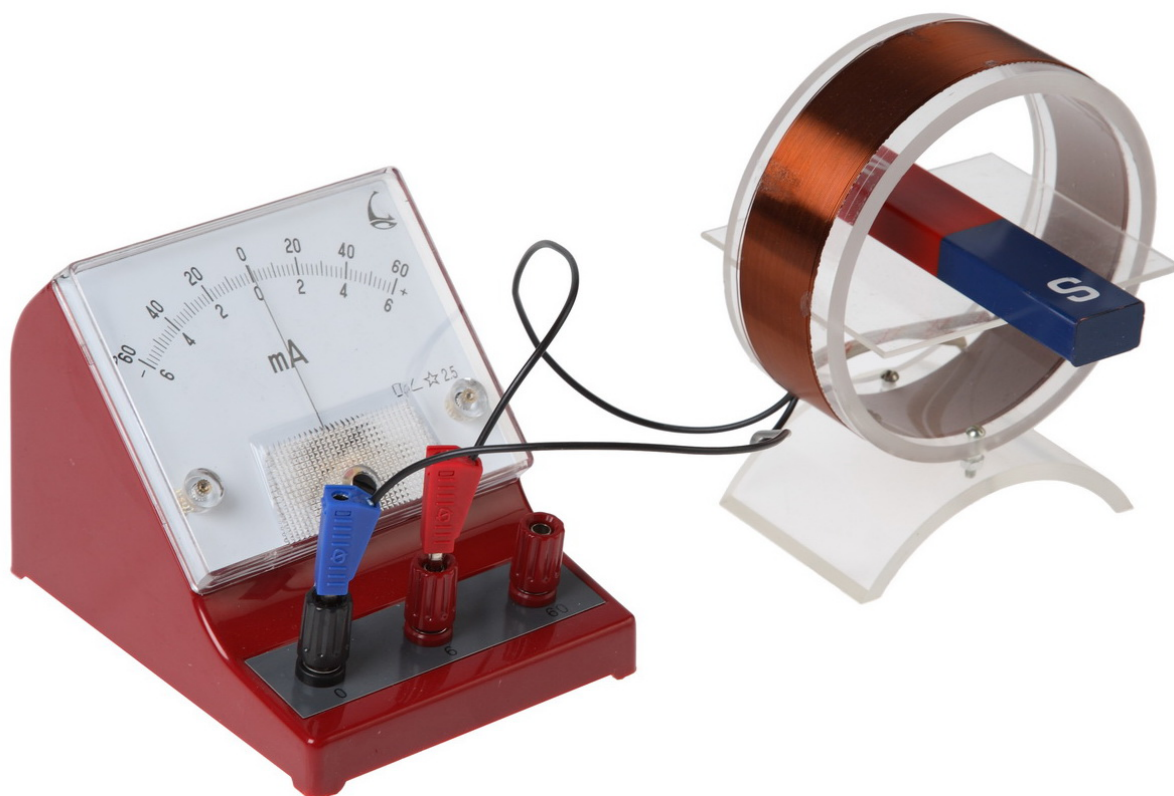




宁波朗博科教仪器有限公司

NEW EDUCATIONAL LABORATORY (NINGBO) CO.,LTD
NINGDONG INNOVATION INDUSTRIAL PARK OF NINGHAI ECONOMIC DEVELOPMENT ZONE
NINGHAI COUNTY,NINGBO CITY, ZHEJIANG PROVINCE, CHINA 315600 TEL/FAX +86-574-65550625

ЛАБОРАТОРИЯ L-МИКРО®. ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКТ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСТВУ И МАГНЕТИЗМУ



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ.

Автор методических рекомендаций: Степанов С.В., к.п.н.

Изготовлено компанией NEW EDUCATION LABORATORY (NINGBO) CHINA по заказу ООО «Е - Импорт» (143025, Московская область, Одинцовский р-н, пос. Немчиновка, Советский пр-т, д.18, а/я 15)

Правообладателем торгового знака L-МИКРО® на территории Российской Федерации является NEW EDUCATION LABORATORY (NINGBO) CHINA на основании свидетельства Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам №392258 от 23.10.2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

НАЗНАЧЕНИЕ.....	2
ОПИСАНИЕ И УСТРОЙСТВО КОМПЛЕКТА.....	3
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОМПЛЕКТА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3.1. ПРОВЕДЕНИЕ ФРОНТАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ ФИЗИКИ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ.....	5
РАБОТА 1. Сборка электрической цепи и измерение силы тока и напряжения.....	5
РАБОТА 2. Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах при постоянном сопротивлении.....	5
РАБОТА 3. Исследование зависимости силы тока в электрической цепи от сопротивления при постоянном напряжении.....	6
РАБОТА 4. Изучение последовательного соединения проводников.....	7
РАБОТА 5. Изучение параллельного соединения проводников.....	7
РАБОТА 6. Измерение сопротивления проводника при помощи амперметра и вольтметра.....	8
РАБОТА 7. Измерение удельного сопротивления вещества.....	8
РАБОТА 8. Измерение работы и мощности электрического тока.....	9
РАБОТА 9. Изучение электрических свойств жидкостей.....	9
РАБОТА 10. Изготовление гальванического элемента.....	10
РАБОТА 11. Исследование взаимодействия постоянных магнитов.....	10
РАБОТА 12. Исследование магнитного поля прямого проводника и катушки с током. .	11
РАБОТА 13. Исследование явления намагничивания железа.....	11
РАБОТА 14. Изучение действия магнитного поля на проводник с током.....	12
РАБОТА 15. Изучение принципа действия электродвигателя.....	12
РАБОТА 16. Изучение явления электромагнитной индукции.....	13
РАБОТА 17. Изучение принципа действия трансформатора.....	13
ПРОВЕДЕНИЕ ФРОНТАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ.....	13
РАБОТА 18. Измерение электрического сопротивления с помощью омметра.....	13
РАБОТА 19. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.....	14
РАБОТА 20. Измерение элементарного заряда.....	14
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКТА НА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ.....	15
ЗАДАНИЕ 1. Измерить индукцию магнитного поля Земли.....	15
ЗАДАНИЕ 2. Исследовать вольтамперную характеристику электролита.....	15
ЗАДАНИЕ 3. Исследовать параметры батарей составленных из гальванических элементов.....	16






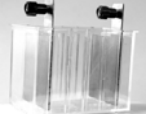



НАЗНАЧЕНИЕ.





Изделие служит для проведения учебных экспериментов при изучении явлений и законов из раздела «Электродинамика», включенных в примерные программы курсов физики основной и средней общеобразовательной школы, учреждений среднего профессионального образования. Комплект используется для проведения фронтальных лабораторных работ, выполнения работ физического практикума, экспериментальных заданий на уроках физики, а также на занятиях элективных курсов, факультативов и физико-технических кружков. Изделие используется в условиях типового учебного кабинета физики.

ОПИСАНИЕ И УСТРОЙСТВО КОМПЛЕКТА.

Детали и приборы, входящие в состав комплекта, представлены в таблице 1. Там же приведены их наиболее важные эксплуатационные характеристики, конструктивные особенности и указано количество в комплекте.

Таблица 1.

№ п/п	Фотография и название детали	Конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики	Кол-во
1	 Лампа накаливания на подставке	Вворачивается в патрон подставки. Рабочее напряжение 3,5 В Сила тока 0,25 А	1 шт
2	 Реостат	Сопротивление обмотки 6 Ом Максимально допустимая сила тока 3 А	1 шт
3	 Резистор проволочный в корпусе	Значения номиналов и допустимой силы тока указаны на корпусе. 1. Резистор с сопротивлением 5 Ом. Макс. допустимая сила тока 1,5 А; Резистор с сопротивлением 10 Ом. Макс. допустимая сила тока 1 А.	2 шт 1 шт
4	 Ключ	Допустимая сила тока 6 А. Размеры основания подставки 75×35мм.	1 шт
5	 Компас	Цена деления шкалы 5°. Диаметр корпуса 45 мм.	1 шт
6	 Ванна электролитическая	Включает прозрачную прямоугольную кювету и два медных электрода. Масса электрода 40 г. Размеры кюветы 100×80×55мм.	1 шт
7	 Модель электродвигателя	Конструкция коллектора обеспечивает вращения ротора при питании постоянным напряжением. Сопротивление обмотки ротора 28 Ом. Допустимая сила тока 1 А.	1 шт
8	 Катушка на каркасе большая	Изготовлена из медного провода. Сопротивление катушки 20 Ом. На каркасе имеются гнезда для подключения соединительных проводов. Поверх обмотки закреплены два витка толстого провода указывающие направления намотки витков катушки. Допустимая сила тока не более 1А.	1 шт
9	 Катушка на каркасе малая с сердечником	Изготовлена из медного провода. Сопротивление 12 Ом. На каркасе имеются гнезда для подключения соединительных проводов. Поверх обмотки закреплены два витка толстого провода указывающие направления намотки витков. Длина сердечника 60 мм, диаметр 10 мм.	1 шт

10	 Магнит полосовой	Габаритные размеры 100×20×10 мм. Южный магнитный полюс окрашен синим цветом, северный - красным	2 шт
11	 Катушка на подставке	Внутри каркаса закреплена горизонтально полка для установки компаса. На выводах катушки опрессованы наконечники в виде штекеров. Сопротивление катушки 25 Ом. Диаметр 100мм.	1 шт
12	 Кассета гальванического элемента	Корпус кассеты имеет специальные выступы для соединения кассет в батарею. Размеры корпуса 70×35×30. Возможно последовательное или параллельное соединение кассет в батарее.	3 шт
13	 Провода соединительные	Оконцованы штекерами, допускающими подключение к задней части другого штекера. Длина провода 25 см.	8 шт

В качестве измерительных приборов при проведении учебных опытов могут использоваться лабораторный амперметр с верхним пределом измерения тока до 3А (рис. 1), лабораторный вольтметр с верхним пределом измерения напряжения до 6 В (рис. 2), лабораторный миллиамперметр с нулевым делением в центре шкалы измеряющий силу тока в диапазонах 0 ± 6 мА и 0 ± 60 мА (рис. 3).



Рис.1



Рис.2



Рис.3

Для электропитания учебных экспериментальных установок в большинстве опытов могут использоваться три цилиндрических гальванических элемента типа D/373/R20 с ЭДС 1,5 В, соединенные последовательно (рис. 4), либо лабораторный выпрямитель с выходным напряжением 4,5 В. В опытах, требующих пониженного напряжения, могут использоваться те же гальванические элементы, соединенные параллельно (рис. 5).



Рис.4



Рис. 5

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОМПЛЕКТА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Ниже приводятся методические рекомендации по проведению учебных экспериментов с использованием деталей комплекта. Описание каждого опыта включает дидактическую цель его проведения, необходимое оборудование, рекомендации по монтажу экспериментальной установки, ее настройке. Приводятся указания о порядке выполнения эксперимента и обработке его результатов. Кроме того, в отдельных случаях указаны дополнительные приспособления и приборы, не входящие в состав комплекта, но необходимые для проведения того или иного опыта.

Названия фронтальных лабораторных работ, последовательность их выполнения соответствуют действующим на настоящий момент примерным программам по физике для основной и средней (базовый уровень) школ. (см. сборник: Программы для общеобразовательных учреждений. Физика. Астрономия. 7 – 11 классы / сост. В.А.Коровин, В.А. Орлов. –М.: Дрофа, 2008.)

3.1. ПРОВЕДЕНИЕ ФРОНТАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ ФИЗИКИ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ.

РАБОТА 1. Сборка электрической цепи и измерение силы тока и напряжения.

Цель. Сформировать навыки использования лабораторного амперметра и вольтметра для измерения силы тока и напряжения в электрических цепях.

Оборудование: лампа на подставке, реостат, ключ, соединительные провода, источник постоянного напряжения

Дополнительные принадлежности: амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный.

Монтаж экспериментальной установки.

Ключ размыкают. Ползунок реостата передвигают в положение, при котором его введенное сопротивление максимально. Резистор, реостат, ключ и амперметр соединяют последовательно и подключают к источнику напряжения. Параллельно резистору подключают вольтметр. Принципиальная схема установки показана на рисунке 6.

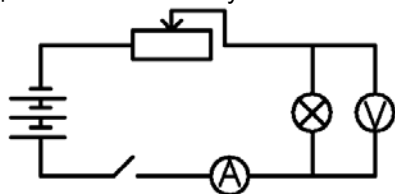


Рис. 6

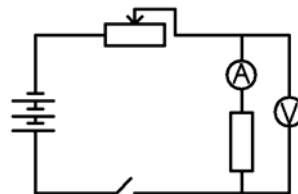


Рис. 7

Порядок проведения опыта.

Ученики внимательно рассматривают шкалы амперметра и вольтметра и определяют их пределы измерений и цену деления каждой шкалы. Затем они замыкают ключ, определяют и записывают показания амперметра и вольтметра. Измерения повторяют еще два – три раза при различных положениях ползунка реостата. Завершив проведение измерений, ключ размыкают.

Обработка результатов. В отчете о выполнении работы ученики зарисовывают шкалы амперметра и вольтметра, указывают их цену делений. Записывают значения силы тока и напряжения, полученные при каждом новом положении ползунка реостата. Значения этих величин указывают с учетом абсолютной погрешности их измерений. Формулируют вывод о зависимости яркости свечения лампы от силы тока в ее нити накала.

РАБОТА 2. Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах при постоянном сопротивлении.

Цель. Проверить вывод о том, что при неизменном сопротивлении проводника, сила тока в нем прямо пропорционально зависит от приложенного напряжения.

Оборудование: резистор 5 Ом, реостат, ключ, соединительные провода, источник постоянного напряжения.

Дополнительные принадлежности: амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный

Монтаж экспериментальной установки.

Ключ размыкают. Ползунок реостата передвигают в положение, при котором его введенное сопротивление максимально. Резистор, реостат, ключ и амперметр соединяют последовательно и подключают к источнику напряжения. Параллельно участку цепи, включающему резистор и амперметр, подключают вольтметр. Принципиальная схема установки показана на рисунке 7.

Порядок проведения опыта.

Замыкают ключ, определяют и записывают показания амперметра и вольтметра. Измерения тока и напряжения повторяют 5 – 6 раз при различных положениях ползунка реостата. Закончив опыт, ключ размыкают.

Обработка результатов.

В отчете о работе приводят таблицу со значениями силы тока и напряжения, полученные при каждом новом положении ползунка реостата. По полученным данным строят график зависимости силы тока в резисторе от приложенного к нему напряжения.

РАБОТА 3. Исследование зависимости силы тока в электрической цепи от сопротивления при постоянном напряжении.

Цель. Проверить вывод о том, что сила тока в участке электрической цепи тем больше, чем меньше сопротивление участка, если приложенное к нему напряжение остается неизменным.

Оборудование: резистор 5 Ом (2шт), резистор 10 Ом, реостат, ключ, соединительные провода, источник постоянного напряжения

Дополнительные принадлежности амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный

Монтаж экспериментальной установки.

Ключ и реостат соединяют последовательно и, разомкнув ключ, подключают к выводам источника напряжения, как показано на схеме рисунка 8.

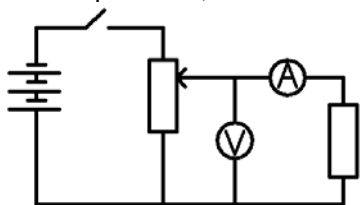


Рис.8.

К ползунку реостата и одному из его выводов (нижнему по схеме) подключают цепь состоящую из последовательно соединенных амперметра и резистора с сопротивлением 5 Ом, а также вольтметр. Ползунок передвигают в верхнее по схеме положение.

Порядок проведения опыта.

Замыкают ключ и, передвигая ползунок реостата, уменьшают напряжение, приложенное к резистору до 3 В. Измеряют амперметром силу тока на участке цепи с резистором 5 Ом. После чего опыт повторяют, заменив резистор 5 Ом на резистор с сопротивлением 10 Ом. Затем к резистору 10 Ом подключают последовательно резистор 5 Ом и снова измеряют силу тока. Наконец составляют цепь из трех резисторов, так, чтобы общее ее сопротивление составило 20 Ом и опять измеряют силу тока в этой цепи. При каждом измерении следят за тем, чтобы приложенное напряжение имело значение в 3 В. В случае необходимости, это значение восстанавливают, передвигая ползунок реостата.

Обработка результатов.

Данные измерений заносят в таблицу вида:

№ измерения	Полное сопротивление участка цепи R, Ом	Сила тока в цепи I, А
1	5	
2	10	
3	15	
4	20	

Сравнивая значения силы тока в цепи из резисторов с сопротивлением этой цепи, делают вывод о том, как связаны между собой эти величины.

РАБОТА 4. Изучение последовательного соединения проводников.

Цель. Доказать утверждение о том, что напряжение, приложенное к последовательной цепи, равно сумме напряжений на каждом из ее участков.

Оборудование: резистор 5 Ом, реостат, ключ, соединительные провода, источник постоянного напряжения

Дополнительные принадлежности вольтметр лабораторный

Монтаж экспериментальной установки.

Резистор, реостат и ключ соединяют последовательно и, разомкнув ключ, подключают к источнику напряжения. Ползунок реостата устанавливают в среднее положение. Параллельно резистору подключают вольтметр.

Порядок проведения опыта.

Замыкают ключ и измеряют напряжение на резисторе U_1 . Затем вольтметр подключают параллельно реостату и измеряют приложенное к нему напряжение U_2 . После этого вольтметром измеряют общее напряжение, приложенное к реостату и резистору - $U_{\text{общ}}$.

Опыт повторяют еще 2-3 раза при различных положениях ползунка реостата.

Обработка результатов.

Данные измерений сводят в таблицу следующего вида:

№ опыта	U_1 , В	U_2 , В	$U_1 + U_2$, В	$U_{\text{общ}}$, В
1				
2				
3				

Где U_1 - напряжение на резисторе, U_2 - напряжение на реостате, $U_1 + U_2$ сумма напряжений на резисторе и реостате, $U_{\text{общ}}$ – общее напряжение, приложенное к цепи.

Для каждого опыта вычисляют сумму напряжений на резисторе и реостате и сравнивают ее с общим напряжением, приложенном к цепи в данном опыте. В итоге делают вывод о справедливости утверждения, сформулированного в цели работы.

РАБОТА 5. Изучение параллельного соединения проводников.

Цель. Доказать утверждение о том, что общая сила тока протекающего в цепи из параллельно включенных элементов, равна сумме токов, протекающих в каждом из элементов.

Оборудование: резистор 5 Ом, реостат, ключ, соединительные провода, источник постоянного напряжения

Дополнительные принадлежности амперметр лабораторный

Монтаж экспериментальной установки.

Резистор и реостат соединяют параллельно и подключают через разомкнутый ключ и амперметр к источнику напряжения (рисунок 9 а). Ползунок реостата устанавливают в среднее положение.

Порядок проведения опыта.

Замыкают ключ и измеряют общую силу тока в цепи - $I_{\text{общ}}$. Затем амперметр соединяют последовательно поочередно с резистором (рисунок 9 б) и с реостатом, измеряя силу тока в отдельных ветвях параллельной цепи.

Опыт повторяют 2-3 раза при различных положениях ползунка реостата.

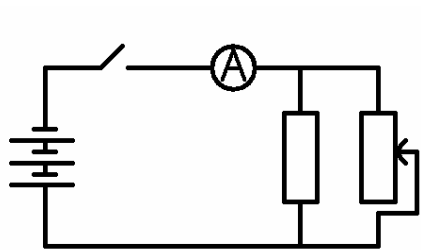


Рис. 9 а

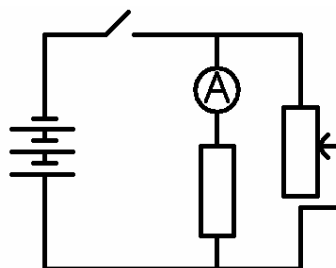


рис. 9 б

Обработка результатов.

Данные измерений сводят в таблицу следующего вида:

№ опыта	$I_{\text{общ}}$, А	I_1 , А	I_2 , А	$I_1 + I_2$, А

1				
2				
3				

Где $I_{\text{общ}}$ – общая сила тока в цепи, I_1 сила тока в резисторе, I_2 сила тока в реостате,
 $I_1 + I_2$ – сумма токов в резисторе и реостате.

Для каждого опыта вычисляют сумму токов в резисторе и реостате и сравнивают ее со значением общего тока, протекавшего в цепи. В итоге делают вывод о справедливости утверждения, сформулированного в цели работы.

РАБОТА 6. Измерение сопротивления проводника при помощи амперметра и вольтметра.

Цель. Освоить метод измерения электрического сопротивления проводников, основанный на использовании амперметра и вольтметра

Оборудование: резистор 5 Ом, резистор 10 Ом, источник напряжения, соединительные провода, ключ

Дополнительные принадлежности амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный
Монтаж экспериментальной установки.

Резистор 5 Ом, амперметр и ключ соединяют последовательно и, разомкнув ключ, подключают к источнику напряжения. Параллельно резистору подключают вольтметр. Принципиальная схема экспериментальной установки показана на рисунке 10.

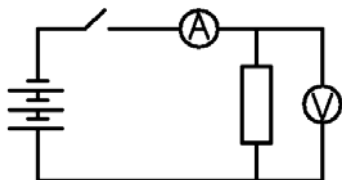


Рис. 10

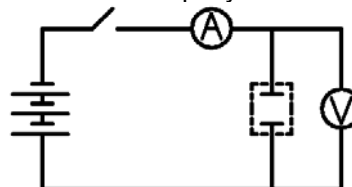


Рис. 11

Порядок проведения опыта.

Замыкают ключ и измеряют силу тока в цепи и напряжение на резисторе. Считывают значение сопротивления резистора, указанное на его подставке. Повторяют опыт, заменив резистор 5 Ом на резистор 10 Ом.

Обработка результатов.

Результаты измерений заносят в таблицу:

№ опыта	Сила тока I , А	Напряжение U , В	Сопротивление R , Ом	Номинальное значение R , Ом	δR , %
1				5	
2				10	

Вычисляют по формуле $R = U/I$ значение сопротивления резистора. Сравнивают полученное значение сопротивления с номиналом резистора, указанным на его корпусе. Вычисляют относительную погрешность полученных результатов - δR .

РАБОТА 7. Измерение удельного сопротивления вещества.

Цель: определить удельное сопротивление электролита.

Оборудование: ванна электролитическая, источник напряжения, ключ, соединительные провода.

Дополнительные принадлежности: амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, линейка, стакан с насыщенным раствором медного купороса.

Монтаж экспериментальной установки.

Принципиальная схема экспериментальной установки показана на рисунке 11.

Один из электродов ванны соединяют последовательно с амперметром и разомкнутым ключом, после чего подключают к полюсу источника напряжения. Второй электрод соединяют проводом с другим полюсом источника. К электродам подключают вольтметр. Ванну заполняют на $\frac{3}{4}$ раствором медного купороса.

Порядок проведения опыта.

Ключ замыкают и определяют показания амперметра и вольтметра.

Затем ключ размыкают. Измеряют линейкой расстояние между электродами L . Один из электродов извлекают из кюветы и измеряют длину (a) и ширину (b) той его части, которая была погружена в электролит.

Обработка результатов.

Результаты измерений заносят в таблицу вида:

I, А	U, В	a, мм	b, мм	S, мм ²	L, м	R, Ом	ρ , Ом*мм ² /м

По данным измерений тока и напряжения вычисляют сопротивление электролита R пользуясь формулой $R = U/I$ и площадь контакта электрода с электролитом S ($S = a*b$). Используя результаты этих вычислений, определяют удельное сопротивление электролита ρ по формуле: $\rho = RS/L$.

РАБОТА 8. Измерение работы и мощности электрического тока.

Цель. Ознакомиться с методом определения мощности и работы постоянного электрического тока, основанном на использовании амперметра и вольтметра.

Оборудование: ключ, лампа на подставке, резистор 5 Ом, источник напряжения, соединительные провода

Дополнительные принадлежности: амперметр лабораторный вольтметр лабораторный, секундомер.

Монтаж экспериментальной установки.

Лампу, ключ и амперметр соединяют последовательно и, разомкнув ключ, подключают к источнику напряжения. Параллельно лампе подключают вольтметр. Показания секундомера обнуляют.

Порядок проведения опыта.

Замыкают ключ и одновременно запускают секундомер. Измеряют и записывают силу тока в цепи и напряжение на лампе. Спустя две минуты ключ размыкают. Определяют по показанию секундомера и записывают время, в течение которого светилась лампа.

Опыт повторяют, увеличив время свечения лампы до 4 минут.

Последовательно с лампой соединяют резистор с сопротивлением 5 Ом и снова определяют силу тока в цепи и напряжение на лампе.

Обработка результатов.

Данные эксперимента заносят в таблицу вида:

№ опыта	Сила тока в лампе I, А	Напряжения на лампе U, В	Время протекания тока t, с	Мощность N, Вт	Работа A, Дж

На основании результатов каждого опыта вычисляют по формулам $N = IU$ и $A = IUt$ соответственно мощность и работу электрического тока при прохождении через лампу.

В отчете о выполнении работы указывают, изменяется ли мощность электрического тока в лампе от времени протекания, от значения тока в цепи.

РАБОТА 9. Изучение электрических свойств жидкостей.

Цель. 1. Наблюдение явления электролиза; 2. Исследование зависимости проводимости электролита от концентрации его раствора.

Оборудование: Ванна электролитическая, ключ, источник напряжения, соединительные провода.

Дополнительные принадлежности лабораторный миллиамперметр, стакан с водой, мешалка, поваренная соль.

Монтаж экспериментальной установки.

В кювету устанавливают электроды на максимальном удалении друг от друга. Один из электродов подключают к отрицательному полюсу источника напряжения, второй через ключ и миллиамперметр – к положительному.

Кювету заполняют водой до половины ее объема.

Порядок проведения опыта.

Ключ замыкают и убеждаются по показанию миллиамперметра в отсутствии электрического тока в цепи. Поэтапно, небольшими порциями, в кювету добавляют поваренную соль, размешивая

мешалкой каждую порцию до тех пор, пока она не растворится. После внесения каждой порции определяют и записывают показания миллиамперметра. Опыт прекращают при достижении силы тока в цепи значения, соответствующего верхнему пределу измерения миллиамперметра. Перед тем, как разобрать установку, обращают внимание на вид поверхностей электродов.

Обработка результатов.

В отчете о выполнении работы ученики делают вывод на качественном уровне о зависимости проводимости электролита от его концентрации. Кроме того отмечают проявилось ли действие электрического тока на материал, из которого изготовлены электроды ванны.

РАБОТА 10. Изготовление гальванического элемента.

Цель. Исследование возникновения разности потенциалов на электродах при их одновременном погружении в электролит.

Оборудование: Ванна электролитическая, ключ, источник напряжения, соединительные провода.

Дополнительные принадлежности вольтметр лабораторный, цинковая пластинка или кусочек оцинкованной жести, графитовый стержень, стакан с насыщенным раствором поваренной соли.

Монтаж экспериментальной установки.

В кювету устанавливают два медных электрода на минимальном расстоянии друг от друга. К электродам подключают вольтметр. Кювету заполняют на $\frac{3}{4}$ раствором поваренной соли.

Порядок проведения опыта.

Определяют и записывают показания вольтметра подключенного к двум медным электродам. Затем один из электродов заменяют на цинковый и измеряют вольтметром возникшую между ними разность потенциалов. Далее опыт повторяют при сочетаниях электродов графит – медь и графит – цинк.

Обработка результатов.

Для наглядности результаты измерений заносят в таблицу

№ опыта	Электроды	Напряжение на электродах, В
1	Медь - медь	
2	Медь - цинк	
3	Графит – цинк	
4	Графит – медь	

В отчете о выполнении работы ученики указывают, при каком сочетании электродов наблюдалась наибольшая разность потенциалов между ними.

РАБОТА 11. Исследование взаимодействия постоянных магнитов.

Цель. Сформировать умение определять положение полюсов постоянного магнита с помощью компаса.

Оборудование: Полосовой магнит; компас.

Монтаж экспериментальной установки.

На поверхность рабочего стола помещают полосовой магнит. На расстоянии 25 – 30 см от него помещают компас. Обращают внимание на то, чтобы вблизи магнита и компаса не находилось посторонних металлических предметов.

Порядок проведения опыта.

Медленно приближая компас к одному из полюсов постоянного магнита, наблюдают за тем, как меняется ориентация его стрелки относительно продольной оси магнита. Поднеся компас вплотную к одному из полюсов магнита, а затем к другому, отмечают, каким концом стрелка компаса разворачивается в сторону полюса магнита. Делают вывод о том, как направлено магнитное поле полосового магнита вблизи его полюсов и как взаимодействуют разноименные полюса магнитов.

Приближают к концу стрелки компаса, который указывает на север, северный полюс постоянного магнита делают вывод о том, что одноименные магнитные полюса отталкиваются.

Затем приступают к опыту с немаркированным магнитом. Магнит оборачивают листом бумаги так, чтобы скрыть маркировку его полюсов. Поднося компас поочередно к каждому из торцов магнита, определяют полярность его полюсов.

Обработка результатов.

В отчете о выполнении работы ученики записывают вывод о том, как взаимодействуют постоянные магниты в зависимости от взаимной ориентации их полюсов.

РАБОТА 12. Исследование магнитного поля прямого проводника и катушки с током.

Цель: установить связь направления магнитного поля в пространстве вокруг прямого проводника и катушки с направлением электрического тока в них.

Оборудование: реостат, ключ, катушка на подставке, соединительные провода, источник постоянного напряжения, компас.

Дополнительное оборудование: лабораторный амперметр, штатив для лабораторных работ.

Монтаж экспериментальной установки.

Один из соединительных проводов наибольшей длины закрепляют с помощью штатива вертикально и на возможно большем расстоянии от стойки штатива. Собирают электрическую цепь, соединив последовательно ключ, реостат, амперметр и проводник. Цепь подключают к источнику постоянного напряжения. Замкнув ключ, устанавливают реостатом силу тока в цепи в пределах 1,5 – 2 А.

Порядок проведения опыта

Компас подносят вплотную к закрепленному вертикально проводнику в средней его части и замечают, в какую сторону направлена стрелка. Замыкая и размыкая ключ, убеждаются, в том, что магнитное поле образуется вблизи проводника только тогда, когда по нему протекает электрический ток.

Затем компас медленно перемещают вокруг проводника в горизонтальной плоскости, наблюдая за изменением ориентации его стрелки. Отмечают, в какую сторону направлен ток в проводнике и как ориентировано вблизи него магнитное поле.

Поле этого меняют направление тока в проводнике, изменив полярность его подключения к источнику напряжения. Устанавливают, как это изменение отражается на направлении магнитного поля вблизи проводника.

Далее повторяют опыт с проволочной катушкой, включив ее в электрическую цепь вместо прямого проводника.

Обработка результатов. В отчете зарисовывают прямой проводник и катушку, показывают на рисунках стрелками направление тока и магнитного поля на каждом этапе опыта. Записывают вывод о том, как зависит направление магнитного поля вблизи проводника от направления тока в нем.

РАБОТА 13. Исследование явления намагничивания железа.

Цель. Исследовать зависимость намагничивания железа от модуля и направления вектора индукции магнитного поля.

Оборудование: Компас, полосовой магнит.

Дополнительное оборудование: гвозди (шурупы) длиной 30-40мм; образцы материалов

Монтаж экспериментальной установки.

На поверхность рабочего стола кладут два гвоздя так, чтобы их продольные оси оказались на одной линии, а расстояние между ними составляло 2-3 мм.

В качестве индикатора остаточной намагниченности железа будет использована стрелка компаса.

Порядок проведения опыта

К свободному концу одного из гвоздей приближают полюс полосового магнита. Наблюдают, что как только магнит коснется гвоздя, оба гвоздя притянутся друг к другу, что свидетельствует о появлении у них магнитных свойств.

Для установления остаточной намагниченности железа гвоздь, которого касались магнитом, подносят к компасу под углом $80-90^{\circ}$ к магнитному меридиану. По изменению угла отклонения стрелки делают вывод о наличии остаточной намагниченности гвоздя и расположении его магнитных полюсов.

Обработка результатов.

Ученики зарисовывают положение гвоздей до и после взаимодействия с полосовым магнитом. На рисунке помечают расположение их магнитных полюсов, которые возникли в результате действия поля полосового магнита.

РАБОТА 14. Изучение действия магнитного поля на проводник с током.

Цель. Исследовать зависимость действия постоянного магнита на проволочную катушку с током от интенсивности и направления магнитного поля.

Оборудование: полосовой магнит (2 шт), проволочная катушка, резистор 5 Ом, ключ, соединительные провода, источник постоянного напряжения.

Дополнительное оборудование: штатив лабораторный

Монтаж экспериментальной установки.

Один из соединительных проводов сворачивают в катушку и закрепляют ее витки скотчем. Самодельную катушку подвешивают соединительными проводами к лапке штатива, соединяют последовательно с ключом, резистором и подключают к источнику напряжения.

Порядок проведения опыта

Учитывая полярность подключения концов катушки к источнику постоянного напряжения, определяют направление электрического тока в ее витках.

К центру катушки медленно приближают один из полюсов постоянного магнита и наблюдают, как в зависимости от расстояния между магнитом и катушкой, изменяется угол отклонения ее подвеса.

Присоединив к полосовому магниту второй магнит так, чтобы их одноименные полюса были сонаправлены, опыт повторяют и отмечают, как изменился угол отклонения подвеса катушки при тех же расстояниях между ней и магнитом.

Затем проводят опыт еще раз, приближая магнит к катушке другим полюсом. Убеждаются в том, что в этом случае отклонение подвеса происходит в противоположную сторону.

Обработка результатов. Результаты опыта представляют в виде упрощенных рисунков с изображением подвеса с катушкой и магнита. На рисунках стрелками показывают направления тока в катушке, магнитного поля и силы действующей на катушку со стороны магнита в каждом из опытов.

РАБОТА 15. Изучение принципа действия электродвигателя.

Цель. 1. Исследовать зависимость скорости вращения ротора электродвигателя от силы тока в его обмотке; 2. Исследовать зависимость направления вращения ротора от направления тока в его обмотке.

Оборудование: модель электродвигателя, ключ, источник напряжения, соединительные провода, реостат.

Дополнительные принадлежности амперметр лабораторный

Монтаж экспериментальной установки.

Электродвигатель соединяют последовательно с амперметром, реостатом, разомкнутым ключом и подключают к источнику напряжения. Ползунок реостата устанавливают в положение, при котором в цепь включена вся его обмотка.

Порядок проведения опыта.

Ученики внимательно рассматривают электродвигатель, обращая особое внимание на конструкцию его статора, ротора и коллекторного узла. По расположению полюсов магнита статора определяют направление магнитного поля в зоне ротора. Определяют полярность гнезд и направление тока в обмотке ротора при данной полярности. Определяют, в какую сторону будет действовать на катушку ротора сила со стороны магнитного поля и предсказывают направление вращения ротора. Затем замыкают ключ и наблюдая за работой двигателя делают вывод о справедливости своих предположений. Меняя полярность подключения двигателя к источнику напряжения, исследуют зависимость направления вращения от направления тока в обмотке. В заключении исследуют зависимость скорости вращения ротора от силы тока в его обмотке. Для этого реостатом изменяют силу тока в цепи и, следя за ее изменением по показанию амперметра, отмечают, как при этом меняется частота вращения ротора.

Обработка результатов.

В отчете о выполнении работы указывают как скорость вращения ротора зависит от силы тока в его обмотке, как можно изменить направление вращения. Схематично изображают направление магнитного поля в зоне ротора, направление тока в его обмотке и направление силы действующей на ротор.

РАБОТА 16. Изучение явления электромагнитной индукции.

Цель. Исследовать качественно зависимость индукционного тока в проволочной катушке от скорости изменения магнитного поля, в котором она находится.

Оборудование: полосовой магнит; катушка на каркасе большая, соединительные провода.

Дополнительное оборудование: миллиамперметр лабораторный с нулевым делением в центре шкалы.

Монтаж экспериментальной установки.

Катушку соединительными проводами подключают к гнездам миллиамперметра.

Порядок проведения опыта

В центр катушки вносят и удаляют с одинаковой скоростью постоянный магнит и наблюдают за тем, на сколько делений и в какую сторону отклоняется при этом стрелка миллиамперметра. Меняют ориентацию полюсов магнита на противоположную и устанавливают как это изменение отражается на отклонении стрелки. Изменяют скорость движения магнита относительно катушки и наблюдают как это отражается на величине угла отклонения стрелки.

Обработка результатов.

По результатам наблюдений ученики записывают в тетрадь вывод о том, как скорость и направление движения полюсов магнита влияли на величину и направление индукционного тока.

РАБОТА 17. Изучение принципа действия трансформатора.

Цель. Собрать простейшую модель трансформатора и ознакомиться с назначением его составных частей.

Оборудование: катушка большая, катушка малая с сердечником, ключ, источник напряжения, соединительные провода.

Дополнительные принадлежности: вольтметр лабораторный

Монтаж экспериментальной установки.

Большую катушку через разомкнутый ключ соединяют с полюсами источника напряжения. В отверстие ее каркаса вставляют малую катушку. Внутри малой катушки вкладывают сердечник. Выводы малой катушки подключают к вольтметру.

Порядок проведения опыта.

Ученики, наблюдая за стрелкой вольтметра, замыкают и через короткое время размыкают ключ. Замечают, на какое число делений отклонилась стрелка прибора. Опыт повторяют, удалив из малой катушки сердечник. Затем опыт проводят еще раз, подключив малую катушку к источнику напряжения, а большую – к вольтметру.

Обработка результатов.

В отчете о работе ученики зарисовывают схему собранной ими модели трансформатора, и указывают, как на величину отклонения стрелки вольтметра влияло наличие сердечника, а также соотношение числа витков катушки подключаемой к источнику напряжения и катушки соединенной с вольтметром.

ПРОВЕДЕНИЕ ФРОНТАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ.

РАБОТА 18. Измерение электрического сопротивления с помощью омметра.

Цель. Экспериментально доказать справедливость утверждений: 1. При последовательном соединении резисторов их общее сопротивление равно сумме значений сопротивлений каждого из резисторов. 2. При параллельном соединении резисторов величина, обратная их общему сопротивлению равна сумме величин обратных сопротивлениям каждого из резисторов.

Оборудование: резистор 5 Ом (2шт), резистор 10 Ом, соединительные провода.

Дополнительные принадлежности: цифровой мультиметр

Монтаж экспериментальной установки.

Мультиметр готовят к работе в режиме омметра. Для этого переключатель его диапазонов переводят в сектор, отмеченный знаком « Ω » и устанавливают в положении соответствующему наименьшему пределу измерения сопротивлений. Щупы мультиметра вставляют в гнезда на его передней панели обозначенные знаками «СОМ» и «V Ω mA».

Три резистора соединяют проводами в последовательную цепь.

Порядок проведения опыта.

Измеряют мультиметром сопротивления каждого из трех резисторов. Полученные значения сопротивлений записывают.

Измеряют общее сопротивление цепи из последовательно соединенных резисторов.

Резисторы разъединяют. Два резистора по 5 Ом соединяют параллельно и измеряют общее сопротивление параллельной цепи.

Обработка результатов.

Зная сопротивление каждого из резисторов вычисляют общее сопротивление составленной из них последовательной цепи $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3$. Полученное значение суммы сравнивают с результатом измерения сопротивления последовательной цепи $R_{\text{посл}}$ и делают вывод о справедливости утверждения о том, что сопротивление последовательной цепи равно сумме сопротивлений всех включенных в нее элементов (выполняется ли равенство $R_{\text{общ}} = R_{\text{посл}}$).

Затем определяют, какое сопротивление должна иметь цепь, составленная из двух резисторов по 5 Ом, соединенных параллельно. При этом пользуются формулой $R_{\text{общ}} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$. Полученное значение общего сопротивления сравнивают с результатом измерения сопротивления параллельной цепи $R_{\text{пар}}$ и делают вывод о справедливости утверждения о том, что сопротивление параллельной цепи составленной из двух резисторов с одинаковым сопротивлением равно половине сопротивления одного из резисторов: $R_{\text{пар}} = R_{\text{общ}} = R/2$ (при $R_1 = R_2 = R$).

РАБОТА 19. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

Цель. Освоить метод измерения основных параметров источника тока, основанный на использовании амперметра и вольтметра.

Оборудование: источник тока (три гальванических элемента, соединенные последовательно), резистор 5 Ом, ключ, соединительные провода.

Дополнительные принадлежности: амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный

Монтаж экспериментальной установки.

Резистор, амперметр и разомкнутый ключ соединяют последовательно и подключают к источнику тока. Параллельно резистору подключают вольтметр.

Порядок проведения опыта.

Замыкают ключ. Измеряют и записывают силу тока и напряжение на резисторе. Затем ключ размыкают и разбирают электрическую цепь. Вольтметр подключают к выводам источника тока и измеряют его ЭДС.

Обработка результатов.

Вычисляют внутреннее сопротивление источника тока по формуле $r = (E - U)/I$, где r – внутреннее сопротивление источника тока, E – ЭДС источника тока, U – падение напряжения на резисторе, I – сила тока в цепи.

РАБОТА 20. Измерение элементарного заряда.

Цель. Освоить метод измерения заряда электрона, основанный на использовании явления электролиза.

Оборудование: ванна электролитическая, ключ, соединительные провода, источник напряжения.

Дополнительные принадлежности: амперметр лабораторный, весы, секундомер, сосуд с раствором медного купороса.

Монтаж экспериментальной установки.

Один из электродов ванны подключают к отрицательному полюсу источника питания. Второй электрод соединяют последовательно с ключом, амперметром и подключают к положительному полюсу источника. Чаши весов уравнивают. Секундомер обнуляют.

Порядок проведения опыта.

Измеряют с помощью весов массу электрода, подключенного к отрицательному полюсу источника напряжения. Кювету заполняют на $\frac{3}{4}$ объема раствором купороса и, замкнув ключ, включают секундомер. Измеряют и записывают силу тока в цепи. Через 15 минут ключ размыкают и останавливают секундомер. Электрод, подключенный к отрицательному полюсу источника, извлекают из ванны, сушат сухой ветошью и снова измеряют на весах его массу.

Обработка результатов.

Данные измерений сводят в таблицу вида:

$m_1, 10^{-3}\text{кг}$	$m_2, 10^{-3}\text{кг}$	$m, 10^{-3}\text{кг}$	I, A	$t, \text{с}$

Вычисляют массу меди m , осевшей на электроде при электролизе ($m = m_2 - m_1$, где m_2 – массы электрода с осевшей медью, m_1 – масса электрода до начала электролиза).

Определяют по справочнику валентность меди n , атомный вес меди A и число Авогадро - N .

Вычисляют заряд электрона по формуле $e = ItA/mNn$.

Определяют относительную погрешность полученного результата по формуле: $\delta e = (e - e_T)/e_T \times 100\%$, где e – заряд электрона определенный на основе данных проведенного эксперимента, e_T – табличное значение этой величины.

В отчете о выполнении работы ученики указывают факторы, влияющие на погрешность измерений, и возможные способы повышения их точности.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКТА НА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ.

ЗАДАНИЕ 1. Измерить индукцию магнитного поля Земли.

Цель. Освоить метод измерения магнитного поля Земли, основанный на использовании катушки и компаса.

Оборудование: катушка на подставке, компас, реостат, ключ, источник напряжения, соединительные провода.

Дополнительные принадлежности: амперметр лабораторный, линейка.

Монтаж экспериментальной установки.

Катушку соединяют последовательно с разомкнутым ключом, амперметром, реостатом и подключают к источнику напряжения. Ползунок реостата переводят в положение, при котором вся его обмотка оказывается включенной в цепь. На полку катушки кладут компас. Катушку с компасом устанавливают на рабочем столе так, чтобы стрелка компаса была ориентирована перпендикулярно оси катушки. Плоскость катушки при этом ориентирована вдоль плоскости магнитного меридиана.

Порядок проведения опыта.

Замыкают ключ. Перемещают плавно ползунок реостата, постепенно увеличивая силу тока в витках катушки до тех пор, пока стрелка компаса не повернется на угол в 45° относительно первоначального направления. При этом значение индукции магнитного поля Земли в месте проведения опыта станет равной индукции магнитного поля катушки. Измеряют амперметром силу тока в цепи. Затем цепь разбирают, подсчитывают число витков провода в катушке. Измеряют линейкой диаметр витков катушки.

Обработка результатов.

Ученики вычисляют значение индукции магнитного поля в центре катушки, возникшего при протекании тока в ее витках, по формуле $B_k = \mu_0 n I / \pi D$, где B_k – индукция магнитного поля катушки, n – число витков катушки, D - диаметр витка, I – значение силы тока, при котором стрелка компаса повернулась на 45° , μ_0 – магнитная постоянная (в СИ $\mu_0 \approx 1,256 \times 10^{-6}$ Гн/м). Учитывая, что при повороте стрелки компаса на 45° относительно плоскости магнитного меридиана, выполняется равенство $B_k = B_z$, определяют значение индукции магнитного поля Земли B_z в том месте на ее поверхности, где проводился опыт.

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать вольтамперную характеристику электролита.

Цель. Установить зависимость силы тока в электролите от величины приложенного напряжения.

Оборудование: ванна электролитическая, ключ, соединительные провода, источник напряжения.

Дополнительные принадлежности: амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, сосуд с раствором медного купороса.

Монтаж экспериментальной установки.

Принципиальная схема экспериментальной установки показана на рисунке 12.

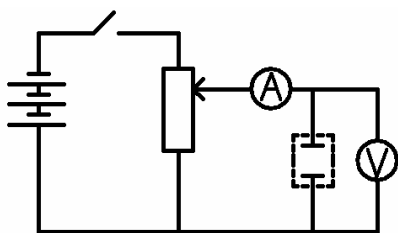


Рис. 12

Обмотку реостата соединяют через разомкнутый ключ с полюсами источника напряжения. Электрод ванны соединяют с выводом обмотки реостата (нижним по схеме рисунка). Второй электрод соединяют с амперметром и подключают к ползунку реостата. Кроме того, к электродам ванны подключают вольтметр. Ползунок реостата переводят в положение, при котором он соединяется с тем выводом реостата, к которому подключен один из электродов ванны (нижнее по схеме положение).

Ванну заполняют на $\frac{3}{4}$ раствором медного купороса.

Порядок проведения опыта.

Замыкают ключ, определяют и записывают показания амперметра и вольтметра.

Перемещая ползунок реостата, увеличивают напряжение, прикладываемое к электродам, до 0,5 В и снова измеряют силу тока и напряжение. Измерения повторяют несколько раз, увеличивая реостатом напряжение каждый раз на 0,5 В до тех пор, пока напряжение, прикладываемое к электродам ванны не возрастет до 4.5 В.

Обработка результатов.

Данные результатов измерений заносят таблицу:

№ измерения					
U, В					
I, А					

По результатам измерений строят график зависимости силы тока в электролите от приложенного напряжения.

В отчете о выполнении работы ученики, анализируя построенный график, делают вывод, о характере зависимости силы тока в электролите от приложенного напряжения.

В качестве дополнительного задания ученикам предлагают повторить опыт, используя электролит, концентрация которого вдвое меньше.

ЗАДАНИЕ 3. Исследовать параметры батарей составленных из гальванических элементов.

Цель. Экспериментально доказать утверждения: 1. ЭДС батареи, составленной из последовательно соединенных гальванических элементов, равна алгебраической сумме ЭДС каждого элемента; 2. Внутреннее сопротивление батареи гальванических элементов равно сумме внутренних сопротивлений всех элементов, образующих батарею.

Оборудование: кассета с гальваническим элементом (3 шт.), резистор 5 Ом, ключ, соединительные провода.

Дополнительные принадлежности: вольтметр лабораторный, амперметр лабораторный.

Монтаж экспериментальной установки.

Сборка экспериментальной установки проводится аналогично тому, как приведено в описании работы «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока».

Порядок проведения опыта.

Вначале измеряют ЭДС и внутреннее сопротивление каждого из трех гальванических элементов. Методика измерения этих величин изложена в описании работы «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока». Затем кассеты с гальваническими элементами соединяют последовательно в батарею. Элементы укладывают в кассеты так, чтобы их полярность была согласованной (положительный полюс одного элемента соединялся с отрицательным полюсом другого). Внешний вид такой батареи показан на рисунке 4. Проводят необходимые измерения для определения ЭДС и внутреннего сопротивления такой батареи. Затем повторяют опыт, изменив полярность включения в батарею одного из элементов (например, третьего).

Обработка результатов.

В отчете о выполнении работы ученики приводят расчеты ЭДС и внутреннего сопротивления каждого элемента, из использованных в опыте, а также ЭДС и внутреннего сопротивления

батареи, составленной из этих элементов при согласованной полярности их включения и для случая, когда один из элементов включался в обратной полярности.

На основе выполненных расчетов проверяют справедливость равенств: $E_6 = E_1 + E_2 + E_3$ (для согласованного включения элементов), $E_6 = E_1 + E_2 - E_3$ (для случая, когда третий элемент включался в обратной полярности.) и $r_6 = r_1 + r_2 + r_3$.

В качестве дополнительного задания ученики определяют ЭДС и внутреннее сопротивление батареи из трех гальванических элементов, соединенных параллельно. Внешний вид батареи из параллельно включенных элементов показан на рисунке 5.