

Опыт организации дополнительных занятий по подготовке учащихся к экспериментальной части ОГЭ по физике. (раздел «Электричество»)

1. Вступление

В спецификации контрольно-измерительных материалов для проведения основного государственного экзамена по физике предметным результатом экспериментального задания на реальном оборудовании является «умение проводить косвенные измерения физических величин, исследовать зависимости между величинами» [1]. Экспериментальное задание зачастую вызывает затруднения у учащихся 9 класса по нескольким причинам:

- разный уровень освоения предмета, в том числе его теоретической части;
- перечень лабораторных работ охватывает материал 7-9 класса и к началу 9 класса много забывается детьми, даже хорошо владеющими учебным материалом;

Все требования к оформлению, выполнению работ, а также перечень работ приведены в спецификации [1]. Но для правильного выполнения и оформления работы необходимо знать и помнить физическую теорию, основные законы, физические формулы.

Я хочу поделиться своим опытом работы и представить алгоритм занятий по подготовке учащихся к экспериментальному заданию ОГЭ по физике (раздел «Электричество»). В своей работе я опираюсь на спецификацию КИМ ОГЭ [1] и сборник «ОГЭ Физика. Типовые экзаменационные варианты.» под редакцией Камзеевой Е.Е. [2]

2. Перечень лабораторных работ и оборудования для их выполнения.

Экспериментальное задание по теме «Электричество» подразумевает выполнение следующих лабораторных работ [1]:

- измерение электрического сопротивления резистора, мощности электрического тока, работы электрического тока;
- исследование зависимости силы тока, возникающего в проводнике (резисторы, лампочка), от напряжения на концах проводника, зависимости сопротивления от длины проводника, площади его поперечного сечения и удельного сопротивления;
- проверка правила для электрического напряжения при последовательном соединении проводников; правила для силы электрического тока при параллельном соединении проводников (резисторы и лампочка).

Для выполнения этих работ предлагается следующий перечень оборудования [1]:

Спецификация КИМ ОГЭ 2024 г.

ФИЗИКА, 9 класс. 17 / 22

Комплект № 3	
элементы оборудования	рекомендуемые характеристики ⁽³⁾
• источник питания постоянного тока	выпрямитель с входным напряжением 36÷42 В или батарейный блок 1,5+7,5 В с возможностью регулировки выходного напряжения
• вольтметр двухпредельный	предел измерения 3 В, $C = 0,1$ В; предел измерения 6 В, $C = 0,2$ В
• амперметр двухпредельный	предел измерения 3 А, $C = 0,1$ А; предел измерения 0,6 А, $C = 0,02$ А
• резистор, обозначить R_1	сопротивление $(4,7 \pm 0,5)$ Ом
• резистор, обозначить R_2	сопротивление $(5,7 \pm 0,6)$ Ом
• резистор, обозначить R_3	сопротивление $(8,2 \pm 0,8)$ Ом
• набор проволочных резисторов ρ/S	резисторы обеспечивают проведение исследования зависимости сопротивления от длины, площади поперечного сечения и удельного сопротивления проводника
• лампочка	номинальное напряжение 4,8 В, сила тока 0,5 А
• переменный резистор (реостат)	сопротивление 10 Ом
• соединительные провода, 10 шт.	
• ключ	

3. Этапы работы

При выполнении экспериментального задания по теме «Электричество» у учащихся возникают три трудности:

- сборка электрической цепи;
- снятие показаний со шкалы амперметра и вольтметра;
- расчет физических величин по формулам;

Для ликвидации этих затруднений используются рабочие листы. Они могут иметь разный вид (таблицы, формульные листы), но заполнять их должны сами учащиеся. Алгоритм работы состоит из четырех этапов. В ходе работы учащимися используются рабочие листы и оборудование из перечня ОГЭ по физике по теме «Электричество».

Этап №1 «Сборка электрических цепей, проведение измерений с помощью амперметра и вольтметра»

На этом этапе понадобится **Рабочий лист № 1**. Данный лист заполняют учащиеся совместно с учителем, используя учебник по физике для 8 класса [3]. Особое внимание нужно уделить правилам подключения в электрическую цепь вольтметра и амперметра. Подчеркнуть в чем отличие резистора от реостата. При снятии показаний с амперметра и вольтметра традиционные трудности вызывает определение цены деления, соответственно нужно в рабочий лист № 1 внести правило для расчета цены деления. Так же особое внимание нужно уделить правилу записи прямых измерений с учетом погрешности.

Далее учащимся раздается лист со схемами электрических цепей, включающими в себя все приборы из перечня. Ребята используют оборудование и собирают цепи по схемам, соблюдая полярность подключения вольтметра и амперметра в цепь. Схемы должны отображать все возможные варианты экспериментальных заданий ОГЭ и каждый учащийся должен собрать электрические цепи по всем этим схемам несколько раз. Для закрепления навыка снятия прямых измерений учащиеся собирают цепь: источник тока, резистор, реостат, лампа, амперметр, вольтметр. Меняя при помощи реостата силу тока в цепи каждый раз записывают показания амперметра и вольтметра с учетом погрешности.

Этап № 2 «Проведение измерений и представление результатов эксперимента»

Данный этап посвящен развитию умения проводить косвенные измерения, представлять результаты эксперимента в виде таблиц или графиков и делать выводы на основании полученных данных. Перед началом работы учащиеся должны заполнить **Рабочий лист № 2**. Его заполнение позволит вспомнить основные физические величины, законы, формулы, а также этот лист будет служить памяткой для учеников при выполнении работ.

Далее используя **рабочий лист № 1** и **рабочий лист № 2** рекомендуется выполнить несколько экспериментальных заданий:

- проведение косвенных измерений;
 - представление полученных данных при помощи таблиц и графиков;
- Обязательно напомнить учащимся про запись прямых измерений с учетом погрешности.

Примеры заданий (использованы задания из сборника Камзеевой Е.Е.) [2]. Количество работ определяется учителем конкретно для каждого случая.

17

Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R_1 , соберите экспериментальную установку для определения мощности, выделяемой на резисторе. С помощью реостата установите в цепи силу тока $0,3$ А. Абсолютная погрешность измерения силы тока с помощью амперметра равна $\pm 0,1$ А; абсолютная погрешность измерения напряжения с помощью вольтметра равна $\pm 0,2$ В.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта мощности электрического тока;
- 3) укажите результаты измерения силы тока и напряжения с учётом погрешностей;
- 4) запишите численное значение мощности электрического тока.

- 17 Используя источник тока (4,5 В), вольтметр двухпредельный, амперметр двухпредельный, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный $R3$, соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах. Абсолютную погрешность измерения силы тока и электрического напряжения принять равной цене деления прибора.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) установив с помощью реостата поочерёдно силу тока в цепи 0,2 А, 0,3 А и 0,4 А и измерив в каждом случае значение электрического напряжения на концах резистора, укажите результаты измерения силы тока и напряжения с учётом абсолютной погрешности измерения для трёх случаев в виде таблицы (шкалу измерения на вольтметре и амперметре выбирайте таким образом, чтобы обеспечить минимальную погрешность);
- 3) сформулируйте вывод о зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах.

- 17 Соберите экспериментальную установку для определения работы электрического тока, совершаемой в резисторе, используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода и резистор, обозначенный $R2$. При помощи реостата установите в цепи силу тока 0,5 А. Определите работу электрического тока в резисторе в течение 5 мин. Абсолютная погрешность измерения силы тока с помощью амперметра равна $\pm 0,1$ А; абсолютная погрешность измерения напряжения с помощью вольтметра равна $\pm 0,2$ В.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта работы электрического тока;
- 3) укажите результаты измерения силы тока и напряжения с учётом абсолютных погрешностей;
- 4) запишите численное значение работы электрического тока.

Этап № 3 «Критерии оценивания экспериментальных заданий. Раздел «Электричество»»

На третьем этапе учащиеся выполняют все экспериментальные работы из перечня (тексты работ представлены в сборнике Камзеевой Е.Е. [2]). Перед выполнением задания, обучающиеся изучают материалы **Рабочего листа № 3**. Этот лист содержит критерии оценки экспериментальных заданий ОГЭ по физике [2].

Важно! Перед разработкой рабочего листа № 3 следует уточнить информацию о возможных изменениях критериев оценки экспериментальных заданий для данного года.

Используя рабочие листы № 1,2,3 рекомендуется выполнить следующие работы и оценить по критериям:

Примеры заданий (использованы задания из сборника Камзеевой Е.Е.) [2]

- 17 Используя источник тока (4,5 В), вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный $R2$, соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах. Абсолютную погрешность измерения силы тока принять равной $\pm 0,1$ А; напряжения $\pm 0,2$ В.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) установив с помощью реостата поочерёдно силу тока в цепи 0,2 А, 0,3 А и 0,4 А и измерив в каждом случае значение электрического напряжения на концах резистора, укажите результаты измерения силы тока и напряжения с учётом абсолютной погрешности измерения для трёх случаев в виде таблицы (или графика);
- 3) сформулируйте вывод о зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах.

17

Определите электрическое сопротивление резистора R_2 . Для этого соберите экспериментальную установку, используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода и резистор, обозначенный R_2 . С помощью реостата установите в цепи силу тока $0,4$ А. Абсолютную погрешность измерения силы тока с помощью амперметра принять равной $\pm 0,1$ А, а абсолютную погрешность измерения напряжения с помощью вольтметра — $\pm 0,2$ В.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта электрического сопротивления;
- 3) укажите результаты измерения силы тока и напряжения с учётом абсолютных погрешностей;
- 4) запишите численное значение электрического сопротивления.

17

Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R_1 , соберите экспериментальную установку для определения работы электрического тока на резисторе. При помощи реостата установите в цепи силу тока $0,3$ А. Определите работу электрического тока за 10 минут. Абсолютную погрешность измерения силы тока с помощью амперметра принять равной $\pm 0,1$ А, а абсолютную погрешность измерения напряжения с помощью вольтметра принять равной $\pm 0,2$ В.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта работы электрического тока;
- 3) укажите результаты измерения силы тока и напряжения с учётом абсолютных погрешностей;
- 4) запишите значение работы электрического тока.

17

Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R_2 , соберите экспериментальную установку для определения мощности, выделяемой на резисторе при силе тока $0,5$ А. Абсолютная погрешность измерения силы тока с помощью амперметра равна $\pm 0,1$ А, абсолютная погрешность измерения напряжения с помощью вольтметра $\pm 0,2$ В.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта мощности электрического тока;
- 3) укажите результаты измерения силы тока и напряжения с учётом абсолютных погрешностей;
- 4) запишите численное значение мощности электрического тока.

17

Используя источник тока ($4,5$ В), вольтметр, ключ, соединительные провода, резисторы, обозначенные R_1 и R_2 , реостат, соберите экспериментальную установку для проверки правила для электрического напряжения при последовательном соединении двух проводников. Абсолютную погрешность измерения напряжения принять равной $\pm 0,2$ В.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) измерьте электрическое напряжение на концах каждого из резисторов и общее напряжение на контактах двух резисторов при их последовательном соединении (с учётом абсолютной погрешности);
- 3) сравните общее напряжение на двух резисторах с суммой напряжений на каждом из резисторов, учитывая, что погрешность прямых измерений с помощью лабораторного вольтметра составляет $0,2$ В. Сделайте вывод.

17

Используя источник тока, амперметр, реостат, ключ, соединительные провода, резисторы, обозначенные R_1 и R_2 , проверьте экспериментально правило сложения силы электрического тока при параллельном соединении двух проводников: R_1 и R_2 . Абсолютная погрешность измерения силы тока с помощью амперметра равна $\pm 0,1$ А.

В бланке ответов № 2:

- 1) нарисуйте электрическую схему экспериментальной установки;
- 2) с помощью реостата установите силу тока в неразветвлённой части цепи $0,8$ А и измерьте силу электрического тока в каждом из резисторов при их параллельном соединении (с указанием погрешности);
- 3) сравните общую силу тока (до разветвления) с суммой сил тока в каждом из резисторов (в каждом из ответвлений);
- 4) сделайте вывод о справедливости или ошибочности проверяемого правила.

17

Определите электрическое сопротивление резистора R_2 . Для этого соберите экспериментальную установку, используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода и резистор, обозначенный R_2 . При помощи реостата установите в цепи силу тока $0,4$ А. Абсолютную погрешность измерения силы тока с помощью амперметра принять равной $\pm 0,1$ А, а абсолютную погрешность измерения напряжения с помощью вольтметра — $\pm 0,2$ В.

В бланке ответов № 2:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта электрического сопротивления;
- 3) укажите результаты измерения силы тока и напряжения с учётом абсолютных погрешностей;
- 4) запишите численное значение электрического сопротивления.

Этап № 4 «Закрепление материала»

На четвертом этапе учащиеся, не используя рабочие листы, за фиксированное время (примерно 20 минут) выполняют любую экспериментальную работу из перечня на бланке ОГЭ и затем проводят перекрестную проверку по критериям (меняются бланками и проверяют друг друга по критериям, используя рабочий лист № 3).

Далее учитель совместно с учениками подводит итоги выполненных заданий и при необходимости повторяет этап № 2 и этап № 3. Затем еще раз возвращается к этапу № 4.

4. Заключение

Данный алгоритм работы позволяет восполнить пробелы в знаниях учеников, закрепить пройденный материал, отработать необходимые навыки выполнения экспериментальных заданий по физике, так же этот алгоритм можно использовать при выполнении экспериментальных заданий из любого комплекта оборудования ОГЭ по физике, доработав рабочие листы.

Список литературы:

1. Спецификация контрольных измерительных материалов для проведения в 2024 году основного государственного экзамена по физике. подготовлена федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Федеральный институт педагогических измерений»
2. «ОГЭ Физика. Типовые экзаменационные варианты.30 вариантов»/ под редакцией Камзеевой Е.Е. – Москва: Издательство «Национальное образование», 2024 г.
3. Физика.8 кл.: учебник / А.В.Перышкин. - М.: Дрофа,2019.

Рабочий лист № 1 «Электрическая цепь и ее составные части. Цена деления»

<i>Элементы электрических цепей</i>	<i>Условное обозначение</i>	<i>Какую физическую величину измеряет?</i>
1.Амперметр		
2.Вольтметр		
3.Резистор		
4.Лампа		
5.Реостат		
6.Ключ		
7.Источник тока		
8.Соединительные провода		
Амперметр (как подключают в электрическую цепь?)		
Вольтметр (как подключают в электрическую цепь?)		

Цена деления

1.Что такое «цена деления»?

2. Правило определения цены деления;

Правило записи прямых измерений с учетом погрешности;

Рабочий лист № 2 «Физические величины, формулы, законы. Раздел «Электричество»»

<i>Физическая величина</i>	<i>Определение</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Формула</i>
Сила тока				
Напряжение				
Сопротивление				
Мощность тока				
Работа тока				

<i>Название закона</i>	<i>Формулировка закона</i>	<i>Формула</i>	<i>Примечания (здесь могут быть необходимые схемы или графики)</i>
Закон Ома			
Последовательное соединение			
Параллельное соединение			
Закон Джоуля-Ленца			

Рабочий лист № 3 «Критерии оценивания экспериментальных заданий ОГЭ»

Критерий № 1

Содержание критерия	Баллы
Записаны правильные результаты прямых измерений, но в одном из элементов ответа (1, 2 или 4) присутствует ошибка. ИЛИ Записаны правильные результаты прямых измерений, но один из элементов ответа (1, 2 или 4) отсутствует	2
Записаны правильные результаты прямых измерений, но в элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют.	1
Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2 или 3 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Критерий № 2

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя: 1) рисунок экспериментальной установки; 2) результаты трёх измерений с учётом абсолютной погрешности измерений; 3) сформулированный правильный вывод	3
Представлены верные результаты трёх измерений с учётом абсолютной погрешности измерений, но в одном из элементов ответа (1 или 3) присутствует ошибка. ИЛИ Один из элементов ответа (1 или 3) отсутствует	2
Представлены верные результаты трёх измерений с учётом абсолютной погрешности измерений, но в элементах ответа 1 и 3 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют. ИЛИ Сделан рисунок экспериментальной установки и приведены результаты измерений с учётом абсолютной погрешности измерений, но в одном из них допущена ошибка	1
Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2 или 3 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания	0
<i>Максимальный балл</i>	3