

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра общей и прикладной физики

**Методические указания  
к лабораторным работам студентов**

По дисциплине: «Физика»

для направления подготовки (специальности): 08.03.01 Строительство

направленность (профиль): "Автомобильные дороги"

Форма обучения: очная, заочная

Мурманск  
2021

**1) Перечень лабораторных работ**

№ п\п	Темы лабораторных работ	Количество часов
		Очная
1	2	3
<b>Очная форма</b>		
<b>1 курс, 2 семестр</b>		
1.	Определение ускорения свободного падения тел с помощью физического маятника.	3
2.	Определение моментов инерции твердых тел по периоду крутильных колебаний.	3
3.	Определение коэффициента вязкости жидкости по методу Стокса.	3
4.	Определение отношения теплоемкостей газа.	3
5.	Исследование полезной мощности и КПД источника постоянного тока.	3
6.	Градуирование термомпары.	3
<b>Итого за 1 курс 2 семестр:</b>		
<b>2 курс 3 семестр</b>		
1.	Изучение распределения магнитного поля соленоида и определение его индуктивности.	3
2.	Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона.	3
3.	Изучение явлений, обусловленных дифракцией.	3
4.	Изучение поляризации света.	3
5.	Исследование характеристик вакуумного фотоэлемента.	3
6.	Определение массы электрона и радиуса первой Боровской орбиты атома водорода.	3
<b>Итого за 2 курс, 3 семестр:</b>		<b>18</b>
<b>Итого за курс:</b>		<b>36</b>

№ п\п	Темы лабораторных работ	Количество часов
		Очная
1	2	3
<b>Заочная форма</b>		
<b>1 курс</b>		
1.	Определение ускорения свободного падения тел с помощью физического маятника.	2
2.	Градуирование термомпары.	2
<b>Итого за 1 курс:</b>		
<b>2 курс</b>		
1.	Изучение распределения магнитного поля соленоида и определение его индуктивности.	2
2.	Изучение поляризации света.	2
<b>Итого за 2 курс:</b>		<b>4</b>
<b>Итого за курс:</b>		<b>8</b>

№	Наименование лабораторной работы	Цель работы	Формы текущего контроля
<b>1 курс. 2 семестр.</b>			
1.	Определение ускорения свободного падения тел с помощью физического маятника.	Изучить законы колебательного движения физического маятника; сравнить результаты измерений с теоретическими расчетами.	Отчет по лабораторной работе, вопросы к защите лабораторной работы.
2.	Определение моментов инерции твердых тел по периоду крутильных колебаний.	Научиться определять моменты инерции тел различной формы с помощью крутильных колебаний.	Отчет по лабораторной работе, вопросы к защите лабораторной работы.
3.	Определение коэффициента вязкости жидкости по методу Стокса.	Ознакомиться с основными законами движения вязкой жидкости и экспериментально определить коэффициент внутреннего трения жидкости; сравнить результаты измерений с теоретическими расчетами.	Отчет по лабораторной работе, вопросы к защите лабораторной работы.
4.	Определение отношения теплоемкостей газа.	Найти величину отношения $C_p/C_v$ для воздуха; сравнить результаты измерений с теоретическими расчетами.	Отчет по лабораторной работе, вопросы к защите лабораторной работы.
5.	Исследование полезной мощности и КПД источника.	Исследовать зависимости полной и полезной мощностей и КПД источника тока от величины сопротивления нагрузки	Отчет по лабораторной работе, вопросы к защите лабораторной работы.
6.	Градуировка термопары.	Ознакомиться с термоэлектрическими явлениями и работой термопары и определить постоянную термопары; сравнить результаты измерений с теоретическими расчетами..	Отчет по лабораторной работе, вопросы к защите лабораторной работы.
<b>2 курс. 3 семестр.</b>			
1.	Изучение распределения магнитного поля соленоида и определение его индуктивности.	Изучить распределение магнитного поля соленоида и определить его индуктивность; сравнить результаты измерений с теоретическими расчетами.	Отчет по лабораторной работе, вопросы к защите лабораторной работы.
2.	Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона.	Определить отношение заряда электрона к его массе; сравнить результаты измерений с теоретическими расчетами.	Отчет по лабораторной работе, вопросы к защите лабораторной работы.
3.	Изучение явлений, обусловленных дифракцией.	Наблюдение дифракции света на дифракционной решетке, определение длины волны света и периода дифракционной решетки.	Отчет по лабораторной работе, вопросы к защите лабораторной работы.
4.	Изучение поляризации	Исследование поляризации	Отчет по лабораторной

	света.	света при отражении от диэлектрика, определение угла полной поляризации. Исследование прохождения света через поляроиды.	работе, вопросы к защите лабораторной работы.
5.	Исследование характеристик вакуумного фотоэлемента.	Снятие вольт-амперной характеристики фотоэлемента, определение красной границы фотоэффекта, работы выхода электрона и постоянной Планка.	Отчет по лабораторной работе, вопросы к защите лабораторной работы.
6.	Определение массы электрона и радиуса первой Боровской орбиты атома водорода.	Определить массу электрона и радиус первой Боровской орбиты атома водорода; сравнить результаты измерений с теоретическими расчетами.	Отчет по лабораторной работе, вопросы к защите лабораторной работы.

## 2) Методические указания к выполнению лабораторных работ

- 1) Гнатюк, В.С., Ярова, О.Ю. (под ред. доктора техн. наук, профессора Морозова Н.Н.). Лабораторный практикум по механике и молекулярной физике [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие по дисциплине «Физика» для студентов - бакалавров технических направлений и специальностей. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2013. – 191 с.
- 2) Гнатюк В.С., Мурашова З.Ф., (под ред. доктора техн. наук, профессора Морозова Н.Н.). Лабораторный практикум по электричеству и магнетизму. [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие по дисциплине «Физика» для студентов-бакалавров технических направлений и специальностей. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2014. – 200 с.
- 3) Власов А.Б., Морозов Н.Н. Метод. рекомендации по выполнению лабораторных работ по курсу общей физики. – Мурманск, МВИМУ.

## 3) Вопросы к защите лабораторных работ

### 1 курс. 2 семестр.

#### Лабораторная работа №1

##### «Определение ускорения свободного падения тел с помощью физического маятника»

1. Колебание: амплитуда колебаний, период колебаний, частота колебаний; фаза колебаний.
2. Гармонические колебания, свободные, затухающие, вынужденные колебания.
3. Математический маятник: определение, вывод дифференциального уравнения колебаний математического маятника, вывод периода колебаний математического маятника.
4. Физический маятник: определение, вывод дифференциального уравнения колебаний физического маятника, вывод периода колебаний физического маятника, приведенная длина.
5. Теорема Штейнера.
6. Выведите расчетную формулу для определения ускорения свободного падения.

#### Лабораторная работа №2

##### «Определение моментов инерции твердых тел по периоду крутильных колебаний»

1. Вывод дифференциального уравнения гармонических колебаний. Период колебаний.
2. Динамика вращательного движения абсолютно твердого тела: момент силы, момент инерции (материальной точки, системы материальных точек, сплошного тела), теорема Штейнера, вывод момента инерции диска.
3. Основное уравнение динамики вращательного движения абсолютно твердого тела.
4. Деформация: определение, виды деформации, абсолютная и относительная деформации, закон Гука при различных видах деформации.
5. Вывод дифференциального уравнения крутильных колебаний абсолютно твердого тела.
6. Вывод периода крутильных колебаний абсолютно твердого тела.
7. Вывод расчетной формулы для искомого момента инерции тела.

#### Лабораторная работа №3

##### «Определение коэффициента вязкости жидкости по методу Стокса»

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории веществ (МКТ).
2. Какие процессы называют “явления переноса”? Назовите известные Вам явления переноса. Какая физическая величина переносится в каждом из этих явлений?
3. Объясните механизм переноса импульса в газах с точки зрения МКТ.
4. Запишите (выведите) формулу закона Ньютона для вязкого трения.

5. Динамическая вязкость (коэффициент вязкого трения) газов и жидкостей, единицы измерения, зависимость от температуры.
6. Выведите расчетную формулу для определения коэффициента вязкого трения жидкости по методу Стокса.
7. Зависит ли величина коэффициента вязкого трения жидкостей от величины ускорения свободного падения?

#### **Лабораторная работа №4**

##### **«Определение отношения теплоемкостей газа»**

1. Идеальный газ: идеальный газ как модель газов, условия применимости данной модели, термодинамические параметры, уравнение состояния идеального газа;
2. Изопроцессы, график изопроцессов.
3. Теплоемкость, удельная теплоемкость, молярная теплоемкость газа.
4. Первое начало термодинамики. Понятие количества теплоты, внутренней энергии и работы газа. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
5. Вывод теплоемкости газа при постоянном давлении и объеме. Связь между теплоемкостями при постоянном давлении и объеме.
6. Коэффициент Пуассона. Вывод уравнения Пуассона. Выведите формулу для коэффициента Пуассона смеси газов. В каких пределах может изменяться коэффициент Пуассона для различных газов?

#### **Лабораторная работа №5**

##### **«Исследование полезной мощности и КПД источника»**

1. Сила тока, плотность тока. Единицы их измерения, дать определение.
2. Условие возникновения и существования электрического тока. Источник тока.
3. Сторонние силы, их природа. ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, их измерение. Физический смысл электродвижущей силы, действующей в цепи, разности потенциалов. Почему напряжение является обобщенным понятием разности потенциалов?
4. Закон Ома для неоднородного участка цепи, для однородного участка цепи, для замкнутой цепи, в дифференциальной форме (Закон Ома в дифференциальной форме вывести).
5. Закон Джоуля–Ленца в дифференциальной форме (вывести).
6. Мощность и КПД источника тока, полезная мощность, мощность потерь, полная мощность их зависимость от сопротивления и тока цепи (вывести).
7. Вывести формулу зависимости КПД источника от силы тока и сопротивления цепи.
8. При каком внешнем и внутреннем сопротивлении полезная мощность будет максимальна?

#### **Лабораторная работа №6**

##### **«Градуировка термопары»**

1. Контактные явления.
2. Работа выхода электронов из металлов и полупроводников.
3. Контактная разность потенциалов. Причины ее возникновения.
4. Законы Вольта.
5. Опишите природу возникновения термо-ЭДС и метод ее определения.
6. Вывод формулы для определения термо-ЭДС.
7. Удельная термо-ЭДС и ее физический смысл.
8. Термопары и их применение.
9. Термоэлектрические явления (Зеебека, Пельтье, Томсона) и их математическая запись.

**2 курс. 3 семестр.****Лабораторная работа №1****«Изучение распределения магнитного поля соленоида и определение его индуктивности»**

1. Рамка с током (как выбирается положительная нормаль к поверхности рамки с током, вращающий момент сил, вектор магнитного момента рамки с током).
2. Магнитное поле и его характеристики. Линии магнитной индукции (правило правого винта). Напряженность магнитного поля.
3. Принцип суперпозиции магнитных полей.
4. Магнитная проницаемость среды.
5. Закон Био-Савара-Лапласа (вывод напряженности магнитного поля прямолинейного проводника, кругового тока).
6. Циркуляция вектора индукции магнитного поля по заданному контуру. Закон полного тока.
7. Поток вектора индукции магнитного поля (магнитный поток) (в случаях однородного и неоднородного магнитных полей).
8. Соленоид. Вывести формулы для расчета магнитной индукции внутри и снаружи бесконечно длинного соленоида. Вывести формулы для расчета магнитной индукции внутри и снаружи соленоида конечной длины.
9. Магнитная индукция и индуктивность соленоида и тороида (вывод). Физический смысл индуктивности.
10. Индукционный ток. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. ЭДС самоиндукции.

**Лабораторная работа №2****«Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона»**

1. Магнитное поле и его характеристики.
2. Линии магнитной индукции (правило правого винта).
3. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле движущегося заряда.
4. Почему электрический заряд по своим магнитным свойствам эквивалентен элементу тока? Сила Ампера, направление силы Ампера.
5. Сила Лоренца, направление силы Лоренца. Увеличивается ли энергия частицы, попадающей в магнитное поле? Чему равна работа силы Лоренца?
6. Зависимость траектории движения заряженных частиц в магнитном поле от угла наклона вектора скорости частицы к вектору магнитной индукции. Вывод формул для вычисления параметров траектории (радиус, период, частота, шаг винтовой линии).
7. Вывести формулу для определения отношения заряда электрона к его массе "методом магнетрона".

**Лабораторная работа №3****«Изучение явлений, обусловленных дифракцией»**

1. Волновая оптика, рамки ее применения. Дифракция света. Условие, при котором наблюдается дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля.
2. Метод зон Френеля (подробно, включая площадь  $m$ -й зоны Френеля, радиус внешней границы  $m$ -й зоны Френеля и амплитуду результирующего колебания в произвольной точке).
3. Дифракция Френеля (дифракция в сходящихся лучах) - дифракция на круглом отверстии, дифракция на диске. Чем определяется, будет ли число зон Френеля, открываемых отверстием четным или нечетным.
4. Дифракция Фраунгофера (дифракция в параллельных лучах). Условия дифракционных максимумов и минимумов. Дифракция на дифракционной решетке. Условия дифракционных максимумов и минимумов для дифракционной решетки при нормальном и наклонном падении света.

5. Спонтанное и вынужденное излучение.
6. Принцип работы и устройство лазера.
7. Свойства лазерного излучения. Типы и использование лазеров.

**Лабораторная работа №4**  
**«Изучение поляризации света»**

1. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Плоскость поляризации. Степень поляризации. Могут ли продольные волны быть плоскополяризованными? Перечислите способы получения поляризованного света?
2. Закон Малюса (вывод).
3. Поляризация при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков. Закон Брюстера.
4. Двойное лучепреломление. Анизотропия веществ. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Оптическая ось кристалла.
5. Поляризационные призмы (призма Николя) и поляроиды (дихроизм).
6. Вращение плоскости поляризации. Оптически активные вещества. От чего зависит угол поворота плоскости поляризации при прохождении света через оптически активное вещество?

**Лабораторная работа №5**  
**«Исследование характеристик вакуумного фотоэлемента»**

1. Что такое световой поток? Связь между длиной волны, частотой и скоростью света.
2. Фотоэффект. Объяснить, почему фотоэффект указывает на квантовую природу света.
3. Вольтамперная характеристика фотоэффекта, ток насыщения и задерживающее напряжение.
4. Законы фотоэффекта и их противоречие с волновой природой света.
5. Уравнение Эйнштейна. Объяснить, применяя уравнение Эйнштейна, второй и третий законы фотоэффекта.
6. Фотоны. Масса, энергия и импульс фотона. Какие характеристики фотона определяют его волновые и корпускулярные свойства. Скорость движения фотона в разных средах.
7. Как устроен вакуумный фотоэлемент?

**Лабораторная работа №6**

**«Определение массы электрона и радиуса первой Боровской орбиты атома водорода»**

1. Дисперсия показателя преломления вещества. Преломление света в призме. Нормальная и аномальная дисперсия.
2. Спектры испускания и их типы.
3. Опыты Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц. Модель атома Резерфорда (планетарная модель), ее проблемы.
4. Спектры излучения атомов. Эмпирические сериальные формулы спектра водорода: Лаймана, Бальмера, Пашена и др., обобщенная формула Бальмера. Каков физический смысл чисел  $m$  и  $n$  в обобщенной формуле Бальмера.
5. Постулаты Бора. Модель атома Резерфорда-Бора: радиус боровской орбиты, энергия электрона в водородоподобной системе (вывод). Противоречия и недостатки теории Бора.

**Требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета**

Лабораторная работа – небольшой научный отчет, обобщающий проведенную студентом работу, которую представляют для защиты для защиты преподавателю.

В отчет по лабораторной работе должны быть включены следующие пункты:

- 1) титульный лист;
- 2) цель работы;
- 3) краткие теоретические сведения;

- 4) описание экспериментальной установки и методики эксперимента;
- 5) экспериментальные результаты;
- 6) анализ результатов работы;
- 7) выводы.

Требования к содержанию отдельных частей отчета по лабораторной работе:

- 1) Название лабораторной работы приводится без слова тема и в кавычки не заключается.
- 2) Цель работы должна отражать тему лабораторной работы, а также конкретные задачи, поставленные студенту на период выполнения работы.
- 3) Краткие теоретические сведения. В этом разделе излагается краткое теоретическое описание изучаемого в работе явления или процесса, приводятся также необходимые расчетные формулы. Материал раздела не должен копировать содержание методического пособия или учебника по данной теме, а ограничивается изложением основных понятий и законов, расчетных формул, таблиц, требующихся для дальнейшей обработки полученных экспериментальных результатов.
- 4) Описание экспериментальной установки и методики эксперимента. В данном разделе приводится схема экспериментальной установки с описанием ее работы и подробно излагается методика проведения эксперимента, процесс получения данных и способ их обработки.
- 5) Экспериментальные результаты. В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в ходе проведения лабораторных работ. Обязательно необходимо оценить погрешности измерений.
- 6) 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.
- 7) Выводы. В выводах кратко излагаются результаты работы: полученные экспериментально или теоретически значения физических величин, их зависимости от условий эксперимента, указывается их соответствие или несоответствие физическим законам, возможные причины несоответствия.

Допускается оформление отчета по лабораторной работе только в электронном виде средствами Microsoft Office.

#### 4) Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
<b>Отлично</b>	Правильность выполнения задания на лабораторную/практическую работу в соответствии с вариантом; высокая степень усвоения теоретического материала по теме лабораторной/практической работы. Способность продемонстрировать преподавателю навыки работы в инструментальной программной среде, а также применить их к решению типовых задач, отличных от варианта задания. Высокое качество подготовки отчета по лабораторной/практической работе. Правильность и полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<b>Хорошо</b>	Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень выполнения задания на лабораторную/практическую работу в соответствии с вариантом и хорошую степень усвоения теоретического материала по теме лабораторной/практической работы. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.

<b>Удовлетворительно</b>	Демонстрирует средний уровень выполнения задания на лабораторную/практическую работу в соответствии с вариантом. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<b>Неудовлетворительно</b>	Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.

**5) Зависимость баллов в БРС университета за лабораторную работу от оценки в традиционной шкале «отлично-хорошо-удовлетворительно-неудовлетворительно» можно представить в таблице.**

<b>Оценка</b>	<b>отлично</b>	<b>хорошо</b>	<b>удовлетворительно</b>	<b>неудовлетворительно</b>
Баллы в БРС	3	2	1	0