



Республиканская физическая олимпиада 2020 год (Заключительный этап)

Экспериментальный тур

11 класс.

1. Полный комплект состоит из двух заданий, на выполнение каждого отводится два с половиной часа. Сдавать работу следует после выполнения обоих заданий. Задания могут быть не равноценными, поэтому ознакомьтесь с условиями обеих задач. Для вашего удобства в тексте вопросы, на которые Вы должны ответить, взяты в рамки.
2. Ознакомьтесь с перечнем оборудования – проверьте его наличие и работоспособность. При отсутствии оборудования или сомнения в его работоспособности немедленно обращайтесь к представителям оргкомитета.
3. При оформлении работы каждую задачу и каждую ее часть начните с новой страницы.
4. Все графики рекомендуем строить на листе миллиметровой бумаги, выданном для выполнения каждого задания. Обязательно пронумеруйте и озаглавьте все построенные графики.
5. Подписывать рабочие страницы и графики запрещается.
6. В ходе работы можете использовать ручки, карандаши, чертежные принадлежности, калькулятор.
7. Со всеми вопросами, связанными с условиями задач (но не с их решениями), обращайтесь к организаторам.

Вам необходимо самостоятельно собирать и настраивать экспериментальные установки. Если в условии задачи не приведены схемы установок, то в решении приведите их, укажите, какие величины и как вы измеряли.
Погрешности следует оценивать только в тех пунктах, где указано в условии задачи.

Желаем успехов в выполнении данных заданий!

Данный комплект заданий содержит:

- титульный лист (стр. 1);
- условия двух заданий (стр. 2-5).

Задача 11-1. Измерения с помощью омметра

Приборы и оборудование: Два мультиметра, переменный резистор 20 кОм, полупроводниковый диод, соединительные провода.

Укажите в работе марку выданных вам мультиметров.

Для подключения и отключения различных элементов цепей используйте разъемы типа «крокодил»

Мультиметр - многоцелевой цифровой электроизмерительный прибор, позволяющий измерять

- электрическое сопротивление (режим омметра - Ω);
- электрическое напряжение (режим вольтметра - V);

Кроме того, в современных мультиметрах возможны и другие режимы работы, которые в данной работе не используются. Непосредственное измерение силы тока (в режиме амперметра) дает ненадежные результаты, поэтому такие измерения оцениваться не будут.

В режиме вольтметра мультиметр показывает напряжение на внешней цепи.

Для измерения сопротивления внешней цепи используется внутренний источник (батарея «Крона»). Сопротивление мультиметра в этом режиме составляет величины превышающие 1 мОм. Показания мультиметра в этом режиме определяются напряжением на внешней цепи. Мультиметр осуществляет «пересчет» от напряжения на резисторе к его сопротивлению. Внутренние параметры мультиметра в режиме омметра существенно зависят от диапазона измерения.

Часть 1. Параметры омметра.

Соберите электрическую цепь, показанную на рис. 1.

1.1 Измерьте зависимость напряжения на переменном резисторе от его сопротивления. Измерения проведите в двух диапазонах 2 кОм и 20 кОм. Постройте графики полученных зависимостей.

1.2 Предложите простую электрическую схему омметра (включающую источник электрического тока, резисторы, вольтметр), позволяющую объяснить полученные данные. Для обоснования вашей схемы используйте полученные экспериментальные данные. Представьте их в линеаризованной форме. Определите существенные параметры мультиметра. Рассчитайте их численные значения, оцените погрешности найденных значений.

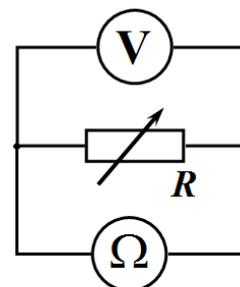


Рис. 1

Часть 2. Измерения двумя омметрами.

Соберите цепь, показанную на рис. 2. Полярности подключения омметров должны быть одинаковы. **При измерениях отключайте омметры от цепи, а не просто выключайте их.**

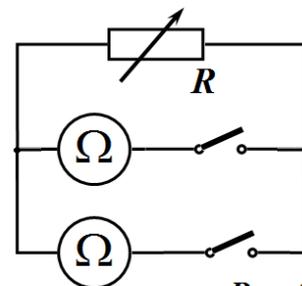


Рис. 2

2.1 Измерьте показания омметров (при различных значениях сопротивления переменного резистора):

а) показания каждого из омметров при отключенном другом омметре R_1, R_2 ;

б) показания омметров, когда к цепи подключены оба омметра \tilde{R}_1, \tilde{R}_2 .

Измерения проведите в двух случаях: первый - оба омметра работают в диапазоне 2 кОм; второй – в диапазоне 20 кОм.

2.2 Объясните полученные результаты:

- предложите формулы, по которым омметр «рассчитывает» измеряемое сопротивление;
- используя результаты, полученные в Части 1, рассчитаете теоретические значения показаний омметров (можно указать вид зависимости и привести численные значения параметров этой зависимости); сравните результаты расчетов с экспериментальными данными, объясните возможные причины их расхождения.

В данной части достаточно провести измерения при 4-5 значениях сопротивления переменного резистора. При построении теоретической модели можете считать, что ЭДС источника внутри омметра не зависит от диапазона измерения сопротивления. Также считайте, что омметр «может измерять» любые характеристики тока (силы токов, напряжения) внутри самого омметра и проводить по ним расчеты.

Часть 3. Изучение полупроводникового диода.

3.1 Используя имеющееся оборудование, измерьте вольтамперную характеристику (зависимость силы тока через диод от напряжения на нем) полупроводникового диода в прямом направлении. Постройте график полученной зависимости.

В работе приведите электрическую схему (или схемы) с помощью которых вы проводили измерения. Приведите результаты измерений (обязательно укажите, в каких диапазонах вы проводили измерения), расчетные формулы, использованные вами для расчета вольтамперной характеристики диода. В таблице приведите результаты численных расчетов по этим формулам.

Постарайтесь провести измерения и расчеты с максимально возможной точностью и в максимально возможном диапазоне напряжений.

Задание 11-2. Пускаем пузыри и думаем самостоятельно!

В данной задаче вам необходимо измерить характеристики мыльной пленки. Вам предоставляется свобода творчества: установки, методики проведения эксперимента продумайте самостоятельно (используя сделанные в условии подсказки). В решении изобразите схемы установок, кратко опишите, что и как вы измеряли, как обрабатывали результаты эксперимента. Оцениваться будут те схемы эксперимента, которые:

- могут дать требуемый результат;
- реализуемы на предоставленном оборудовании;
- обоснованы теоретически.

Бонусные баллы предусмотрены за оптимальный выбор схемы эксперимента (простота измерений и обработки, точность).

Приборы и оборудование: мыльный раствор, штатив, картонная папка, пластиковая трубка, пластиковый стакан (для пленки), одноразовая тарелка, прозрачный цилиндрический сосуд, линейка, секундомер с памятью этапов; оптический комплект: лазер с источником питания, линзы на подставках, экран, зеркало, набор дифракционных решеток с известными периодами, матовая полиэтиленовая пленка, липкая лента, пластилин.

Вы не обязаны использовать все предоставленное оборудование – используйте только то, что вам необходимо!

Часть 1. Время жизни мыльного пузыря.

1.1 С помощью трубки выдуйте мыльный пузырь. Не закрывая трубку (чтобы воздух мог выходить из пузыря через нее), исследуйте зависимость радиуса пузыря от времени $R(t)$. Измерения проведите 5 раз для различных начальных радиусов пузыря R_0 . Постройте график зависимости радиуса пузыря от времени для двух измерений при различных начальных радиусах пузыря.

1.2 По получите теоретическую зависимость радиуса пузыря от времени. Проверьте, соответствует ли ваша теоретическая зависимость полученным экспериментальным данным.

1.3 Предложите такую величину $\tau = Ct$ (t - время. C - некоторый постоянный коэффициент, зависящий от начального радиуса пузыря), что бы зависимость величины $\rho(\tau) = \frac{R(t)}{R_0}$ от

параметра $\tau = Ct$ была универсальной, не зависящей от R_0 . Используя все экспериментальные данные постройте такой универсальный график (желательно в линеаризованном виде), определите параметры этой зависимости, оцените их погрешность.

Рекомендации.

1. Можете закрепить трубку в штативе и выдувать пузырь в закрепленной трубке.
2. Используйте картонную папку в качестве экрана, закрывающие возможные воздушные потоки.
3. Можете использовать и оптическое оборудование.

Часть 2. Мыльная пленка.

- 2.1 Измерьте длину волны излучения лазера. Оцените погрешность найденного значения.
2.2 Измерьте показатель преломления мыльного раствора.

Если мыльную вертикально расположенную пленку осветить светом лазера, то в отраженном свете можно увидеть систему горизонтальных интерференционных полос. Пленку освещайте рассеянным светом лазера и примерно параллельным потоком. Для рассеяния света используйте кусочек полиэтиленовой пленки, закрепленной на выходе лазерного пучка. Попытайтесь получить изображение полос на экране (будет оценено). В крайнем случае, наблюдайте их невооруженным глазом. Работу следует выполнять в затемненной аудитории. Для дополнительного затемнения можете использовать картонную папку. Пленку удобно получать на торце пластикового стакана – опустите срез стакана в тарелку с мыльным раствором и аккуратно поднимите стакан; положите его на пластилиновую подставку.

- 2.3 Нарисуйте оптическую схему, с помощью которой вам удалось наблюдать интерференционную картину.

Дальнейшие измерения носят оценочный характер, допустимое отклонение от авторских результатов – 50%.

- 2.4 По результатам наблюдения (и необходимых измерений) оцените: в каких пределах изменяется толщина пленки в процессе ее стекания; толщину пленки, при которой она лопается; угол клина, который образует вертикальная пленка.