

**Муниципальное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа №30» г. Сыктывкара
(МОУ «СОШ № 30» г. Сыктывкара)
«30 №-а шөр школа»
Сыктывкарса муниципальной велөдан учреждение
(«30 №-а ШШ» МВУ»)**

Рассмотрено:

на заседании ШМО
учителей математики, физики, информатики
11.04.2024г., протокол №3

Утверждено:

приказом по школе
от 18.04.2024 г. № 04/302

**Дополнительная образовательная программа по физике
с использованием оборудования детского технопарка
«Школьный Кванториум»
10 - 11 классы**

«Практикум по физике»

Количество часов – 1ч/68ч

Пояснительная записка

Актуальность программы

Программа имеет социальную значимость для нашего общества. Российскому обществу нужны образованные, нравственные, предприимчивые люди, которые могут самостоятельно принимать ответственные решения в ситуациях выбора, прогнозируя их возможные последствия. Одной из задач сегодняшнего образования воспитание в учащемся самостоятельной личности.

Предлагаемая программа способствует развитию у учащихся самостоятельного мышления, формирует у них умения самостоятельно приобретать и применять полученные знания на практике. Развитие и формирование вышеуказанных умений возможно благодаря стимулированию научно-познавательного интереса во время занятий.

Концепция современного образования подразумевает, что учитель перестаёт быть

основным источником новых знаний, а становится организатором познавательной активности учащихся, к которой можно отнести и исследовательскую деятельность. Современные экспериментальные исследования по физике уже невозможно представить без использования аналоговых и цифровых измерительных приборов. В Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) прописано, что одним из универсальных учебных действий (УУД), приобретаемых учащимися, должно стать умение «проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов». Для этого учитель физики может воспользоваться учебным оборудованием нового поколения — цифровыми лабораториями.

Цифровые лаборатории по физике представлены датчиками для измерения и регистрации различных параметров, интерфейсами сбора данных и программным обеспечением, визуализирующим экспериментальные данные на экране. При этом эксперимент остаётся традиционно натурным, но полученные экспериментальные данные обрабатываются и выводятся на экран в реальном масштабе времени и в рациональной графической форме, в виде численных значений, диаграмм, графиков и таблиц. Основное внимание учащихся при этом концентрируется не на сборке и настройке экспериментальной установки, а на проектировании различных вариантов проведения эксперимента, накоплении данных, их анализе и интерпретации, формулировке выводов. Эксперимент как исследовательский метод обучения увеличивает познавательный интерес учащихся к самостоятельной, творческой деятельности. Занятия интегрируют теоретические знания и практические умения учащихся, а также способствуют формированию у них навыков проведения творческих работ учебно-исследовательского характера.

Целевая аудитория: учащиеся 10—11 классов.

Цели программы: ознакомить учащихся с физикой как экспериментальной наукой; сформировать у них навыки самостоятельной работы с цифровыми датчиками, проведения измерений физических величин и их обработки.

Нормативно-правовое обеспечение программы

Дополнительная образовательная программа **по физике** с использованием оборудования детского технопарка «Школьный Кванториум» разработана с учетом следующих нормативных документов:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. И доп., вступили в силу с 01.06.2021);
2. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден приказом Минпросвещения России от 27.07.2022 г. №629);
3. Распоряжение Минпросвещения России от 30.11.2023 № ТВ-2357/02 «Об утверждении Методических рекомендаций по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций»;
4. Приказ МОУ «СОШ № 30» г. Сыктывкара от 22.01.2024г. №04/32 «О создании и функционирования детского технопарка «Кванториум» на базе МОУ «СОШ № 30» г. Сыктывкара»;
5. Учебный план МОУ «СОШ № 30» г. Сыктывкара на 2024-2025 учебный год.



Планируемые образовательные результаты

Учащиеся должны приобрести:

- навыки исследовательской работы по измерению физических величин, оценке погрешностей измерений и обработке результатов;
- умения пользоваться цифровыми измерительными приборами;
- умение обсуждать полученные результаты с привлечением соответствующей физической теории;
- умение публично представлять результаты своего исследования;
- умение самостоятельно работать с учебником и научной литературой, а также излагать свои суждения как в устной, так и письменной форме.

Срок реализации: программа рассчитана на 2 года обучения. Периодичность занятий: еженедельно. Длительность одного занятия — 1 час.

Формы и методы обучения: учащиеся организуются в учебную группу постоянного состава. Формы занятий: индивидуально-групповые (2—3 человека).

Основное содержание программы

10 класс

Учебно-тематический план

| № раздела и темы | Название разделов и тем | Количество часов | | |
|------------------|---|------------------|----------|----------|
| | | Всего | Теория | Практика |
| Раздел 1 | Вводные занятия. Физический эксперимент и цифровые лаборатории | 4 | 3 | 1 |
| 1.1 | Как изучают явления в природе? | 1 | 1 | |
| 1.2 | Измерения физических величин. Точность измерений | 1 | 1 | |
| 1.3 | Цифровая лаборатория Releon и её особенности | 2 | 1 | 1 |
| Раздел 2 | Экспериментальные исследования механических явлений | 2 | | 2 |
| 2.1 | Изучение колебаний пружинного маятника | 2 | | 2 |
| Раздел 3 | Экспериментальные исследования по МКТ идеальных газов и давления жидкостей | 4 | | 4 |
| 3.1 | Исследование изобарного процесса (закон Гей-Люссака) | 1 | | 1 |
| 3.2 | Исследование изохорного процесса (закон Шарля) | 1 | | 1 |
| 3.3 | Закон Паскаля. Определение давления жидкостей | 1 | | 1 |
| 3.4 | Атмосферное и барометрическое давление. Магдебургские полушария | 1 | | 1 |



Продолжение

| | | | | |
|-----------------|--|-----------|----------|-----------|
| Раздел 4 | Экспериментальные исследования тепловых явлений | 5 | | 5 |
| 4.1 | Изучение процесса кипения воды | 1 | | 1 |
| 4.2 | Определение количества теплоты при нагревании и охлаждении | 1 | | 1 |
| 4.3 | Определение удельной теплоты плавления льда | 1 | | 1 |
| 4.4 | Определение удельной теплоёмкости твёрдого тела | 1 | | 1 |
| 4.5 | Изучение процесса плавления и кристаллизации аморфного тела | 1 | | 1 |
| Раздел 5 | Экспериментальные исследования постоянного тока и его характеристик | 6 | | 6 |
| 5.1 | Изучение смешанного соединения проводников | 1 | | 1 |
| 5.2 | Определение КПД нагревательной установки | 1 | | 1 |
| 5.3 | Изучение закона Джоуля — Ленца | 1 | | 1 |
| 5.4 | Изучение зависимости мощности и КПД источника от напряжения на нагрузке | 1 | | 1 |
| 5.5 | Изучение закона Ома для полной цепи | 1 | | 1 |
| 5.6 | Экспериментальная проверка правил Кирхгофа | 1 | | 1 |
| Раздел 6 | Экспериментальные исследования магнитного поля | 3 | | 3 |
| 6.1 | Исследование магнитного поля проводника с током | 1 | | 1 |
| 6.2 | Исследование явления электромагнитной индукции | 1 | | 1 |
| 6.3 | Изучение магнитного поля соленоида | 1 | | 1 |
| Раздел 7 | Проектная работа | 10 | 2 | 8 |
| 7.1 | Проект и проектный метод исследования | 1 | 1 | |
| 7.2 | Выбор темы исследования, определение целей и задач | 1 | 1 | |
| 7.3 | Проведение индивидуальных исследований | 6 | | 6 |
| 7.4 | Подготовка к публичному представлению проекта | 2 | | 2 |
| | Итого: | 34 | 5 | 29 |



Раздел 1. Вводные занятия. Физический эксперимент и цифровые лаборатории

Тема 1.1. Цифровые датчики. Общие характеристики. Физические эффекты, используемые в работе датчиков

Цифровые датчики и их отличие от аналоговых приборов. Общие характеристики датчиков. Физические эффекты, используемые в работе датчиков.

Раздел 2. Экспериментальные исследования механических явлений

Практическая работа № 1. «Изучение колебаний пружинного маятника»

Цель работы: изучить гармонические колебания пружинного маятника.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик ускорения, рулетка или линейка, пружина (набор пружин одинаковой длины разной жёсткости), груз с крючком, двухсторонний скотч и штатив с лапкой, электронные весы.

Раздел 3. Экспериментальные исследования по МКТ идеальных газов и давления жидкостей

Практическая работа № 2. «Исследование изобарного процесса (закон Гей-Люссака)»

Цель работы: проверить соотношение между изменениями объёма и температуры газа при его изобарном нагревании.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, мультидатчик ФИЗ 5 (датчики температуры и давления), температурный щуп, штатив, сосуд с поршнем для демонстрации газовых законов, линейка.

Практическая работа № 3. «Исследование изохорного процесса (закон Шарля)»

Цель работы: проверить соотношение между изменениями объёма и температуры газа при его изохорном нагревании.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, мультидатчик ФИЗ 5 (датчики температуры и давления), температурный щуп, штатив, сосуд с поршнем для демонстрации газовых законов, линейка.

Практическая работа № 4. «Закон Паскаля. Определение давления жидкостей»

Цели работы: изучить закон Паскаля; исследовать изменения давления с изменением высоты столба жидкости.

Оборудование и материалы: штатив, мензурка, трубка, линейка, мультидатчик ФИЗ 5, компьютер или планшет.

Практическая работа № 5. «Атмосферное и барометрическое давление. Магдебургские полушария»

Цель работы: продемонстрировать и вычислить абсолютное и относительное давления.

Оборудование и материалы: прибор для демонстрации атмосферного давления (магдебургские полушария), грузы массами 5 и 10 кг, вакуумный насос, датчики относительного и абсолютного давления, компьютер или планшет.



Раздел 4. Экспериментальные исследования тепловых явлений

Практическая работа № 6. «Изучение процесса кипения воды»

Цели работы: изучить процесс кипения воды; построить график зависимости температуры воды от времени.

Оборудование и материалы: электрическая плитка или горелка, большая пробирка, пробиркодержатель, мультидатчик ФИЗ 5, температурный щуп, компьютер или планшет, соль.

Практическая работа № 7. «Определение количества теплоты при нагревании и охлаждении»

Цель работы: изучить условие теплового равновесия (без учёта рассеяния тепловой энергии в окружающую среду).

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Relab Lite, мультидатчик ФИЗ 5, щуп, калориметр, измерительный стакан, электрочайник.

Практическая работа № 8. «Определение удельной теплоты плавления льда»

Цель работы: определить удельную теплоту плавления льда.

Оборудование и материалы: калориметр, измерительный цилиндр, стакан с водой, сосуд с тающим льдом, весы, источник питания, соединительные провода, мобильный планшет, компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Relab Lite, мультидатчик ФИЗ 5, температурный щуп.

Практическая работа № 9. «Определение удельной теплоёмкости твёрдого тела»

Цель работы: определить значение удельной теплоёмкости металлического (алюминиевого) цилиндра на нити.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Relab Lite, мультидатчик ФИЗ 5, щуп, калориметр, измерительный стакан, электрочайник, металлический цилиндр на нити.

Практическая работа № 10. «Изучение процессов плавления и кристаллизации аморфного тела»

Цель работы: определить температуру кристаллизации парафина.

Оборудование и материалы: пробирка с парафином, пробиркодержатель, стакан с горячей водой объёмом 150–200 мл, компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Relab Lite, мультидатчик ФИЗ 5, щуп.

Раздел 5. Экспериментальные исследования постоянного тока и его характеристик

Практическая работа № 11. «Изучение смешанного соединения проводников»

Цель работы: проверить основные законы смешанного соединения проводников в электрической цепи.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Relab Lite, мультидатчик ФИЗ 5 (датчик тока и напряжения), источник тока, набор резисторов, соединительные провода, ключ.

Практическая работа № 12. «Определение КПД нагревательного элемента»

Цель работы: определить КПД нагревательного элемента.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, мультидатчик ФИЗ 5 (датчик температуры, датчик тока и напряжения), температурный щуп, источник тока, калориметр, нагревательный элемент, соединительные провода, мерный цилиндр, ёмкость с водой объёмом 150 см³.

**Практическая работа № 13. «Изучение закона Джоуля — Ленца»**

Цель работы: определить количество теплоты, выделяемое проводником с током.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Relab Lite, мультидатчик ФИЗ 5 (датчик тока и напряжения), источник тока, резистор, ключ, соединительные провода, штатив, калориметр, ёмкость с водой.

Практическая работа № 14. «Изучение зависимости полезной мощности и КПД источника от напряжения на нагрузке»

Цель работы: изучить зависимость полезной мощности и КПД источника от сопротивления нагрузки.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Relab Lite, мультидатчик ФИЗ 5 (датчик тока и напряжения), источник тока, реостат, ключ, соединительные провода.

Практическая работа № 15. «Изучение закона Ома для полной цепи»

Цели работы: проверить закон Ома для полной цепи; изучить режимы работы источников тока.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Relab Lite, мультидатчик ФИЗ 5 (датчик тока и напряжения), источник тока, 2 резистора, 3 ключа, соединительные провода.

Практическая работа № 16. «Экспериментальная проверка правил Кирхгофа»

Цель работы: экспериментально проверить законы Кирхгофа.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Relab Lite, мультидатчик ФИЗ 5 (датчик тока и напряжения), источник тока, 5 резисторов, 3 ключа, соединительные провода.

Раздел 6. Экспериментальные исследования магнитного поля**Практическая работа № 17. «Исследование магнитного поля проводника с током»**

Цель работы: выявить зависимость модуля индукции магнитного поля проводника с током от силы тока и расстояния до проводника.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Relab Lite, мультидатчик ФИЗ 5, штативы, источник тока, проводник, линейка, реостат, ключ.

Практическая работа № 18. «Исследование явления электромагнитной индукции»

Цель работы: исследовать явление электромагнитной индукции.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Relab Lite, мультидатчик ФИЗ 5, линейка, катушка-моток, полосовой магнит, трубка из ПВХ, держатель для трубки, штатив.

Практическая работа № 19. «Изучение магнитного поля соленоида»

Цель работы: исследовать распределение индукции магнитного поля вдоль оси соленоида.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Relab Lite, мультидатчик ФИЗ 5 (датчики тока магнитного поля), источник тока, соединительные провода, соленоид, реостат.



Раздел 7. Проектная работа

Проект и проектный метод исследования. Основные этапы проектного исследования. Выбор темы исследования, определение целей и задач. Проведение индивидуальных исследований. Подготовка к публичному представлению проекта.

Примеры практических работ

Практическая работа № 1

«Изучение колебаний пружинного маятника»

Цель работы: изучить гармонические колебания пружинного маятника.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик ускорения, рулетка или линейка, пружина (набор пружин одинаковой длины разной жёсткости), груз с крючком, двухсторонний скотч и штатив с лапкой, электронные весы.

Основные сведения

Пружинный маятник — это физическая модель, состоящая из груза массой m и пружины жёсткостью k . При этом массой пружины по сравнению с массой груза можно пренебречь, а трение в колебательной системе отсутствует. Пружинный маятник может совершать колебания в вертикальной или в горизонтальной плоскости. Исследования колебаний пружинного маятника будем проводить в вертикальной плоскости с целью сведения к минимуму силы трения. Кроме того, при таком рассмотрении более удобно прикрепить датчик ускорения.

Когда груз выводится из положения равновесия, например, пружина сжимается на некоторую величину, грузу сообщается некоторый запас потенциальной энергии. Если теперь отпустить груз, то он будет двигаться к положению равновесия, пружина начнёт выпрямляться, и деформация пружины будет уменьшаться. Следовательно, будет уменьшаться и её потенциальная энергия. Скорость груза будет увеличиваться, при этом потенциальная энергия пружины будет превращаться в кинетическую энергию движения груза. В момент прохождения грузом положения равновесия его потенциальная энергия равна нулю, а кинетическая энергия будет максимальной.

После этого в силу инерции пройдёт положение равновесия. Его скорость будет уменьшаться, а деформация (удлинение пружины) будет увеличиваться. Следовательно, кинетическая энергия груза уменьшается, а его потенциальная энергия, наоборот, возрастает.

При малом растяжении пружины период колебаний пружинного маятника можно рассчитать по формуле:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}. \quad (1)$$

Из формулы (1) следует, что период колебаний пружинного маятника не зависит от амплитуды колебаний. Это позволяет исследовать зависимость периода и частоты колебаний пружинного маятника от жёсткости и массы груза. Зная период колебаний пружинного маятника, можно определить как жёсткость, так и массу груза.

В данной работе удобно рассмотрение колебаний в вертикальной плоскости связано ещё и с прикреплением датчика.

Инструкция по выполнению

1. Изучите основные сведения.
2. Соберите экспериментальную установку по рисунку 1. Для этого установите штатив и закрепите пружину с подвешенным на ней грузом. К грузу с помощью двухстороннего скотча прикрепите мультидатчик Физ 5, к которому подсоедините USB-провод и подключите его к компьютеру.



Рис. 1. Экспериментальная установка

3. Запустите на компьютере программу для измерений Releon Lite. Оставьте активным датчик ускорения, отключив остальные цифровые датчики.
4. Выведите пружинный маятник из положения равновесия. Начните сбор данных, нажав кнопку «Пуск» на экране компьютера.
5. По полученным графикам определите плоскость колебаний и установите ось, вдоль которой колеблется датчик ускорения. В меню датчика укажите необходимый датчик (в показанной на рисунке 1 установке это датчик ускорения **OZ**).
6. Измените параметры сбора данных. Задайте следующие параметры: **период опроса: 0,1; видимый интервал: 10; диапазон опроса: от -2g до +2g** (рис. 2).



Рис. 2. Изменение параметров сбора данных

7. Выведите пружинный маятник из положения равновесия путём растяжения пружины. Начните сбор данных. На экране компьютера можно наблюдать график гармонических колебаний пружинного маятника (рис. 3).

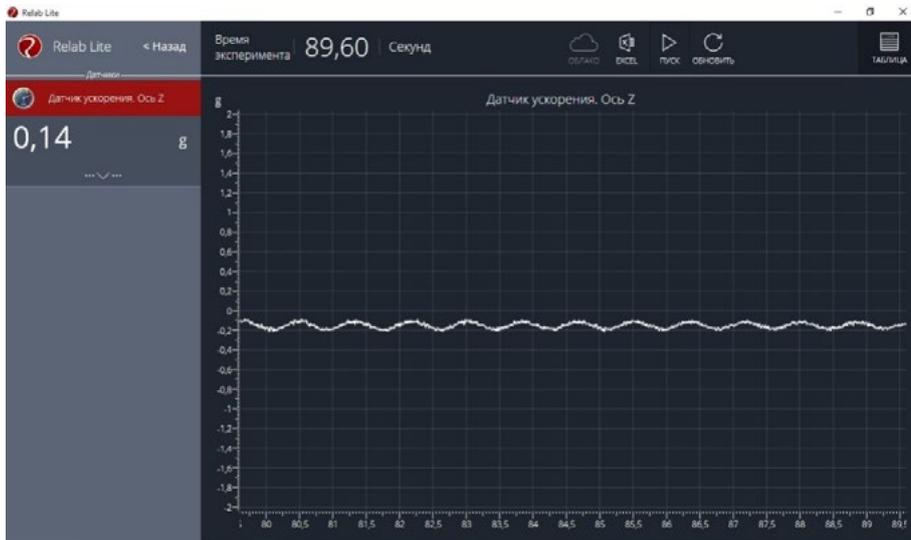


Рис. 3. График гармонических колебаний пружинного маятника

8. По полученному графику определите период колебаний пружинного маятника.

Исследование № 1. Определение массы груза

Из формулы (1) можно выразить массу груза, совершающего гармонические колебания на пружине.

1. Зная значение периода колебаний из полученного графика и жёсткость пружины из описания оборудования, найдите массу груза по формуле:

$$m = \frac{kT^2}{4\pi^2}.$$

2. Определите массу груза с датчиком ускорения с помощью электронных весов.

3. Сравните полученные вами значения массы груза и сформулируйте выводы.

4. Исследование проведите несколько раз. Рассчитайте среднее значение массы груза.

Исследование № 2. Определение жёсткости пружины

1. Определите массу груза вместе с датчиком ускорения с помощью электронных весов. Значение периода колебаний пружинного маятника определите по полученному графику.

2. Рассчитайте значение жёсткости пружины по формуле:

$$k = \frac{4\pi^2}{T^2} m.$$

3. Определите значение жёсткости пружины, используя закон Гука и описание оборудования.

4. Сравните полученные вами значения жёсткости пружины и сформулируйте выводы.



Исследование № 3. Изучение зависимости периода и частоты колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины

Зная период колебаний пружинного маятника, рассчитайте значение частоты колебаний по формуле:

$$\nu = \frac{1}{T}.$$

Изменяя пружину, повторите п. 7 и 8 (см. рубрику «Инструкция по выполнению»), определите новые значения периода и частоты колебаний пружинного маятника.

По полученным данным определите зависимость периода и частоты колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины. Сформулируйте выводы.

Все данные эксперимента можно посмотреть в виде таблицы, нажав в меню вкладку «Таблица», а также можно сохранить в виде таблицы Excel.

Практическая работа № 3 «Исследование изохорного процесса (закон Шарля)»

Цель работы: проверить соотношение между изменениями объёма и температурой газа при его изохорном нагревании.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, мультидатчик ФИЗ 5 (датчики температуры и давления), температурный щуп, штатив, сосуд с поршнем для демонстрации газовых законов, линейка.

Основные сведения

Изохорный процесс — это термодинамический процесс, происходящий с некоторой постоянной массой газа, при котором его объём остаётся неизменным. Примером изохорного процесса является нагревание газа, находящегося в сосуде с закреплённым поршнем.

Согласно закону Шарля, для данного количества идеального газа отношение давления газа к его абсолютной температуре постоянно, если объём газа не меняется:

$$\frac{p}{T} = \text{const.}$$

Если идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 при постоянном объёме, то

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}.$$

Так как объём в рассматриваемом изопроцессе не изменяется, то работа, совершаемая идеальным газом, равна нулю. Применяя первый закон термодинамики к изохорному процессу, получим:

$$\Delta U = Q, \text{ или } \Delta U = Q = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

$$\text{Для идеального одноатомного газа можно записать: } \Delta U = Q = \frac{3}{2} R \Delta T$$

Техника безопасности

Приступая к работе, внимательно ознакомьтесь с заданием и оборудованием. Слушайте и выполняйте все требования учителя. Не пользуйтесь приборами без его разрешения.

Инструкция по выполнению

1. Изучите основные сведения.
2. Соберите экспериментальную установку по рисунку.



Экспериментальная установка

3. Подключите датчики давления и температуры.
4. Запустите на компьютере программу для измерений Releon Lite.
5. Выполните сопряжение датчиков давления и температуры.
6. Запишите начальные значения датчика давления и температуры в таблицу.
7. Начните нагревать цилиндр с газом любым удобным способом (используя спиртовку, спиртовые таблетки и т. п.), зафиксировав при этом поршень.
8. Через каждые 3 мин записывайте показания датчиков (выполните 5 измерений).
9. Представьте полученные данные в виде таблицы, перенесите их в Excel.
10. Постройте на основе полученных данных график зависимости p .
11. Для начальных и конечных значений температуры и давления газа проверьте спра-

ведливость выражения: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$.

12. Сформулируйте выводы.

| № эксперимента | Время, мин | Давление, Па | Температура, К |
|----------------|------------|--------------|----------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

**Практическая работа № 10****«Изучение процессов плавления и кристаллизации аморфного тела»**

Цель работы: определить температуру кристаллизации парафина.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, мультидатчик ФИЗ 5, температурный щуп, пробирка с парафином, пробиркодержатель, стакан с горячей водой (около 80 °С) объёмом 150–200 мл.

Основные сведения

Одной из характеристик кристаллических тел, отличающих их от аморфных, является определённая температура плавления (и равная ей температура кристаллизации). Другими словами, когда кристаллическое тело при равномерном нагревании достигает температуры плавления, его температура на некоторое время перестаёт увеличиваться. Лишь когда всё тело переходит в жидкое состояние, его температура начинает снова возрастать. Такая же задержка в изменении температуры происходит и при остывании жидкости, превращающейся в кристаллическое тело.

По мере охлаждения расплавленного кристаллического вещества его частицы замедляют своё хаотическое (тепловое) движение. При достижении температуры плавления скорость движения частиц уменьшается, и они под действием сил притяжения начинают «пристраиваться» одна к другой, образуя кристаллические зародыши. Пока всё вещество не закристаллизуется, его температура остаётся постоянной. Эту температуру называют температурой кристаллизации или температурой плавления данного кристаллического тела. После того как всё вещество перейдёт в твёрдое состояние, его температура снова начнёт понижаться.

Твёрдые парафины являются кристаллическими телами. В данной работе на опыте убедимся в кристаллической природе высокоочищенного (белого) парафина, применяемого в физиотерапии.

Инструкция по выполнению

1. Изучите основные сведения.
2. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений.

| Время T , мин | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| Температура t , °С | | | | | | | | | | | | | |

3. Опустите в стакан с горячей водой (около 80 °С) пробирку с парафином и наблюдайте за тем, как он плавится.

4. После того как парафин полностью расплавится, перенесите пробирку в стакан, в котором налито около 150 мл холодной воды. Опустите в расплавленный парафин (в его середину) температурный щуп, предварительно подключив его к мультидатчику ФИЗ 5 и запустив программное обеспечение Releon Lite.

Важно!

Температурный щуп не должен касаться стенок пробирки. Во время опыта пробирка с парафином должна находиться в покое.

5. С момента, когда температура парафина начнёт понижаться, с интервалом в 1 мин (временной интервал следует выставить в программе) снимайте показания датчика температуры.



6. Продолжая снимать показания датчика температуры, наблюдайте этап перехода парафина из жидкого в твёрдое состояние.

7. При охлаждении парафина до 50—45 °С прекратите измерения. По экспериментальным данным проанализируйте полученный график зависимости температуры t от времени T .

8. По графику определите температуру кристаллизации парафина.

9. Сформулируйте выводы.

Практическая работа № 12

«Определение КПД нагревательного элемента»

Цель работы: определить КПД нагревательного элемента.

Оборудование и материалы: компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, мультидатчик ФИЗ 5 (датчики температуры, датчик тока и датчик напряжения), температурный щуп, источник тока, калориметр, нагревательный элемент, соединительные провода, мерный цилиндр, стакан с водой объёмом 150 см³.

Основные сведения

Согласно закону сохранения энергии, количество теплоты, выделяемое проводником с током, равно работе тока:

$$Q = A.$$

По определению КПД любого устройство можно вычислить по формуле:

$$\eta = \frac{A_{\text{полез}}}{A_{\text{зат}}} \cdot 100 \%,$$

где $A_{\text{зат}} = I_{\text{cp}} U_{\text{cp}} \Delta t$, $A_{\text{пол}} = Q = cm(t_k - t_n)$.

Так как $m = \rho V$, получаем $A_{\text{пол}} = Q = c\rho V(t_k - t_n)$.

Окончательная формула для расчёта КПД нагревательного элемента примет следующий вид:

$$\eta = \frac{A_{\text{полез}}}{A_{\text{зат}}} \cdot 100 \% = \frac{c\rho V(t_k - t_n)}{I_{\text{cp}} U_{\text{cp}} \Delta t} \cdot 100 \%. \quad (1)$$

Средние значения силы тока и напряжения: $I_{\text{cp}} = \frac{I_k - I_n}{2}$, $U_{\text{cp}} = \frac{U_k - U_n}{2}$.

Для вычисления КПД нагревательного элемента следует использовать табличные данные:

$c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{°C})$, $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$.

В бланке ответов:

Сделайте рисунок схемы экспериментальной установки.

Запишите формулу для расчёта КПД нагревательного элемента.

Запишите экспериментальные данные, полученные с помощью датчиков.

Инструкция по выполнению

1. Изучите основные сведения.
2. Соберите экспериментальную установку по рисункам 1, 2.
3. Подключите датчики цифровой лаборатории и получите графики зависимости силы тока, напряжения и температуры от времени.
4. Сохраните табличные данные на рабочем столе.
5. Рассчитайте КПД нагревательного элемента, используя формулу (1) из раздела «Основные сведения».
6. Сформулируйте выводы.

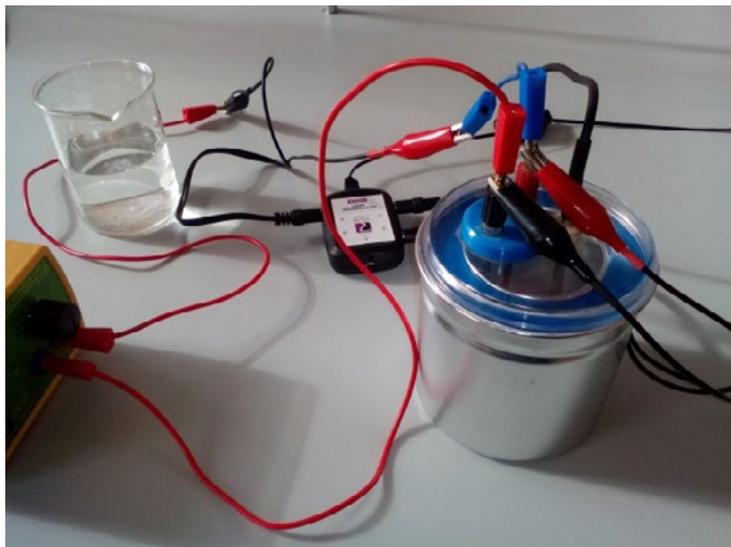


Рис. 1. Фрагмент экспериментальной установки

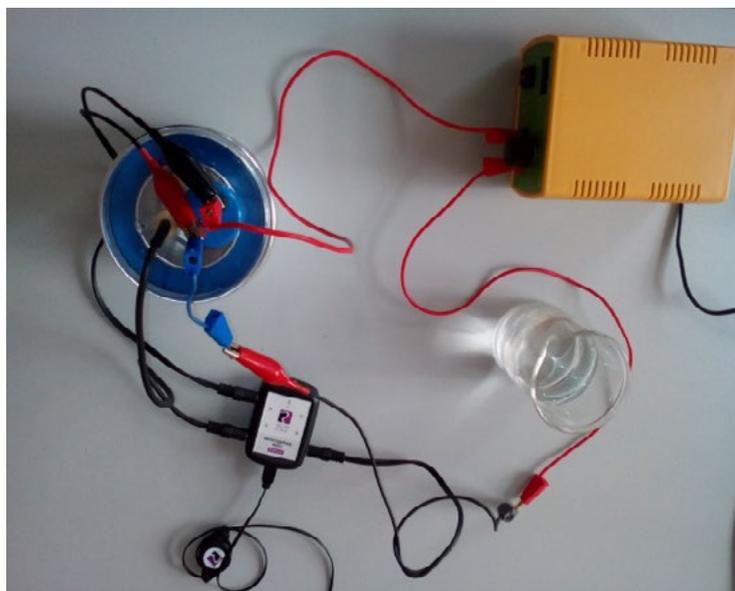


Рис. 2. Собранная экспериментальная установка

11 класс

Учебно-тематический план

| № раздела и темы | Название разделов и тем | Количество часов | | |
|------------------|--|------------------|--------|----------|
| | | Всего | Теория | Практика |
| Раздел 1 | Вводные занятия. Физический эксперимент и цифровые лаборатории | 4 | 3 | 1 |
| 1.1 | Цифровые датчики. Общие характеристики. Физические эффекты, используемые в работе датчиков | 2 | 2 | |



Продолжение

| | | | | |
|-----------------|--|-----------|----------|-----------|
| 1.2 | Двухканальная приставка-осциллограф. Основные принципы работы с приставкой | 2 | 1 | 1 |
| Раздел 2 | Экспериментальные исследования переменного тока | 11 | | 11 |
| 2.1 | Измерение характеристик переменного тока осциллографом | 1 | | 1 |
| 2.2 | Активное сопротивление в цепи переменного тока | 1 | | 1 |
| 2.3 | Ёмкость в цепи переменного тока | 1 | | 1 |
| 2.4 | Индуктивность в цепи переменного тока | 1 | | 1 |
| 2.5 | Изучение законов Ома для цепи переменного тока | 1 | | 1 |
| 2.6 | Последовательный резонанс | 1 | | 1 |
| 2.7 | Параллельный резонанс | 1 | | 1 |
| 2.8 | Диод в цепи переменного тока | 1 | | 1 |
| 2.9 | Действующее значение переменного тока | 1 | | 1 |
| 2.10 | Затухающие колебания | 1 | | 1 |
| 2.11 | Взаимоиндукция. Трансформатор | 1 | | 1 |
| Раздел 3 | Смартфон как физическая лаборатория¹ | 6 | | 6 |
| 3.1 | Тепловая карта освещённости | 1 | | 1 |
| 3.2 | Свет далёкой звезды | 1 | | 1 |
| 3.3 | Уровень шума | 1 | | 1 |
| 3.4 | Звуковые волны | 1 | | 1 |
| 3.5 | Клетка Фарадея | 1 | | 1 |
| 3.6 | По волнам Wi-Fi | 1 | | 1 |
| Раздел 4 | Проектная работа | 13 | 2 | 11 |
| 3.1 | Проект и проектный метод исследования | 1 | 1 | |
| 3.2 | Выбор темы исследования, определение целей и задач | 1 | 1 | |
| 3.3 | Проведение индивидуальных исследований | 9 | | 9 |
| 3.4 | Подготовка к публичному представлению проекта | 2 | | 2 |
| | Итого: | 34 | 5 | 29 |

¹ Курс «Смартфон как физическая лаборатория» / Научно-популярный портал «Занимательная робототехника». — [Электронный ресурс]. — URL: <http://edurobots.ru/2020/06/smartphone-lab/> (Дата обращения: 10.05.21).



Раздел 1. Вводные занятия Физический эксперимент и цифровые лаборатории

Тема 1.1. Цифровые датчики. Общие характеристики. Физические эффекты, используемые в работе датчиков

Цифровые датчики и их отличие от аналоговых приборов. Общие характеристики датчиков. Физические эффекты, используемые в работе датчиков.

Тема 1.2. Двухканальная приставка-осциллограф. Основные принципы работы с приставкой

Подключение двухканальной приставки-осциллографа. Блоки настроек. Определение параметров осциллограммы. Работа с триггером.

Раздел 2. Экспериментальные исследования переменного тока

Практическая работа № 1. «Измерение характеристик переменного тока осциллографом»

Цель работы: получить электрические сигналы различных форм, измерить амплитуду и период переменного тока с помощью осциллографа.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, соединительные провода.

Практическая работа № 2. «Активное сопротивление в цепи переменного тока»

Цель работы: определить зависимость сопротивления от частоты переменного тока, сдвиг фаз между током и напряжением для активной нагрузки.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, два резистора сопротивлением 360 Ом, соединительные провода.

Практическая работа № 3. «Ёмкость в цепи переменного тока»

Цель работы: определить зависимость сопротивления от частоты переменного тока, сдвиг фаз между током и напряжением для конденсатора.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, конденсатор ёмкостью 0,47 мкФ, соединительные провода.

Практическая работа № 4. «Индуктивность в цепи переменного тока»

Цель работы: определить зависимость сопротивления от частоты переменного тока, сдвиг фаз между током и напряжением для катушки индуктивности.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, катушка индуктивностью 0,33 мГн, соединительные провода.

Практическая работа № 5. «Изучение законов Ома для цепи переменного тока»

Цель работы: проверить закон Ома для цепи переменного тока.

Оборудование и материалы: датчик тока, датчик напряжения, источник переменного напряжения, реостат, катушка индуктивности, конденсатор, соединительные провода.

Практическая работа № 6. «Последовательный резонанс»

Цель работы: изучить явление электрического резонанса для последовательного колебательного контура (резонанс напряжений).



Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, катушка индуктивностью 0,33 мГн, конденсатор ёмкостью 0,47 мкФ, соединительные провода.

Практическая работа № 7. «Параллельный резонанс»

Цель работы: изучить явление электрического резонанса для параллельного колебательного контура (резонанс токов).

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, катушка индуктивностью 0,33 мГн, конденсатор ёмкостью 0,47 мкФ, соединительные провода.

Практическая работа № 8. «Диод в цепи переменного тока»

Цель работы: исследовать прохождение переменного электрического тока через полупроводниковый диод.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, полупроводниковый диод, соединительные провода.

Практическая работа № 9. «Действующее значение переменного тока»

Цель работы: определить действующее значение переменного тока.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, соединительные провода, милливольтметр переменного тока.

Практическая работа № 10. «Затухающие колебания»

Цель работы: изучение затухающих колебаний в колебательном контуре.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, катушка индуктивностью 0,33 мГн, конденсатор ёмкостью 0,47 мкФ, соединительные провода.

Практическая работа № 11. «Взаимоиндукция. Трансформатор»

Цель работы: изучить принцип работы трансформатора.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, многообмоточный трансформатор, соединительные провода.

Раздел 3. Смартфон как физическая лаборатория

Практическая работа № 12. «Тепловая карта освещённости»

Цель работы: построить тепловую карту освещённости помещения.

Оборудование и материалы: смартфон с предустановленным мобильным приложением Sensor Box for Android.

Практическая работа № 13. «Свет далёкой звезды»

Цель работы: проверить закон обратных квадратов для освещённости.

Оборудование и материалы: смартфон с предустановленным мобильным приложением Sensor Box for Android, лампочка, измерительная лента.

Практическая работа № 14. «Уровень шума»

Цель работы: определить самый шумный источник звука, порог слышимости человека.

Оборудование и материалы: смартфон с предустановленным мобильным приложением Sensor Box for Android, источник звука, программа Simple Tone Generator.

Практическая работа № 16. «Звуковые волны»

Цель работы: изучить график звуковой волны.



Оборудование и материалы: смартфон с предустановленным мобильным приложением Sound Oscilloscope и программой Simple Tone Generator.

Практическая работа № 17. «Клетка Фарадея»

Цель работы: определить, экранирует ли фольга радиоволны.

Оборудование и материалы: лист пищевой алюминиевой фольги, линейка, два смартфона.

Практическая работа № 18. «По волнам Wi-Fi»

Цель работы: исследовать затухание и поглощение электромагнитных волн.

Оборудование и материалы: смартфон с предустановленным мобильным приложением WiFi Analyzer, второй смартфон как точка доступа Wi-Fi.

Раздел 4. Проектная работа

Проект и проектный метод исследования. Основные этапы проектного исследования. Выбор темы исследования, определение целей и задач. Проведение индивидуальных исследований. Подготовка к публичному представлению проекта.

Примеры практических работ

Практическая работа № 1.

«Измерение характеристик переменного тока осциллографом»

Цель работы: получить электрические сигналы различных форм, измерить амплитуду и период переменного тока с помощью осциллографа.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, соединительные провода.

Основные сведения

Переменный ток — электрический ток, который с течением времени изменяется по величине и/или направлению.

Периодическим переменным током называется такой электрический ток, который через равные промежутки времени повторяет полный цикл своих изменений, возвращаясь к своей исходной величине.

Для того чтобы вызвать в цепи такой ток, используются источники переменного тока, создающие переменную ЭДС, периодически изменяющуюся по величине и направлению. Такие источники называются генераторами переменного тока.

Переменным синусоидальным током называется ток, гармонически изменяющийся во времени по закону синуса:

$$I = I_0 \sin(\omega t + \varphi),$$

где I_0 — амплитудное значение тока, φ — начальная фаза колебаний, ω — циклическая частота колебаний.

Для сравнения различных переменных токов (ЭДС и напряжений) используют физические величины, характеризующие тот или иной ток. Они называются параметрами переменного тока. К ним относятся период, амплитуда и частота переменного тока.

Период переменного тока — промежуток времени, на протяжении которого совершается полный цикл изменения переменного тока. Данная величина обозначается буквой T и измеряется в секундах (с).

Число полных циклов изменения переменного тока, совершаемых за 1 секунду, называется частотой переменного тока. Данная величина обозначается буквой f и измеряется в герцах (Гц).



Максимальное значение переменного тока (ЭДС или напряжения) называется его амплитудой или амплитудным значением.

Для исследования амплитудных и временных параметров электрического сигнала используют специальные приборы — электронные осциллографы. С их помощью можно построить двухмерный график зависимости напряжения от времени, где по горизонтальной оси **X** откладываются значения времени, а по вертикальной оси **Y** — напряжения. Другими словами, электронный осциллограф позволяет получить временную развёртку сигнала.

Электронный осциллограф позволяет:

- определять временные параметры и значения напряжения сигнала (его амплитуду);
- наблюдать сдвиг фаз, который происходит при прохождении различных участков цепи;
- наблюдать искажения сигнала, вносимые каким-то участком цепи;
- выявлять постоянную (DC) и переменную (AC) составляющие сигнала.

Инструкция по выполнению

1. Изучите основные сведения.
2. Подключите осциллограф к USB-разъёму мобильного планшета или компьютера. Запустите на компьютере программу для измерений Releon Lite. Выберите двухканальную приставку-осциллограф и запустите сбор данных кнопкой **Пуск**.
3. Подключите звуковой генератор к двухканальной приставке-осциллографу.
4. Установите на звуковом генераторе частоту сигнала 1 кГц. Настройте осциллограф в соответствии с исследуемым электрическим сигналом.
5. Продемонстрируйте, как работает синхронизация, по уровню сигнала в осциллографе.
6. Продемонстрируйте электрические сигналы синусоидальной, прямоугольной и треугольной форм.
7. Изменяя частоту сигнала, продемонстрируйте, как работает горизонтальная развёртка в осциллографе. Определите период сигнала.
8. Изменяя амплитуду сигнала, продемонстрируйте, как работает вертикальная развёртка в осциллографе. Определите амплитуду сигнала.
9. Сформулируйте выводы.

Практическая работа № 2.

«Активное сопротивление в цепи переменного тока»

Цель работы: определить зависимость сопротивления от частоты переменного тока, сдвиг фаз между током и напряжением для активной нагрузки.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, два резистора сопротивлением 360 Ом, соединительные провода.

Основные сведения

Переменным синусоидальным током называется ток, гармонически изменяющийся во времени по закону синуса:

$$I = I_0 \sin(\omega t + \varphi),$$

где I_0 — амплитудное значение тока, φ — начальная фаза колебаний, ω — циклическая частота колебаний.

Если к концам проводника с активным сопротивлением R приложено переменное напряжение, величина которого в каждый момент времени t определяется уравнением:



$$U = U_0 \cos(\omega t),$$

где U_0 — амплитудное значение напряжения, то в проводнике возникает переменный электрический ток, сила которого в тот же момент времени определяется по закону Ома:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U_0}{R} \cos(\omega t) = I_0 \cos(\omega t).$$

Ток и напряжение в этом случае изменяются синфазно, т. е. сдвиг фаз между ними равен нулю.

Амплитуду силы тока можно определить с помощью следующей формулы:

$$I_0 = \frac{U_0}{R}.$$

Инструкция по выполнению

1. Изучите основные сведения.
2. Подключите осциллограф к USB-разъёму мобильного планшета или компьютера. Запустите на компьютере программу для измерений Releon Lite. Выберите двухканальную приставку-осциллограф и запустите сбор данных кнопкой **Пуск**.
3. Соберите экспериментальную установку, используя схему электрической цепи. Обратите внимание, что клеммы земли в приставке-осциллографе должны быть объединены в точке одинакового потенциала. Установите на звуковом генераторе частоту, равную 1 кГц.

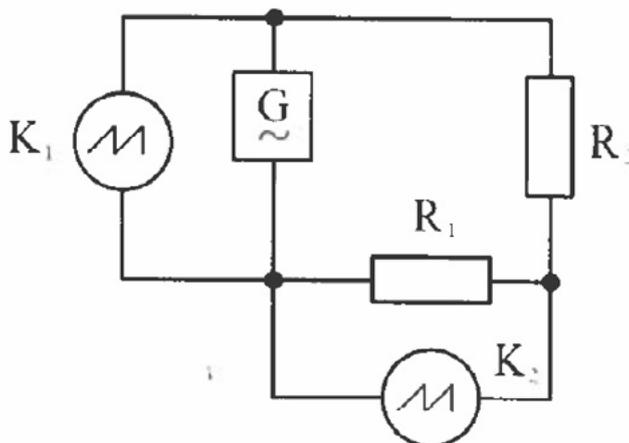


Схема электрической цепи:

G — звуковой генератор, **K₁** — первый канал осциллографа,
K₂ — второй канал осциллографа, **R₁** — резистор для измерения тока,
R₂ — исследуемый резистор

4. Настройте осциллограф в соответствии с генератором.
5. Определите сдвиг фаз между током (второй канал осциллографа) и напряжением (первый канал осциллографа). Определите амплитудное значение тока.
6. Увеличьте частоту на звуковом генераторе.
7. Повторите п. 4. Покажите, что сопротивление резистора не зависит от частоты переменного тока, а также отсутствует сдвиг фаз между током и напряжением.
8. Сформулируйте выводы.



Практическая работа № 6. «Параллельный резонанс»

Цель работы: изучить явление электрического резонанса для последовательного колебательного контура (резонанс напряжений).

Оборудование: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, катушка индуктивностью 0,33 мГн, конденсатор ёмкостью 0,47 мкФ, соединительные провода.

Основные сведения

Переменным синусоидальным током называется ток, гармонически изменяющийся во времени по закону синуса:

$$I = I_0 \sin(\omega t + \phi),$$

где I_0 — амплитудное значение тока, ϕ — начальная фаза колебаний, ω — циклическая частота колебаний.

В случае, когда в электрическую цепь включён последовательно RLC -контур, соотношение между амплитудами колебаний силы тока и напряжения будет:

$$I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}, \quad (1)$$

Сдвиг фаз будет определяться выражением:

$$\operatorname{tg} \phi = \frac{(\omega L - \frac{1}{\omega C})}{R}.$$

$$\text{Величина } Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2} \quad (2)$$

является полным сопротивлением цепи.

При $\omega L = 1/\omega C$ сопротивление цепи будет минимальным и чисто активным, т. е. $Z = R$. В этот момент возникает резонанс напряжения, поскольку напряжение на резисторе станет максимальным.

Частота ω_0 называется частотой резонанса и определяется как

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (3)$$

Инструкция по выполнению

1. Изучите основные сведения.

2. Подключите осциллограф к USB-разъёму мобильного планшета или компьютера. Запустите на компьютере программу для измерений Releon Lite. Выберите двухканальную приставку-осциллограф и запустите сбор данных кнопкой Пуск.

3. Соберите экспериментальную установку, используя схему электрической цепи. Обратите внимание, что клеммы земли в приставке-осциллографе должны быть объединены в точке одинакового потенциала. Установите на звуковом генераторе частоту, равную 800 Гц.

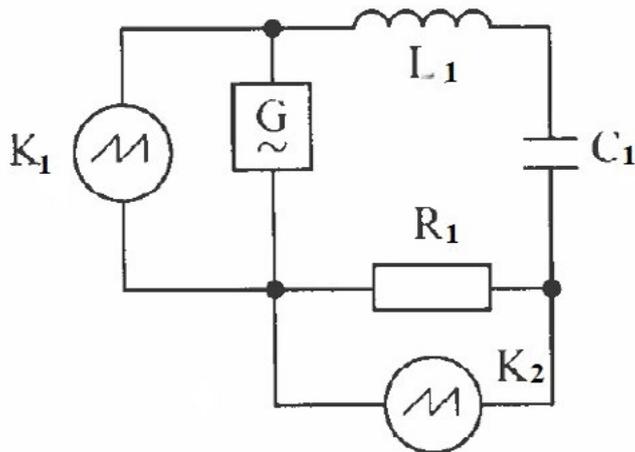


Схема электрической цепи: G — звуковой генератор, K_1 — первый канал осциллографа, K_2 — второй канал осциллографа, R_1 — резистор для измерения тока, C_1 — конденсатор, L_1 — катушка индуктивности

4. Настройте осциллограф в соответствии с генератором.
5. Определите сдвиг фаз между током (второй канал осциллографа) и напряжением (первый канал осциллографа). Определите амплитудное значение тока.
6. Увеличивайте частоту на звуковом генераторе до тех пор, пока сдвиг фаз между током и напряжением не станет равен нулю, т. е. будет достигнут резонанс.
7. Определите амплитудное значение тока и частоту резонанса. Сравните измеренное значение с рассчитанным по формуле (3).
8. Увеличьте частоту звукового генератора, чтобы она превысила частоту резонанса.
9. Определите сдвиг фаз между током и напряжением. Определите амплитудное значение тока.
10. Сформулируйте выводы.

Практическая работа № 8. «Диод в цепи переменного тока»

Цель работы: исследовать прохождение переменного электрического тока через полупроводниковый диод.

Оборудование и материалы: двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, резистор сопротивлением 360 Ом, полупроводниковый диод, соединительные провода.

Основные сведения

В металлах концентрация свободных электронов велика (10^{22} — 10^{23} см³), поэтому сопротивление металлов электрическому току незначительно. В типичных диэлектриках концентрация свободных электронов мала (10^{14} см⁻³), их сопротивление значительно. В отношении электрического сопротивления полупроводник занимает промежуточное положение между металлами и диэлектриками.

Электрические свойства полупроводников резко изменяются под воздействием изменения температуры, освещения, внесения примесей. В отличие от металлов, при понижении температуры сопротивление полупроводников увеличивается, причём значительно. Указанная особенность полупроводников объясняется тем, что плотность свободных электронов в них уменьшается с понижением температуры. К полупроводникам относятся многие элементы третьей, четвёртой и шестой групп таблицы Менделеева, многие окислы металлов, сульфиды и некоторые другие соединения.



В полупроводниках проводимость объясняется подвижностью свободных электронов (*n*-проводимость) и подвижностью дырок (*p*-проводимостью). Дырки — это связи атомов, не занятые электронами. В электрическом поле дырки ведут себя как положительные носители тока и, в противоположность свободным электронам, движутся по направлению электрического поля. Чистые полупроводники обладают смешанной проводимостью (*p—n*-проводимость), у них концентрация свободных электронов равна концентрации дырок.

Для практики большое значение приобрели полупроводники с наличием у них примесей. Примеси порядка 10–6 % снижают сопротивление полупроводника в $10^3—10^6$ раз и обуславливают большое содержание свободных электронов или дырок. Очень хорошо изучены и получили широкое применение в различных технологиях полупроводники из кремния и германия. Небольшие добавки к ним элементов пятой группы (фосфора, мышьяка) резко увеличивают концентрацию свободных электронов (донорная примесь). Полупроводники с такими примесями являются *n*-проводниками (основные носители тока — свободные электроны). Добавление же к кремнию элемента третьей группы (например, бора) порождает дополнительные дырки (акцепторная примесь). Полупроводники с такой примесью обладают *p*-проводимостью (основные носители тока дырки).

При контакте полупроводника *n*-типа с полупроводником *p*-типа образуется *p—n*-переход, имеющий большое практическое значение. Такой переход является основной частью полупроводникового диода. Если приложить напряжение к *p—n*-переходу, то значение силы тока будет зависеть от полярности приложенного напряжения. При этом на вольт-амперной характеристике (ВАХ) полупроводникового диода выделяют прямую и обратную ветви (рис. 1).

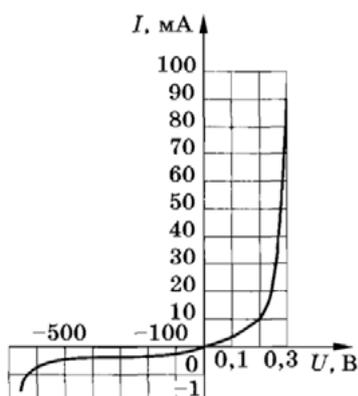


Рис. 1. ВАХ полупроводникового диода

Инструкция по выполнению

1. Изучите основные сведения.
2. Подключите осциллограф к USB-разъёму мобильного планшета или компьютера. Запустите на компьютере программу для измерений Releon Lite. Выберите двухканальную приставку-осциллограф и запустите сбор данных кнопкой **Пуск**.
3. Соберите экспериментальную установку, используя схему электрической цепи. Обратите внимание, что клеммы земли в приставке-осциллографе должны быть объединены в точке одинакового потенциала. Установите на звуковом генераторе частоту, равную 1 кГц.

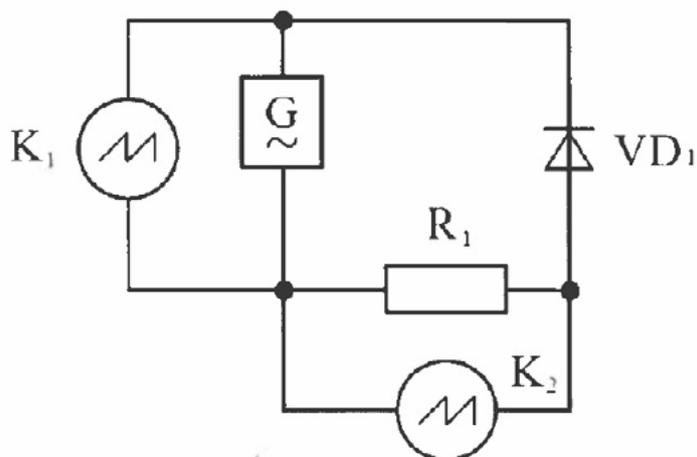


Рис. 2. Схема электрической цепи: G — звуковой генератор, K_1 — первый канал осциллографа, K_2 — второй канал осциллографа, R_1 — резистор для измерения тока, VD_1 — полупроводниковый диод

4. Настройте осциллограф в соответствии с генератором.
5. Пронаблюдайте отсечение одной полуволны переменного тока.
6. Поменяйте местами клеммы на полупроводниковом диоде.
7. Пронаблюдайте отсечение полуволны переменного тока другой полярности.
8. Сформулируйте выводы.

Проектные работы

Среди разнообразных направлений современных педагогических технологий ведущее место занимает проектно-исследовательская деятельность учащихся. Главная её идея — это направленность учебно-познавательной деятельности на результат, который получается при решении практической, теоретической, но обязательно лично- и социально-значимой проблемы. В рамках изучения физики учащимся можно предложить выполнить проектные и исследовательские работы из предложенного перечня.

Примерные темы проектных работ

10—11 классы

- 1) Абсолютно твёрдое тело и виды его движения.
- 2) Анизотропия бумаги.
- 3) Электроёмкость. Конденсаторы. Применение конденсаторов.
- 4) Ветрогенератор для сигнального освещения.
- 5) Взгляд на зрение человека с точки зрения физики.
- 6) Влияние атмосферы на распространение электромагнитных волн.
- 7) Влияние магнитных бурь на здоровье человека.
- 8) Внутренняя энергия. Способы изменения внутренней энергии.
- 9) Выращивание кристаллов медного и железного купороса в домашних условиях и определение их плотности.
- 10) Газовые законы.
- 11) Геомагнитная энергия.