АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСКА

КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСКА

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

«ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЛИЦЕЙ № 31 г. ЧЕЛЯБИНСКА»

454080 г. Челябинск, ул. Володарского, 18, тел.: (351) 263-28-12

УТВЕРЖДАЮ:

Директор МБОУ «ФМЛ № 31 г.Челябинска»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.Е. Попов

"\_\_28\_\_"\_\_\_августа\_\_\_2020г.

**Рабочая программа по учебному предмету «Физический практикум»**

Челябинск

2020

Распределение часов по темам курса «Физический практикум» и последовательность изложения тем в курсе физики представлено в таблицах 1 и 2.

Список лабораторных работ практикума и методические рекомендации по выполнению лабораторных работ представлены на сайте Лицей №31 <https://sites.google.com/a/fml31.ru/physics/>.

Таблица 1

Распределение часов по темам курса «Физический практикум» в 10 классе

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Темы | Кол-во недель | Всего часов |
|
|
| Лабораторный практикум №1 «Механика» | 10 | 20 |
| Лабораторный практикум №2 «Молекулярная физика и термодинамика» | 12 | 24 |
| Лабораторный практикум №3 «Законы постоянного тока» | 13 | 26 |
| Итого: | 35 | 70 |

Таблица 2

Распределение часов по темам курса «Физический практикум» в 11 классе

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Темы | Кол-во недель | Всего часов |
|
|
| Лабораторный практикум №1 «Электрическое и магнитное поля» | 10 | 20 |
| Лабораторный практикум №2 «Колебания и волны» | 12 | 24 |
| Лабораторный практикум №3 «Оптика и квантовая физика» | 13 | 26 |
| Итого: | 35 | 70 |

В результате освоения дисциплины учащийся должен знать:

* основные положения физических теорий классической и современной физики и экспериментальные факты, на которых они базируются;
* фундаментальные понятия, законы и модели классической и современной физики, региональные и университетские требования;
* иерархическую структуру материи и основных устойчивых объектов природы от простейших частиц до Вселенной, универсальные механизмы взаимодействия материальных тел путем обмена энергией, импульсом;
* понятия симметрии и ее связь с законами сохранения физических величин; понятие движения как изменения состояний во времени путем последовательности квантовых скачков, фазовых переходов в физических системах, окружающей природе и обществе; - методы исследования и расчета механических и термодинамических систем; электрических систем; и т.д.

В результате освоения дисциплины учащийся должен уметь:

* применять законы физики для объяснения физических явлений в природе и технике, решать качественные и количественные физические задачи;
* решать типовые задачи по основным разделам курса;
* проводить измерения физических величин, объяснение и обработку результатов эксперимента;
* самостоятельно работать с учебной и справочной литературой;
* использовать физические законы при анализе и решении учебных проблем.

В результате освоения дисциплины учащийся должен владеть:

* методами поиска и обмена информацией по вопросам курса;
* методами решения типовых физических задач;
* методами проведения физических измерений;
* методами корректной оценки погрешности при проведении физического эксперимента

При изучении курса «Физический эксперимент» в 10-11 классах используется следующий учебно-методический комплекс:

Учебники для учащихся

1. Г.Я.Мякишев, А.З.Синяков, «Физика: Молекулярная физика. Термодинамика. 10 кл.» – М.: Дрофа, 2006-2008.
2. Г.Я.Мякишев, А.З.Синяков, Б.А.Слободсков, «Физика: Электродинамика. 10-11 кл.» – М.: Дрофа, 2006-2008.
3. Г.Я.Мякишев, А.З.Синяков, «Физика. Колебания и волны. 11 класс». М.: Дрофа, 2006 г.
4. Г.Я.Мякишев, А.З.Синяков, «Физика. Оптика. Квантовая физика.11 класс». М.: Дрофа, 2006 г.
5. Г.Я.Мякишев, А.З.Синяков, Б.А.Слободсков, «Физика: Электродинамика. 10-11 кл.» М.: Дрофа, 2006 г.
6. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ физического практикума 10 класса.
7. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ физического практикума 11 класса.

Данный учебно-методический комплекс отражает специфику рабочей программы, в которой значительное место уделено: последовательному изложению основ классической физики; отработке практических умений учащихся решать задачи различного уровня сложности; использованию полученных знаний при выполнении лабораторных работ по физике.

Методические пособия для учителей

1. Руководства к лабораторным занятиям по физике для учащихся 10-11 классов расположены на сайте <https://sites.google.com/a/fml31.ru/physics/>

2. При проведении лабораторных используются паспорта и технические описания лабораторных установок.

3. Иверонова В.И., Белянкин А.Г., Мотулевич Г.П., Четверикова Е.С., Яковлев И.А. Физический практикум. Механика и молекулярная физика. М.: Наука, 1967, 353 с.

4. Лисицын С.Г, Оконников Е.Г. Сборник лабораторных работ по физике. Электричество и магнетизм. Озерск, Озерский технологический институт МИФИ (ОТИ МИФИ), 2005г. -59c

5. Гладун А.Д. и др. Лабораторный практикум по общей физике. Том 1. Механика .Учебное пособие. В трех томах. Т. 1 - Под ред. Гладуна А.Д. - М.: МФТИ, 2004. - 316 с.

6. Гладун А.Д. и др. Лабораторный практикум по общей физике. Том 2. Молекулярная физика и электричество. Учебное пособие. В трех томах. Т. 2 - Под ред. Гладуна А.Д. - М.: МФТИ, 2005. - 723 с.

7. Мацукович Н.А., Слободянюк А.И. Физика: рекомендации к лабораторному практикуму. Минск, БГУ, 2006 г.

8. Электричество и магнетизм: лабораторный практикум / под ред. Е.Н.Котликова и С.Я.Щербака; ГУАП. СПб, 2009.

9. Иверонова В.И. Физический практикум. М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. — 961 с.

10. http://school-collection.edu.ru/

11. <http://window.edu.ru/>

**СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ**

**X КЛАСС**

**(70 Ч., 35 НЕДЕЛЬ, 2 Ч. В НЕДЕЛЮ).**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ №1**

**«МЕХАНИКА» (16 Ч)**

Изучение законов кинематики и динамики поступательного движения. Изучение закона сохранения энергии. Изучение законов вращательного движения. Определение скорости полета тела методом крутильного баллистического маятника, определение моментов инерции твердых тел. Определение коэффициентов трения скольжения и трения качения. Изучение законов сохранения энергии и импульса при ударе. Определение модуля Юнга и модуля сдвига различными методами.

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ №2**

**«МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА» (18 Ч.)**

Измерение теплоемкости твердых тел. Определение молекулярной массы и плотности газа методом откачки. Определение отношения теплоемкостей Ср/Сv методом Клемана-Дезорма. Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом. Измерение теплопроводности воздуха. Определение молярной массы воздуха. Изучение теплового расширения твердых тел. Измерение атмосферного давления различными способами. Изучение распределения Максвелла и Гауса.

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ №3**

**«ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА» (20 Ч)**

Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока. Определение емкости конденсатора различными методами. Зависимость сопротивления проводников от температуры. Зависимость сопротивления полупроводников от температуры. Мостик Уинстона. ВАХ электролита. Определение величины элементарного заряда при электролизе водного раствора поваренной соли. Изучение свойств p-n- перехода. Вольтамперная характеристика вакуумного диода. Изучение электронного осциллографа. Компенсационный метод измерения ЭДС.

**РЕЗЕРВ (16 Ч)**

**СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ**

**XI КЛАСС**

**(70 Ч., 35 НЕДЕЛЬ, 2 Ч. В НЕДЕЛЮ).**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ №1**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ И МАГНИТНОЕ ПОЛЯ» (16 Ч)**

Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона. Изучение магнитного поля соленоида. Изучение явления взаимной индукции. Определение работы выхода электронов из металла. Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов. Моделирование электрических полей различных источников. Изучение движения зарядов в магнитном поле. Изучение эффекта Холла в полупроводниках. Определение работы выхода электронов из металла.

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ №2**

**«КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ» (18 Ч)**

Изучение процессов заряда и разряда конденсатора. Изучение электрических процессов в простых линейных электрических цепях при действии гармонической ЭДС. Исследование затухающих колебаний в колебательном контуре. Изучение вынужденных колебаний в колебательном контуре. Изучение релаксационных колебаний. Изучение электрических колебаний в связанных контурах. Измерение частоты методом двойной круговой развертки. Изучение колебаний физического маятника. Определение отношения Ср/Сv резонансным методом. Определение скорости звука в металлах. Изучение волн на поверхности жидкости. Изучение колебаний струны.

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ №3**

**«ОПТИКА И КВАНТОВАЯ ФИЗИКА» (22 Ч.)**

Методы определения фокусных расстояний линз. Изучение интерференции света. Изучение дифракции света. Изучение дисперсии света. Изучение свойств электромагнитных волн. Излучение абсолютно черного тела. Опыт Франка-Герца. Законы фотоэффекта. Спектры газов. Определение постоянной Планка различными методами.

**РЕЗЕРВ (14 Ч)**

**СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ, НОРМЫ ОЦЕНОК И ПЕРЕЧЕНЬ ОШИБОК**

* **Оценка «5»** ставится в том случае, если учащийся: а) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью; в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы; г) правильно выполнил анализ погрешностей; д) соблюдал требования безопасности труда.
* **Оценка «4»** ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но: а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений; б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.
* **Оценка «3»** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки: а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью; б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок ( в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения; в) или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей; г) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.
* **Оценка «2»** ставится в том случае, если: а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы; б) или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно; в) или в ходе работы и в отчете обнаружились в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».
* **Оценка «1»** ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу или не соблюдал требований безопасности труда.

В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы и в процессе работы, но не избежал тех или иных недостатков, оценка за выполнение работы по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными выше нормами.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Дата** | **Содержание** | **Домашнее задание** |
| **Лабораторный практикум (70 ч)** | | | |
| 1 |  | Инструктаж по ОТ и ТБ |  |
| 2 |  | Введение в физический практикум "Механика" для 10 класса |  |
| 3 |  | Лабораторная работа №1 Машина Атвуда | расчеты в тетради |
| 4 |  | Лабораторная работа №1 Машина Атвуда |  |
| 5 |  | Лабораторная работа №2 Маятник Максвела | расчеты в тетради |
| 6 |  | Лабораторная работа №2 Маятник Максвела |  |
| 7 |  | Лабораторная работа №3 Маятник Обербека | расчеты в тетради |
| 8 |  | Лабораторная работа №3 Маятник Обербека |  |
| 9 |  | Лабораторная работа №4 Модуль Юнга | расчеты в тетради |
| 10 |  | Лабораторная работа №4 Модуль Юнга |  |
| 11 |  | Лабораторная работа №5 Соударение шаров | расчеты в тетради |
| 12 |  | Лабораторная работа №5 Соударение шаров |  |
| 13 |  | Лабораторная работа №6 Соударения | расчеты в тетради |
| 14 |  | Лабораторная работа №6 Соударения |  |
| 15 |  | Лабораторная работа №7 Сухое трение | расчеты в тетради |
| 16 |  | Лабораторная работа №7 Сухое трение |  |
| 17 |  | Лабораторная работа №8 Деформация пружины | расчеты в тетради |
| 18 |  | Лабораторная работа №8 Деформация пружины |  |
| 19 |  | Итоги физического практикума "Механика" |  |
| 20 |  | Итоги физического практикума "Механика" |  |
| 21 |  | Особенности физического практикума "Молекулярная физика и термодинамика" |  |
| 22 |  | Особенности физического практикума "Молекулярная физика и термодинамика" |  |
| 23 |  | Оценка погрешностей в физическом практикуме |  |
| 24 |  | Оценка погрешностей в физическом практикуме |  |
| 25 |  | Лабораторная работа №1 Коэффициент вязкости воздуха | расчеты в тетради |
| 26 |  | Лабораторная работа №1 Коэффициент вязкости воздуха |  |
| 27 |  | Лабораторная работа №2 Коэффициент теплопроводности воздуха | расчеты в тетради |
| 28 |  | Лабораторная работа №2 Коэффициент теплопроводности воздуха |  |
| 29 |  | Лабораторная работа №3 Теплоемкость твердых тел | расчеты в тетради |
| 30 |  | Лабораторная работа №3 Теплоемкость твердых тел |  |
| 31 |  | Лабораторная работа №4 Тепловое расширение твердых тел | расчеты в тетради |
| 32 |  | Лабораторная работа №4 Тепловое расширение твердых тел |  |
| 33 |  | Лабораторная работа №5 Распределения Максвела и Гауса | расчеты в тетради |
| 34 |  | Лабораторная работа №5 Распределения Максвела и Гауса |  |
| 35 |  | Лабораторная работа №6 Показатель адиабаты | расчеты в тетради |
| 36 |  | Лабораторная работа №6 Показатель адиабаты |  |
| 37 |  | Лабораторная работа №7 Молярная масса воздуха | расчеты в тетради |
| 38 |  | Лабораторная работа №7 Молярная масса воздуха |  |
| 39 |  | Лабораторная работа №8 Коэффициент поверхностного натяжения воды | расчеты в тетради |
| 40 |  | Лабораторная работа №8 Коэффициент поверхностного натяжения воды |  |
| 41 |  | Лабораторная работа №9 Измерение атмосферного давления | расчеты в тетради |
| 42 |  | Лабораторная работа №9 Измерение атмосферного давления |  |
| 43 |  | Итоги физического практикума "Молекулярная физика и термодинамика" |  |
| 44 |  | Итоги физического практикума "Молекулярная физика и термодинамика" |  |
| 45 |  | Инструктаж по ОТ и ТБ перед выполнением практикума "Постоянный электрический ток" |  |
| 46 |  | Инструктаж по ОТ и ТБ перед выполнением практикума "Постоянный электрический ток" |  |
| 47 |  | Особенности физического практикума "Постоянный электрический ток" |  |
| 48 |  | Особенности физического практикума "Постоянный электрический ток" |  |
| 49 |  | Лабораторная работа №1 Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источников питания | расчеты в теради |
| 50 |  | Лабораторная работа №1 Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источников питания |  |
| 51 |  | Лабораторная работа №2 Определение емкости конденсатора баллистическим методом | расчеты в теради |
| 52 |  | Лабораторная работа №2 Определение емкости конденсатора баллистическим методом |  |
| 53 |  | Лабораторная работа №3 Зависимость сопротивления металлов и полупроводников от температуры | расчеты в теради |
| 54 |  | Лабораторная работа №3 Зависимость сопротивления металлов и полупроводников от температуры |  |
| 55 |  | Лабораторная работа №4 Определение емкости конденсатора методом разрядки | расчеты в теради |
| 56 |  | Лабораторная работа №4 Определение емкости конденсатора методом разрядки |  |
| 57 |  | Лабораторная работа №5 Измерение большого сопротивления | расчеты в теради |
| 58 |  | Лабораторная работа №5 Измерение большого сопротивления |  |
| 59 |  | Лабораторная работа №6 Определение заряда электрона и ВАХ электролита | расчеты в теради |
| 60 |  | Лабораторная работа №6 Определение заряда электрона и ВАХ электролита |  |
| 61 |  | Лабораторная работа №7 Изучение p-n перехода. Стабилитрон | расчеты в теради |
| 62 |  | Лабораторная работа №7 Изучение p-n перехода. Стабилитрон |  |
| 63 |  | Лабораторная работа №8 Определение ЭДС солнечной батареии компенсационным методом | расчеты в теради |
| 64 |  | Лабораторная работа №8 Определение ЭДС солнечной батареии компенсационным методом |  |
| 65 |  | Лабораторная работа №9 Изучение ВАХ вакуумного диода | расчеты в теради |
| 66 |  | Лабораторная работа №9 Изучение ВАХ вакуумного диода |  |
| 67 |  | Лабораторная работа №10 Осциллограф |  |
| 68 |  | Лабораторная работа №10 Осциллограф |  |
| 69 |  | Итоги физического практикума "Законы постоянного тока" |  |
| 70 |  | Итоги физического практикума "Законы постоянного тока" |  |
|  |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Дата** | **Содержание** | **Домашнее задание** |
| **Лабораторный практикум (70 ч)** | | | |
| 1 |  | Инструктаж по ОТ и ТБ |  |
| 2 |  | Введение в физический практикум "Магнитное и электрическое поле" для 11 класса |  |
| 3 |  | Лабораторная работа №1 Движение электрона в магнитном поле | расчеты в тетради |
| 4 |  | Лабораторная работа №1 Движение электрона в магнитном поле |  |
| 5 |  | Лабораторная работа №2 Изучение магнитного поля конечного соленоида | расчеты в тетради |
| 6 |  | Лабораторная работа №2 Изучение магнитного поля конечного соленоида |  |
| 7 |  | Лабораторная работа №3 Изучение явления магнитного гистерезиса | расчеты в тетради |
| 8 |  | Лабораторная работа №3 Изучение явления магнитного гистерезиса |  |
| 9 |  | Лабораторная работа №4 Определение работы выхода электронов из металла | расчеты в тетради |
| 10 |  | Лабораторная работа №4 Определение работы выхода электронов из металла |  |
| 11 |  | Лабораторная работа №5 Изучение электрических полей различных источников | расчеты в тетради |
| 12 |  | Лабораторная работа №5 Изучение электрических полей различных источников |  |
| 13 |  | Лабораторная работа №6 Изучение явления взаимной индукции | расчеты в тетради |
| 14 |  | Лабораторная работа №6 Изучение явления взаимной индукции |  |
| 15 |  | Лабораторная работа №7 Определение удельного заряда электрона методом магнетрона | расчеты в тетради |
| 16 |  | Лабораторная работа №7 Определение удельного заряда электрона методом магнетрона |  |
| 17 |  | Лабораторная работа №8 Эффект Холла в полупроводниках | расчеты в тетради |
| 18 |  | Лабораторная работа №8 Эффект Холла в полупроводниках |  |
| 19 |  | Итоги физического практикума "Магнитное и электрическое поле" |  |
| 20 |  | Итоги физического практикума "Магнитное и электрическое поле" |  |
| 21 |  | Особенности физического практикума "Колебания и волны различной природы" |  |
| 22 |  | Особенности физического практикума "Колебания и волны различной природы" |  |
| 23 |  | Оценка погрешностей в физическом практикуме |  |
| 24 |  | Оценка погрешностей в физическом практикуме |  |
| 25 |  | Лабораторная работа №1 Определение скорости звука в твердых телах | расчеты в тетради |
| 26 |  | Лабораторная работа №1 Определение скорости звука в твердых телах |  |
| 27 |  | Лабораторная работа №2 Изучение процессов в простых линейных электрических цепях | расчеты в тетради |
| 28 |  | Лабораторная работа №2 Изучение процессов в простых линейных электрических цепях |  |
| 29 |  | Лабораторная работа №3 Определение ускорения свободного падения с помощью физического маятника | расчеты в тетради |
| 30 |  | Лабораторная работа №3 Определение ускорения свободного падения с помощью физического маятника |  |
| 31 |  | Лабораторная работа №4 Изучение затухающих колебаний | расчеты в тетради |
| 32 |  | Лабораторная работа №4 Изучение затухающих колебаний |  |
| 33 |  | Лабораторная работа №5 Связанные колебания | расчеты в тетради |
| 34 |  | Лабораторная работа №5 Связанные колебания |  |
| 35 |  | Лабораторная работа №6 Вынужденные колебания в последовательном колебательном контуре | расчеты в тетради |
| 36 |  | Лабораторная работа №6 Вынужденные колебания в последовательном колебательном контуре |  |
| 37 |  | Лабораторная работа №7 Изучение упругих колебаний струны | расчеты в тетради |
| 38 |  | Лабораторная работа №7 Изучение упругих колебаний струны |  |
| 39 |  | Лабораторная работа №8 Релаксационные колебания | расчеты в тетради |
| 40 |  | Лабораторная работа №8 Релаксационные колебания |  |
| 41 |  | Лабораторная работа №9 Волны на поверхности жидкости | расчеты в тетради |
| 42 |  | Лабораторная работа №9 Волны на поверхности жидкости |  |
| 43 |  | Итоги физического практикума "Колебания и волны различной природы" |  |
| 44 |  | Итоги физического практикума "Колебания и волны различной природы" |  |
| 45 |  | Инструктаж по ОТ и ТБ перед выполнением практикума "Оптика. Квантовая физика" |  |
| 46 |  | Особенности физического практикума "Оптика. Квантовая физика" |  |
| 47 |  | Лабораторная работа №1 Определение фокусного расстояния собирающей и рассеивающей линзы |  |
| 48 |  | Лабораторная работа №1 Определение фокусного расстояния собирающей и рассеивающей линзы |  |
| 49 |  | Лабораторная работа №2 Интерференция света. Опыт Юнга. | расчеты в теради |
| 50 |  | Лабораторная работа №2 Интерференция света. Опыт Юнга. |  |
| 51 |  | Лабораторная работа №3 Интерференция света. Кольца Ньютона | расчеты в теради |
| 52 |  | Лабораторная работа №3 Интерференция света. Кольца Ньютона |  |
| 53 |  | Лабораторная работа №4 Дифракция света на круглом отверстии и щели | расчеты в теради |
| 54 |  | Лабораторная работа №4 Дифракция света на круглом отверстии и щели |  |
| 55 |  | Лабораторная работа №5 Интерферометр. Определение показателя преломления воздуха | расчеты в теради |
| 56 |  | Лабораторная работа №5 Интерферометр. Определение показателя преломления воздуха |  |
| 57 |  | Лабораторная работа №6 Электромагнитные волны СВЧ диапазона и их свойства | расчеты в теради |
| 58 |  | Лабораторная работа №6 Электромагнитные волны СВЧ диапазона и их свойства |  |
| 59 |  | Лабораторная работа №7 Дисперсия света в призме и дифракционной решетке. | расчеты в теради |
| 60 |  | Лабораторная работа №7 Дисперсия света в призме и дифракционной решетке. |  |
| 61 |  | Лабораторная работа №8 Излучение абсолютно черного тела. Закон тефана-Больцмана | расчеты в теради |
| 62 |  | Лабораторная работа №8 Излучение абсолютно черного тела. Закон тефана-Больцмана |  |
| 63 |  | Лабораторная работа №9 Опыт Франка и Герца. | расчеты в теради |
| 64 |  | Лабораторная работа №9 Опыт Франка и Герца. |  |
| 65 |  | Лабораторная работа №10 Законы фотоэффекта | расчеты в теради |
| 66 |  | Лабораторная работа №10 Законы фотоэффекта |  |
| 67 |  | Лабораторная работа №11 Спектр водорода. Формула Бальмера. Спектры газов. |  |
| 68 |  | Лабораторная работа №11 Спектр водорода. Формула Бальмера. Спектры газов. |  |
| 69 |  | Итоги физического практикума "Оптика. Квантовая физика" |  |
| 70 |  | Итоги физического практикума "Оптика. Квантовая физика" |  |