Лянторский нефтяной техникум (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Югорский государственный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ ООД.06 ФИЗИКА

для обучающихся по специальности:

21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Лянтор, 2023г.

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДЕНОзаседанием методсовета Протокол №\_\_\_ от\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_годаПредседатель методсовета \_\_\_\_\_\_\_ Кийдан О.В. |

Согласовано Отделом по сопровождению образовательных программ и работе с обучающимися

Заведующий отделом \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.В. Кийдан

Разработал: Разумовская М.Н. – преподаватель, ЛНТ (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»

Содержание

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | СТР. |
|  | ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА | 3 |
|  | КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ | 7 |
|  | ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ | 10 |
|  | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 | 11 |
|  | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 |  |
|  | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 |  |
|  | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 |  |
|  | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 |  |
|  | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 |  |
|  | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 |  |
|  | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 |  |
|  | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9 |  |
|  | ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10 |  |

**Пояснительная записка**

Лабораторные работы проводятся согласно учебной программе по дисциплине «Физика» 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений и предназначены для совершенствования знаний и формирования практических умений и навыков по программе дисциплины ООД.06 ФИЗИКА. Методические указания рассчитаны на 28 часов аудиторной работы.

Цель лабораторной работы состоит в формировании предметных и метапредметных результатов освоения студентами предмета "Физика", подтвердить, проверить, уточнить имеющиеся у студентов знания путём их практической проверки.

Лабораторные работы содержат теоретические материалы, описание выполнения работы, необходимые формулы, таблицы для внесения результатов измерений и расчетов, контрольные вопросы.

Использование лабораторных работ является эффективным средством формирования не только интеллектуальных способностей, но и развитию познавательной активности обучающихся.

Содержание программы учебной дисциплины «Физика» направлено на достижение следующей **цели**:

Формирование представлений о системообразующей роли физики для развития других естественных наук, техники и технологий, развитие представлений о возможных сферах будущей профессиональной деятельности, связанной с физикой.

Содержание программы учебной дисциплины «Физика» направлено на достижение следующей **задачи**:

Формирование научного мировоззрения, развитие интеллектуальных способностей обучающихся, знакомство с методами научного познания окружающего мира.

Освоение содержания учебной дисциплины Физика, обеспечивает достижение обучающимися следующих результатов:

• ***личностных*:**

- чувство гордости и уважения к истории и достижениям отечественной физической науки; физически грамотное поведение в профессиональной деятельности и быту при обращении с приборами и устройствами;

- готовность к продолжению образования и повышения квалификации в избранной профессиональной деятельности и объективное осознание роли физических компетенций в этом;

- умение использовать достижения современной физической науки и физических технологий для повышения собственного интеллектуального развития в выбранной профессиональной деятельности;

- умение самостоятельно добывать новые для себя физические знания, используя для этого доступные источники информации;

- умение управлять своей познавательной деятельностью, проводить самооценку уровня собственного интеллектуального развития.

• ***метапредметных*:**

- использование различных видов познавательной деятельности для решения физических задач, применение основных методов познания (наблюдения, описания, измерения, эксперимента) для изучения различных сторон окружающей действительности;

- использование основных интеллектуальных операций: постановки задачи, формулирования гипотез, анализа и синтеза, сравнения, обобщения, систематизации, выявления причинно-следственных связей, поиска аналогов, формулирования выводов для изучения различных сторон физических объектов, явлений и процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;

- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;

- умение использовать различные источники для получения физической информации, оценивать ее достоверность;

- умение публично представлять результаты собственного исследования, вести дискуссии, доступно и гармонично сочетая содержание и формы представляемой информации.

• ***предметных*:**

- сформированность представлений о роли и месте физики и астрономии в современной научной картине мира, о системообразующей роли физики в развитии естественных наук, техники и современных технологий, о вкладе российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки; понимание физической сущности наблюдаемых явлений микромира, макромира и мегамира; понимание роли астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;

- сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов: равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности, инерция, взаимодействие тел, колебательное движение, резонанс, волновое движение; диффузия, броуновское движение, строение жидкостей и твердых тел, изменение объема тел при нагревании (охлаждении), тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, связь средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах; электризация тел, взаимодействие зарядов, нагревание проводника с током, взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током и движущийся заряд, электромагнитные колебания и волны, прямолинейное распространение света, отражение, преломление, интерференция, дифракция и поляризация света, дисперсия света; фотоэлектрический эффект, световое давление, возникновение линейчатого спектра атома водорода, естественная и искусственная радиоактивность;

- владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы (связанными с механическим движением, взаимодействием тел, механическими колебаниями и волнами; атомно-молекулярным строением вещества, тепловыми процессами; электрическим и магнитным полями, электрическим током, электромагнитными колебаниями и волнами; оптическими явлениями; квантовыми явлениями, строением атома и атомного ядра, радиоактивностью); владение основополагающими астрономическими понятиями, позволяющими характеризовать процессы, происходящие на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движение небесных тел, эволюцию звезд и Вселенной;

- владение закономерностями, законами и теориями (закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип равноправности инерциальных систем отсчета; молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, газовые законы, первый закон термодинамики; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, закон Ома для участка цепи, закон Ома для полной электрической цепи, закон Джоуля - Ленца, закон электромагнитной индукции, закон сохранения энергии, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада); уверенное использование законов и закономерностей при анализе физических явлений и процессов;

- умение учитывать границы применения изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчета, идеальный газ; модели строения газов, жидкостей и твердых тел, точечный электрический заряд, ядерная модель атома, нуклонная модель атомного ядра при решении физических задач;

- владение основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя известные методы оценки погрешностей измерений, проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и понятия, и делать выводы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых измерительных устройств и лабораторного оборудования; сформированность представлений о методах получения научных астрономических знаний;

- сформированность умения решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы; на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины; решать качественные задачи, выстраивая логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;

- сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с бытовыми приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде; понимание необходимости применения достижений физики и технологий для рационального природопользования;

- сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников, умений использовать цифровые технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации; развитие умений критического анализа получаемой информации;

- овладение умениями работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;

- овладение (сформированность представлений) правилами записи физических формул рельефно-точечной системы обозначений Л. Брайля (для слепых и слабовидящих обучающихся).

Лабораторные работы предусмотрены по следующим разделам дисциплины Физика: Механика, Основы молекулярной физики и термодинамики, Электродинамика, Колебания и волны, Оптика.

Структура лабораторных работ:

1.Тема.

2.Цель.

3.Теоретическое обоснование.

4.Ход работы.

5.Содержание отчета.

6.Контрольные вопросы

 Проведение исследований, экспериментов, постановка опытов является методом проверки того или иного следствия теории. Для выполнения лабораторной работы обучающимся необходимо изучить теоретический материал, законы и закономерности, знать физический смысл измеряемой величины. По результатам измерений и вычислений сформулировать вывод. При необходимости определить погрешности измеряемой величины, указать причины, из-за которых возможны погрешности в измерениях.

 Выполнение лабораторной работы позволит правильно ответить на контрольные вопросы.

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ  УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения тестирования, дифференцированного зачета, экзамена, а также решения обучающимися задач, подготовки сообщений и презентаций, выполнения лабораторных  работ. Критериями оценки результатов работы студента являются: обоснованность и четкость изложения ответа на поставленные вопросы, оформление учебного материала в тетради для лабораторных работ.

Форма оценивания – традиционная.

Решение задач

- Отметка «5» (отлично) выставляется, если задача оформлена должным образом («дано», «найти», «решение», «ответ»); в решении указаны все необходимые формулы, подробно расписаны расчёты; в результате расчетов получен верный ответ;

- Отметка «4» (хорошо) выставляется, если задача оформлена должным образом («дано», «найти», «решение», «ответ»); в решении указаны не все необходимые формулы, не подробно расписаны расчёты; в результате расчетов получен верный ответ;

- Отметка «3» (удовлетворительно) выставляется, если задача не оформлена должным образом («дано», «найти», «решение», «ответ»); в решении указаны не все необходимые формулы, не подробно расписаны расчёты; в результате расчетов получен верный ответ;

- Отметка «2» (неудовлетворительно) выставляется, если задача не оформлена должным образом («дано», «найти», «решение», «ответ»); в решении указаны не все необходимые формулы, не подробно расписаны расчёты; в результате расчетов получен неверный ответ.

Сообщение, презентация

- Отметка «5» (отлично) выставляется, если выполнены все требования к написанию сообщения: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению;

- Отметка «4» (хорошо) выставляется, если основные требования к сообщению выполнены, но при этом допущены недочёты; в частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём сообщения; имеются упущения в оформлении;

- Отметка «3» (удовлетворительно) выставляется, если имеются существенные отступления от требований к составлению сообщения; в частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании сообщения;

- Отметка «2» (неудовлетворительно) выставляется, если тема сообщения не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Тестирование

- Отметка «5» (отлично) ставится в том случае, если количество верных ответов составило более 90 %;

- Отметка «4» (хорошо) ставится в том случае, если количество верных ответов составило от 75 до 90 %;

- Отметка «3» (удовлетворительно) ставится в том случае, если количество верных ответов составило от 60 до 75 %;

- Отметка «2» (неудовлетворительно) ставится в том случае, если количество верных ответов составило менее 60 %;

Лабораторная работа

- Отметка «5» (отлично) ставится, если обучающийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

- Отметка «4» (хорошо) ставится, если выполнены требования к оценке 5, но было допущено два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

- Отметка «3» (удовлетворительно) ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

- Отметка «2» (неудовлетворительно) ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Практическое занятие

- Отметка «5» (отлично) ставится, если обучающийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

- Отметка «4» (хорошо) ставится, если выполнены требования к оценке 5, но было допущено два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

- Отметка «3» (удовлетворительно) ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

- Отметка «2» (неудовлетворительно) ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Дифференцированный зачет

- Отметка «5» (отлично) ставится в том случае, если поставленная  задача решена, обучающиеся полностью поняли содержание задания, соответствующее программным требованиям по определённой теме.

- Отметка «4» (хорошо) ставится в том случае, если поставленная  задача решена, обучающиеся полностью поняли содержание задания, соответствующее программным требованиям по определённой теме за исключением отдельных подробностей, не влияющих на понимание содержания задания  в целом.

- Отметка «3» (удовлетворительно) ставится в том случае, если поставленная  задача решена, обучающиеся поняли только основной смысл задания, соответствующего программным требованиям.

- Отметка «2» (неудовлетворительно) ставится в том случае, если обучающиеся проявили полное непонимание содержания задания, соответствующего программным требованиям.

Экзамен

- Отметка «5» (отлично) ставится в том случае, обучающийся верно ответил на 2 устных вопроса и верно решил задачу с объяснением решения.

- Отметка «4» (хорошо) ставится в том случае, обучающийся ответил на 2 устных вопроса с небольшими недочетами, решил задачу с небольшими недочетами с объяснением решения.

- Отметка «3» ( удовлетворительно) ставится в том случае, обучающийся ответил на 1 из 2 устных вопросов, верно решил задачу, но не смог объяснить решение.

- Отметка «2» (неудовлетворительно) ставится в том случае, обучающийся не ответил на 2 устных вопроса или ответил неверно; не решил задачу.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ работы** | **Наименование темы** | **Наименование лабораторных работ** | **Форма контроля** | **Кол-во часов** |
| 1 | **Тема 1.2.**Законы механики Ньютона | Определение коэффициента трения (скольжения) | оценка выполнения работы, устный опрос | 2 |
| 2 | **Тема 2.1.** Основы молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ | Опытная проверка закона Гей-Люссака | оценка выполнения работы, устный опрос | 4 |
| 3 | **Тема 2.2.** Основы термодинамики | Измерение удельной теплоемкости вещества. | Оценка выполнения работы, устный опрос | 2 |
| 4 | **Тема 2.4.** Свойства жидкостей | Определение поверхностного натяжения жидкости | оценка выполнения работы, устный опрос | 2 |
| 5 | **Тема 3.2.** Законы постоянного тока | Определение температурного коэффициента сопротивления меди. | оценка выполнения работы, устный опрос | 4 |
| 6 | Изучение законов последовательного и параллельного соединений проводников. | оценка выполнения работы, устный опрос | 4 |
| 7 | **Тема 3.3.** Электрический ток в различных средах | Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры. | оценка выполнения работы, устный опрос | 2 |
| 8 | **Тема 3.5.** Электро-магнитная индукция | Изучение явления электромагнитной индукции | оценка выполнения работы, устный опрос | 2 |
| 9 | **Тема 4.1.** Механические колебания | Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити. | оценка выполнения работы, устный опрос | 2 |
| 10 | **Тема 5.1.** Природа света | Определение показателя преломления стекла | оценка выполнения работы, устный опрос | 4 |
| **Итого** |  |  |  | **28** |

 **Лабораторная работа № 1**

**Тема**: Определение коэффициента трения (скольжения)

**Цель работы:** определить коэффициент трения скольжения при движении по горизонтальной и наклонной плоскости.

**Оборудование:** деревянный брусок, набор грузов, динамометр, деревянная линейка, измерительная лента.

**Теоретическое обоснование**

Принципиальная схема первого способа измерения коэффициента трения скольжения приведен на рисунке 1.

Рис.1

Деревянный брусок, на котором сверху помещаются грузы, присоединен к динамометру.

При приложении к динамометру внешней силы брусок может перемещаться по горизонтально расположенной деревянной линейке. При равномерном движении бруска его ускорение равно нулю. Согласно второму закону Ньютона, геометрическая сумма сил действующих на брусок в этом случае, равна нулю. Это означает, что сила трения скольжения уравновешивает силу растяжения пружины динамометра и может быть измерена динамометром.

коэффициент пропорциональности между силой трения Fтр и силой нормального давления бруска F┴ с грузами на опору (или весом тела), то есть остается постоянным: 

 Fтр= μ F(1)

Сила нормального давления F в данном случае равна весу бруска вместе с грузом и определяется взвешиванием с помощью динамометра. Тогда по результатам измерений Fтр и Fможно вычислить коэффициент трения скольжения:

  (2)

Согласно формуле (1) графиком зависимости Fтр от силы нормального давления Fявляется прямая линия (рисунок 2). Как видно из графика, μ = tgα (где α – угол наклона прямой к оси абсцисс).

 N

Fтр

 L Fтр

 α α h

 α α mg

 0 F┴ X a Y

 Рис. 2 Рис. 3

Второй способ измерения коэффициента трения скольжения не требует непосредственного измерения сил и соответственно использования динамометра. В этом случае один из концов линейки с помещенным на него бруском и грузом постепенно приподнимают до тех пор, пока при небольшом толчке брусок не начинает равномерно скользить вниз равномерно по линейке (рис. 3). В этот момент линейка образует угол α с горизонталью, а сумма сил на оси Х и У, действующих на тело, будет равна нулю:

(Х) mg Sin α - Fтр = 0

1. mg Cos α – N = 0 (3)

Учитывая, что Fтр = μ F┴, а F┴ = N по третьему закону Ньютона, можно представить систему уравнений (3) в виде

mg Sin α = μN,

mg Cos α = N. (4)

совмещаем отношения правых и левых частей системы получаем; μ = tg α.

Как видно из рисунка 3  а следовательно

  (5)

**Ход работы**

1. Начертите таблицу для внесения результатов измерения.

Таблица 1 – пример таблицы для внесения результатов измерения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер опыта  | l, м | $h\_{1}$, м | $h\_{2}$, м | $a\_{1}$, м | $$μ\_{1}$$ | $$μ\_{1ср}$$ | Fтр1, Н | $а\_{2}$, м | $$μ\_{2}$$ | $$μ\_{2ср}$$ | Fтр2, Н |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

2. Измерьте длину доски.

3. На штативе укрепите кусок плотной бумаги. Нижний конец листа должен касаться стола.

4. Положите первый брусок на доску.

5. Один конец доски не должен двигаться, поэтому прижмите его к какой-нибудь опоре, например к стопке книг. Начинайте медленно поднимать доску за другой конец. Зафиксируйте, на какой высоте будет находиться конец доски, при которой брусок начнёт скользить. Проведите на бумаге черту.

6. Измерьте расстояние h на бумаге от нижнего края до черты.

7. Повторите опыт три раза.

8. Проведите аналогичные опыты со вторым бруском и также измерьте расстояние.

9. Сделайте расчёт основания наклонной плоскости для каждого случая по формуле:

a = $\sqrt{l^{2}-h^{2}}$

10. Сделайте расчёт коэффициента трения по формуле:

𝛍 = $\frac{h}{a}$

11. Вычислите силу трения для каждого случая по формуле:

Fтр = 𝛍$∙$ N

12. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

13. Сделайте вывод.

**Содержание отчета**

1.Напишите номер, тему и цель работы.

2.Опишите ход работы.

3.Начертите таблицу 1 .

4.Запишите вычисления, результаты занесите в таблицу.

5.Сделайте вывод по работе.

6. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

**Контрольные вопросы**

1.Сформулируйте второй закон Ньютона.

2. Как определяется коэффициент трения скольжения?

3. Как можно уменьшить трение?

4.Перечислите силы одновременно действующие на груз.

# Лабораторная работа № 2

**Тема**: Опытная проверка закона Гей-Люссака.

**Цель работы:** экспериментально проверить справедливость закона Гей-Люссака.

**Оборудование:** стеклянная трубка, цилиндрический сосуд, стакан с водой комнатной

температуры, стакан с горячей водой, линейка, термометр.

**Теоретическое обоснование**

Переход газа из одного равновесного состояния в другое вызывает изменение значений макропараметров. Процессы, протекающие при неизменном значении одного из параметров, называют изопроцессами.

Изопроцесс — идеализированная модель реального процесса, которая только приближенно отражает действительность.

Выделяются три изопроцесса:

- изотермический;

- изобарный;

- изохорный.

Изобарный изопроцесс объясняется законом Гей-Люссака:

Для данной массы газа отношение объёма к температуре постоянно, если давление газа не изменяется.

$$\frac{V\_{1}}{T\_{1ь}}=\frac{V\_{2}}{T\_{2}}$$



Рисунок 1. Изобарный процесс

При изобарном повышении температуры увеличивается средняя кинетическая энергия молекул газа и их средняя скорость, что связано с увеличением длины свободного пробега молекул. Поэтому при изобарном расширении газа объём изменяется в соответствии с изменением температуры.

Закон Гей-Люссака довольно точно описывает поведение реальных газов при небольших давлениях и высоких температурах, при высоких давлениях и низких температурах наблюдается отклонение от этого закона.

**Ход работы**

1. Начертите таблицу для внесения результатов измерения.

Таблица 1 – пример таблицы для внесения результатов измерения

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| $$l\_{1}, м$$ | $$l\_{2}, м$$ | $$T\_{1}, К$$ | $$T\_{2}, К$$ | $$\frac{l\_{1}}{l\_{2}}$$ | $$\frac{T\_{1}}{T\_{2}}$$ |
|  |  |  |  |  |  |

2. Подготовьте стакан с водой комнатной температуры и сосуд с горячей водой.

3. Измерьте длину $l\_{1}$ стеклянной трубки и температуру воды в цилиндрическом сосуде $T\_{1}$.

4. Приведите воздух в трубке во второе состояние так, как об этом сказано выше. Измерьте длину $l\_{2} $ воздушного столба в трубке и температуру окружающего воздуха $T\_{2}$.

5. Вычислите отношение длины стеклянной трубки к длине воздушного столба.

6. Вычислите отношение температуры температуру воды к температуре окружающего воздуха.

7. Вычислите относительные и абсолютные погрешности измерений вычисленных отношений по следующим формулам:

$δ\_{1}= \frac{∆l}{l\_{1}}+ \frac{∆l}{l\_{2}}$ (1)

$δ\_{2}= \frac{∆T}{T\_{1}}+ \frac{∆T}{T\_{2}} $(2)

$∆\_{1}= \frac{l\_{1}}{l\_{2}} δ\_{1} $(3)

$∆\_{2}= \frac{T\_{1}}{T\_{2}} δ\_{2} $(4)

8. Результаты вычислений погрешностей внесите в таблицу 2.

Таблица 2. Погрешности измерений.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| $$δ\_{1}$$ | $$δ\_{2}$$ | $$∆\_{1}$$ | $$∆\_{2}$$ |
|  |  |  |  |

9. Сравните отношения $\frac{l\_{1}}{l\_{2}} $ и $\frac{T\_{1}}{T\_{2}}$.

10. Сделайте вывод.

**Содержание отчета**

1.Напишите номер, тему и цель работы.

2.Опишите ход работы.

3.Начертите таблицу 1 .

4.Запишите вычисления, результаты занесите в таблицу.

5. Начертите таблицу 2.

6. Внесите вычисленные погрешности в таблицу.

7. Сравните отношения длин и температур.

8.Сделайте вывод по работе.

9. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

**Контрольные вопросы**

1. Сформулируйте закон Гей-Люссака.

2. В чем отличие изобарного процесса от других изопроцессов?

3. Как влияет изменение температуры на броуновское движение?

4.Запишите Уравнение Менделеева-Клайперона.

5. Дайте определение, что такое абсолютный нуль температуры. Какова температура кипения воды по шкале Кельвина?

# Лабораторная работа № 3

**Тема**: Измерение удельной теплоемкости вещества.

**Цель работы:** определение удельной теплоемкости твердого тела путем сравнения его с теплоемкостью воды.

**Оборудование:** стакан с водой, калориметр, термометр, весы, металлический цилиндр на нити, сосуд с горячей водой.

**Теоретическое обоснование**

Наука о тепловых явлениях называется термодинамика. Термодинамика исходит из наиболее общих закономерностей тепловых процессов и свойств макроскопических систем.

Термодинамика рассматривает только равновесные состояния, т.е. состояния, в которых параметры термодинамической системы не меняются со временем.

Если термодинамическая система была подвержена внешнему воздействию, то в конечном итоге она перейдет в другое равновесное состояние. Такой переход называется термодинамическим процессом.

Процессы бывают обратимыми и необратимыми.

Одним из важнейших понятий термодинамики является внутренняя энергия тела. Все макроскопические тела обладают энергией, заключенной внутри самих тел. С точки зрения молекулярно-кинетической теории внутренняя энергия вещества складывается из кинетической энергии всех атомов и молекул и потенциальной энергии их взаимодействия друг с другом.

   Внутренняя энергия – это сумма энергий молекулярных взаимодействий и энергии теплового движения молекул.

   В частности, внутренняя энергия идеального газа равна сумме кинетических энергий всех частиц газа, находящихся в непрерывном и беспорядочном тепловом движении. Внутренняя энергия идеального газа зависит только от его температуры и не зависит от объема (закон Джоуля).

   Молекулярно-кинетическая теория приводит к следующему выражению для внутренней энергии одного моля идеального одноатомного газа (гелий, неон и др.), молекулы которого совершают только поступательное движение.

      Таким образом, внутренняя энергия системы зависит только от её состояния и является однозначной функцией состояния, внутренняя энергия U тела однозначно определяется макроскопическими параметрами, характеризующими состояние тела. Она не зависит от того, каким путем было реализовано данное состояние.

   Внутреннюю энергию тела можно изменить разными способами:

1. Совершение механической работы.
2. Теплообмен.

Процесс передачи внутренней энергии без совершения меха­нической работы называется теплообменом.

При тепловом контакте тел внутренняя энергия одного из них может увеличиваться, а внутренняя энергия другого – уменьшаться. В этом случае говорят о тепловом потоке от одного тела к другому. Передача энергии от одного тела другому в форме тепла может происходить только при наличии разности температур между ними.

   Мерой энергии, полу­чаемой или отдаваемой телом в процессе теплообмена, служит физическая величина, называемая количеством теплоты.

   Количеством теплоты Q, полученной телом, называют изменение внутренней энергии тела в результате теплообмена.

Чтобы нагреть тело массой m от температуры t1 до температуры t2 ему необходимо сообщить количество теплоты:

Q = c$ ∙ $m(t2 – t1) (1)

где с – удельная теплоемкость вещества, $\frac{Дж}{кг ∙ °С}$;
m – масса вещества, кг;

t2 – температура после теплообмена, $°С$;
t1 – температура до теплообмена, $°С$.

Количество теплоты Q, необходимое для нагревания 1 кг вещества на 1 К называют удельной теплоемкостью вещества c:

c = $\frac{Q}{m∆T}$ (2)

где Т – термодинамическая температура, К.



Рисунок 1 – Удельная теплоемкость некоторых веществ.

При передаче тепла от одного тела к другому всегда выполняется уравнение теплового баланса, по которому количество теплоты Q1, отданное первым телом, равно количеству теплоты Q2, полученному вторым телом:

Q1= Q2  (3)

   Теплота и работа являются не видом энергии, а формой ее передачи, они существуют лишь в процессе передачи энергии.

   В реальных условиях оба способа передачи энергии системе в форме работы и форме теплоты обычно сопутствуют друг другу.

**Ход работы**

1. Определите массу цилиндра.

2. Опустите цилиндр в сосуд с горячей водой. Измерьте температуру цилиндра в горячей воде.

3. Налейте в калориметр холодную воду. Измерьте массу и температуру воды.

4. Переместите цилиндр в калориметр с холодной водой. Измерьте температуру воды в калориметре после опускания цилиндра.

5. Все данные измерений запишите в таблицу 1.

Таблица 1 – пример таблицы для внесения результатов измерения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Масса цилиндра, m2, кг | Начальная температура цилиндра,t2, °C | Масса воды в калориметре, m1, кг | Начальная температура воды, t1, °C | Конечная температура цилиндра, t, °C |
|  |  |  |  |  |

6. Рассчитайте количество теплоты, которое получила вода при нагревании по формуле 1.

7. Рассчитайте удельную теплоемкость цилиндра. Зная, что количество теплоты, полученное водой при нагревании, равно количеству теплоты, отданному цилиндром при охлаждении при расчете можно применить уравнение теплового баланса (формула 3).

8. Сравните удельную теплоемкость цилиндра с табличным значением.

9. Сделайте вывод.

**Содержание отчета**

1.Напишите номер, тему и цель работы.

2.Опишите ход работы.

3.Начертите таблицу 1 .

4.Внесите результаты измерений в таблицу 1.

5. Рассчитайте количество теплоты, которое получила вода при нагревании

6. Рассчитайте удельную теплоемкость цилиндра

7. Сравните удельную теплоемкость цилиндра с табличным значением

8.Сделайте вывод по работе.

9. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

**Контрольные вопросы**

1. Дайте определение количества теплоты.

2. Запишите уравнение теплового баланса и объясните, из каких

соображений оно следует.

3. Что называют удельной теплоемкостью вещества?

4. Назовите способы для изменения внутренней энергии тела.

5. Назовите виды теплопередачи.

**Лабораторная работа** **№ 4**

**Тема:** Измерение поверхностного натяжения жидкости.

**Цель:**определить коэффициент поверхностного натяжения воды методом отрыва капель.

   **Оборудование:** сосуд с водой, сосуд с мыльным раствором, 2 шприца.

**Теоретическое обоснование**

У твердых тел есть поверхность. Наличие поверхности у жидкости – принципиальное ее отличие от газов. Если молекула находится внутри жидкости, окружена такими же молекулами, между ними действуют силы взаимодействия и она находится в равновесии. Если перетащить эту молекулу на поверхность, то сил практически нет, так как молекулы газа находятся очень далеко. Поэтому на молекулу, находящуюся на поверхности, действует сила, направленная вниз и препятствующая перемещению молекулы на поверхность

Среднее значение равнодействующей молекулярных сил притя­жения, приложенных к молекуле, которая находится внутри жидкости (рисунок 1), близко к нулю. Случайные флуктуации этой равнодействующей заставляют молекулу совершать лишь хаотическое движение внутри жидкости. Несколько иначе обстоит дело с молекулами, находящимися в поверхностном слое жидкости.

****

Рисунок 1 – Расположение молекул внутри и на поверхности жидкости

Опишем вокруг молекул сферы молекулярного действия радиусом R (порядка 10-8 м). Тогда для верхней молекулы в нижней полусфере окажется много молекул, а в верхней – значительно меньше, так как снизу находится жидкость, а сверху – пар и воздух. Поэтому для верхней молекулы равнодействующая молекулярных сил притяжения в нижней полусфере много больше равнодействующей молекулярных сил в верхней полусфере.

Таким образом, все молекулы жидкости, находящиеся в поверхностном слое толщиной, равной радиусу молекулярного действия, втягиваются внутрь жидкости. Но пространство внутри жидкости занято другими молекулами, поэтому поверхностный слой создает давление на жидкость, которое называют молекулярным давлением.

Силы, действующие в горизонтальной плоскости, стягивают поверхность жидкости. Они называются силами поверхностного натяжения

Поверхностное натяжение – физическая величина, равная отношению силы F поверхностного натяжения, приложенной к границе поверхностного слоя жидкости и направленной по касательной к поверхности, к длине l этой границы:

$σ=\frac{F}{l}$ (1)

где F - сила поверхностного натяжения жидкости;

l – длина границы поверхностного слоя жидкости и направленной по касательной к поверхности.

Единица поверхностного натяжения – ньютон на метр (Н/м).

Поверхностное натяжение различно для разных жидкостей и зависит от температуры.

Обычно поверхностное натяжение уменьшается с возрастанием температуры и при критической температуре, когда плотность жидкости и пара одинаковы, поверхностное натяжение жидкости равно нулю.

Вещества, которые уменьшают поверхностное натяжение, называют поверхностно – активными (спирт, мыло, стиральный порошок)

Чтобы увеличить площадь поверхности жидкости требуется выполнить работу против поверхностного натяжения.

Имеется другое определение коэффициента поверхностного натяжения — энергетическое. Оно исходит из того, что если площадь поверхности жидкости увеличивается, то некоторое количество молекул из ее объема поднимается на слой поверхности. С этой целью внешние силы совершают работу против молекулярных сил сцепления молекул. Величина данной работы будет пропорциональна изменению площади поверхности жидкости:

А = $σ ∙S$ (2)

где $σ$ - коэффициент поверхностного натяжения;

S - площадь поверхности жидкости.

Отсюда, коэффициент поверхностного натяжения равен:

$σ= \frac{А}{S}$ (3)

Коэффициент пропорциональности $σ$ и называется поверхностным натяжением жидкости.

Выведем единицу поверхностного натяжения в СИ: $σ $= 1 Дж/1 м2= 1 Дж/м2.

Поскольку молекулы жидкости, находящиеся в ее поверхностном слое, втягиваются внутрь жидкости, их потенциальная энергия больше, чем у молекул внутри жидкости. К этому выводу можно также прийти, если вспомнить, что потенциальная энергия взаимодействия молекул отрицательна, и учесть, что молекулы в поверхностном слое жидкости ($М\_{2} $и $М\_{3}$ на рисунке 2) взаимодействуют с меньшим числом молекул, чем молекулы внутри жидкости ($М\_{1}$).



Рисунок 2 – Молекулы в поверхностном слое и внутри жидкости

Эту дополнительную потенциальную энергию молекул поверхностного слоя жидкости называют **свободной энергией**, за счет нее может быть произведена работа, связанная с уменьшением свободной поверхности жидкости. Наоборот, для того чтобы вывести молекулы, находящиеся внутри жидкости, на ее поверхность, нужно преодолеть противодействие молекулярных сил, т. е. произвести работу, которая нужна для увеличения свободной энергии поверхностного слоя жидкости.

Так как всякая система самопроизвольно переходит в состояние, при котором ее потенциальная энергия минимальна, то жидкость должна самопроизвольно переходить в такое состояние, при котором площадь ее свободной поверхности имеет наименьшую величину. Это можно показать с помощью следующего опыта.

На проволоке, изогнутой в виде буквы **П**, укрепляют подвижную поперечину l (рисунок 3).



Рисунок 3 – Натяжение поверхностного слоя жидкости

Полученную таким образом рамку затягивают мыльной пленкой, опуская рамку в мыльный раствор. После вынимания рамки из раствора поперечина  l перемещается вверх, т. е. молекулярные силы действительно уменьшают площадь свободной поверхности жидкости. (Подумайте, куда девается при этом освободившаяся энергия.)

Поскольку при одном и том же объеме наименьшая площадь поверхности имеется у шара, жидкость в состоянии невесомости принимает форму шара. По этой же причине маленькие капли жидкости имеют шарообразную форму. Форма мыльных пленок на различных каркасах всегда соответствует наименьшей площади свободной поверхности жидкости.

Теперь легко понять, почему жидкость принимает форму, при которой площадь ее свободной поверхности оказывается наименьшей: силы молекулярного давления втягивают молекулы с поверхности внутрь жидкости, а силы поверхностного натяжения сокращают площадь свободной поверхности, т. е. закрывают образовавшиеся «окна» на этой поверхности.

Итак, поверхностный слой жидкости всегда находится в состоянии натяжения. Однако это состояние нельзя сравнивать с натяжением упругой растянутой пленки. Упругие силы возрастают по мере увеличения площади растянутой пленки, а силы поверхностного натяжения от площади поверхности жидкости не зависят. Сила в положениях 1 и 2 на рисунке 3 одинакова, поскольку число молекул на единице площади свободной поверхности жидкости при любой величине площади остается одинаковым.

Опыт показал, что на величину о влияет среда, находящаяся над поверхностью жидкости, и температура жидкости. При повышении температуры жидкости ее поверхностное натяжение уменьшается и при критической температуре становится равным нулю.

**Ход работы**

1. Начертите таблицу для внесения результатов измерений воды на примере таблицы 1.

Таблица 1 – Результаты измерений и расчётов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер опыта | Общая масса капель $m\_{общ}$, кг | Количество капель N | Масса одной капли m, кг | Внутренний диаметр шприца d, м | Коэффициент поверхностного натяжения жидкости σ, Н/м |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

1. Наберите из первого сосуда (с чистой водой) 2,5 мл воды в шприц. Затем медленного выливайте воду и параллельно считайте количество капель, которые выливаются из шприца. Повторите данный опыт еще два раза, набрав в шприц 2,0 мл и 1,5 мл воды соответственно.
2. Результаты измерений внесите в таблицу 1.
3. Определите массу одной капли по формуле 4. Плотность воды равна 1000 кг/$м^{3}$.

ρ$ =\frac{m}{V}$ (4)

1. Рассчитайте коэффициент поверхностного натяжения жидкости по формуле:

$σ= \frac{mg}{πd}$ (5)

1. Начертите таблицу для внесения результатов измерений мыльного раствора на примере таблицы 1.
2. Проведите аналогичный пункту 2 опыт с мыльным раствором.
3. Результаты измерений внесите в таблицу 2.
4. Определите массу одной капли по формуле 4.
5. Рассчитайте коэффициент поверхностного натяжения жидкости по формуле
6. Сравните табличные коэффициенты поверхностного натяжения жидкостей с расчётами (рисунок 4).



Рисунок 4 – Табличное значение поверхностного натяжения жидкостей

1. Сделайте вывод.

**Содержание отчета**

1.Напишите номер, тему и цель работы.

2.Опишите ход работы.

3.Начертите таблицу для внесения результатов измерений воды.

4.Запишите вычисления, результаты занесите в таблицу.

5. Начертите таблицу для внесения результатов измерений мыльного раствора.

6. Запишите вычисления, результаты занесите в таблицу.

7. Сравните полученные результаты с табличными значениями.

8. Сделайте вывод по работе.

9. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

**Контрольные вопросы**

1. Назовите основные свойства жидкости.
2. Дайте определение, что такое поверхностное натяжение жидкости.
3. Назовите от каких параметров зависит коэффициент поверхностного натяжения жидкости и единицы измерения коэффициента.
4. **Почему поверхностное натяжение зависит от рода жидкости?**

**Лабораторная работа** **№ 5**

**Тема:** Определение температурного коэффициента сопротивления меди.

**Цель:**изучить влияние температуры на электрическое сопротивление меди.

**Оборудование:** стакан высокий, амперметр, вольтметр, термометр лабораторный, штатив для фронтальных работ, стакан с водой, комплект проводов соединительных, горелка, катушка медной проволоки.

**Теоретическое обоснование**

Любой проводящий электричество материал характеризуется своим сопротивлением.

Определение

Сопротивлением называют свойство проводника препятствовать прохождению направленному потоку зарядов по проводнику.

При пропускании тока по металлическому проводнику электроны сталкиваются со связанными в узлы кристаллической решетки частицами. При увеличении температуры у частиц в кристаллической решетки появится тепловое движение, и количество столкновений увеличится. Увеличение столкновений частиц и электронов внутри проводника будет препятствовать протеканию тока, откуда можно сделать вывод, что сопротивление проводника зависит от температуры.

С зависимостью сопротивления от температуры связано явление такого рода, как сверхпроводимость. При температуре, близкой к абсолютному нулю (-273 0С), частицы, связанные в кристаллические решетки, становятся неподвижными, не оказывая сопротивления направленному движению зарядов. В результате сопротивление уменьшается практически до нулевого значения. В основном к сверхпроводникам относятся металлы.

При изменении температуры на одинаковое количество градусов сопротивление различных материалов будет меняться по-разному. Для всех проводников из металла это изменение сопротивления почти одинаково и в среднем равно 0,4% на 1°С.

В общем случае температурный коэффициент зависит от температуры, но в случае небольших температурных интервалов его считают постоянной величиной. Если быть точным, то на самом деле при изменении температуры проводника изменяется его удельное сопротивление, которое имеет следующую зависимость:

$ρ= ρ\_{0}(1+ αt)$ (1)

$R= R\_{0}(1+ αt)$ (2)

где ρ и ρ0, R и R0 – соответственно удельные сопротивления и сопротивления проводника при температурах t и 0°С (шкала Цельсия);

α – температурный коэффициент сопротивления, [α] = град-1.

**Ход работы**

1. Соберите установку согласно рисунку 1. Закрепите термометр в лапке штатива и, отпустив зажим муфты, погрузите пробирку с катушкой в стакан так, чтобы катушка находилась в воде. В этом положении прибор закрепите.



Рисунок 1 – Штатив с закрепленным термометром.

2. Проверьте и подготовьте амперметр и вольтметр для измерения силы тока и напряжения.

3. Поместите термометр в отверстие колодки и следите за его показаниями. Измерьте силу тока катушки при комнатной температуре с помощью амперметра и напряжение катушки с помощью вольтметра.

4. Рассчитайте сопротивление катушки.

5. Поставьте под стакан горелку и начните нагревание. Наблюдайте за изменением температуры. Когда она изменится на 5°С измерьте силу тока и напряжение.

6. Рассчитайте сопротивление катушки при изменении температуры.

7. Опыт повторяйте при других температурах с интервалом в 5°С пока катушка не нагреется до 80°С.

8.Результаты измерения температуры и силы тока и напряжения представьте в виде таблицы, полученные значения сопротивления также внесите в таблицу.

9. По данным таблицы постройте график зависимости R(t).

10. Вычислите сопротивление мотка проволоки при температуре 0°С и температурный коэффициент сопротивления.

11. Сделайте вывод.

**Содержание отчета**

1.Напишите номер, тему и цель работы.

2.Опишите ход работы.

3. Рассчитайте сопротивления меди при всех изменениях температуры.

4.Начертите таблицу для внесения результатов измерений и расчетов.

5. Начертите график зависимости сопротивления от температуры.

6. Рассчитайте сопротивление мотка проволоки при температуре 0°С и температурный коэффициент сопротивления.

7. Сделайте вывод по работе.

8. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

**Контрольные вопросы**

1. Что называют сопротивлением? В каких единицах оно измеряется?

2. Как зависит сопротивление проводника от температуры?

3. Что называют удельным сопротивлением проводника? В каких единицах оно измеряется?

4. От каких параметров проводника зависит его сопротивление? Почему?

5. Какие металлы используют для изготовления проводов? Почему?

**Лабораторная работа** **№ 6**

**Тема:** Изучение законов последовательного и параллельного соединений проводников.

**Цель работы:** проверить справедливость законов электрического тока для последовательного и параллельного соединения проводников.

**Оборудование:** источник тока, два проволочных резистора, амперметр, вольтметр, реостат.

**Теоретическое обоснование**

Проводники в электрических цепях постоянного тока могут соединяться последовательно и параллельно.

При последовательном соединении электрическая цепь не имеет разветвлений, все проводники включают в цепь поочередно друг за другом.



Рисунок 1 - Последовательное соединение проводников

Сила тока во всех проводниках одинакова, так как в проводниках электрический заряд не накапливается и через поперечное сечение проводника за определенное время проходит один и тот же заряд:

$I= I\_{1}=I\_{2}=…=I\_{n}$(1)

Напряжение на концах данного участка цепи складывается из напряжений на каждом проводнике:

$U= U\_{1}=U\_{2}=…=U\_{n}$(2)

По закону Ома для участка цепи:

U = IR (3)

 $U\_{1}=IR\_{1}$ (4)

$U\_{2}=IR\_{2}$ (5)

$U\_{n}=IR\_{n}$ (6)

где R – полное сопротивление участка цепи из последовательно соединенных проводников. Из выражений (2) и (3) получаем:

IR = I ($R\_{1}+R\_{2}+…+R\_{n})$ (7)

Таким образом:

R = $R\_{1}+R\_{2}+…+R\_{n}$ (8)

При последовательном соединении проводников их общее электрическое сопротивление равно сумме электрических сопротивлений всех проводников.

Из соотношений (3) следует, что напряжения на последовательно включенных проводниках прямо пропорциональны их сопротивлениям:

$$\frac{U\_{1}}{U\_{2}}=\frac{R\_{1}}{R\_{2}} (9)$$

При параллельном соединении электрическая цепь имеет разветвления (точку разветвления называют узлом). Начала и концы проводников имеют общие точки подключения к источнику тока.



Рисунок 2 – Параллельное соединение проводников

При этом напряжение на всех проводниках одинаково. Сила тока равна сумме сил токов во всех параллельно включенных проводниках, так как в узле электрический заряд не накапливается, поступающий за единицу времени в узел заряд равен заряду, уходящему из узла за то же время:

$I= I\_{1}+I\_{2}+…+I\_{n}$(10)

$U= U\_{1}=U\_{2}=…=U\_{n}$(11)

Для всех параллельно включенных проводников на основании закона Ома для участка цепи запишем:

$$I\_{1}= \frac{U}{R\_{1}} (12)$$

$$I\_{2}= \frac{U}{R\_{2}} (13)$$

$$I\_{n}= \frac{U}{R\_{n}} (14)$$

Обозначив общее сопротивление участка электрической цепи через R, для силы тока в неразветвленной цепи получим

$$I= \frac{U}{R} (15)$$

Из выражений (12), (13) и (14) следует:

$$\frac{1}{R}= \frac{1}{R\_{1}}+\frac{1}{R\_{2}}+…+ \frac{1}{R\_{n}} (16)$$

Пи параллельном соединении проводников, общая проводимость цепи равна сумме проводимостей всех параллельно соединенных проводников.

**Ход работы**

1. Соберите и начертите электрическую цепь последовательного соединения проводников.
2. Начертите таблицу для внесения результатов измерений и расчетов электрической цепи последовательного соединения проводников.

Таблица 1. Результаты измерений и расчетов электрической цепи последовательного соединения проводников.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер опыта | I, A | U, В | R, Ом |
| 1 (резистор 1) |  |  |  |
| 2 (резистор 2) |  |  |  |
| 3 (резистор 1 и 2) |  |  |  |

1. Подключите последовательно все указанное выше оборудование.
2. Измерьте показания силы тока и напряжения на первом резисторе, запишите в таблицу.
3. Измерьте показания силы тока и напряжения на втором резисторе, запишите в таблицу.
4. Измерьте показания силы тока и напряжения на обоих резисторах, запишите в таблицу.
5. Вычислите сопротивления первого и второго резисторов.
6. Вычислите общее сопротивление резисторов для цепи последовательного соединения проводников.
7. Результаты вычислений занесите в таблицу.
8. Соберите и начертите электрическую цепь параллельного соединения проводников.
9. Начертите таблицу для внесения результатов измерений и расчетов электрической цепи параллельного соединения проводников.

Таблица 2. Результаты измерений и расчетов электрической цепи параллельного соединения проводников.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер опыта | I, A | U, В | R, Ом |
| 1 (резистор 1) |  |  |  |
| 2 (резистор 2) |  |  |  |
| 3 (резистор 1 и 2) |  |  |  |

1. Подключите параллельно все указанное выше оборудование.
2. Измерьте показания силы тока и напряжения на первом резисторе, запишите в таблицу.
3. Измерьте показания силы тока и напряжения на втором резисторе, запишите в таблицу.
4. Измерьте показания силы тока и напряжения на обоих резисторах, запишите в таблицу.
5. Вычислите сопротивления первого и второго резисторов.
6. Вычислите общее сопротивление резисторов для цепи параллельного соединения проводников.
7. Результаты вычислений занесите в таблицу.

**Содержание отчета**

1.Напишите номер, тему и цель работы.

2.Опишите ход работы.

3.Начертите таблицу 1 .

4.Внесите в таблицу 1 результаты измерений для цепи последовательного соединения проводников.

5. Запишите вычисления сопротивления, результаты занесите в таблицу.

6.Начертите таблицу 2 .

7.Внесите в таблицу 2 результаты измерений для цепи параллельного соединения проводников.

8. Запишите вычисления сопротивления, результаты занесите в таблицу.

9.Сделайте вывод по работе.

10. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

**Контрольные вопросы**

1. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.

### 2. Какое соединение проводников называют параллельным?

### 3. Какие физические величины сохраняются при последовательном соединении проводников?

### 4. Какие физические величины сохраняются при параллельном соединении проводников?

**Лабораторная работа № 13**

**Тема:** Построение вольт-амперной характеристики полупроводникового диода

**Цель работы:** Исследовать зависимость прямого тока от величины прямого напряжения, приложенного к диоду. Выяснить зависимость обратного тока от величины обратного напряжения.

**Оборудование:** Полупроводниковый диод, реостат, амперметр, вольтметр, источник постоянного напряжения, соединительные провода, ключ.

**Теоретическое обоснование**

**Полупроводниковый диод** представляет собой самый простой полупроводниковый прибор, состоящий из одного PN перехода. Основная его функция - это проводить электрический ток в одном направлении, и не пропускать его в обратном. Состоит диод из двух слоев полупроводника типов N и P (рисунок 1).



Рисунок 1 - Строение диода.

На стыке соединения P и N образуется PN-переход. Электрод, подключенный к P, называется анод. Электрод, подключенный к N, называется катод. Диод проводит ток в направлении от анода к катоду, и не проводит обратно.

На рисунке 2 диод находится в состоянии покоя, когда ни к аноду, ни к катоду не подключено напряжение.



Рисунок 2 - Диод в состоянии покоя.

В части N имеются в наличии свободные электроны – отрицательно заряженные частицы. В части P находятся положительно заряженные ионы – дырки. В результате, в том месте, где есть частицы с зарядами разных знаков, возникает электрическое поле, притягивающее их друг к другу.

Под действием этого поля свободные электроны из части N дрейфуют через PN переход в часть P и заполняют некоторые дырки. В итоге получается очень слабый электрический ток, измеряемый в наноамперах. В результате, плотность вещества в P части повышается и возникает диффузия (стремление вещества к равномерной концентрации), толкающая частицы обратно на сторону N.

Обратное включение диода. Рассмотрим, как у полупроводникового диода получается выполнять свою основную функцию – проводить ток только в одном направлении. Подключим источник питания - плюс к катоду, минус к аноду (рисунок 3).



Рисунок 3 - Обратное включение диода.

В соответствии с силой притяжения, возникшей между зарядами разной полярности, электроны из N начнут движение к плюсу и отдалятся от PN перехода. Аналогично, дырки из P будут притягиваться к минусу, и также отдалятся от PN перехода. В результате, плотность вещества у электродов повышается. В действие приходит диффузия и начинает толкать частицы обратно, стремясь к равномерной плотности вещества.

Как мы видим, в этом состоянии диод не проводит ток. При повышении напряжения, в PN переходе будет все меньше и меньше заряженных частиц.

Прямое включение диода. Меняем полярность источника питания – плюс к аноду, минус к катоду.



Рисунок 4 - Прямое включения диода.

В таком положении, между зарядами одинаковой полярности возникает сила отталкивания. Отрицательно заряженные электроны отдаляются от минуса и двигаются сторону pn перехода. В свою очередь, положительно заряженные дырки отталкиваются от плюса и направляются навстречу электронам. PN переход обогащается заряженными частицами с разной полярностью, между которыми возникает электрическое поле – внутреннее электрическое поле PN перехода*.* Под его действием электроны начинают дрейфовать на сторону P. Часть из них рекомбинируют с дырками (заполняют место в атомах, где не хватает электрона). Остальные электроны устремляются к плюсу батарейки. Через диод пошел ток ID.

Ток и напряжение диода однозначно связаны вольт-амперной характеристикой (ВАХ). ВАХ любого прибора представляет собой зависимость между током, протекающим через прибор и приложенным напряжением.

Если сопротивление прибора постоянно, то связь между током и напряжением выражается по закону Ома:

$$I= \frac{U}{R} (1)$$

График зависимости I=f(U) называется вольт-амперной характеристикой. Для прибора, подчиняющегося закону Ома, ВАХ линейна. Приборы, имеющие такую зависимость – линейны.

Но существуют нелинейные приборы.

Электронно-дырочный переход представляет собой диод. Его нелинейные свойства видны из его ВАХ (рисунок 5).



Рисунок 5 - Вольт-амперная характеристика диода.

Прямая и обратная ветви строятся в различных масштабах. Вследствие этого в кривой обратной ветви ВАХ в начале координат имеется излом. Характеристика для прямого тока вначале имеет значительную нелинейность, так как при увеличении Uпр сопротивление запирающего слоя уменьшается, поэтому кривая идет с все большей крутизной. Но при uпр в несколько десятых долей вольта (при достижении U0) запирающий слой практически исчезает и остается только сопротивление p-n-областей, которое приблизительно можно считать постоянным. Поэтому далее характеристика становится почти линейной. Небольшая нелинейность объясняется тем, что при увеличении тока p- и n-области нагреваются и от этого их сопротивление уменьшается.

Обратный ток при увеличении обратного напряжения резко возрастает. Это вызвано резким уменьшением тока диффузии Iдиф вследствие повышения потенциального барьера.

Так как Iобр= Iпр– Iдиф, то его значение увеличивается.

Далее рост тока происходит незначительно за счет нагрева перехода током, за счет утечки по поверхности, а также за счет лавинного размножения зарядов, то есть увеличения числа носителей заряда вследствие ударной ионизации.

Это явление состоит в том, что при более высоком обратном напряжении электроны приобретают большую скорость и, ударяя в атомы кристаллической решетки, выбивают из них новые электроны и т.д. Такой процесс усиливается при увеличении обратного напряжения.

ВАХ диода может быть использована для определения его основных параметров. По прямой ветви можно определить Uпр при номинальном токе, по обратной ветви – Uмакс доп и обратный ток Iобр при этом напряжении.

**Ход работы**

1. Начертите схему построения прямой ветви ВАХ диода.



Рисунок 6 - Схема прямого включения диода в цепь.

1. Перенесите таблицу 1 для построения прямой ветви ВАХ кремниевого и силиконового диодов в тетрадь.

Таблица 1 – Данные для построения прямой ветви ВАХ полупроводниковых диодов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Е,В |  | 1 | 3 | 5 | 8 | 11 |  |
| **D1N5399GP (кремний)** | Uд, мВ | 268.2 | 441.6 | 516.3 | 573.4 | 608.9 | 618 |
| Iд, мА | 1,281 | 5,028 | 8.921 | 14.83 | 20.76 |  |
| **GP10M (силикон)** | Uд, мВ | 363,2 | 563,3 | 636,1 | 690 | 723,2 | 732 |
| Iд, мА | 1,046 | 4,786 | 8,684 | 14,6 | 20,54 |  |

1. Начертите схему построения обратной ветви ВАХ диода.



Рисунок 7 - Схема обратного включения диода в цепь.

1. Перенесите таблицу 2 для построения обратной ветви ВАХ кремниевого и силиконового диодов в тетрадь.

Таблица 2 – Данные для построения обратной ветви ВАХ полупроводниковых диодов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Е,В |  | 20 | 100 | 500 | 800 | 1000 |  |
| **D1N5399GP (кремний)** | Uд, мВ | 8,753 | 44,70 | 187,9 | 685,8 | 785,8 | 985 |
| Iд, мА | 4,798 | 17,41 | 27,98 | 28,48 | 28,71 |  |
| **GP10M (силикон)** | Uд, мВ | 9,781 | 49,11 | 198,1 | 697,7 | 797,6 | 997 |
| Iд, мА | 0,831 | 2,810 | 4,432 | 4,752 | 4,955 |  |

1. Постройте ВАХ полупроводниковых диодов при прямом и обратном включении.
2. Определите внешнее и внутреннее сопротивления диодов при прямом и обратном включении по формулам:

 R = $\frac{U}{I}$ (2)

r = $\frac{U\_{2}-U\_{1}}{I\_{1}}$ (3)

1. Определите ЭДС цепи прямом и обратном включении диодов по формуле:

$ε= I ∙(R+r)$ (4)

1. Сделайте вывод.

**Содержание отчета**

1.Напишите номер, тему и цель работы.

2.Опишите ход работы.

3. Начертите рисунок 1 .

4. Перенесите таблицу 1 в тетрадь.

5. Начертите рисунок 2 .

6. Перенесите таблицу 2 в тетрадь.

7. Постройте ВАХ полупроводникового диода по данным таблицы 1 и 2.

8. Рассчитайте внешнее и внутреннее сопротивления диодов при прямом и обратном включении.

9. Определите ЭДС цепи прямом и обратном включении диодов.

10.Сделайте вывод по работе.

11. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

**Контрольные вопросы**

1. Дайте определение полупроводниковому диоду?
2. Что такое электронно-дырочный переход?
3. Что такое запирающий слой?
4. Чем отличаются прямой ток и напряжение от обратного тока и напряжения полупроводникового диода?

**Лабораторная работа** **№ 8**

**Тема:** Изучение явления электромагнитной индукции

**Цель работы:**  изучить условия возникновения индукционного тока, ЭДС индукции.

**Оборудование**: катушка, два полосовых магнита, миллиамперметр.

**Теоретическое обоснование**

В 1831 г. М. Фарадей открыл явление электромагнитной индукции. Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего контур.

Явление электромагнитной индукции Фарадей исследовал с помощью двух изолированных друг от друга проволочных спиралей, намотанных на деревянную катушку. Одна спираль была присоединена к гальванической батарее, а другая — к гальванометру, регистрирующему слабые токи. В моменты замыкания и размыкания цепи первой спира­ли стрелка гальванометра в цепи второй спирали отклонялась.

Опыты Фарадея по исследованию электромагнитной индукции можно разделить на две серии:

1. Возникновение индукционного тока при вдвигании и выдвигании магнита (катушки с током).



Рисунок 1 – Первая серия опытов Фарадея

При внесении магнита в катушку, соединенную с амперметром в цепи возникает индукционный ток. При удалении так же возникает индукционный ток, но другого направления. Видно, что индукционный ток зависит от направления движения магнита, и каким полюсом он вносится. Сила тока зависит от скорости движения магнита.

2. Возникновение индукционного тока в одной катушке при изменении тока в другой катушке.



Рисунок 2 – Вторая серия опытов Фарадея

Электрический ток в катушке 2 возникает в моменты замыкания и размыкания ключа в цепи катушки 1. Видно, что направление тока зависит от того, замыкаюи или размыкают цепь катушки 1,  т.е. от того, увеличивается (при замыкании цепи) или уменьшаетя (при размыкании цепи) магнитный поток. пронизывающий 1-ю катушку.

Проводя многочисленные опыты Фарадей установил, что в замкнутых проводящих контурах электрический ток возникает лишь в тех случаях, когда они находятся в переменном магнитном поле, независимо от того, каким способом достигается изменение потока индукции магнитного поля во времени.

Ток, возникающий при явлении электромагнитной индукции, называют индукционным.

Строго говоря, при движении контура в магнитном поле генерируется не определенный ток (который зависит от сопротивления), а определенная э. д. с.

Фарадей экспериментально установил, что при изменении магнитного потока в проводящем контуре возникает ЭДС индукции Eинд, равная скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой со знаком минус:

$ε\_{инд}=-\frac{∆Ф}{∆t}$ (1)

Эта формула выражает закон Фарадея: э. д. с. индукции равна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограни­ченную контуром.

**Ход работы**

1. Подготовьте для отчета таблицу и по мере проведения опытов заполните её на примере таблицы 1.

Таблица 1 – Проведение опытов по изучению явления электромагнитной индукции.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№****П№ п/п** | **Действия с магнитом и катушкой** | **Показания****милли-амперметра,****мА** | **Направления отклонения стрелки миллиампер-метра****(вправо, влево или не отклоняется)** | **Направление индукционного тока** |
| 11 | Быстро вставить магнит в катушку северным полюсом |   |   |  https://infofiz.ru/images/stories/lkft/el/lr10t4.jpg |
| 22 | Оставить магнит в катушке неподвижным |   |   |  https://infofiz.ru/images/stories/lkft/el/lr10t5.jpg |
| 33 | Быстро вытащить магнит из катушки |   |   | https://infofiz.ru/images/stories/lkft/el/lr10t6.jpg  |
| 44 | Быстро вставить магнит в катушку южным полюсом |   |   |   |
| 5 | Быстро вытащить магнит из катушки |   |   |   |
| 66 | Быстро вытащить северный полюс двойного магнита из катушки |  |  |  |
| 77 | Быстро приблизить катушку к северному полюсу магнита |   |   |  https://infofiz.ru/images/stories/lkft/el/lr10t7.jpg |
| 88 | Быстро отдалить катушку от северного полюса магнита |   |   |   |

1. Заполните таблицу.
2. Сделайте вывод.

**Содержание отчета**

1.Напишите номер, тему и цель работы.

2.Опишите ход работы.

3. Начертите таблицу 1.

4. Заполните таблицу 1.

5.Сделайте вывод по работе.

6. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

**Контрольные вопросы**

1. В чем состоит явление электромагнитной индукции?

2. Каков механизм возникновения э.д.с. индукции?

3. Сформулируйте правило Ленца.

4. Как возникают и где используют вихревые токи?

**Лабораторная работа** **№ 9**

**Тема:** Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити.

**Цель работы:**экспериментальная проверка формулы, связывающей пе­риод колебаний маятника с длиной его подвеса.

**Оборудование:**штатив с перекладиной и муфтой, нить с петлями на концах, груз с крючком, линейка, электронный секундомер

**Теоретическое обоснование**

Колебательные явления различной физической природы подчиняются общим закономерностям. Например, колебания тока в электрической цепи и колебания математического маятника могут описываться одинаковыми уравнениями. Общность колебательных закономерностей позволяет рассматривать колебательные процессы различной природы с единой точки зрения. Признаком колебательного движения является его периодичность.

Механические колебания – это периодически повторяющиеся во времени движения тела.

Колебания струны, шарика в лунке, груза на пружине происходят под действием внутренней периодической силы. Она возникает за счет отклонения тела от положения равновесия. Такие колебания называют свободными.

Условия существования свободных колебаний:

1. Наличие энергии у колеблющегося тела. Для того чтобы шарик

начал колебаться, его необходимо приподнять в лунке или толкнуть, т.е. необходимо сообщить ему энергию.

2. Наличие возвращающей силы – силы, которая стремится вернуть тело из любой точки в положение равновесия. В процессе колебаний шарик может находиться в любом месте, но сила F направлена к точке 0. Именно эта периодическая сила поддерживает колебания шарика.

3. Малые силы трения. Если силы трения шарика (о поверхность или о воздух) будут велики, то размах колебаний будет постепенно уменьшаться, и колебания быстро затухнут.

Колебания некоторых тел могут быть вызваны действием внешней периодической силы. Например, колебания иглы швейной машины, поршня штамповочного станка и т.д. Такие колебания называют вынужденными.

Колебания тела, происходящие под действием внутренней (внешней) периодически меняющейся силы, называют свободными (вынужденными).

Каждое колебание имеет свои параметры.

Параметры колебаний:

1. Смещение или координата (x) – отклонение от положения равновесия в данный момент времени. Единица измерения – метр.

2.  Амплитуда (Xm) – максимальное отклонение от положения равновесия. Единица измерения – метр.

3. Период колебаний (T) – время, за которое совершается одно полное колебание. Единица измерения - 1 секунда.

 T = $\frac{t}{N}$ (1)

4.  Частота (линейная) ($ν$) – число полных колебаний за 1 с. Единица измерения - 1 Гц (герц).

 $ν$ = $\frac{N}{t}$ (2)

5.  Циклическая частота (w ) – число полных колебаний за 2$π$ секунд, т. е. приблизительно за 6,28 с. Единица измерения – рад/с.

 ω = $\frac{2π}{T}$ = $2π$ $ν$ (3)

6.  Фаза колебаний (j) показывает какая часть периода в угловой мере прошла от начала колебаний. Единица измерения – радиан.

 φ = $ω\_{0}t$ (4)

Для демонстрации законов механики используют такие устройства, как маятники. Существует два основных типа маятников: пружинный и математический.

Пружинный маятник – это груз, колеблющийся на пружине.

Период колебаний пружинного маятника определяется по формуле:

T = 2$π \sqrt{\frac{m}{k}}$ (5)

Математический маятник – небольшое тело, колеблющееся на легкой нерастяжимой нити.

Период колебаний математического маятника определяется по формуле:

 T = 2$π \sqrt{\frac{l}{g}}$ (6)

**Ход работы**

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений на примере таблицы 1.

Таблица 1 – Результаты измерений и вычислений.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **l, м** | **№ опыта** | **N** | **t, с** | **tср, с** | **Т, с** | **ν, Гц** |
| **l1 = 30 см** | 1 | 30 |  34,79 |   |   |   |
| 2 | 30 |  34,74 |
| 3 | 30 |  34,97 |
| 4 | 30 | 35,02 |
| 5 | 30 |  34,9 |
| **l2 = 45 см** | 1 | 30 |  40,6 |   |   |   |
| 2 | 30 |  41,16 |
| 3 | 30 |  41,27 |
| 4 | 30 |  41,22 |
| 5 | 30 | 41,17 |

1. Закрепите перекладину в муфте у верхнего края стержня штатива, как показано на рисунке 1. Подвесьте к перекладине с помощью нити груз. Расстояние от точки повеса до центра груза должно быть 25-30 см.



Рисунок 1 – Установка для проведения опыта.

3. Подготовьте электронный секундомер к работе в ручном режиме.

4. Отклоните груз на 5-6 см от положения равновесия и замерьте время, за которое груз совершит 30 полных колебаний (при отклонении груза следите, чтобы угол отклонения не был велик).

5. Повторите измерение 5 раз.

6. Определите среднее время по формуле:

tср1 =$ \frac{(t\_{1}+t\_{2}+t\_{3}+t\_{4}+t\_{5})}{5}$ (7)

7. Вычислите период колебания груза по формуле 1.

8. Увеличьте длину подвеса до 45 см.

9. Повторите серию опытов с маятником новой длины и вычислите его период колебаний по формуле 1.

10. Вычислите частоты колебаний для обеих маятников по формуле 2.

11. Сравните периоды колебаний двух маятников. Укажите возможные причины расхождения результатов.

12. Заполните таблицу рассчитанными значениями.

13. Сделайте вывод.

**Содержание отчета**

1.Напишите номер, тему и цель работы.

2.Опишите ход работы.

3.Начертите таблицу 1.

4. Определите среднее время.

5. Вычислите периоды колебания.

6. Вычислите частоты колебаний.

7. Заполните таблицу рассчитанными значениями.

8.Сделайте вывод по работе.

9. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

**Контрольные вопросы**

1.Что называют механическими колебаниями? Приведите примеры.

2. Каковы условия существования свободных колебаний?

3. Какие колебания называют свободными, а какие вынужденными?

4. От каких величин и как зависит период колебаний математического маятника?

5. От каких величин и как зависит период колебаний пружинного маятника?

**Лабораторная работа № 10**

**Тема:** Определение показателя преломления стекла.

**Цель:** определение относительного показателя преломления стекла с помощью плоскопараллельной пластины.

**Оборудование:** плоскопараллельная пластина, 3 булавки, линейка, транспортир, лист бумаги, карандаш.

**Теоритическое обоснование**

 Геометрическая оптика — раздел оптики, изучающий законы распространения света в прозрачных средах и правила построения изображений при прохождении света в оптических системах без учета его волновых свойств. В геометрической оптике вводится понятие светового луча, определяющего направление потока лучистой энергии. При этом полагается, что распространение света не зависит от поперечных размеров пучка света. В соответствии с законами волновой оптики это справедливо, если поперечный размер пучка много больше длины волны света. Геометрическую оптику можно рассматривать как предельный случай волновой оптики при стремящейся к нулю длине волны света. Точнее границы применимости геометрической оптики будут определены при изучении дифракции света.

Основные законы геометрической оптики были открыты опытным путем задолго до выявления физической природы света. Сформулировано четыре закона геометрической оптики:

 1. Закон прямолинейного распространения света: в оптически однородной среде свет распространяется прямолинейно.

 2. Закон независимости световых пучков: производимый отдельным пучком света эффект не зависит от других пучков.

 3. Закон отражения света: падающий и отраженный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости (плоскости падения) по разные стороны от перпендикуляра. Угол отражения $γ$ равен углу падения $α$:

$γ$ = $α$ (1)



Рисунок 1 – Изображение падающего, отраженного и преломленного лучей света.

 4. Закон преломления света: падающий и преломленный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости (плоскости падения) по разные стороны от перпендикуляра. Отношение синуса угла падения а к синусу угла преломления $β$ есть величина, постоянная для двух данных сред:

n = $\frac{sin α }{sin β}$ (2)

 Здесь n — показатель преломления второй среды относительно первой.

 Показатель преломления среды относительно вакуума называют абсолютным показателем преломления. Относительный показатель преломления двух сред равен отношению их абсолютных показателей преломления:

n = $\frac{n\_{2}}{n\_{1}}$ (3)

 Законы отражения и преломления имеют объяснение в волновой физике. Преломление является следствием изменения скорости распространения волн при переходе из одной среды в другую. Физический смысл показателя преломления — отношение скорости распространения волны в первой среде n₁ к скорости распространения во второй среде n₂:

n = $\frac{υ\_{1}}{υ\_{2}}$ (4)

 Абсолютный показатель преломления равен отношению скорости света в вакууме к скорости света в среде:

 n = $\frac{c}{υ}$ (5)

**Ход работы**

1. Положите на стол лист картона, а на него – стеклянную пластинку.
2. Воткните в картон по одну сторону пластинки две булавки – 1 и 2 так, чтобы булавка 2 касалась грани пластинки. Они будут отмечать направление падающего луча.
3. Глядя сквозь пластинку, воткните третью булавку так, чтобы она закрывала первые две. При этом третья булавка тоже должна касаться пластины.



Рисунок 2 – Графическое изображение опыта.

1. Уберите булавки, обведите пластину карандашом и в местах проколов листа картона булавками поставьте точки.
2. Начертите падающий луч 1-2, преломленный луч 2-3, а также перпендикуляр к границе пластинки.
3. Отметьте на лучах точки *А* и *В* такие, что *ОА=ОВ*. Из точек *А* и *В* опустите перпендикуляры *АС* и *ВD* на перпендикуляр к границе пластинки.



Рисунок 3 – Изображение угла падения и угла отражения стеклянной платины.

1. Измерив отрезки АС и ВD, вычислите показатель преломления стекла, используя следующие формулы:

sin $α$ = $\frac{AC}{OA}$ (6)

sin $β$ = $\frac{DB}{OB}$ (7)

n = $\frac{sin α }{sin β}= \frac{AC}{DB}$ (8)

1. Сделайте вывод.

**Содержание отчета**

1.Напишите номер, тему и цель работы.

2.Опишите ход работы.

3. Начертите рисунок 3 .

4. Вычислите показатель преломления стекла, используя формулы 6,7 и 8.

5.Сделайте вывод по работе.

6. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

**Контрольные вопросы**

1. Что называют границей раздела сред?

2. Покажите на рисунке падающий и преломленный лучи. Как они расположены? Как связаны углы падения и преломления?

3. Сформулируйте закон преломления света. Запишите формулу закона, назовите входящие в нее величины.

4. Как вычисляются абсолютный и относительный показатели преломления?