

Документ подписан простыми электронными подписями
Информация о владельце:
ФИО: Кийдан Ольга Вячеславовна
Должность: Заместитель директора по УР
Дата подписания: 26.01.2022 09:44:37
Уникальный идентификатор документа:
a2a2319df162d74b91cd23abb9334b717bafdfca

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Югорский государственный университет» (ЮГУ)
ЛЯНТОРСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ
(филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Югорский государственный университет»
(ЛНТ (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине Физика
специальность 09.02.07 Информационные системы и программирование

Лянтор
2019г.

УДК 53
М 54

Рекомендовано Методическим советом ЛНТ (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ» в качестве учебно-методического пособия. Протокол № 3 заседания Методического совета ЛНТ от 22.11.2019 г.

М 54 **Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине Физика специальность 09.02.07 Информационные системы и программирование [Текст] : учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование / составитель Т. В. Кокшина; М-во науки и высшего образования РФ, ЛНТ (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ». – Лянтор: ЛНТ, 2019. – 42 с.**

УДК 53

Содержание

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	6
ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	7
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	9
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. Определение коэффициента трения (скольжения).....	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. Опытная проверка закона Гей-Люссака. .	13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. Измерение удельной теплоемкости вещества.	15
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. Измерение относительной влажности воздуха.	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. Определение поверхностного натяжения жидкости.	23
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. Измерение емкости конденсатора.	27
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. Определение температурного коэффициента сопротивления меди	29
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. Изучение закона Ома для полной цепи. .	31
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника напряжения	33
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10. Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры.	35
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11. Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити	38
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12. Изучение устройства и работы трансформатора	40
Список литературы.....	42

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине Физика для специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям) составлены в соответствии с программой учебной дисциплины Физика. Программой дисциплины Физика предусмотрено выполнение лабораторных работ в количестве 33 часа.

По итогам проведения лабораторных работ систематизируются теоретические знания и практические умения решения задач с применением основных законов физики, умения строить графики зависимостей одной величины от другой, сравнить полученные результаты с табличными значениями, определять абсолютную и относительную погрешности результата измерения.

Выполнение лабораторных работ учебной дисциплины Физика обеспечивает достижение студентами 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;
- умение использовать достижения современной физической науки и физических технологий для повышения собственного интеллектуального развития в выбранной профессиональной деятельности;
- 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: постановка задачи, формулирование 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 анализировать и представлять информацию в различных видах;
- 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 в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;

- владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

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

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 студентам 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.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Номер работы	Тема	Наименование работы	Количество часов
1	1.2	Определение коэффициента трения (скольжения).	2
2	2.1	Опытная проверка закона Гей-Люссака	2
3	2.2	Измерение удельной теплоемкости вещества	2
4	2.3	Измерение относительной влажности воздуха	4
5	2.4	Определение поверхностного натяжения жидкости	4
6	3.1	Измерение емкости конденсатора	2+1
7	3.2	Определение температурного коэффициента сопротивления меди.	2
8	3.2	Изучение закона Ома для полной цепи	2
9	3.2	Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника напряжения.	4
10	3.3	Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры.	4
11	4.1	Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити.	2
12	4.3	Изучение устройства и работы трансформатора	2
Итого			33

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Теоретическая подготовка

Перед выполнением лабораторной работы студент получает курс теоретических знаний: основные понятия, законы, правила. Теоретический материал закрепляется решением задач. В качестве подготовки к лабораторной работе студенту задается домашнее задание: решение задачи, работа над графиками, построение диаграммы, работа над табличными величинами, ответы на вопросы с указанием литературы. Теоретическая подготовка необходима для проведения физического эксперимента, проводится обучающимися в порядке самостоятельной работы. Ее следует начинать внимательным разбором руководства к данной лабораторной работе.

Особое внимание в ходе теоретической подготовки должно быть обращено на понимание физической сущности процесса. Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые обучающийся обязан дать четкие, правильные ответы. Теоретическая подготовка завершается предварительным составлением отчета со следующим порядком записей:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Оборудование.
4. Ход работы (включает рисунки, схемы, таблицы, основные формулы для определения величин, а так же расчетные формулы для определения погрешностей измеряемых величин).
5. Расчеты – окончательная запись результатов работы.
6. Вывод.

Ознакомление с приборами, сборка схем

Приступая к лабораторным работам, необходимо:

- получить у лаборанта приборы, требуемые для выполнения работы;
- разобраться в назначении приборов и принадлежностей в соответствии с их техническими данными;
- пользуясь схемой или рисунками, имеющимися в инструкции, разместить приборы так, чтобы удобно было производить отсчеты, а затем собрать установку;
- сборку электрических схем следует производить после тщательного изучения правил выполнения лабораторных работ.

Проведение опыта и измерений

При выполнении лабораторных работ измерение физических величин необходимо проводить в строгой, заранее предусмотренной последовательности.

Особо следует обратить внимание на точность и своевременность отсчетов при измерении нужных физических величин. Например, точность измерения времени с помощью секундомера зависит не только от четкого определения положения стрелки, но и в значительной степени – от своевременности включения и выключения часового механизма.

Методические рекомендации позволяют студенту выполнить практическую часть лабораторной работы (проведение измерений, наблюдений, опытов, построение графиков) на основании теоретических знаний. Порядок выполнения лабораторной работы записывается в строгой последовательности с инструкцией.

Результаты измерений и вычислений заносятся в таблицу. Все расчеты и вычисления выполняются письменно, для каждого опыта.

На контрольные вопросы студенты отвечают устно при проверке преподавателем лабораторной работы. По результатам теоретических знаний и практических умений преподаватель выставляет оценку.

Критерии оценок лабораторных работ

Оценка «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.

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

Оценка «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.

Оценка «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.

Лабораторные работы выполняются по письменным инструкциям. Каждая инструкция содержит краткие теоретические сведения, относящиеся к данной работе, перечень необходимого оборудования, порядок выполнения работы, контрольные вопросы.

Внимательное изучение методических указаний поможет выполнить работу. Небрежное оформление отчета, исправление уже написанного недопустимо.

В конце занятия преподаватель ставит зачет, который складывается из результатов наблюдения за выполнением практической части работы, проверки отчета, беседы в ходе работы или после нее. Все лабораторные работы должны быть выполнены и защищены в сроки, определяемые программой или календарным планом преподавателя.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

- 1) Вход в кабинет (лабораторию) осуществляется только по разрешению преподавателя.
- 2) На первом занятии преподаватель проводит инструктаж по технике безопасности и напоминает студентам о бережном отношении к лаборатории и о материальной ответственности каждого из них за сохранность оборудования и обстановки лаборатории.
- 3) При обнаружении повреждений оборудования персональную ответственность несут студенты, выполнявшие лабораторную работу на этом оборудовании.
- 4) При ознакомлении с рабочим местом проверить наличие комплектности оборудования и соединительных проводов (в случае отсутствия, какого либо элемента, необходимо немедленно сообщить об этом преподавателю).
- 5) Если во время проведения опыта замечены какие-либо неисправности оборудования, необходимо немедленно сообщить об этом преподавателю.
- 6) После окончания лабораторной работы рабочее место привести в порядок.
- 7) Будьте внимательны, дисциплинированы, осторожны, точно выполняйте указания преподавателя.
- 8) Не оставляйте рабочего места без разрешения преподавателя.
- 9) Располагайте приборы, материалы, оборудование на рабочем месте в порядке, указанном преподавателем.
- 10) Не держите на рабочем месте предметы, не требующиеся при выполнении задания.
- 11) Перед тем как приступить к работе, уясните ход ее выполнения.
- 12) Постоянно следите за исправностью всех креплений в приборах, предназначенных для вращения.
- 13) При выполнении опыта колебаний груза на стальном полотне или подвешенного на нити груза, следует надежно укрепить груз, чтобы он не сорвался.
- 14) При изучении свободного падения тел на пол следует положить мешочек с песком.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: Определение коэффициента трения (скольжения)

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

Оборудование: 1) деревянный брусок, 2) набор грузов, 3) динамометр, 4) деревянная линейка, 5) измерительная лента.

Теоретическое обоснование

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

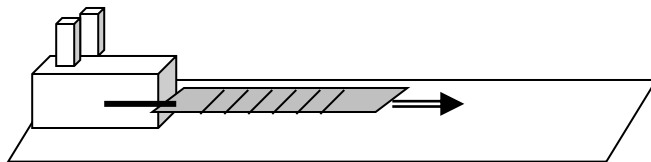


Рисунок 1

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 уравнивает силу растяжения пружины динамометра и может быть измерена динамометром.

Коэффициент трения скольжения определяется как коэффициент пропорциональности между силой трения $F_{тр}$ и силой нормального давления бруска F_{\perp} с грузами на опору (или весом тела), то есть остается постоянным:

$$F_{тр} = \mu F \quad (1)$$

Сила нормального давления F в данном случае равна весу бруска вместе с грузом и определяется взвешиванием с помощью динамометра. Тогда по результатам измерений $F_{тр}$ и F можно вычислить коэффициент трения скольжения:

$$\mu = \frac{F_{mp}}{F_{\perp}} \quad (2)$$

Согласно формуле (1) графиком зависимости $F_{тр}$ от силы нормального давления F является прямая линия (рисунок 2). Как видно из графика, $\mu = \operatorname{tg} \alpha$ (где α – угол наклона прямой к оси абсцисс).

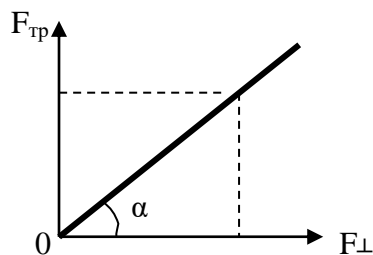


Рисунок 2

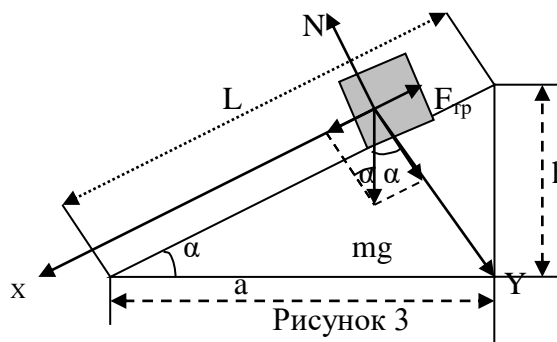


Рисунок 3

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 X и Y, действующих на тело, будет равна нулю:

$$\begin{aligned} (X) \quad mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} &= 0 \\ (Y) \quad mg \cos \alpha - N &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Учитывая, что $F_{\text{тр}} = \mu F_{\perp}$, а $F_{\perp} = N$ по третьему закону Ньютона, можно представить систему уравнений (3) в виде

$$\begin{cases} mg \sin \alpha = \mu N, \\ mg \cos \alpha = N. \end{cases} \quad (4)$$

беря отношения правых и левых частей системы получаем; $\mu = \operatorname{tg} \alpha$.

Как видно из рисунка 3 $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{a}$, $a = \sqrt{l^2 - h^2}$, а следовательно

$$\mu = \frac{h}{\sqrt{l^2 - h^2}}. \quad (5)$$

Ход работы

- С помощью динамометра определите вес деревянного бруска P_0 , бруска вместе с одним грузом ($P_0 + P$), бруска с двумя грузами ($P_0 + 2P$), бруска с тремя грузами ($P_0 + 3P$). Результаты занесите в таблицу 1 (в графу F). (Почему?)

Таблица 1-Результаты измерений и вычислений

	P_0	$P_0 + P$	$P_0 + 2P$	$P_0 + 3P$
F				
$F_{\text{тр}}$				

- Динамометром равномерно тяните брусок по линейке, измеряя силу тяги F_T ($F_T = F_{\text{тр}}$). Опыт повторите, нагрузив брусок одним, потом двумя и тремя грузами. Результаты измерений $F_{\text{тр}}$ запишите в таблицу 1.

- Постройте график зависимости $F_{\text{тр}}(F_{\perp})$ (рис. 4), используя данные таблицы 1. Через начало отсчета проведите прямую линию так, чтобы число точек над прямой (рис. 4) равнялось числу точек под прямой.

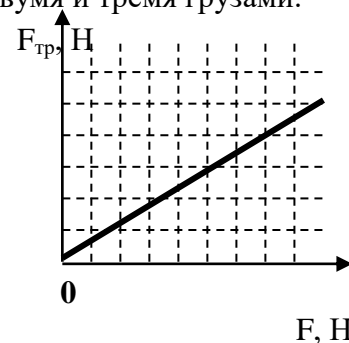


Рисунок 4

(Масштаб взять необходимо как можно больше) (Выберите сами удобный масштаб для построения графика).

- Найдите коэффициент трения скольжения μ по формуле (5) как тангенс угла наклона прямой линии к оси абсцисс. Для этого выберите произвольную точку с координатами (F , $F_{\text{тр}}$) на прямой и найдите μ как отношение $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{F}$. (а это и есть тангенс угла наклона)
- Через начало отсчета проведите прямую линию под минимальным углом наклона к горизонтали через экспериментальную точку. Рассчитайте минимальное значение коэффициента трения скольжения. $\mu_{\min} = \operatorname{tg} \alpha_{\min} =$

6. Оцените абсолютную погрешность измерения коэффициента трения скольжения.

$$\Delta\mu = \mu - \mu_{\min} =$$

7. Запишите окончательный результат: $\mu_1 \pm \Delta\mu_1 =$

8. Убедитесь, что сила трения скольжения не зависит от площади трущихся поверхностей, 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. Какие силы существуют в природе?
3. Зависит ли сила трения от массы груза?
4. Какие силы одновременно действуют на груз?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

Тема: Опытная проверка закона Гей-Люссака.

Цель работы: проверить реальность выполнения закона Гей-Люссака.

Оборудование: стеклянная трубка, запаянная с одного конца, длиной 600 мм и диаметром 8-10 мм; цилиндрический сосуд высотой 600 мм и диаметром 40 – 50 мм, наполненный горячей водой ($t = 60^\circ$), стакан с водой комнатной температуры, пластилин.

Теоретическое обоснование

Чтобы проверить закон Гей-Люссака, достаточно измерить объем и температуру газа в двух состояниях при постоянном давлении и проверить справедливость равенства

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (6)$$

Это можно осуществить, используя воздух при атмосферном давлении.

Стеклянная трубка открытым концом вверх помещается на 3–5 минут в цилиндрический сосуд с горячей водой (рисунок 5, а). В этом случае объем воздуха V_1 равен объему стеклянной трубки, а температура – температуре горячей воды T_1 . Это – первое состояние. Чтобы при переходе воздуха в следующее состояние его количество не изменилось, открытый конец стеклянной трубки, находящейся в горячей воде, замазывают пластилином. После трубку вынимают из сосуда с горячей водой и замазанный конец быстро опускают в стакан с водой комнатной температуры (рисунок 5, б), а затем прямо под водой снимают пластилин. По мере охлаждения воздуха в трубке вода в ней будет подниматься.

После прекращения подъема воды в трубке (рисунок 5, в) объем воздуха в ней станет равным $V_1 < V_2$, а давление $p = p_{\text{атм}} - \rho gh$. Чтобы давление воздуха в трубке вновь стало равным атмосферному, необходимо увеличивать глубину погружения трубки в стакан до тех пор, пока уровни воды в трубке и в стакане не выровняются (рисунок 5, г). Это будет второе состояние воздуха в трубке при температуре T окружающего воздуха.

Отношение объемов воздуха в трубке в первом и втором состояниях можно заменить отношением высот воздушных столбов в трубке в этих состояниях, если сечение трубки постоянно по всей длине ($\frac{V_1}{V_2} = \frac{Sl_1}{Sl_2} = \frac{l_1}{l_2}$). Поэтому в работе следует сравнивать отношения l_1/l_2 и T_1/T_2 . Длина воздушного столба измеряется линейкой, температура – термометром.

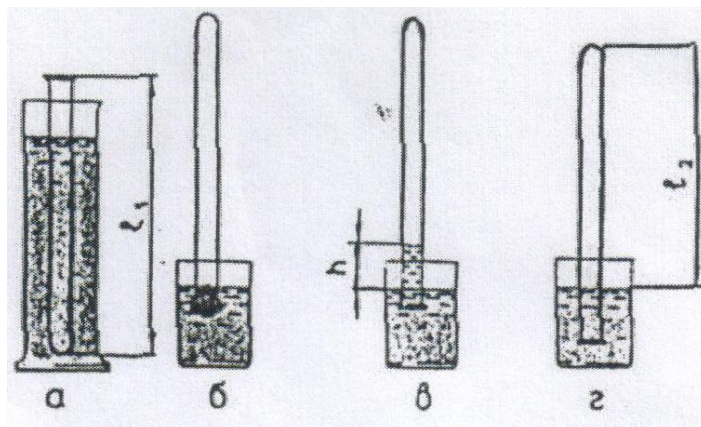


Рисунок 5 – Порядок проведения опыта

Ход работы

1. Подготовить бланк отчета с таблицей для записи результатов измерений и вычислений

Таблица 2 – Результаты измерений и вычислений

Измерено								Вычислено						
№ опыта	l_1 мм	l_2 мм	t_1 °С	t_2 °С	Δl мм	T_1 К	T_2 К	ΔT К	$\frac{l_1}{l_2}$	ϵ_1 %	Δ_1	$\frac{T_1}{T_2}$	ϵ_2 %	Δ_2
1														
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.
4. Приведите воздух в трубке во второе состояние так, как об этом рассказано выше.
5. Измерьте длину l_2 воздушного столба в трубке и температуру окружающего воздуха T_2 .
6. Вычислите отношения l_1/l_2 и T_1/T_2 относительные (ϵ_1 и ϵ_2) и абсолютные (Δ_1/Δ_2) и погрешности измерений этих отношений по формулам (7) – (10):

$$\epsilon_1 = \frac{\Delta l}{l_1} + \frac{\Delta l}{l_2} \quad (7)$$

$$\Delta_1 = \frac{l_1}{l_2} \epsilon_1 \quad (8)$$

$$\epsilon_2 = \frac{\Delta T}{T_1} + \frac{\Delta T}{T_2} \quad (9)$$

$$\Delta_2 = \frac{T_1}{T_2} \epsilon_2 \quad (10)$$

7. Сравните отношения l_1/l_2 и T_1/T_2 .

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Опишите ход работы, выполняя предлагаемые расчеты.
3. Начертите таблицу 2 и заполните её.
4. Сделайте вывод о справедливости закона Гей-Люссака.
5. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

Контрольные вопросы

1. Почему после погружения стеклянной трубки в стакан с водой комнатной температуры и после снятия пластина вода в трубке поднимается?
2. Что называют термодинамическим процессом? Изопроцессом?
3. Сформулируйте законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля.
4. Какая температура называется термодинамической?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема: Измерение удельной теплоемкости вещества.

Цель работы: определить удельную теплоемкость металла.

Оборудование: 1) калориметр с водой, 2) чайник (один на класс), 3) цилиндр металлический на нити, 4) бумага фильтровальная, 5) весы с гирями, 6) термометр.

Теоретическое обоснование

В калориметр массой m_1 налита вода массой m_2 при температуре t_1 . Из чайника с кипящей водой достают металлический цилиндр массой m , имеющий температуру t_2 , и погружают его в калориметр. Когда температура воды в калориметре перестанет повышаться, снимают показания термометром это значение t .

Количество теплоты $Q_{\text{отд}}$, отданное металлическим цилиндром при остывании до температуры T , равно:

$$Q_{\text{отд}} = cm(t_2 - t) \quad (11)$$

где c – удельная теплоемкость вещества цилиндра.

Количество теплоты $Q_{\text{пол}}$, полученное калориметром и водой при нагревании до температуры t ,

$$Q_{\text{пол}} = c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_1) \quad (12)$$

Где c_1 – удельная теплоемкость металла, из которого сделан калориметр, c_2 – удельная теплоемкость воды.

При теплообмене количество теплоты, отданное нагретым телом (металлическим цилиндром), равно количеству теплоты, полученному холодными телами (калориметром и водой):

$$Q_{\text{отд}} = Q_{\text{пол}},$$

или

$$cm(t_2 - t) = c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_1) \quad (13)$$

Из уравнения теплового баланса можно найти неизвестную удельную теплоемкость металла, из которого изготовлен цилиндр.

Ход работы

1. В чайник с водой поместите цилиндр, изготовленный из металла с неизвестной удельной теплоемкостью. Воду в чайнике нагрейте до кипения.
2. Определите на весах массу внутреннего сосуда калориметра. $m_1 = \dots$, $\Delta m_1 = \dots$
3. Налейте воду в калориметр (менее половины объема) и определите массу калориметра с водой. $m_1 + m_2 = \dots$, $\Delta(m_1 + m_2) = \dots$
4. Определите массу воды в калориметре $m_2 = \dots$. $\Delta m_2 = \dots$
5. Собрав калориметр, измерьте начальную температуру воды термометром. $t_1 = \dots$
6. Из чайника с кипящей водой достаньте металлический цилиндр при температуре, близкой к $t_2 = 100^\circ\text{C}$, и быстро перенесите его в калориметр.
8. Измерьте температуру воды t при установлении теплового баланса, т.е. когда температура воды перестанет повышаться. $t = \dots$
8. Выньте металлический цилиндр из воды и осушив фильтровальной бумагой, определите его массу. $m = \dots$. $\Delta m = \dots$
9. Вычислите удельную теплоемкость металла, из которого изготовлен цилиндр, где $c_1 = 920$ Дж/(кг* $^\circ\text{C}$); $c_2 = 4180$ Дж/(кг* $^\circ\text{C}$).

10. Абсолютные погрешности измерения масс Δm_1 , Δm_2 , Δm определяются массой минимальной разновески при взвешивании. Из-за выполнения неравенств $\Delta m_1 \ll m_1$; $\Delta m_2 \ll m_2$; $\Delta m \ll m$ погрешностями при измерении масс можно пренебречь. Поэтому относительную погрешность при косвенном измерении удельной теплоемкости можно представить выражением (14):

$$\varepsilon = \frac{\Delta c}{c} = \frac{\Delta (t-t_1)}{(t-t_1)} + \frac{\Delta (t_2-t)}{(t_2-t)} \quad (14)$$

11. Рассчитайте абсолютную погрешность измерения удельной теплоемкости Δc .

12. Запишите окончательный результат.

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Опишите ход работы, выполняя предлагаемые расчеты.
3. Из уравнения теплового баланса выразите теплоемкость цилиндра.
4. Сделайте вывод о справедливости уравнения теплового баланса.
5. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

Контрольные вопросы

1. Объясните физический смысл теплоемкости вещества.
2. Зависит ли теплоемкость вещества от массы и температуры?
3. Сформулируйте уравнение теплового баланса.
4. Какая температура называется точкой плавления?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Тема: Определение относительной влажности воздуха

Цель работы: Определить относительную влажность воздуха учебной с помощью психрометра.

аудитории

Оборудование: психрометр.

Теоретическое обоснование

Вес, или точнее масса, водяного пара, содержащегося в 1 м^3 воздуха, называется абсолютной влажностью воздуха. Другими словами, это плотность водяного пара в воздухе. При одной и той же температуре воздух может поглотить вполне определенное количество водяного пара и достичь состояния полного насыщения. Абсолютная влажность воздуха в состоянии его насыщения носит название влагоемкости. Относительной влажностью воздуха φ называют отношение абсолютной влажности воздуха ρ к плотности ρ_0 насыщенного водяного пара при той же температуре, выраженной в процентах.

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\% \quad (15)$$

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\% \quad (16)$$

p - парциальное давление при данной температуре;

p_0 - давление насыщенного пара при той же температуре;

ρ - абсолютная влажность;

ρ_0 - плотность насыщенного водяного пара при данной температуре.

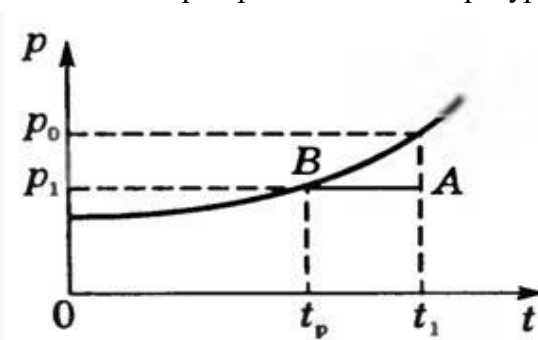


Рисунок 6- График зависимости давления водяного пара от температуры.

При изобарном охлаждении до температуры t_p пар становится насыщенным и его состояние изобразится точкой B (рисунок 6). Температуру t_p , при которой водяной пар становится насыщенным, называют точкой росы. При охлаждении ниже точки росы начинается конденсация паров: появляется туман, выпадает роса, запотевают окна. Точка росы позволяет определить упругость водяного пара p_1 , находящегося в воздухе при температуре t_1 .

Влажность воздуха можно определить специальными приборами.

Конденсационный гигрометр. С его помощью определяют точку росы. Это наиболее точный способ изменения относительной влажности.

Волосяной гигрометр. Его действие основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса удлиняться при увеличении относительной влажности.

Применяется в тех случаях, когда в определении влажности воздуха не требуется большой точности.

Психрометр. Обычно пользуются в тех случаях, когда требуется достаточно точное и быстрое определение влажности воздуха.

При понижении температуры, относительная влажность воздуха увеличивается. При некоторой температуре, называемой *точкой росы*, водяной пар становится насыщенным. Это означает, что в воздухе находится максимально возможное количество водяных паров. Относительная влажность воздуха равна 100 %. Дальнейшее понижение температуры приводит к тому, что образующийся излишек водяных паров начинает конденсироваться в виде капелек росы или тумана. Быстрого охлаждения можно добиться при интенсивном испарении какой-нибудь летучей жидкости. Конденсационный гигрометр (от греческих слов *hugros* – влажный и *metreo* – измеряю) представляет собой металлическую коробку *A*, передняя стенка *K* которой хорошо отполирована (рисунок 7). Внутри коробки наливают легко испаряющуюся жидкость — эфир — и вставляют термометр. Пропуская через коробку воздух с помощью резиновой груши *Г*, вызывают сильное испарение эфира и быстрое охлаждение коробки.

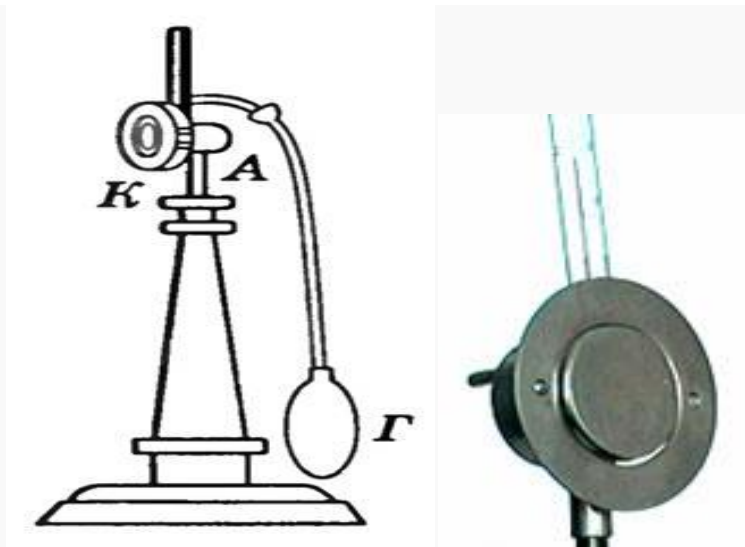


Рисунок 7 - Схема устройства конденсационного гигрометра.

По термометру замечают температуру, при которой появляются капельки росы на полированной поверхности стенки *K*. Давление в области, прилегающей к стенке, можно считать постоянным, так как эта область сообщается с атмосферой и понижение давления за счет охлаждения компенсируется увеличением концентрации пара. Появление росы указывает, что водяной пар стал насыщенным. Зная температуру воздуха и точку росы, можно найти парциальное давление водяного пара и относительную влажность.

Пусть, например, измерения проводятся при температуре окружающего воздуха 20 °С. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре равно 2,33 кПа. Коробочка конденсационного гигрометра покрылась капельками росы при температуре 5 °С. Этой температуре соответствует давление насыщенного водяного пара 0,88 кПа.

Относительная влажность воздуха

$$\varphi = \frac{0,88}{2,33} \cdot 100 \% \approx 38 \%$$

Значения давления и плотности насыщенного пара при разных температурах даны в таблице 3.

Волосяной гигрометр состоит из обезжиренного человеческого волоса, один конец которого закреплен на стойке. А другой перекинут через небольшой блок (рисунок 8). Для сохранения постоянного натяжения волоса к его свободному концу прикрепляют небольшой груз. Действие волосяного гигрометра основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса и некоторых органических пленок изменять свою длину в зависимости от относительной влажности воздуха.

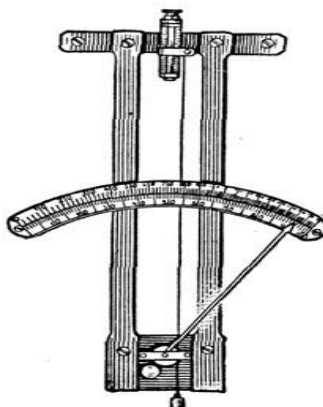


Рисунок 8 – Схема устройства волосяного гигрометра

Если волос или пленку через передаточный механизм соединить с подвижной стрелкой, укрепленной на оси, и проградуировать шкалу, то с помощью такого прибора можно напрямую измерять относительную влажность воздуха.

Психрометр (от греческого «психриа» - холод) состоит из двух термометров. Шарик одного из них увлажняется с помощью марлевого чехла, конец которого опущен в сосуд с водой (рисунок 9). Другой термометр остается сухим и показывает температуру окружающего воздуха. Смоченный термометр показывает температуру более низкую, чем сухой, так как испарение влаги из марли требует определенного расхода тепла.

Температура смоченного термометра носит название предела охлаждения. Разность между показаниями сухого и смоченного термометров называется психрометрической разностью. Между величиной психрометрической разности и относительной влажностью воздуха имеется определенная зависимость. Чем больше психрометрическая разность при данной температуре воздуха, тем меньше относительная влажность воздуха и тем больше влаги может поглотить воздух. Зная разницу показаний термометров и показания сухого термометра, можно по специальной психрометрической таблице определить относительную влажность воздуха. Если воздух предельно насыщен водяными парами и его относительная влажность равна 100 %, термометры будут давать одинаковые показания

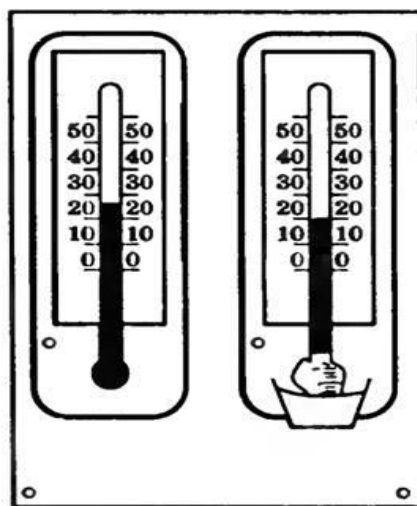


Рисунок 9 – Схема устройства психрометра

Ход работы

1. Ознакомьтесь с устройством конденсационного гигрометра (рисунок 7). Опишите принцип действия.
2. Ознакомьтесь с устройством волосяного гигрометра (рисунок 8). Опишите принцип действия.
3. Для определения влажности воздуха психрометр подвешивают в вертикальном положении. Обращают внимание, чтобы вода смачивала всю марлю, обматывающую шарик термометра. После этого определяют показания сухого и смоченного термометров. Вычисляют разность показаний термометров и по психрометрической таблице (таблица 4) определяют относительную влажность. Например, пусть сухой термометр показывает температуру 24 °С, а влажный 21 °С. Разность показаний сухого и влажного термометра составляет 3 °С. На пересечении соответствующих строки и столбца находим, что относительная влажность воздуха равна 77 %.

Таблица 3 - Давление и плотность насыщенного пара при разных температурах

t, °С	p _н		ρ _н , кг/м ³	t, °С	p _н		ρ _н , кг/м ³
	кПа	мм.рт.ст.			кПа	мм.рт.ст.	
0	0,61	4,6	0,0048	16	1,81	13,6	0,0136
2	0,71	5,3	0,0056	18	2,07	15,5	0,0154
4	0,81	6,1	0,0064	20	2,33	17,5	0,0173
6	0,93	7,0	0,0073	22	2,64	19,8	0,0194
8	1,07	8,0	0,0083	24	2,99	22,4	0,0218
10	1,23	9,2	0,0094	26	3,36	25,2	0,0244
12	1,40	10,5	0,0107	28	3,79	28,4	0,0272
14	1,60	12,0	0,0121	30	4,24	31,8	0,0303

Таблица 4 – Психрометрическая таблица

Показания сухого термометра °С	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	100	82	63	45	28	11			
1	100	83	65	48	32	16			
2	100	84	68	51	35	20			
3	100	84	69	54	39	24	10		
4	100	85	70	56	42	28	14		
5	100	86	72	58	45	32	19	6	
6	100	86	73	60	47	35	23	10	
7	100	87	74	61	49	37	26	14	
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7
9	100	88	76	64	53	42	31	21	11
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23
14	100	90	79	70	60	51	42	33	25
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44
26	100	92	85	78	71	64	58	51	45
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Опишите ход работы.
3. Сделайте вывод по работе.
4. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

Контрольные вопросы

1. Почему при продувании воздуха через эфир на полированной поверхности стенки камеры гигрометра появляется роса? В какой момент появляется роса?

2. Почему показания влажного термометра психрометра меньше показаний сухого термометра? При каком условии разность показаний термометров наибольшая?
3. Температура в помещении понижается, а абсолютная влажность остается прежней. Как изменится разность показаний термометров психрометра?
4. Может ли абсолютная влажность увеличиваться. Если абсолютная убывает?
5. Сухой и влажный термометры показывают одну и ту же температуру. Какова относительная влажность воздуха?
6. Почему после жаркого дня роса бывает более обильной?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Тема: Определение поверхностного натяжения жидкости.

Цель: Определить поверхностное натяжение жидкости методом отрыва капель.

Оборудование: бюретка с краном или воронка с зажимом, весы, сосуд с водой, сосуд для сбора капель, микрометр (можно пользоваться линейкой с миллиметровыми делениями).

Теоретическое обоснование

Молекулярные силы, направленные вдоль поверхности, действуют на любую замкнутую линию на свободной поверхности жидкости по нормали к этой линии таким образом, что стремятся сократить площадь поверхности жидкости, ограниченную замкнутой линией. Это можно показать на следующем опыте.

На проволочном кольце укрепляется нитка длиной l (рисунок 10). Если замкнуть кольцо мыльной пленкой, то нитка свободно расположится на этой пленке, так как молекулярные силы будут стремиться сократить площадь поверхности, ограниченную как верхним замкнутым контуром, так и нижним. Прорвем мыльную пленку с нижней стороны нитки. Тогда молекулярные силы сократят поверхность, ограниченную верхним.

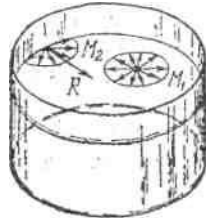


Рисунок 10

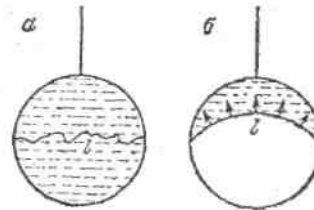


Рисунок 11

Сила F_H обусловлена взаимодействием молекул жидкости, вызывающая сокращение площади ее свободной поверхности и направленная по касательной к этой поверхности, называется силой поверхностного натяжения.

Покажем, что сила поверхностного натяжения F_H , действующая на поперечину (рисунок 11), пропорциональна l . Работа, совершаемая силами поверхностного натяжения при перемещении поперечины l из положения 1 в положение 2, выражается формулой:

$$A = \sigma \Delta S. \quad (17)$$

При этом суммарное сокращение площади S свободной поверхности жидкости равно $2hl$, поэтому

$$A = \sigma 2hl \quad (18)$$

С другой стороны, работу A можно найти, умножив силу на путь. Поскольку в нашем примере у поверхности пленки две линии соприкосновения с поперечиной (рисунок 10): то общая сила равна $2F_h$ и $A=2F_h h$. Таким образом $2F_h h=2hl$, или $F_h = \sigma l$.

Отсюда

$$\sigma = F_h / l. \quad (19)$$

Из (3) следует, что поверхностное натяжение численно равно силе поверхностного натяжения, действующей на единицу длины границы свободной поверхности жидкости.

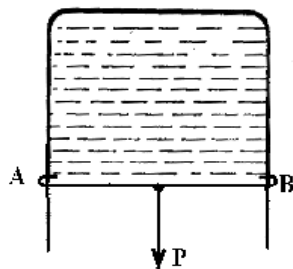


Рисунок 12

Для определения поверхностного натяжения жидкости можно использовать метод отрыва каплей. Молекулы поверхностного слоя жидкости обладают поверхностной энергией, поэтому они, взаимодействуя с молекулами нижних (внутренних) слоев, втягиваются внутрь жидкости. Поэтому поверхность жидкости стремится сократиться и стать наименьшей при данном объеме. Наименьшей поверхностью при данном объеме обладают тела сферической формы. Поэтому капля жидкости имеет форму шара. Если сила тяжести F_t внутри капли станет больше силы поверхностного натяжения жидкости F_n , то капля оторвется от крана (рисунок 13).

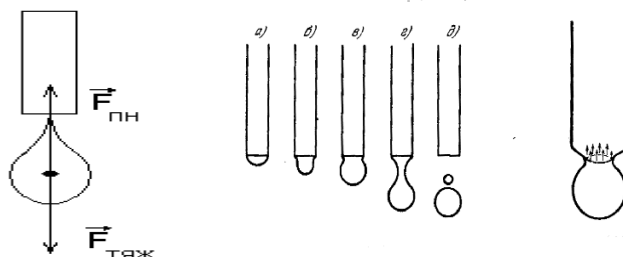


Рисунок 13

Зная диаметр шейки капли, ее массу и ускорение свободного падения можно подсчитать коэффициент поверхностного натяжения жидкости и сравнить ее с табличной величиной (таблица 5).

Ход работы

1. Собрать установку: бюретку с краном или воронку с зажимом закрепить на штативе.
2. Измерить диаметр канала узкого конца, бюретки (воронки) d_{mp} . Для этого ввести до упора в канал бюретки иглу соответствующей толщины, заметить то место, до которого она вошла, и микрометром измерить диаметр иглы в отмеченном месте. Измерения микрометром повторить несколько раз, поворачивая иглу при этом на определенный угол. Если результаты измерения будут отличаться, взять их среднее значение (измерить внутренний диаметр канала узкого конца бюретки).
3. Вычислить диаметр шейки капли $d_{шк} = 0,9 \cdot d_{mp}$.
4. Определить массу пустого сосуда m_1 для сбора капель, взвесив его.
5. Поставить под капельницу сосуд. Плавно открывая кран (ослабляя зажим), добиться медленного отрывания капель. (Капли должны падать друг за другом через 1-2 секунды).
6. Поставить пустой взвешенный сосуд под бюретку (воронку) и отсчитать 50-200 капель.
7. Измерив массу сосуда с каплями m_2 , определить массу капель m .
8. Вычислить поверхностное натяжение по формуле (20), результаты занести в таблицу 5.

$$\sigma = \frac{m_2 - m_1}{\pi \cdot d_{шк} \cdot n} \cdot g \quad (20)$$

Таблица 5 – Результаты измерений и вычислений

Номер опыта	1	2
Диаметр трубки $d_{тр}, м$		
Диаметр шейки капли $d_{шк}, м$		
Масса пустого сосуда $m_1, кг$		
Масса сосуда с жидкостью $m_2, кг$		
Масса всех капель $m, кг$		
Число всех капель n		
Масса одной капли $m/n, кг$		
Поверхностное натяжение $\sigma, Н/м$		
Среднее значение поверхностного натяжения, $\sigma_{ср}, Н/м$		
Табличное значение поверхностного натяжения $\sigma, Н/м$		
Относительная погрешность $\delta, \%$		

9. Опыт повторить.
10. Определить среднее значение поверхностного натяжения для двух опытов.
11. Сравнить полученный результат с табличным значением поверхностного натяжения (таблица 6).

Таблица 6 – Поверхностные натяжения жидкостей при 293К

Вещество	$\sigma, Н/м$	Вещество	$\sigma, Н/м$
Ацетон	0,024	Медный купорос (раствор)	0,074
Бензин	0,029	Мыльный раствор	0,040
Вода	0,072	Ртуть	0,470
Глицерин	0,059	Скипидар	0,027
Керосин	0,024	Спирт этиловый	0,022
Масло касторовое	0,033	Эфир этиловый	0,017

12. Вычислить относительную погрешность методом оценки результатов измерений (формула (21):

$$\delta = \frac{(\sigma_{изм} - \sigma_{таб})}{\sigma_{таб}} \cdot 100\% \quad (21)$$

13. Сделать вывод.
14. Ответьте на контрольные вопросы.

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Опишите ход работы.
3. Сделайте вывод по работе.
4. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

Контрольные вопросы

1. Почему поверхностное натяжение зависит от рода жидкости?
2. Почему и как поверхностное натяжение зависит от температуры?
3. В двух одинаковых пробирках находится одинаковое число капель воды. В одной пробирке вода чистая, а в другой с прибавкой мыла. Одинаковы ли объемы отмеренных капель? Ответ обоснуйте.
4. Изменится ли результат вычисления поверхностного натяжения, если опыт проводить в другом месте земли?
5. Изменится ли результат вычисления, если диаметр канала трубки будет меньше?
6. Объясните, в какой момент капля отрывается?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Тема: Измерение емкости конденсатора.

Цель работы: изучить устройство плоского конденсатора и рассчитать его емкость.

Оборудование, средства измерения: 1) пластинки металлические – 2 шт., 2) пластинка стеклянная, 3) штангенциркуль, 4) линейка измерительная.

Теоретическое обоснование

Электрическая емкость конденсатора – физическая величина, равная отношению заряда одного из проводников к разности потенциалов между этим проводником и соседним:

$$C = Q/U \quad (22)$$

В работе измеряется емкость плоского конденсатора – системы двух плоскопараллельных пластин площадью S , находящихся на расстоянии d друг от друга.

Пространство между пластинами заполнено диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью ε (вставлена стеклянная пластина толщиной d).

Вычисление емкости сводится к расчету разности потенциалов U между пластинами. В однородном поле плоского конденсатора с напряженностью E между пластинами

$$U = Ed \quad (23)$$

Напряженность E складывается (по принципу суперпозиции) из напряженностей полей, созданных положительной E_+ и отрицательной E_- пластинами:

$$E = E_+ + E_- \quad (24)$$

В свою очередь, в среде с относительной диэлектрической проницаемостью ε

$$E_+ = E_- = \frac{Q}{2S\varepsilon\varepsilon_0}, \quad (25)$$

где $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2/(\text{Н} \cdot \text{м}^2)$ – электрическая постоянная.

Следовательно, разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора:

$$U = \frac{Qd}{S\varepsilon\varepsilon_0}. \quad (26)$$

Подставляя значение U в формулу (1), находим емкость плоского конденсатора с диэлектриком.

$$C = \frac{S\varepsilon\varepsilon_0}{d}. \quad (27)$$

Емкость конденсатора зависит как от его геометрических характеристик (площади пластин, расстояние между ними), так и от относительной диэлектрической проницаемости вещества, заполняющего пространство между пластинами. Емкость не зависит от заряда на пластинах и разности потенциалов, приложенной к ним.

Ход работы

1. Соберите из двух металлических пластин и одной стеклянной плоский конденсатор.
2. Разберите плоский конденсатор, измерьте длину a и ширину b металлической пластины линейкой. $a = \dots$; $b = \dots$. $\Delta a = \dots$; $\Delta b = \dots$.
3. Рассчитайте площадь пластин b и погрешности измерения $S = \dots$; $\varepsilon = \dots$; $\Delta S = \dots$.
4. Измерьте штангенциркулем толщину стеклянной пластины. $d = \dots$; $\Delta d = \dots$.
5. Найдите относительную диэлектрическую проницаемость $\varepsilon = \dots$;

6. Рассчитайте емкость плоского конденсатора с диэлектриком по формуле (27)

$C = \dots$

7. Вычислите относительную и абсолютную погрешность косвенного измерения емкости. $\varepsilon = \dots$; $\Delta C = \dots$

8. Запишите окончательный результат измерения емкости плоского конденсатора с диэлектриком.

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Опишите ход работы.
3. Сделайте вывод по работе.
4. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

Контрольные вопросы

1. Каков физический смысл емкости?
2. Как повысить емкость плоского конденсатора?
3. Какие виды конденсаторов Вы знаете?
4. Пропускает ли электрический ток конденсатор?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Тема: Определение температурного коэффициента сопротивления меди.

Цель работы: Определение температурного коэффициента сопротивления меди

Оборудование: Прибор для определения температурного коэффициента сопротивления меди, Омметр, термометр, соединительные провода, сосуды с водой и тающим снегом, электроплитка, ключ.

Теоретическое обоснование

В металлических проводниках электрическое сопротивление обусловлено столкновением свободных электронов с колеблющимися ионами в узлах кристаллической решетки. По мере повышения температуры размах колебаний ионов увеличивается, что способствует все большему рассеянию электронов, нагревании металлического проводника его сопротивление возрастает.

Если ρ_0 - удельное сопротивление проводника при 0°C , а ρ – сопротивление нагретого проводника, то

$$\alpha = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0 \cdot t} \quad (28)$$

называют температурным коэффициентом сопротивления.

У большинства химически чистых металлов вблизи $1/273 \text{ K}$, а у некоторых сплавов они настолько малы, что во многих случаях ими можно пренебречь. Формула для расчета сопротивления проводников при различных температурах:

$$\rho_1 = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t) \quad (29)$$

Т.к. $R = \rho \cdot l / S$

то подставляя (2) в (3), получим

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} (1 + \alpha \cdot t) = R \cdot (1 + \alpha \cdot t) \quad (30)$$

зависимость сопротивления металлов от температуры используется в термометрах сопротивления. Они позволяют измерять с точностью до десятичных долей градуса. Коэффициентов α для углей и электролитов, а также для чистых полупроводников отрицательны, т.к. их сопротивление при нагревании уменьшается.

Ход работы

1. Определить цену деления омметра.
2. Опустить прибор в сосуд с тающим снегом, ввести прибор в термометр. Когда наступит тепловое равновесие между катушкой и снегом, измерить омметром сопротивление проволоки.
3. Опустить прибор в сосуд с водой, и меняя температуру, измерить 3-5 раз сопротивление проволоки.
4. Определить значение температурного коэффициента меди для каждого измерения по формулам:

$$\alpha = \frac{\Delta R}{R_0 \cdot \Delta t} \text{ или } \alpha = \frac{\Delta R}{R_0 \cdot \Delta T}; \quad \text{где } \Delta R = (R - R_0).$$

5. Вычислить $\alpha_{\text{ср.}}$, сравнить с табличными значениями температурного коэффициента сопротивления меди (таблица 8) и сделать вывод.
6. Найти относительную погрешность любым из известных методов.

7. Результат измерений и вычислений записать в таблицу.

Таблица 7- Результаты измерений и вычислений

№ п/п	Температура медной проволоки ($^{\circ}\text{C}$); T(K)	Сопротивление проволоки R_t, Om	Температурный коэффициент сопротивления $\alpha(\text{град}^{-1}); \text{K}^{-1}$	Среднее значение темпер, коэфф. сопр-я ($\text{град}^{-1}); \text{K}^{-1}$	Относительная погрешность $\delta, \%$
1					
2					
3					
4					
5					

8. Используя данные экспериментов, построить график зависимости сопротивления от температуры, откладывая на оси ординат сопротивление, на оси абсцисс - температуру в $^{\circ}\text{C}$.

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Опишите ход работы.
3. Начертите таблицу 7 и заполните её.
4. Сделайте вывод по работе.
5. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

Контрольные вопросы

1. Какова физическая сущность электрического сопротивления?
2. Как объяснить увеличение сопротивления металлов при нагревании?
3. Объясните формулу, по которой определяется температурный коэффициент сопротивления.
4. Почему температурный коэффициент сопротивления для электролитов отрицательный?
5. Каково сопротивление 0,5 кг медной проволоки диаметром 0,3 мм?
6. Укажите практическое применение зависимости сопротивления проводника от температуры.

Таблица 8 - Температурный коэффициент некоторых веществ.

Вещество	α, K^{-1}	Вещество	α, K^{-1}
Вольфрам	0,0050	Нихром	0,0002
Константин	0,000005	Реотан	0,0004
Манганин	0,000008	Фехраль	0,0002
Никелин	0,0001	Медь	0,0043

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

Тема: Определение мощности тока.

Цель: Исследовать зависимость мощности, потребляемой лампой накаливания от напряжения на ее зажимах.

Оборудование: источник питания, вольтметр, амперметр, соединительные провода, ключ, резистор потенциометр.

Теоретическое обоснование

Мощностью называют величину, характеризующую скорость выполнения работы. Мощность тока на участке цепи измеряют работой тока за единицу времени. Поскольку в электротехнике мощность принято обозначать P , имеем

$$P = \frac{A}{t} \quad (31)$$

где A - работа электрического тока, t - время прохождения тока по проводнику. Единицей мощности в СИ является ватт: $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с}$.

Мощность тока во всей цепи при любом соединении равна сумме мощностей на отдельных участках цепи. На каждом участке мощность тока:

$$P = I \cdot U \quad (32)$$

Ход работы

1. Собрать цепь по схеме (рисунок 14).

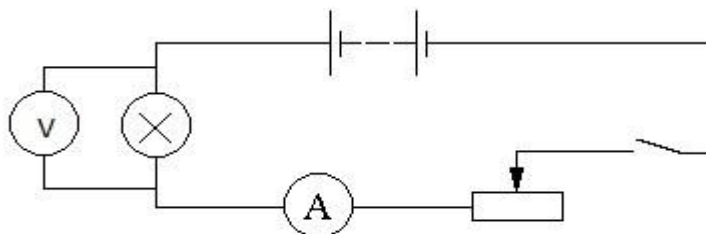


Рисунок 14 - Схема опыта

2. Замкнуть цепь при помощи реостата, установить наибольшее значение напряжения. Записать показания вольтметра и амперметра.

3. Постепенно выводя реостат, записывайте значение напряжения и силы тока. Поступать так. Пока не будет достигнуто то напряжение, на которое рассчитана лампочка (номинальное напряжение).

4. Для каждого значения напряжения определить мощность, потребляемую лампой, по формуле (32).

5. Для каждого значения напряжения определить:

-сопротивление нити лампы по закону Ома для участка цепи $R = \frac{U}{I}$,

-температуру нити лампы $t = \frac{R_1 - R_0}{\alpha \cdot R_0}$, где $\alpha = 0,004 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ температурный коэффициент сопротивления вольфрама. Сопротивление нити при 0°C узнать у преподавателя.

6. Результаты всех измерений и вычислений занесите в таблицу 9.

Таблица 9 – Результаты измерений и вычислений

№ п/п	Тип лампы	Напряжение U, В	Сила тока I, А	Мощность P, Вт	Сопротивление R, Ом	Температура t, °С
1						
2						
3						
4						

7. Построить график зависимости мощности от напряжения.

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Зарисуйте схему опыта (рисунок 14).
3. Опишите ход работы.
4. Нарисуйте таблицу 9 и заполните ее.
5. По результатам измерений и вычислений постройте график.
6. Сделайте вывод по работе.
7. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

Контрольные вопросы

1. Назовите физический смысл напряжения на участке электрической цепи.
2. Как определить мощность тока с помощью амперметра и вольтметра?
3. Для каких целей используется ваттметр? Как он включается в электрическую цепь?
4. Чем отличается спираль 100 - ваттной лампы накаливания от спирали лампы 25- ваттной?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Тема: Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника напряжения.

Цель работы: измерить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. Студент должен

Оборудование: источник тока, вольтметр (диапазон измерений 0-30 В, измеряет с точностью 0.5%), миллиамперметр (диапазон измерений 0-1000 мА, измеряет с точностью 0.1), ключ, реостат с сопротивлением от 0 до 300 Ом, соединительные провода.

Теоретическое обоснование

Величину, характеризующую зависимость электроэнергии, приобретенной зарядом в генераторе, от внутреннего устройства последнего, называют электродвижущей силой (ЭДС) и обозначают ε . ЭДС источника тока измеряют работой сторонних сил, выполненной при перемещении единичного положительного заряда:

$$\varepsilon = \frac{A_{\text{стор}}}{q} \quad (33)$$

Источник электроэнергии является проводником и всегда имеет некоторое сопротивление, поэтому ток выделяет в нем тепло. Это сопротивление называют внутренним сопротивлением источника. По закону Ома (для полной цепи): сила тока в электрической цепи прямо пропорциональна ЭДС и обратно пропорциональна полному сопротивлению (сумме внешнего и внутреннего сопротивлений).

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}, \quad (34)$$

где R - внешнее сопротивление, r - внутреннее сопротивление.

Так как $R = \frac{U}{I}$, то из (1) и (2) следует:

$$r = \frac{\varepsilon - U}{I} \quad (35)$$

Ход работы

1. Оборудование и средства измерения в начальное состояние.
2. Установите движком на источнике тока выбранное напряжение.
3. Соберите электрическую цепь согласно схеме.

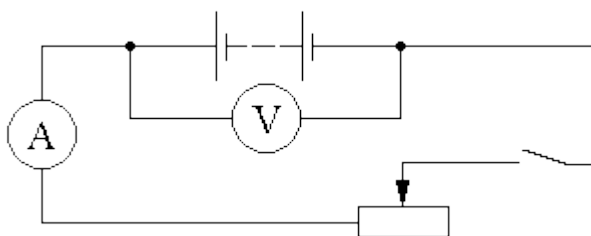


Рисунок 15 – Схема опыта

4. Проверьте правильность соединения проводников. Проверьте работу цепи при разомкнутом и замкнутом ключе.

5. Обдумайте, каким образом в данной цепи с помощью вольтметра можно измерить ЭДС источника тока, и приведите цепь в соответствующее состояние.
6. Снимите показание вольтметра при разомкнутом ключе, результат занесите в таблицу 10.
7. Снимите показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе и вычислите r . Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 10.

Таблица 10 – Результаты измерений и вычислений

№ опыта	1	2	3
	R_1	R_2	R_3
Показания амперметра, I, А			
Показания вольтметра при разомкнутом ключе, ε , В			
Показания вольтметра при замкнутом ключе, U, В			
Внутреннее сопротивление, r , Ом			

8. Опыт повторите для случая R_2 и R_3 .
9. Определите среднее значение ЭДС $\varepsilon_{\text{ср.}}$ и среднее значение внутреннего сопротивления $r_{\text{ср.}}$ по формулам

$$\varepsilon_{\text{ср.}} = (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3) / 3; \quad (36)$$

$$r_{\text{ср.}} = (r_1 + r + r_3) / 3; \quad (37)$$

10. Сделайте вывод.

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Опишите ход работы.
3. Сделайте вывод по работе.
4. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

Контрольные вопросы

1. Почему показания вольтметра при разомкнутом и замкнутом ключе различны?
2. Как повысить точность измерения ЭДС источника тока?
3. Можете ли вы предложить другие способы измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

Тема: Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры.

Цель: экспериментальное исследование зависимости сопротивления полупроводника от температуры.

Теоретическое обоснование

Материалы у которых электропроводность оказалась промежуточной между проводниками и диэлектриками (рисунок 16), называются полупроводниками. К ним в первую очередь относятся элементы IV группы таблицы Менделеева германий и кремний, а также карбид кремния, селен, соединения элементов III группы с элементами V группы и многие другие вещества. Удельное сопротивление полупроводников находится в пределах от 10 по 10 Ом*м.

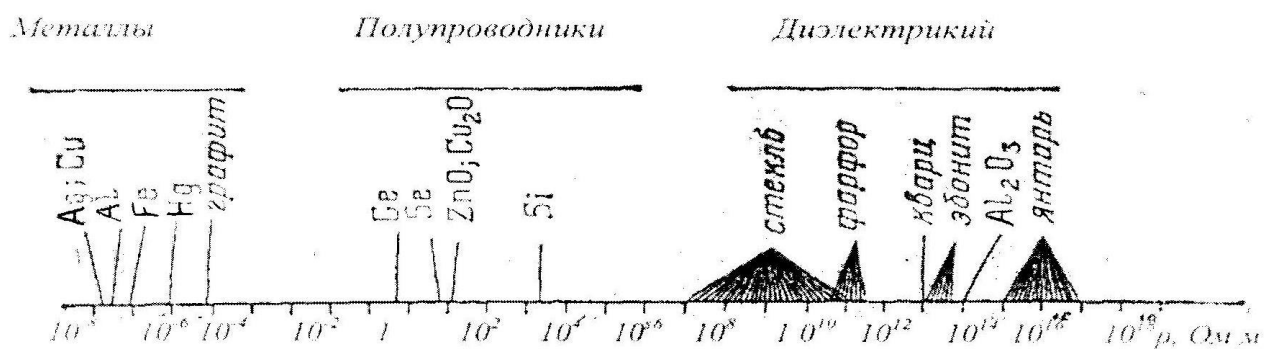


Рисунок 16 – Иллюстрация изменения сопротивлений металлов, полупроводников и диэлектриков.

Заменим, что сопротивление различных веществ, в том числе полупроводников, зависит от их чистоты. Присутствие в металлических проводниках посторонних примесей мало влияет на концентрацию подвижных носителей зарядов, но сильно изменяет их подвижность. Это объясняется тем, что примеси создают дефекты в кристаллической решетке, которые увеличивают сопротивление металлов электрическому току.

У полупроводников, как и у диэлектриков, примеси значительно уменьшают их сопротивление. Специальным подбором примесей можно изменять сопротивление полупроводников в нужном направлении. Поэтому примесные полупроводники имеют широкое применение в современной технике.

У полупроводников энергия, необходимая для отрыва электронов от атомов, значительно меньше, чем у диэлектриков. Поэтому при нагревании полупроводников количество подвижных носителей зарядов в них быстро возрастает, и их сопротивление сильно уменьшается. При понижении температуры сопротивление полупроводников возрастает, и при низких температурах их сопротивление также велико, как и у диэлектриков. Явления сверхпроводимости у полупроводников отсутствует.

Освещение полупроводника значительно уменьшает его сопротивление, так как излучение приносит энергию, достаточную для образования подвижных носителей зарядов в полупроводнике.

Наконец, электропроводность неметаллических кристаллов существенно зависит от давления. Уже при давлении 3-4 атм. Она может быть также, велика, как и у металлических кристаллов. Высокое давление ведет к понижению удельного сопротивления. Под большим давлением у многих веществ происходит перестройка кристаллической решетки, в результате чего среднее

расстояние между атомами в кристалле уменьшается и число свободных электронов возрастает. При очень больших давлениях даже диэлектрики могут перейти в разряд проводников.

В полупроводниках n-типа электронный ток преобладает над дырочным током. В полупроводниках p-типа дырочный ток преобладает над электронным. При контакте двух полупроводников с различными типами проводимости начнется встречное диффундирование электронов и дырок. Электроны из полупроводника n-типа будут переходить в полупроводники p-типа, а дырки, наоборот, из проводника p-типа в полупроводники n-типа (рисунок 2).



Рисунок 17 – Схема перехода заряженных частиц при p-n контакте.

Ход работы

Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры удобно проводить на примере диода, включенного в обратном направлении. В этом случае протекание тока через диод обеспечивается собственной проводимостью проводника.

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 18. Поскольку сопротивление диода, включенного в обратном направлении, очень велико (не менее 50кОм) даже при температуре 80°C (максимальная температура, до которой полупроводник будет нагреваться в данном опыте), можно считать, что напряжение, приложенное к диоду, будет практически постоянным на протяжении всего опыта. Действительно, изменение сопротивления нагрузки от 50 кОм до 1-10 мОм не изменяет выходного напряжения источника питания (режим его работы практически не отличается от режима холостого хода), а величина сопротивления R, включенного в цепь для определения силы тока и защиты диода в случае ошибочного включения, достаточно мала по сравнению с сопротивлением диода. Условие постоянства приложенного к диоду напряжения в данном опыте является достаточно важным, т. к. от него зависит величина сопротивления p-n – перехода.

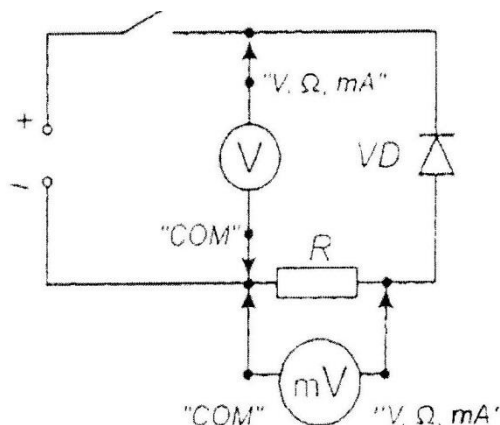


Рисунок 18 – Схема подключения диода

- 2) Замкнуть ключ и с помощью мультиметра измерить, напряжение на выходе источника питания (или на диоде и резисторе, соединенных последовательно), на резисторе и на диоде VD.

- 3) Убедитесь, что напряжение на диоде равно напряжению источника питания.
- 4) Внести в таблицу это значение напряжения (U_{VD}).
- 5) Подключив мультиметра к резистору R и установив максимальную чувствительность (предел 200мВ), измерьте падение напряжения на резисторе R.
- 6) Полученное значение напряжения (U_R) и температура t (комнатная) запишите соответствующие клетки таблицы.
- 7) Для измерения зависимости сопротивления диода от температуры химический стакан заполняют водой при температуре 75° - 80° С и погружают в него диод и термометр. Данные (падение напряжения на резисторе R и температура) вносятся в таблицу по мере остывания воды каждые 5 - 10°. При этом желательно измерять температуру в непосредственной близости от диода. Для того чтобы ускорить остывание воды при температуре меньше 50°, в химический стакан можно постепенно приливать холодную воду.
- 8) На основе закона Ома рассчитывают значения силы тока в цепи ($I=U_R / R$), сопротивление диода $R_{VD}=U / I$ и абсолютную температуру T.
- 9) Полученные результаты необходимо представить в виде графика зависимости $R_{VD}=f(T)$, что позволит учащимся легко сделать вывод о значительном уменьшении сопротивления p-n – перехода с ростом температуры.

Таблица 11 – Результаты измерений и вычислений

Напряжение на диоде, U_{VD} , В	Напряжение на резисторе, U_R , мВ	Температура диода, T, °С	Температура диода $T= t+273^\circ$	Сила тока в цепи I, А $I=U_R / R$	Сопротивление диода RVD $R_{VD} = \frac{U_{VD}}{I}$

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Зарисуйте схему подключения диода в электрическую цепь (рисунок 18).
3. Опишите ход работы.
4. Постройте таблицу 11. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.
5. Сделайте вывод по работе.
6. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

Контрольные вопросы

1. В чем отличие проводников от полупроводников и изоляторов?
2. Что вы понимаете под собственной проводимостью полупроводников?
3. Объясните проводимости p - и n – типа.
4. Как зависит электропроводимость полупроводников от температуры и освещенности?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

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

Цель работы: установить зависимость периода колебания нитяного маятника от его длины.

Оборудование: шарик на нити, штатив с кольцом, часы или секундомер, измерительная лента.

Теоретическое обоснование

Колебательным называется движение, точно или приблизительно повторяющееся через одинаковые промежутки времени. Колебательное движение характеризуется следующими параметрами:

период колебания T – время одного полного колебания ;

частота колебания ν – число полных колебаний за единицу времени;

циклическая частота ω – число полных колебаний за 2π секунд;

смещение x – отклонение от положения устойчивого равновесия;

амплитуда колебания A – наибольшее отклонение от положения равновесия.

$$T = t / N \quad (38)$$

$$\nu = \frac{1}{T} \quad (39)$$

где N число колебаний за время t .

Период колебаний математического маятника не зависит от его массы и амплитуды колебаний, а зависит от длины маятника l и ускорения свободного падения g :

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (40)$$

При увеличении длины математического маятника период колебания увеличивается.

Ход работы

1. Установите длину нити около 20-30 см.
2. Отклоните шарик на небольшой угол от положения равновесия и отпустите.
3. Измерьте время, за которое маятник сделает $n=30$ полных колебаний.
4. Вычислите период и частоту колебаний по формулам (38) и (39).
5. Результаты измерений занесите в первую строку таблицы.

Таблица 12 - Результаты измерений и вычислений

№ опыта	Длина нити маятника, L , м	Время колебания, t , с	Число колебаний, N	Период колебаний, T , с	Частота колебаний, ν , Гц
1					
2					
3					

6. Повторите опыт, уменьшив длину нити в 4 раза.
7. Повторите опыт, увеличив длину нити до 30 см.
8. Заполните вторую и третью строку таблицы.
9. Сравните полученные результаты и напишите свой вывод.

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Опишите ход работы.
3. Начертите таблицу 12 .
4. Запишите вычисления, результаты занесите в таблицу.
5. Сделайте вывод по работе.
6. Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Как изменятся период и частота колебаний, если опыты провести на Луне (ускорение свободного падения в 6 раз меньше, чем на Земле).
2. Зависит ли период колебаний математического маятника от массы?
3. Какова должна быть длина (в сантиметрах) маятника, если частота его колебаний равна 1 Гц?
4. Во сколько раз и как изменится период колебаний маятника, если его длина увеличится в 9 раз?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

Тема: Изучение устройства и работы трансформатора.

Цель: изучить устройство и принцип работы трансформатора, вычислить коэффициент трансформации.

Оборудование: трансформатор, соединительные провода, вольтметр.

Теоретическое обоснование

В основе работы трансформатора лежит явление электромагнитной индукции. Принцип действия трансформатора заключается в следующем. На вход трансформатора подается переменное напряжение U_1 . В сердечнике трансформатора возникает магнитный поток, который пронизывает как первичную, так и вторичную обмотки трансформатора. В первичной и вторичной обмотках возникает ЭДС самоиндукции, что является причиной возникновения индукционного тока во вторичной обмотке.

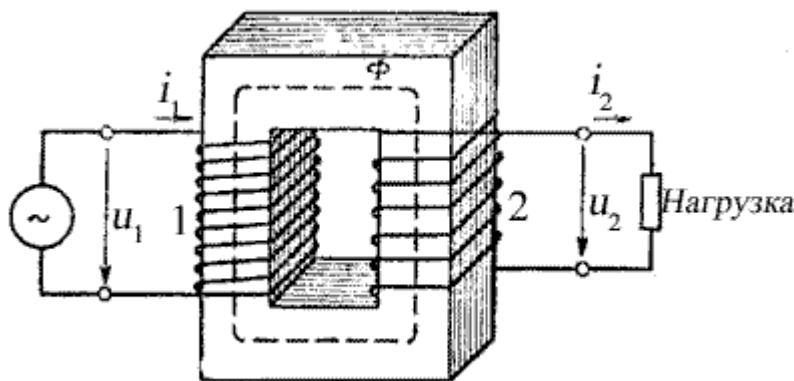


Рисунок 19 - Схема подключения трансформатора

Напряжение на концах первичной обмотки трансформатора относится к напряжению на концах его вторичной обмотки так, как относится число витков в первичной обмотке к числу витков во вторичной обмотке. Это отношение называется коэффициентом трансформации.

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (41)$$

при $k < 1$ трансформатор является понижающим,

при $k > 1$ – повышающим.

Отношение мощности электрического тока во вторичной обмотке к мощности электрического тока в первичной обмотке называется коэффициентом полезного действия трансформатора η :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{U_2 \cdot I_2}{U_1 \cdot I_1} \quad (42)$$

На первичную обмотку трансформатора подается предельно – допустимое значение силы тока $I_{пр}$. Это значение определяется в зависимости от сечения провода S и предельной плотности тока j

$$I_{пр} = j \cdot S = j \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (43)$$

Работа трансформатора без внешней нагрузки (при разомкнутой цепи вторичной обмотки) называется холостым ходом трансформатора. В первичной обмотке при этом течет слабый ток I_0 , который называют током холостого хода. При этом $U_1 = \varepsilon_1$. Падения напряжения на сопротивлениях обмоток невелики, поэтому можно считать $U_1 \approx \varepsilon_1$ и $U_2 \approx \varepsilon_2$.

Ход работы

- 1.Собрать электрическую цепь согласно рисунку 19.
- 2.Напряжение на первичной обмотке 220В, напряжение на вторичной обмотке измерьте вольтметром.
- 3.Зная количество витков на первичной обмотке N_1 определить количество витков N_2 на вторичной обмотке.
- 4.Учитывая, что

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \kappa$$

вычислить значение коэффициента трансформации κ .

5.Опыт повторить для лампы L_2 .

6.Зная предельную плотность тока в катушке из медного провода $j= 3 \text{ A/мм}^2$ и диаметр провода $d= 0,35 \text{ мм}$, по формуле

$$I_{np} = j \cdot S = j \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (44)$$

найти предельно допустимое значение силы тока в первичной обмотке трансформатора.

7.Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 13.

Таблица 13- Результаты измерений и вычислений

Значение напряжения на первичной обмотке трансформатора	Значение напряжения на вторичной обмотке трансформатора	Число витков на первичной обмотке трансформатора	Число витков на вторичной обмотке трансформатора	Предельно-допустимое значение силы тока	Коэффициент трансформации
$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	N_1	N_2	$I_{np}, \text{А}$	κ
220		1100			
220		1100			

Содержание отчета

1. Напишите номер, тему и цель работы.
2. Опишите ход работы.
3. Сделайте вывод по работе.
4. Ответьте на контрольные вопросы (устно).

Контрольные вопросы:

- 1.От каких параметров зависит предельно-допустимое значение силы тока в обмотке трансформатора? Что может произойти, если на первичную обмотку трансформатора подать напряжение больше допустимого?
- 2.Почему в трансформаторе применяют стальной сердечник. А не медный или деревянный?
- 3.Назовите виды трансформаторов.

Список литературы

Основные источники:

1. Дмитриева, В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля : учебник для СПО / В. Ф. Дмитриева. – Москва : Издательский центр «Академия», 2016. - 448 с. – (Профессиональное образование). - ISBN 978 – 5 – 4468 – 2526 – 4. – Текст : непосредственный
2. Пинский, А. А. Физика : учебник / А. А. Пинский, Г. Ю. Граковский ; под общ.ред. Ю. И. Дика, Н. С. Пурышевой. — 4-е изд., испр. — Москва: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. — 560 с.: ил. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-102411-9. – URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/559355> (дата обращения: 04.06.2020). — Текст: электронный.
3. Тарасов, О. М. Лабораторные работы по физике с вопросами и заданиями : учебное пособие / О.М. Тарасов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ФОРУМ; ИНФРА-М, 2016. — 91 с — (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-91134-585-3. - URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/548653> (дата обращения: 04.06.2020). — Текст: электронный.

Дополнительные источники:

1. Социальные и гуманитарные знания : научный журнал / учредитель Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова. – 2016 -2020. – Ежекварт. – ISSN 2412 – 6519. – Текст : непосредственный.
2. Среднее профессиональное образование : теоретический и научно-методический журнал / учредители Российская академия образования, Союз директоров ссузов России. – Ежемес. – 2016-2020. – ISSN 1990 – 679X. – Текст : непосредственный.