как и почему зависит сопротивление электролита от температуры?
5. Зонная теория проводимости полупроводников.
6. Как и почему меняется сопротивление полупроводников при нагревании?

#### **Лабораторная работа № 6. Расчет шунта и добавочного сопротивления.**

1. Последовательное и параллельное соединение проводников. Методы расчета сложных схем (метод звезды и треугольника).
2. Что такое гальванометр? Почему гальванометр можно использовать и в качестве амперметра и в качестве вольтметра? Как это можно сделать?
3. Что называется постоянной гальванометра? Что называется чувствительностью гальванометра?
4. Расчет шунта и добавочного сопротивления, в чем состоит их роль?
5. Что значит проградуировать измерительный прибор (амперметр, вольтметр)?
6. Что означают записи на шкале приборов?
7. Каков принцип действия магнито-электрических систем?
8. Включение реостата в качестве потенциометра.
9. Что такое магазины сопротивлений?

#### **Лабораторная работа № 7. Определение ЭДС различными методами.**

1. Какие силы называются сторонними?
2. Что называется ЭДС?
3. Закон Ома для замкнутой цепи.
4. Что называется циркуляцией вектора напряженности электрического поля.
5. Законы Кирхгофа.
6. В чем заключается метод компенсации.
7. Методы измерения ЭДС.

#### **Лабораторная работа № 8. Определение термоЭДС.**

1. Почему в месте контакта двух проводников образуется разность потенциалов? От чего зависит ее величина?
2. Можно ли получить ЭДС в замкнутой цепи из разных металлов за счет контактных разностей потенциалов?
3. Что такое термоЭДС?
4. Что такое коэффициент термоЭДС или дифференциальная ЭДС? Может ли в цепи быть большой ток за счет ТЭДС.
5. Закон Вольта.
6. Зависит ли коэффициент ТЭДС от температуры?
7. Что значит проградуировать термопару?
8. Является ли зависимость от температуры линейной?
9. Что такое магазин сопротивления и для чего он используется в работе?

#### **Лабораторная работа № 9. Снятие характеристик трехэлектродной лампы.**

1. Что называется термоэлектронной эмиссией? Как она используется в работе электронных ламп?
2. Роль электродов (анода, катода, сетки) в триоде.
3. Что называется статической анодной характеристикой лампы?
4. Что называется током насыщения?
5. Что называется статической сеточной характеристикой лампы? Что такое потенциал



запираания лампы?

6. Объяснить причину и ход изменения сеточного тока с увеличением на сетке положительного потенциала.
7. Объяснить причину односторонней проводимости эл. лампы.
8. Включение реостата в качестве потенциометра.
9. Включение 3-х полюсного переключателя для изменения направления тока в цепи.
10. Почему при снятии сеточной характеристики изменение потенциала на сетке ведет к изменению анодного напряжения?
11. Как изменяется потенциал запираания лампы с изменением анодного напряжения?
12. Можно ли увеличить ток насыщения?

**Лабораторная работа № 10. Снятие характеристики полупроводникового диода и измерение коэффициента усиления транзистора.**

1. Какие тела называются полупроводниковыми?
2. Чем отличается полупроводник п-типа от проводника?
3. Какая проводимость называется проводимостью р-типа?
4. Что происходит на границе контакта проводника н-типа с полупроводником р-типа?
5. Что такое собственная и примесная проводимость?
6. Что такое запирающий слой?
7. Почему контакт 2-х полупроводников с разного типа проводимостью обладает односторонней проводимостью?
8. Что такое прямое и обратное напряжение? Прямой и обратный ток?
9. Что называется вольтамперной характеристикой диода?
10. Для чего служит полупроводниковый диод?
11. Как определяется коэффициент усиления триода?
12. Включение реостата как потенциометра.
13. Включение 3-х полюсного переключателя для изменения направления тока в цепи.

**Лабораторная работа № 11. Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли.**

1. Что называется силовой линией магнитного поля?
2. Как идут силовые линии магнитного поля Земли? Где у Земли северный магнитный полюс? Определите элементы земного магнетизма.
3. Направление какого вектора совпадает с направлением магнитной стрелки, насаженной на вертикальную ось? На горизонтальную ось? Нужно ли горизонтальную ось ориентировать как-то в пространстве или это не обязательно?
4. Сформулировать закон Био-Савара-Лапласа.
5. Как направлено магнитное поле кругового тока? Чему равна его  $H$ .
6. Справедлив ли принцип суперпозиции для магнитных полей?
7. В чем заключается метод определения  $H_T$  и  $H_O$  земного магнитного поля?
8. Для чего виток ориентируется в плоскости магнитного меридиана?

**Лабораторная работа № 13. Определение коэффициента самоиндукции катушки.**

1. Что называется индуктивностью проводника? Единицы измерения.
2. Почему катушка оказывает разное сопротивление постоянному току и переменному?
3. От чего зависит индуктивное сопротивление катушки?
4. Как связаны индуктивное и активное сопротивление проводника? Можно ли их просто складывать?
5. Что означает, что ток по фазе не совпадает с напряжением?
6. Когда в цепи переменного тока ток и напряжение совпадают по фазе?
7. Что такое емкостное сопротивление? Чем оно обусловлено? Как влияет на ток в цепи?
8. Как увеличить индуктивность катушки?
9. Как регулируется напряжение в цепи?

## ОПТИКА

### Лабораторная работа № 3

1. Линзы. Оптическая ось. Фокус. Главная оптическая ось. Фокусное расстояние. Формула линзы, оптическая сила линзы.
2. Построение изображений в линзах и зеркалах.
3. Методы определения фокусного расстояния собирающей линзы.
4. Построение чертежа к методу Бесселя.
5. Методика определения фокусного расстояния рассеивающей линзы.
6. Аберрация линз: хроматическая, сферическая, кома, астигматизм.

### Лабораторная работа № 4,4а

1. Законы отражения и преломления света. Физический смысл абсолютного и относительного показателя преломления среды.
2. Явление полного внутреннего отражения.
3. Ход лучей через плоско параллельную пластинку и призму.
4. Ход лучей в микроскопе.
5. Методика определение показателя преломления при помощи микроскопа. (Качественное объяснение чертежа).
6. Зависимость показателя преломления среды от температуры. Принцип работы рефрактометра (построение хода лучей в рефрактометре).

### Лабораторная работа №5.

1. В чем состоит явление интерференции? Условие получения устойчивой интерференционной картины. Когерентность источников.
2. Условия наблюдения  $\max$  и  $\min$  при интерференции двух лучей  $\Delta L, \Delta \Phi$ .
3. Способы наблюдения интерференции: опыт Юнга, бипризма и бизеркала Френеля, Метод Ллойда (с построением хода лучей и мнимых источников).
4. Методика определения длины световой волны при помощи бипризмы.

### Лабораторная работа № 6.

1. В чем состоят явление и условие интерференции световых волн?
2. Условия  $\max$  и  $\min$  при интерференции двух лучей.
3. Понятие об интерференции в тонких пленках: полосы равного наклона и равной толщины (рисунок и его объяснение).
4. Кольца Ньютона. Вывод формулы для  $R$  и  $\lambda$ .
5. Методика определения радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона.

### Лабораторная работа № 7.

1. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
2. Дифракция от щели. Условия  $\max$  и  $\min$  света от щели (рисунок).
3. Дифракционная решетка. Условия  $\max$  и  $\min$  света от решетки (рисунок).
4. Определение  $\lambda$  при помощи дифракционной решетки.

### Лабораторная работа № 8.

1. Естественный и поляризованный свет. Способы получения поляризованного света.
2. Вращение плоскости поляризации оптически активными веществами. Угол поворота плоскости поляризации. Постоянная вращения.
3. Принцип устройства и действия сахариметра.
4. Закон Брюстера и его физическое объяснение.
5. Поляризатор и анализатор. Закон Малюса.
6. Искусственная анизотропия и ее использование в технике.

### Лабораторная работа № 10.

1. Тепловое излучение тел. Единицы измерения. Излучательная и поглощательная способности тел.
2. Спектральная и интегральная, излучательная и поглощательная способности ( $E_T, A_T, R_T$ ).
3. Закон Кирхгофа.
4. Понятие абсолютно черного тела.

5. Законы теплового излучения абсолютно черного тела: Стефана-Больцмана и Вина. Изменение цвета тел при нагревании.
6. Графики распределения энергии излучения по длинам волн при разных температурах. Формула Планка (функции распределения энергии равномерного излучения черного тела). Оптический пирометр: устройство и метод измерения температуры пирометром.

#### **Лабораторная работа № 11.**

1. Внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта (закон Столетова). Основы квантовой теории света.
2. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Длинноволновая граница для фотоэффекта.
3. Вакуумный фотоэлемент. Устройство и включение в цепь.
4. Вольтамперная характеристика фотоэлемента.
5. Объяснение результатов эксперимента на основе законов фотоэффекта.

#### **Лабораторная работа №12.**

1. Энергия световых волн. Поток энергии. Плотность потока энергии. Вектор Умова.
2. Световой поток. Кривая видности. Единицы измерения, соотношение между ваттом и люменом.
3. Освещенность. Единицы измерения. Яркость и светимость, связь между ними. Единицы измерения.
4. Законы освещенности. Методика проверки законов освещенности.
5. Понятие о внутреннем и вентильном фотоэффекте. Принцип действия люксметра.

#### **Лабораторная работа № 14.**

1. Дисперсия света, дисперсионный спектр. Ход лучей в призме (рисунок).
2. Спектроскоп. Ход лучей в спектроскопе.
3. Спектры испускания и спектры поглощения. Линейчатые и, сплошные и полосатые спектры. Условия их наблюдения.
4. Спектральный анализ. Для чего снимают градуировочную кривую спектроскопа.
5. Излучение и поглощение света атомом. Объяснение происхождения линейчатых спектров и структуры спектра излучения атома водорода по Бору (Физика-10).

#### **Лабораторная работа №15.**

1. Явление фотоэффекта. Внешний, внутренний и вентильный фотоэффекты.
2. Законы Столетова для внешнего фотоэффекта.
3. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Длинноволновая граница фотоэффекта.
4. Принцип действия вентильного фотоэффекта.
5. Спектральная характеристика фотоэлемента.
6. Принцип действия монохроматора.
7. Как снимают спектральную характеристику фотоэлемента в работе? Почему для получения спектральной характеристики необходим пересчет энергии реального источника?

### **АТОМНАЯ ФИЗИКА. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ**

#### **Лабораторная работа № 2. Определение постоянной Планка методом задерживающего потенциала для фотоэлементов**

1. Объяснить механизм образования спектров излучения на примере спектра атомарного водорода.
2. Спектры водородоподобных атомов.
3. В чем заключается правило отбора?
4. В чем заключается явление фотоэффекта? Внешний и внутренний фотоэффект. Закон Эйнштейна для фотоэффекта.
5. Устройство фотоэлементов. Будет ли ток насыщения у газонаполненных фотоэлементов?
6. Как определяют в работе постоянную Планка? Как определить работу выхода (если известны задерживающие разности потенциалов для разных частот)?
7. Устройство и принцип действия монохроматора.
8. Оценка погрешностей измерения.

### **Лабораторная работа № 3. Изучение спектра водорода с помощью монохроматора**

1. Начертить модель атома гелия. Что представляет из себя дважды ионизированный атом гелия?
2. Модель атома Резерфорда. Какие основные опыты подтверждают существование атома?
3. С каким ускорением электрон движется вокруг ядра?
4. Почему непрерывно излучающий атом согласно классической теории электродинамики должен упасть на ядро? Как обходит эту трудность теория Бора?
5. Сформулировать постулаты Бора. Какими экспериментальными факторами подтверждаются постулаты Бора?
6. Рассчитать потенциальную и полную энергии водородоподобного атома.
7. Вывести выражение частоты излучения атома водорода.
8. Спектральные серии. Объяснение спектральных серий с точки зрения квантовой теории атома.
9. Как определяется постоянная Ридберга в работе?
10. Принцип действия монохроматора УМ-2 и его устройство.
11. Как проградуировать спектроскоп?

### **Лабораторная работа № 6. Определение содержания калия в солях радиометрическим методом**

1. Состав атомного ядра. Характеристики составляющих его частиц.
2. Смысл порядкового номера элемента в таблице Менделеева. Массовое число элемента.
3. Что такое изотопы?
4. Что понимается под радиоактивным распадом?
5. Виды радиоактивного распада, правила смещения.
6. Закон радиоактивного распада.
7. Что называется активностью радиоактивного элемента?
8. Что такое период полураспада?
9.  $\beta$ -распад. Откуда берутся электроны при  $\beta$ -радиоактивном распаде. Привести примеры  $\beta$ -распада.
10. Принцип действия сцинтилляционного счетчика.
11. Принцип действия фотоэлектронного (ФЭУ) умножителя.
12. Как рассчитать процентное содержание калия в соли?

### **Лабораторная работа № 7. Соотношение неопределенностей для фотонов**

1. Дифракция от щели. Условие максимумов и минимумов. Ширина главного максимума. Показать на рисунках и графике изменения интенсивности вышедшего света от расстояния до осевой линии на экране, от угла рассеяния.
2. Записать соотношение неопределенностей для волн. Пояснить на графике распределение интенсивности по углам для щелей разной ширины.
3. Записать и пояснить соотношение неопределенностей при квантовом характере электромагнитного излучения.
4. Записать и пояснить соотношение неопределенностей для частиц.
5. Объяснить устройство установки и ход работы, рассказать о методике измерений.

### **Лабораторная работа № 8. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников**

1. Строение атома. Энергетические уровни атомов.
2. Квантовые числа. Их физический смысл.
3. Принцип заполнения энергетических уровней атомов.
4. Зонная структура энергетических уровней твердых тел.
5. Чем отличаются полупроводники от металлов и диэлектриков?
6. Энергия Ферми.
7. Природа носителей заряда в полупроводниках.
8. Электропроводность полупроводников.
9. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры.
10. Как определить ширину запрещенной зоны? В каких единицах она измеряется?

11. Что такое терморезистор?

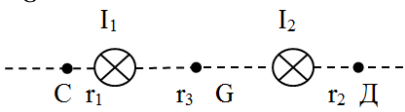
## Приложение 2

### 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;		
ОПК-1.1	Способен использовать базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	<b>Примерный вариант ИДЗ</b>
ОПК-1.2	Способен применять различные способы и приёмы решения стандартных профессиональных задач на основе базовых знаний в области физико-математических и естественных наук	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Материальная точка движется вдоль прямой так, что ее ускорение растёт линейно и за первые 10 с достигает значения <math>5 \text{ м/с}^2</math>. Определить в конце десятой секунды: 1) скорость точки, 2) пройденный точкой путь. Ответ: <math>V=25 \text{ м/с}</math>, <math>S=83,3 \text{ м}</math>.</li> <li>2. Вал в виде сплошного цилиндра массой <math>m_1=10 \text{ кг}</math> насажен на горизонтальную ось. На цилиндр намотан шнур, к свободному концу которого подвешена гиря массой <math>m_2=2 \text{ кг}</math>. С каким ускорением будет опускаться гиря, если ее предоставить самой себе? Ответ: <math>2,8 \text{ м/с}^2</math>.</li> <li>3. Материальная точка массой 10 г колеблется по уравнению <math>x = 5 \sin(0,2\pi \cdot t - \pi/4)</math>. (см, с). Найти максимальную силу, действующую на точку, и её полную энергию. Ответ: <math>F_{\max}=0,2 \text{ мН}</math>; <math>W=4,9 \text{ мкДж}</math>.</li> <li>4. В лабораторной системе отсчета одна из двух одинаковых частиц с массой <math>m_0</math> покоится, другая движется со скоростью <math>v=0,8c</math> по направлению к покоящейся частице. Определите релятивистскую массу движущейся частицы в лабораторной системе отсчета и ее кинетическую энергию. Ответ: <math>m=1,67 m_0</math>; <math>E=0,67 m_0 c^2</math>.</li> <li>5. Идеальный газ изохорически охладил, а затем изобарически расширил до первоначальной температуры. Во сколько раз изменяется энергии поступательного движения молекул газа в изохорическом процессе, если в ходе его давление газа уменьшилось в 3 раза? Во сколько раз изменяется средняя скорость движения молекул в изобарическом процессе? Ответ: 3; 1,73.</li> <li>6. 12 г азота находятся в закрытом сосуде объемом 2 л при температуре <math>10^\circ\text{C}</math>. После нагревания давление в сосуде стало равно <math>10^4 \text{ мм.рт.ст.}</math> Какое количество тепла</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>было сообщено газу при нагревании? Ответ: <math>4,1 \cdot 10^3</math> Дж.</p> <p>7. Найдите для газообразного азота температуру, при которой скоростям молекул <math>v_1 = 300</math> м/с и <math>v_2 = 600</math> м/с соответствуют одинаковые значения функции распределения Максвелла <math>f(V)</math>. Ответ: <math>T = \frac{m(V_2^2 - V_1^2)}{4k \ln(V_2/V_1)} = 330\text{К}</math>.</p> <p>8. Смешали воду массой <math>m_1=5\text{кг}</math> при температуре <math>T_1=280</math> К с водой массой <math>m_2=8\text{кг}</math> при температуре <math>T_2 = 350</math> К. Найдите: 1) температуру <math>\theta</math> смеси; 2) изменение <math>\Delta S</math> энтропии, происходящее при смешивании. Ответ: 323 К; 0,3 кДж/К.</p> <p>9. Точечные заряды <math>q_1=10</math> нКл и <math>q_2=-20</math> нКл находятся в воздухе на расстоянии 10 см друг от друга. Определить напряженность поля в точке А, удаленной на расстояние 6 см от первого и на 8 см от второго. Как изменится потенциальная энергия взаимодействия зарядов, если переместить второй заряд в эту точку? Какую для этого нужно совершить работу? Ответ: 37,6 кВ/м; 12 мкДж.</p> <p>10. На рис. 3.1. <math>\varepsilon_1=1,0</math> В, <math>\varepsilon_2=2,0</math> В, <math>\varepsilon_3=3,0</math> В, <math>r_1=1,0</math> Ом, <math>r_2=0,5</math> Ом, <math>r_3=1/3</math> Ом, <math>R_1=1,0</math> Ом, <math>R_3=1/3</math> Ом. Определите: 1) силы тока во всех участках цепи; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении <math>R_3</math>. Ответ: <math>I_1= 0,625</math> А, <math>I_2=0,5</math> А, <math>I_3=1,125</math> А; <math>P_3= 0,42</math> Вт.</p> <div data-bbox="974 981 1332 1220" style="text-align: center;"> </div> <p>рис. 3.1.</p> <p>11. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам, находящимся на расстоянии <math>R=10,0</math> см друг от друга в вакууме, текут токи <math>I_1=20,0</math> А и <math>I_2=30,0</math> А одинакового направления (рис. 4.1). Определите магнитную индукцию поля <math>B</math>, создаваемого токами в точках, лежащих на прямой, соединяющей оба провода, если: 1) точка С лежит на расстоянии <math>r_1=2,0</math> см левее левого провода; 2) точка Д</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>лежит на расстоянии <math>r_2=3,0</math> см правее правого провода; 3) точка G лежит на расстоянии <math>r_3=4,0</math> см правее левого провода. Ответ: <math>V_C=0,25</math> мТл; <math>V_D=0,23</math> мТл; <math>V_G=0</math>.</p>  <p>Рис.4.1.</p> <p>12. Проводящий плоский контур, имеющий форму окружности радиуса <math>r = 0,05</math> м помещен в однородное магнитное поле так, что линии магнитной индукции поля направлены перпендикулярно плоскости контура. Сопротивление контура <math>R = 5</math> Ом. Магнитная индукция меняется по закону <math>B = kt</math>, где <math>k = 0,2</math> Тл/с. Определите: а) э.д.с. индукции, возникающую в этом контуре; б) силу индукционного тока; в) заряд, который протечет по контуру за первые 5 секунд изменения поля. Ответ: 1,6 мВ; 0,3 мА; 1,6 мКл.</p> <p>13. В опыте Юнга источник испускает свет с длинами волн <math>\lambda_1=0,5</math> мкм и <math>\lambda_2=0,55</math> мкм. На экране, расположенном параллельно щелям, наблюдаются две перекрывающиеся интерференционные картины. Какой наименьший по счету (не считая центрального) максимум интерференционной картины от волны <math>\lambda_1</math> строго наложится на минимум интерференционной картины от волны с <math>\lambda_2</math>? Ответ: пятый.</p> <p>14. На мыльную пленку, находящуюся в воздухе, падает белый свет под углом <math>i=45^\circ</math> к поверхности пленки. Показатель преломления мыльной воды <math>n=1,33</math>. В результате интерференции отраженные лучи оказываются окрашенными в желтый цвет (длина волны <math>\lambda=600</math> нм). Найти наименьшую толщину пленки, при которой произойдет это усиление. Ответ: 0,133 мкм.</p> <p>15. Точечный источник света S (<math>\lambda=0,50</math> мкм), плоская диафрагма с круглым отверстием радиуса <math>r= 1,0</math> мм и экран расположены так, как показано на рисунке 12.27 (<math>a=1,00</math> м). Определить расстояние в до диафрагмы, при котором отверстие открывало бы для точки Р три зоны Френеля. Ответ: <math>\varphi=2,0</math> м.</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div data-bbox="981 352 1352 639" style="text-align: center;"> <p>Рис. 12.27</p> </div> <p>16. Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом с <math>\lambda=0,55</math> мкм. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол <math>\varphi =12,7^{\circ}</math>. На какой угол отклонен максимум третьего порядка? Рассчитайте период дифракционной решетки и число щелей на ширине 1 мм. Ответ: <math>19,3^{\circ}; 5</math> мкм; 200.</p> <p>17. Какую трубку с раствором сахара (<math>C \cdot \ell</math>) необходимо поставить между двумя скрещенными поляризаторами, чтобы интенсивность света, вышедшего из второго поляризатора оказалась в 3 раза меньше интенсивности естественного света, падающего на первый поляризатор? Считать, что удельное вращение раствора равно <math>6,23</math> град/(% · м), Трубка поглощает 15% проходящего через нее света, поляризаторы прозрачны. Ответ: <math>C \cdot \ell=10</math> % · м.</p> <p>18. Излучение с длиной волны <math>17,8</math> нм рассеивается свободными электронами вещества. Наблюдается излучение, рассеянное под углом <math>\pi/3</math>. Определить угол между падающим фотоном и электроном отдачи. Ответ: <math>65^{\circ}</math>.</p> <p>19. Известно, что движущиеся нерелятивистские протон и альфа-частица имеют одинаковые дебройлевские длины волн. Во сколько раз отличаются их кинетические энергии? Ответ: 4.</p> <p>20. В одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной <math>\ell</math> находится электрон в невозбужденном энергетическом состоянии. Вычислить вероятность обнаружения электрона в интервале шириной <math>\frac{1}{4}\ell</math>, равноудаленном от стенок ямы. Ответ: 0,475.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>21. Найти импульс электрона в атоме водорода, если индукция магнитного поля, созданного им в центре орбиты при вращении, равна 0,39 Тл. Ответ: <math>10^{-24}</math> кг·м/с.</p> <p>22. При распаде радиоактивного полония-210 массой 0,66 г в течение времени <math>t = 1</math> ч образовался гелий, который при нормальных условиях занял объем <math>V = 89,5</math> мм<sup>3</sup>. Определите период полураспада полония. Ответ: 138 сут.</p> <p>23. В радиоактивном ряду урана ядро висмута-212 может превратиться в ядро свинца-208 двумя способами (претерпевая <math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>-распады), напишите возможные реакции. Какие промежуточные ядра и какие частицы при этом образуются?</p> <p>24. Какую массу воды можно нагреть от 0<sup>0</sup>С до кипения, если использовать все тепло, выделяющееся в реакции <math>{}_3\text{Li}^7(p,\alpha)</math>, при полном разложении протонами одного грамма лития?</p> <p style="text-align: center;"><b>Примерные варианты контрольных работ</b></p> <p><b>Механика</b></p> <p>1. Прямолинейное движение материальной точки описывается уравнением <math>x = 3 - 4t^2 + 2t^3</math> (м). Чему равна средняя скорость движения точки от начального момента до момента времени <math>t = 3</math> с?</p> <p>2. Стержень массой 1 кг и длиной 1 м может вращаться относительно своего центра. В край стержня попадает пуля массой 10 г, движущаяся со скоростью 100 м/с перпендикулярно стержню, и застревает в нем. Чему равен суммарный момент импульса стержня и пули относительно оси вращения сразу же после удара?</p> <p>3. Тонкий обруч радиусом <math>R = 50</math> см подвешен на вбитый в стену гвоздь и колеблется в плоскости, параллельной стене. Определить период <math>T</math> малых затухающих колебаний обруча, если коэффициент затухания <math>\beta = 0,9</math> с<sup>-1</sup>.</p> <p>4. Предположим, что мы можем измерить длину стержня с точностью <math>\Delta l = 0,1</math> мкм. При какой относительной скорости двух инерциальных систем отсчета можно было бы обнаружить релятивистское сокращение длины стержня, собственная длина <math>l_0</math> которого равна 1 м?</p> <p style="text-align: center;"><b>Молекулярная физика и термодинамика</b></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>1. В сосуде с подвижным поршнем находится углекислый газ. Газ сжали адиабатически, уменьшив его объем в 2 раза. Во сколько раз увеличилось давление газа.</p> <p>2. Разность удельных теплоемкостей (<math>c_p - c_v</math>) некоторого двухатомного газа равна 260 Дж/(кг·К). Найти молярную массу <math>M</math> газа и его удельные теплоемкости <math>c_v</math> и <math>c_p</math>.</p> <p>3. 4 моля идеального одноатомного газа изохорически охладили, уменьшив давление в 2 раза. Затем газ изобарически нагрели до первоначальной температуры. Нарисуйте график процесса. Найдите изменение энтропии за весь процесс.</p> <p>4. В результате кругового процесса газ совершил работу <math>A=1</math> Дж и передал охладителю количество теплоты <math>Q_2=4,2</math> Дж. Определить термический КПД <math>\eta</math> цикла.</p> <p style="text-align: center;"><b>Электричество и магнетизм</b></p> <p>1. По бесконечно длинному прямому проводу течет постоянный электрический ток <math>I = 100</math> А. На расстоянии <math>r = 1</math> м от него расположена рамка в виде квадрата со стороной <math>a = 0,1</math> м, которая лежит в одной плоскости с проводом. Чему равен поток магнитной индукции через эту рамку?</p> <p>2. При увеличении в 2 раза силы тока в катушке, ее энергия возросла на <math>\Delta E = 6</math> Дж. Найти начальное значение энергии катушки.</p> <p>3. Имеется бесконечно длинная прямая нить, заряженная равномерно с линейной плотностью <math>\tau = 0,2</math> мкКл/м. Определить разность потенциалов двух точек поля, удаленных от нити на <math>r_1 = 3</math> см и <math>r_2 = 6</math> см.</p> <p>4. Частица с зарядом <math>q = 1</math> нКл, прошедшая ускоряющую разность потенциалов <math>U = 200</math> кВ, движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом <math>R = 1</math> мм. Найти силу <math>F</math>, действующую на частицу со стороны магнитного поля.</p> <p style="text-align: center;"><b>Волновая оптика</b></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>1. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной <math>h=1</math> мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку нормально.</p> <p>2. На установке для наблюдения колец Ньютона был измерен в отраженном свете радиус третьего темного кольца (<math>k=3</math>). Когда пространство между плоскопараллельной пластиной и линзой заполнили жидкостью, то тот же радиус стало иметь кольцо с номером, на единицу большим. Определить показатель преломления <math>n</math> жидкости.</p> <p>3. Определить угловую дисперсию <math>D\varphi</math> дифракционной решетки для угла дифракции <math>\varphi=30^\circ</math> и длины волны <math>\lambda=600</math> нм. Ответ выразить в единицах СИ и в минутах на нанометр.</p> <p>4. Пластинку кварца толщиной <math>d_1=2</math> мм, вырезанную перпендикулярно оптической оси, поместили между параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации света повернулась на угол <math>\varphi=53^\circ</math>. Определить толщину <math>d_2</math> пластинки, при которой данный монохроматический свет не проходит через анализатор.</p> <p><b>Квантовая оптика</b></p> <p>1. Определить температуру <math>T</math>, при которой энергетическая светимость <math>R_e</math> черного тела равна <math>10</math> кВт/м<sup>2</sup>.</p> <p>2. Максимальная скорость <math>v_{\max}</math> фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении его <math>\gamma</math>-фотонами, равна <math>291</math> Мм/с. Определить энергию <math>\varepsilon</math> <math>\gamma</math>-фотонов.</p> <p>3. Рентгеновское излучение длиной волны <math>\lambda=55,8</math> пм рассеивается плиткой графита (комpton-эффект). Определить длину волны <math>\lambda'</math> света, рассеянного под углом <math>\theta=60^\circ</math> к направлению падающего пучка света.</p> <p>4. Определить поверхностную плотность <math>I</math> потока энергии излучения, падающего на зеркальную поверхность, если световое давление <math>p</math> при перпендикулярном падении лучей равно <math>10</math> мкПа.</p> <p><b>Теория Бора. Элементы квантовой механики</b></p> <p>1. На основе теории атома Бора вычислить радиусы <math>r_2</math> и <math>r_3</math> второй и третьей</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>орбит в атоме водорода.</p> <p>2. Определить длину волны де Бройля <math>\lambda</math> характеризующую волновые свойства электрона, если его скорость <math>v = 1</math> Мм/с. Сделать такой же подсчет для протона.</p> <p>3. Используя соотношение неопределенностей для координаты и импульса найти выражение, позволяющее оценить минимальную кинетическую энергию электрона, находящегося в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной <math>l</math>.</p> <p>4. Частица в потенциальном ящике шириной <math>l</math> находится в возбужденном состоянии (<math>n = 2</math>). Определить, в каких точках интервала (<math>0 &lt; x &lt; l</math>) плотность вероятности <math>[\psi_2(x)]^2</math> нахождения частицы максимальна и минимальна.</p> <p><b>Ядерная физика</b></p> <p>1. Какова вероятность <math>W</math> того, что данный атом в изотопе радиоактивного йода <math>^{131}\text{I}</math> распадается в течение ближайшей секунды?</p> <p>2. Определить массу <math>m_a</math> нейтрального атома, если ядро этого атома состоит из трех протонов и двух нейтронов и энергия связи <math>E_{св}</math> ядра равна 26,3 МэВ.</p> <p>3. Ядра-изобары <math>\text{H}^3</math> и <math>\text{He}^3</math> состоят из одинакового числа частиц (нуклонов). Одинаковы ли у них энергии связи? Какое из этих ядер более устойчиво?</p> <p>4. Определить энергию реакции <math>{}^7\text{Li} + p \rightarrow 2{}^4\text{He}</math>, если энергии связи на один нуклон в ядрах <math>{}^7\text{Li}</math> и <math>{}^4\text{He}</math> равны 5,60 и 7,06 МэВ.</p>
ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;		
ОПК-2.1	Способен планировать научные исследования физических объектов, явлений, систем и процессов.	<p style="text-align: center;"><b>Перечень лабораторных работ</b></p> <p><b>Раздел «Механика»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение ускорения свободного падения</li> <li>2. Изучение гармонических линейных колебаний маятников</li> <li>3. Изучение затухающих колебаний</li> <li>4. Определение модуля Юнга</li> <li>5. Определение постоянной кручения и модуля сдвига материала проволоки динамическим методом</li> <li>6. Изучение вращательного движения твердого тела</li> </ol>
ОПК-2.2	Способен выполнять запланированные экспериментальные исследования физических объектов, явлений, систем и процессов	
ОПК-2.3	Способен составлять обрабатывать и	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>анализировать результаты экспериментальных и теоретических исследований, составлять отчеты.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Определение моментов инерции и проверка теоремы Штейнера</li> <li>8. Определение момента инерции махового колеса и силы трения в опоре</li> <li>9. Измерение скорости пули методом баллистического маятника</li> <li>10. Изучение законов сохранения импульса и энергии при ударе</li> <li>11. Изучение колебаний пружинного маятника</li> <li>12. Определение скорости звука в воздухе методом сложения взаимно перпендикулярных колебаний</li> <li>13. Определение скорости звука в газах</li> </ol> <p><b>Раздел «Молекулярная физика и термодинамика»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение отношения теплоемкостей воздуха <math>C_p/C_v</math> методом адиабатического расширения</li> <li>2. Проверка газовых законов</li> <li>3. Изменение агрегатных состояний</li> <li>4. Определение коэффициента теплового расширения твердых тел</li> <li>5. Определение удельной теплоемкости</li> <li>6. Определение коэффициента теплопроводности</li> <li>7. Определение коэффициента поверхностного натяжения</li> <li>8. Определение влажности воздуха</li> <li>9. Определение постоянной Больцмана</li> <li>10. Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха</li> <li>11. Определение изменения энтропии при нагревании и плавлении олова</li> </ol> <p><b>Раздел «Электричество и магнетизм»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование электростатического поля</li> <li>2. Определение диэлектрической проницаемости среды</li> <li>3. Определение емкости конденсаторов</li> <li>4. Измерение сопротивлений</li> <li>5. Изучение зависимости сопротивлений от температуры</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>6. Расчет шунта и добавочного сопротивления</p> <p>7. Определение ЭДС различными методами</p> <p>8. Определение термоЭДС</p> <p>9. Снятие характеристик трехэлектродной лампы</p> <p>10. Снятие характеристики полупроводникового диода и измерение коэффициента усиления транзистора</p> <p>11. Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли</p> <p>12. Определение коэффициента самоиндукции катушки</p> <p><b>Раздел «Оптика»</b></p> <p>1. Определение основных характеристик тонкой линзы</p> <p>2. Определение показателя преломления стеклянной пластинки с помощью микроскопа</p> <p>3. Изучение температурной зависимости показателя преломления жидкостей с помощью рефрактометра</p> <p>4. Определение длины волны с помощью бипризмы</p> <p>5. Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона</p> <p>6. Определение длины волны излучения лазера с помощью дифракционной решетки</p> <p>7. Проверка закона Малюса</p> <p>8. Определение постоянной Стефана-Больцмана</p> <p>9. Изучение основных законов внешнего фотоэффекта</p> <p>10. Проверка закона освещенности и закона обратных квадратов</p> <p>11. Градуировка спектроскопа</p> <p>12. Изучение спектральных характеристик фотоэлемента</p> <p><b>Раздел «Атомная, ядерная и физика элементарных частиц»</b></p> <p>1. Определение постоянной Планка методом задерживающего потенциала для фотоэлементов</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		2. Изучение спектра водорода с помощью монохроматора 3. Определение содержания калия в солях радиометрическим методом 4. Соотношение неопределенностей для фотонов 5. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Общий физический практикум» проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится на основании результатов защиты отчетов по лабораторным работам, результатов решения контрольных работ, ИДЗ и коллоквиумов.

**Показатели и критерии оценивания:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.