

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н.А. Антонова

ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

Учебное пособие

Челябинск
2024

УДК 378.147.88

ББК 74.202.73

A53

А 53 Антонова, Н. А. Электрорадиотехника: учебное пособие / Н.А. Антонова; Министерство просвещения Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет». – Челябинск: Издательство Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, 2024. – 235 с. – ISBN 978-5-907790-28-5. – Текст: непосредственный.

Пособие включает методические материалы, обеспечивающие реализацию Федерального государственного стандарта высшего образования по программе дисциплины «Электрорадиотехника», в частности, рабочую программу дисциплины «Электрорадиотехника», тематику лекционных и практических занятий, лабораторных работ. В нем приводится содержание вопросов, выносимых на зачет и экзамен, темы творческих заданий и оценочные материалы.

Учебное пособие предназначено для студентов по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (уровень образования бакалавриат) профиль «Технология. Дополнительное образование (Техническое)» и «Технология. Дополнительное образование (Художественно-эстетическое)», получающих высшее образование в очной и заочной формах обучения, у которых изучение дисциплины «Электрорадиотехника» предусмотрено в учебном плане. А также адресовано преподавателям вузов и учителям школ, аспирантам, магистрантам, студентам педагогических вузов профильной направленности физика и соответствует требованиям ФГОС во 3++.

Рецензенты: Е.М. Басарыгина, д-р тех. наук, профессор
О.Р. Шефер, д-р пед. наук, доцент

ISBN 978-5-907790-28-5

© Антонова Н.А., 2024

© Издательство Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
2. СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА»	9
2.1. Содержание дисциплины «Электрорадиотехника»	9
2.2. Темы лекций по дисциплине «Электрорадиотехника»	13
2.3. Темы семинарских занятий по дисциплине «Электрорадиотехника»	15
3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА»	17
3.1. <i>Лабораторная работа 1.</i> Сила тока, напряжение, электрическое сопротивление	17
3.2. <i>Лабораторная работа 2.</i> Последовательное, параллельное, смешанное соединения проводников ...	29
3.3. <i>Лабораторная работа 3.</i> Мощность и работа электрического тока	43
3.4. <i>Лабораторная работа 4.</i> Катушка, конденсатор	51
3.5. <i>Лабораторная работа 5.</i> Изучение работы электродвигателя	62
3.6. <i>Лабораторная работа 6.</i> Изучение генератора постоянного и переменного тока.....	70
3.7. <i>Лабораторная работа 7.</i> Изучение полупроводникового диода	77
3.8. <i>Лабораторная работа 8.</i> Изучение принципа работы трансформатора.....	81

3.9. <i>Лабораторная работа 9. Диэлектрическая постоянная различных материалов</i>	95
3.10. <i>Лабораторная работа 10. Элементарный заряд и опыт Милликена</i>	104
3.11. <i>Лабораторная работа 11. Удельный заряд электрона – e/m</i>	111

4. АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА»	117
4.1. Вопросы к зачету.....	117
4.2. Вопросы к экзамену	118
4.3. Темы творческих заданий.....	120

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА»	122
5.1. Текущий контроль.....	122
5.2. Итоговый контроль.....	125
5.3. Ключи правильных ответов к итоговому контролю.....	185
5.4. Критерии шкала оценивания	225
5.5. Требования к оцениванию устного ответа	226
5.6. Требования к ответам на зачете (экзамене) и система оценки ответов.....	227

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	229
-------------------------	-----

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	231
---------------------------------------	-----

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Электрорадиотехника» (или «Электротехника и электроника») относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины/модули» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (уровень образования бакалавриат), направленность (профиль) «Технология. Дополнительное образование (Техническое)» и «Технология. Дополнительное образование (Художественно-эстетическое)». Дисциплина является обязательной для изучения.

Рабочая программа дисциплины составлена на основе единых подходов к структуре и содержанию программ высшего педагогического образования («Ядро высшего педагогического образования»).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов.

Изучение дисциплины «Электротехника и электроника» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных обучающимися из следующих дисциплин: «Материаловедение и новые материалы», «Технологии обработки материалов и пищевых продуктов», «Технология конструкционных материалов».

Дисциплина «Электротехника и электроника» формирует знания, умения и компетенции, необходимые для освоения следующих дисциплин, таких как: «Методы математической обработки данных», «Прикладная механика», «Мехатроника и робототехника», «Физические основы технологий».

Цель изучения дисциплины: формирование готовности использовать знания в области электротехники для решения профессиональных задач.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (таблица 1, 2).

Таблица 1 – Компетенции по ФГОС

Код и наименование компетенции по ФГОС	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (предметной области)
	ПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО
	ПК-1.3. Демонстрирует умения разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные
ПК-11. Способен осуществлять проектную деятельность при создании предметной среды	ПК-11.1. Владеет знаниями в области проектирования предметной среды, разработки конструкторской и технологической документации, в том числе с использованием цифровых инструментов и программных сервисов
	ПК-11.2. Демонстрирует владение методами проектирования и конструирования при создании предметной среды
	ПК-11.3. Демонстрирует навыки разработки объектов предметной среды и новых технологических решений

Таблица 2 – Образовательные результаты по дисциплине

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательные результаты по дисциплине		
	Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4
ПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (предметной области)	основные научные факты, термины и понятия	анализировать информацию по различным источникам и с разных точек зрения	экспериментальными методами исследования электротехнических устройств
ПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО	место электро-техники в системе технических наук	использовать знания, полученные при изучении дисциплин естественнонаучного цикла	владеть методикой расчета простейших электрических цепей
ПК-1.3. Демонстрирует умения разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные	разрабатывать конспекты уроков по электротехники	структурировать, оценивать, предоставлять информацию в доступном для других виде	использовать современные информационные и коммуникационные технологии в образовательном процессе

Окончание табл. 2

1	2	3	4
<p>ПК-1.1.1. Владеет знаниями в области проектирования предметной среды, разработки конструкторской и технологической документации, в том числе с использованием цифровых инструментов и программных сервисов</p>	<p>основы цифровой электроники</p>	<p>анализировать информацию по цифровой электронике из различных источников и с разных точек зрения</p>	<p>экспериментальными методами исследования цифровой электроники их устройств</p>
<p>ПК-1.1.2. Демонстрирует владение методами проектирования и конструирования при создании предметной среды</p>	<p>методы эксперимента в электротехнике</p>	<p>уметь обосновывать и доказывать свою точку зрения</p>	<p>приемами использования различных форм взаимодействия участников образовательного процесса при выполнении и защите лабораторных работ</p>
<p>ПК-1.1.3. Демонстрирует навыки разработки объектов предметной среды и новых технологических решений</p>	<p>принцип действия измерительных приборов, границы их применимости</p>	<p>обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы</p>	<p>методологией исследования в области электротехники</p>

2. СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА»

2.1. Содержание дисциплины «Электрорадиотехника»

Содержание дисциплины «Электрорадиотехника» на базовом уровне («Ядро высшего педагогического образования») для направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (уровень образования бакалавриат), направленность (профиль) «Технология. Дополнительное образование (Техническое)» и «Технология. Дополнительное образование (Художественно-эстетическое)» представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Трудоемкость дисциплины и видов занятий по дисциплине

Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Итого часов
	Л	ЛЗ в т.ч. в форме практической подготовки	ПЗ в т.ч. в форме практической подготовки	СРС	
Третий семестр					
Итого в семестре	12	18	12	66	108

<i>Основы теории электрических цепей</i>									
Однофазные электрические цепи	2								
Трёхфазные электрические цепи	2								
Трансформатор	2								
Четырёхполосники								4	
Сила тока, напряжение, электрическое сопротивление			2						
Последовательное, параллельное, смешанное соединения проводников		4						2	
Мощность и работа электрического тока			2						
Конденсатор, катушка			2						
Последовательное соединение активного, индуктивного, ёмкостного сопротивлений			2					2	
Соединение звездой в трёхфазной электрической цепи								4	
Изучение принципа работы трансформатора			2					4	

Методы расчета электрических цепей								4	
Активное, индуктивное, ёмкостное сопротивление в цепи переменного тока								4	
Трёхфазные электрические цепи								4	
Трёхфазный трансформатор								4	
Двигатели постоянного и переменного тока								4	
Электробезопасность								4	
Электронные приборы									
Полупроводниковый диод	2	2							
Транзистор	2								
Электродвигатель		4						2	
Изучение генератора постоянного тока		2							
Изучение генератора переменного тока		2							
Выпрямление переменного тока								4	
Усиление аналогового сигнала								4	
Физический принцип работы полупроводниковых датчиков								4	

Окончание табл. 3

Основы цифровой электроники						
Цифровой сигнал	2					4
Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразования				2		4
Диэлектрическая постоянная различных материалов		4				4
Форма промежуточной аттестации						
Зачет						
Итого по дисциплине						108

2.2. Темы лекций по дисциплине «Электрорадиотехника»

Основы теории электрических цепей

Лекция 1. Однофазные электрические цепи

Содержание курса. Современные тенденции развития электротехники. Основные понятия об электричестве и магнетизме, применяемые в курсе электротехники. Электрический ток. Закон Ома. ЭДС. Постоянный и переменный ток. Электрические цепи. Однофазные электрические цепи.

Лекция 2. Трехфазные электрические цепи

Многофазные токи. Трехфазный ток. Трехфазные электрические цепи. Соединение звездой. Соединение треугольником.

Лекция 3. Трансформатор

Трансформатор. Принцип работы трансформатора. Типы трансформаторов. Однофазный трансформатор. Режимы работы трансформатора. Режим холостого хода. Режим короткого замыкания. Рабочий режим трансформатора. Трехфазный трансформатор. Автотрансформатор.

Электронные приборы

Лекция 4. Полупроводниковый диод

Электронные приборы. Полупроводниковые приборы. Свойства полупроводников. р-п переход. Диод. Полупроводниковый диод.

Лекция 5. Транзистор

Транзистор. Биполярные транзисторы. Принцип работы биполярного транзистора. Вольтамперные характеристики транзистора. Параметры транзистора. Схемы включения транзисторов в цепь.

Основы цифровой электроники

Лекция 6. Цифровой сигнал

Цифровой сигнал. Получение цифрового сигнала. Радиоприемные устройства. Телевидение. Аналоговый и цифровой сигнал. Триггеры. Счетчики. Шифраторы. Дешифраторы. Датчики. Индикаторы.

2.3. Темы семинарских занятий по дисциплине «Электрорадиотехника»

Семинар 1. Основы теории электрических цепей

1. Электробезопасность.
2. Четырехполюсники.
3. Активное, индуктивное, емкостное сопротивление в цепи переменного тока.
4. Последовательное соединение активного, индуктивного, емкостного сопротивлений.
5. Методы расчета электрических цепей.
6. Трехфазные электрические цепи.
7. Соединение звездой в трехфазной электрической цепи.
8. Изучение принципа работы трансформатора.
9. Трехфазный трансформатор.
10. Нелинейные элементы электрической цепи.

Семинар 2. Электронные приборы

1. Электродвигатель.
2. Двигатели постоянного и переменного тока.
3. Физический принцип работы полупроводниковых датчиков.
4. Фильтры. Параметры и характеристики фильтров.
5. Выпрямление переменного тока.
6. Усилители. Аперриодический усилитель. Резонансный усилитель.
7. Усиление аналогового сигнала.
8. Генераторы. Мультивибратор.

Семинар 3. Основы цифровой электроники

1. Цифровой сигнал.
2. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразования.
3. Радиоприемные устройства.
4. Основные принципы формирования телевизионного сигнала.
5. Логические элементы и технические аспекты их реализации.
6. Арифметико-логическое устройство, назначение, структурная схема, функциональная схема.

3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА»

3.1. Лабораторная работа 1¹. Сила тока, напряжение, электрическое сопротивление

Часть 1. Измерение силы тока амперметром

Цель работы: освоить прием измерения силы электрического тока с помощью амперметра.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2шт.) или источник тока, амперметр лабораторный, резистор 4,7 Ом, резистор 8,2 Ом, лампа в патроне (2 шт.), ключ, провода соединительные (4 шт.).

Пояснение к эксперименту:

Электрическим током называют упорядоченное движение заряженных частиц. В металлических проводниках этими частицами являются электроны. Физическую величину, которая определяет, какой суммарный заряд проходит через поперечное сечение проводника за единицу времени, называют силой тока. Обозначают ее буквой I , измеряют в амперах (сокращенно А). Для измерения силы тока пользуются специальными приборами - амперметрами. Для измерения очень слабых токов используют миллиамперметры (мА) и микроамперметры (мкА). Измерители тока включают в цепь последовательно с тем участком или прибором, силу тока в котором необходимо изме-

¹ Лабораторная работа 1–7, оборудование: Учебный класс комплект по физике от компании SAGA CORPORATION

ритель. При этом необходимо следить за полярностью подключения прибора. Подключается прибор к цепи с помощью клемм, установленных на передней части его корпуса. Чтобы стрелка отклонилась вправо от нулевого деления шкалы, ток через прибор должен протекать от одной из клемм, помеченных числами «0,6» или «3», к клемме с числом «0» (за направление тока принимают направление движения от положительного полюса источника тока к отрицательному).

Схема установки для проведения опыта представлена на рисунке 1, вариант ее внешнего вида – на рисунке 2.

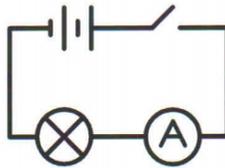


Рис. 1

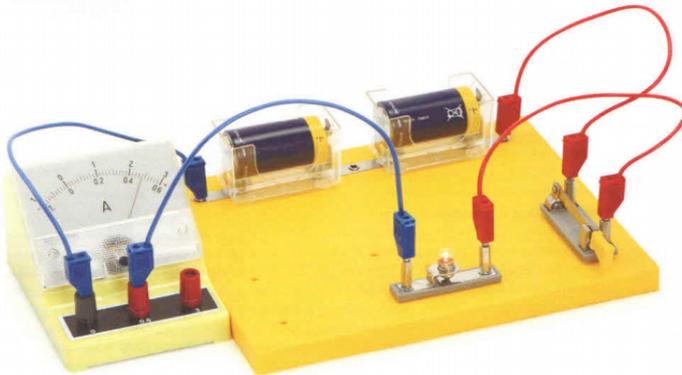


Рис. 2

Порядок проведения эксперимента

1. Рассмотрите лабораторный амперметр и определите:

- расположение клемм для подключения прибора; значение надписей, нанесенных рядом с клеммами;
- особенность шкал амперметра;
- пределы измерения силы тока;
- цену деления каждой из шкал;
- тип прибора;
- рабочее положение;
- вид измеряемого тока;
- класс точности прибора.

2. Внесите данные осмотра прибора в таблицу 4.

Таблица 4 – Данные прибора

Пределы измерения	
Цена деления шкал	
Тип прибора	
Рабочее положение	
Вид измеряемого тока	
Класс точности	

3. Соберите цепь, содержащую источник тока, амперметр, ключ и лампу накаливания, соединив их последовательно, замкните ключ и измерьте силу тока в лампе (рис. 1,2).

4. Повторите опыт, заменяя поочередно лампу на резистор 4,7 Ом, на резистор 8,2 Ом, на две лампы, соединенные последовательно, на два резистора, соеди-

ненных параллельно. Нарисуйте схему электрической цепи.

5. Внесите данные измерения силы тока в таблицу 5.

Таблица 5 – Данные эксперимента

№ опыта п/п	Объект наблюдения	Сила тока, А
1	Лампа в патроне	
2	Резистор 4,7 Ом	
3	Резистор 8,2 Ом	
4	Лампы в патроне, соединенные последовательно	
5	Резисторы 4,7 Ом и 8,2 Ом соединенные параллельно	

6. Вывод.

Часть 2. Измерение напряжения вольтметром

Цель работы: освоить прием измерения напряжения в электрической цепи с помощью вольтметра.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2шт.) или источник тока, вольтметр лабораторный, резистор 4,7 Ом, резистор 8,2 Ом, лампа в патроне (2 шт.), ключ, провода соединительные (5 шт.).

Пояснение к эксперименту:

Для возникновения электрического тока необходим источник тока. Источник расходует энергию на

разделение разноименных электрических зарядов, в итоге между полюсами источника создается электрическое поле при подключении источника тока в замкнутую электрическую цепь. Это электрическое поле в подключенной цепи совершает работу по перемещению электрических зарядов.

Отношение работы A электрического поля источника по перемещению электрического заряда q к величине этого заряда называется электрическим напряжением U : $U = A/q$.

Измеряют напряжение в вольтах (В), используя специальные приборы – вольтметры. Вольтметр включается параллельно участку цепи, на котором измеряют напряжение.

При этом необходимо следить за полярностью подключения прибора. Подключается прибор к цепи с помощью клемм, установленных на передней части его корпуса. Чтобы стрелка отклонилась вправо от нулевого деления шкалы, ток через прибор должен протекать от одной из клемм, помеченных цифрами «3» или «6» к клемме с числом «0» (за направление тока принимают направление движения от положительного полюса источника тока к отрицательному).

Схема установки для проведения опыта представлена на рисунке 3, вариант ее внешнего вида – на рисунке 4.

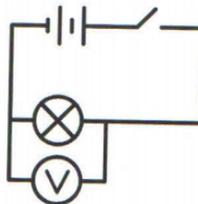


Рис. 3

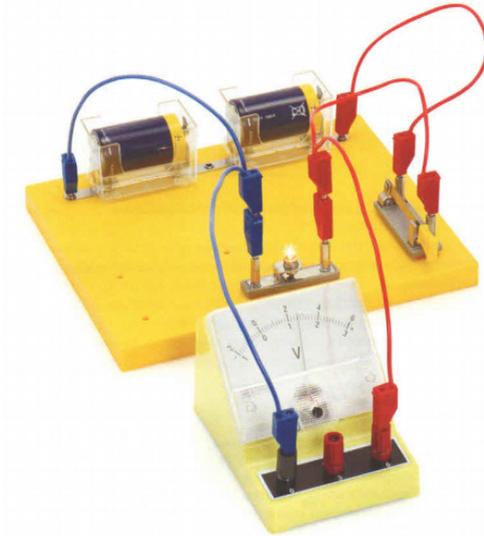


Рис. 4

Порядок проведения эксперимента

1. Рассмотрите лабораторный вольтметр и определите:

- расположение клемм для подключения прибора;
- значение надписей, нанесенных рядом с клеммами;
- особенность шкал вольтметра;
- пределы измерения напряжения;
- цену деления каждой из шкал;
- тип прибора;
- рабочее положение;
- вид измеряемого напряжения;
- класс точности прибора.

2. Внесите данные осмотра прибора в таблицу 6.

Таблица 6 – Данные прибора

Пределы измерения	
Цена деления шкал	
Тип прибора	
Рабочее положение	
Вид измеряемого тока	
Класс точности	

3. Соберите цепь, содержащую источник тока, ключ и лампу накаливания соединив их последовательно, подключите к лампе вольтметр, соблюдая полярность его включения, замкните ключ и измерьте напряжение на лампе (рис. 3,4).

4. Повторите опыт, заменяя поочередно лампу на резистор 4,7 Ом, на резистор 8,2 Ом, на две лампы, соединенные последовательно, на два резистора, соединенных параллельно. Нарисуйте схему электрической цепи.

5. Внесите данные измерения силы тока в таблицу 7.

Таблица 7 – Данные эксперимента

№ опыта п/п	Объект наблюдения	Напряжение, В
1	Лампа в патроне	
2	Резистор 4,7 Ом	
3	Резистор 8,2 Ом	
4	Лампы в патроне, соединенные последовательно	
5	Резисторы 4,7 Ом и 8,2 Ом соединенные параллельно	

6. Вывод.

Часть 3. Измерение электрического сопротивления омметром

Цель работы: изучить устройство и принцип действия омметра на примере его модели.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2шт.) или источник тока, амперметр лабораторный, реостат, резистор 4,7 Ом, резистор 8,2 Ом, ключ, провода соединительные (4 шт.).

Пояснение к эксперименту:

Омметром называют прибор, предназначенный для измерения электрического сопротивления элементов электрических цепей.

Конструкция простейшего омметра включает источник тока, измерительный прибор и реостат. Его схема показана на рисунке 5. Источник тока, измерительный прибор и реостат соединяют последовательно. На концах собранной электрической цепи устанавливают контактные гнезда Γ_1 и Γ_2 .

Прибор такой конструкции измеряет сопротивление тех устройств, которые будут подключаться к этим гнездам. Принцип действия омметра основан на измерении силы тока, проходящего через тот элемент цепи, сопротивление которого измеряют. Сила тока будет тем меньше, чем больше сопротивление, и наоборот. Следовательно, по величине отклонения стрелки измерительного прибора можно судить о величине сопротивления элемента, подключенного к гнездам: чем сопротивление меньше, тем отклонение стрелки больше. Поэтому шкала омметра отличается от шкал таких измерительных приборов, как амперметр или вольтметр тем, что нулевое деление у нее расположено справа, а сама шкала нелинейна.

Реостат служит для установки стрелки прибора на нулевое деление шкалы. Необходимость такой установки может возникнуть, например, при изменении напряжения на выходе источника тока омметра.

С помощью стрелочного омметра измерение проводят в два этапа. Вначале прибор калибруют. Для этого его гнезда замыкают соединительным проводом. Поскольку сопротивление такого провода практически равно нулю, стрелка прибора должна отклониться до нулевого деления шкалы. Если этого не происходит, ее подводят к нулевому делению, перемещая ползунок реостата. На омметрах промышленного изготовления рядом с этим движком нанесена надпись «Уст. 0». Затем гнезда размыкают и подключают к ним ту деталь, электрическое сопротивление которой необходимо измерить (например, резистор или проволочную катушку). Если ее сопротивление не равно нулю, по цепи омметра пойдет ток меньший, чем при коротком замыкании гнезд, стрелка отклонится на меньший угол и остановится напротив того деления, которое соответствует значению сопротивления подключенной детали.

Схема установки для проведения опыта представлена на рисунке 5, вариант ее внешнего вида – на рисунке 6.

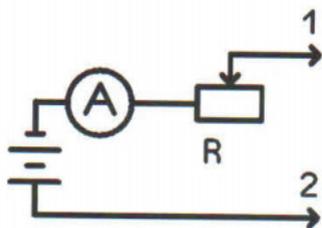


Рис. 5

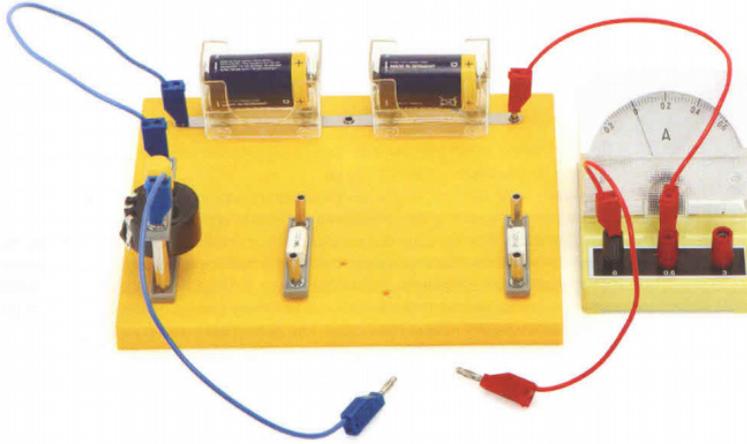


Рис. 6

Порядок проведения эксперимента

1. Заклейте шкалу лабораторного амперметра как показано на рисунке 6.

2. Смонтируйте модель омметра, согласно схеме, показанной на рисунке 5.

В качестве источника тока используйте батарею из двух гальванических элементов, а измерительного прибора – лабораторный амперметр. В качестве контактных гнезд используйте два соединительных провода. Общий вид собранной модели омметра показан на рисунке 6.

3. Проградуируйте шкалу омметра. Для этого:

- Соедините концы соединительных проводов и установите вращением ручки реостата стрелку

прибора в крайнее правое положение. Это положение стрелки отметьте на прикрепленном листе меткой, рядом с которой поставьте цифру 0.

- Подключите к соединительным проводам резистор с сопротивлением 5 Ом (точнее 4,7 Ом).

- После того, как колебания стрелки прибора прекратятся, нанесите на листе бумаги метку и проставьте рядом с ней цифру 5.

- Подключите к контактным зажимам резистор с сопротивлением 8,2 Ом.

- После того, как колебания стрелки прибора прекратятся, нанесите на листе бумаги метку и проставьте рядом с ней цифру 9.

- Нанесите напротив положения стрелки, которое она занимает при разомкнутых проводах, метку и поставьте рядом с ней значок «∞».

4. Используйте собранную модель омметра для оценки значения общего сопротивления двух резисторов, соединенных параллельно. Для этого соедините параллельно резисторы с сопротивлением 4,7 и 8,2 Ом и подключите их к омметру. Убедитесь по показанию прибора в том, что общее сопротивление параллельно соединенных резисторов меньше 5 Ом (стрелка прибора остановилась в интервале значений самодельной шкалы 0–5 Ом).

5. Используйте собранную модель омметра для оценки значения общего сопротивления двух резисторов, соединенных последовательно. Для этого соедините последовательно резисторы с сопротивлением 4,7 и 8,2 Ом и подключите их к омметру. Убедитесь по показанию прибора в том, что общее сопротивление последовательно соединенных резисторов больше

10 Ом (стрелка прибора остановилась в интервале значений самодельной шкалы 10 Ом – ∞).

6. Вывод.

Вопросы

1. Почему не следует присоединять амперметр непосредственно к выводам источника тока?

2. Каково условное обозначение амперметра и вольтметра на схемах электрических цепей?

3. Как включают амперметр и вольтметр в электрическую цепь?

4. Почему внутреннее сопротивление вольтметра должно быть намного больше сопротивления того участка цепи, на котором измеряют напряжение?

5. Поясните, почему шкала омметра нелинейна.

6. Чем шкала стрелочного омметра отличается от шкалы лабораторного амперметра?

7. Какова роль источника тока в конструкции омметра?

8. Какова роль источника тока в конструкции амперметра?

9. Какую функцию выполняет реостат, включенный в его схему?

10. Для чего производят калибровку омметра перед тем, как использовать его для измерения сопротивления?

Терминологический минимум: электрический ток, электрическая цепь, сила тока, напряжение, сопротивление, амперметр, вольтметр, реостат, резистор, омметр.

3.2. Лабораторная работа 2. Последовательное, параллельное, смешанное соединения проводников

Часть 1. Изучение последовательного соединения проводников

Цель работы: экспериментально доказать справедливость утверждений о том, что при последовательном соединении проводников: сила тока в любой точке цепи одинакова; общее напряжение, приложенное к цепи, равно сумме напряжений на каждом из проводников, общее сопротивление цепи равно сумме сопротивлений ее проводников.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2шт.) или источник тока, вольтметр лабораторный, амперметр лабораторный, реостат, резистор 4,7 Ом, ключ, провода соединительные (6 шт.).

Пояснение к эксперименту:

Последовательным соединением проводников называют такое, при котором все проводники включены друг за другом так, что конец одного проводника соединен с началом следующего. Для таких целей выполняются следующие закономерности:

Сила тока в любом проводнике одинакова: $I_1 = I_2 = I_3 = \text{const}$ (1);

Напряжение, приложенное от источника тока, равно сумме напряжений на каждом проводнике: $U_{\text{общ}} = U_1 + U_2 + \dots$ (2);

Сопротивление всей цепи равно сумме сопротивлений всех ее проводников: $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + \dots$ (3),

Схема установки для проведения опыта представлена на рисунке 7, вариант ее внешнего вида – на рисунках 8–13.

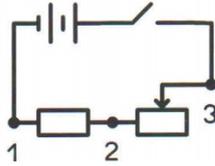


Рис. 7

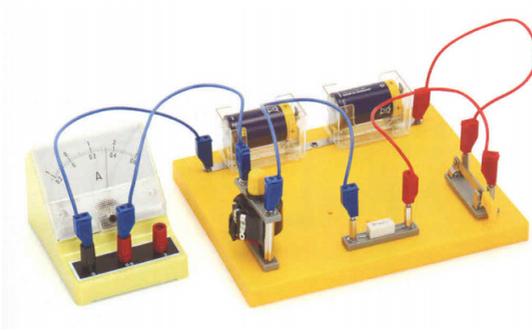


Рис. 8

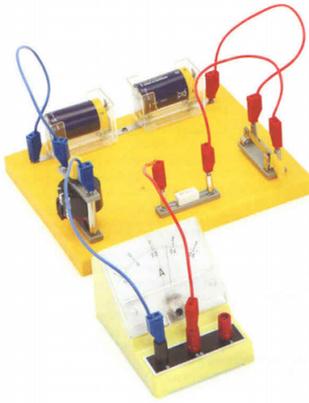


Рис. 9

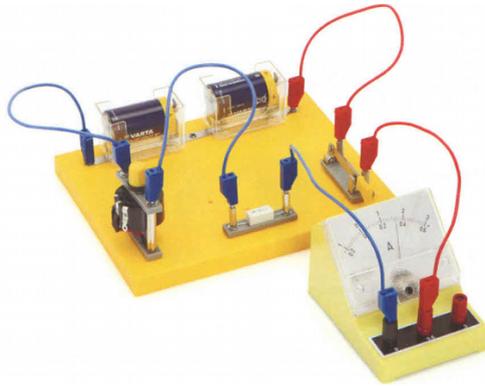


Рис. 10

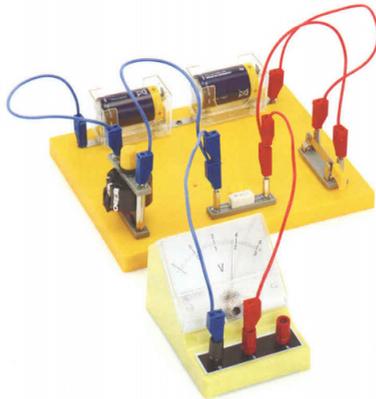


Рис. 11

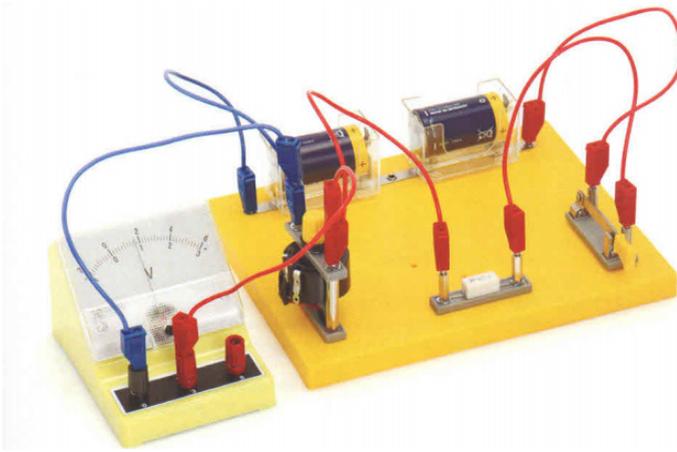


Рис. 12

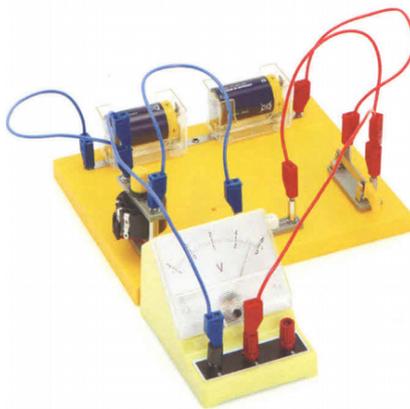


Рис. 13

Порядок проведения эксперимента

1. Соберите на планшете электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке 7. Установите движок реостата в положение, при котором сопротивление этого резистора наибольшее.

2. Измерьте амперметром силу тока поочередно в точках 1, 2 и 3, соответственно I_1 , I_2 и I_3 (рисунки 8, 9, 10).

3. Измерьте поочередно вольтметром напряжение на резисторе – U_1 , на реостате – U_2 и общее напряжение, приложенное к цепи – $U_{\text{общ}}$ (рисунки 11, 12, 13).

4. Повторите опыт дважды, уменьшив первый раз сопротивление реостата примерно на $1/3$, а второй раз на $2/3$.

5. Сравните для каждого опыта значения в точках 1, 2 и 3 и сделайте вывод: выполняется ли закономерность (1).

6. Вычислите по результатам измерений в каждом опыте сумму напряжений U_1 , и U_2 , сравните ее с напряжением $U_{\text{общ}}$ и сделайте вывод о справедливости закономерности (2).

7. Вычислите значения сопротивления резистора R_1 , по формуле $R_1 = U_1 / I_1$, сопротивление реостата R_2 , которое он имел в каждом из опытов, по формуле $R_2 = U_2 / I_2$, и общего сопротивления цепи $R_{\text{общ}}$ по формуле $R_{\text{общ}} = U_{\text{общ}} / I$.

8. Вычислите сумму сопротивлений R_1 и R_2 , сравните ее со значением $R_{\text{общ}}$ и сделайте вывод о справедливости закономерности (3).

9. По результатам эксперимента заполните таблицу 8. Нарисуйте схемы электрической цепи.

Таблица 8 – Данные эксперимента

№ опыта п/п	I_1, A	I_2, A	I_3, A	U_1, B	U_2, B	$U_{\text{общ}}, B$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_{\text{общ}}, Ом$

10. Вывод.

Часть 2. Изучение параллельного соединения проводников

Цель работы: экспериментально доказать справедливость утверждений о том, что при параллельном соединении проводников: общая сила тока в цепи равна сумме токов в каждом из проводников; напряжение на каждом проводнике одинаковое и равно общему напряжению, приложенному к цепи, общее сопротивление цепи меньше, чем сопротивление любого из ее проводников.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2шт.) или источник тока, вольтметр лабораторный, амперметр лабораторный, реостат, резистор 8,2 Ом, ключ, провода соединительные (7 шт.).

Пояснение к эксперименту:

Параллельным соединением проводников называют такое, при котором начала всех проводников соединены в одной точке, а концы – в другой. Проводники в таком подключении называют ветвями параллельного соединения, а точки, к которым они подключены, узлами разветвления.

Для цепей из параллельно включенных проводников выполняются следующие закономерности:

Общая сила тока в цепи равна сумме токов в каждой ее ветви:

$$I_{\text{общ}} = I_1 + I_2 + \dots \quad (1);$$

Напряжение, приложенное от источника тока, одинаково в каждой ветви:

$$U_{\text{общ}} = U_1 = U_2 = \dots \quad (2);$$

Сопротивление всей цепи определяется формулой:

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \quad (3)$$

Если параллельно соединить два резистора, то:

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (4).$$

Причем когда $R_1 = R_2$, $R_{\text{общ}} = \frac{R_1}{2}$, то есть в два раза меньше сопротивления каждого из резисторов.

Схема установки для проведения опыта представлена на рисунке 14, вариант ее внешнего вида – на рисунках 15–17.

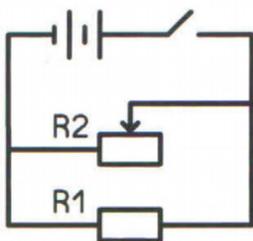


Рис. 14

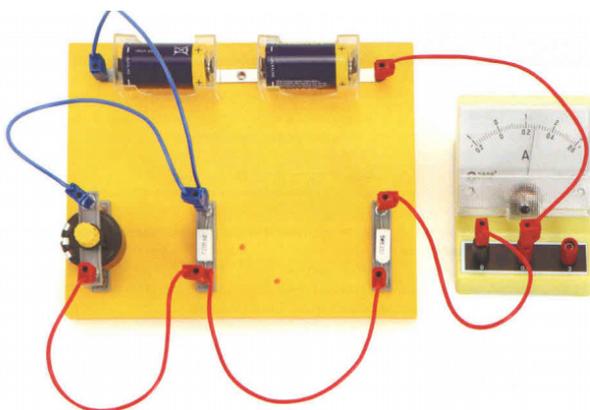


Рис. 16

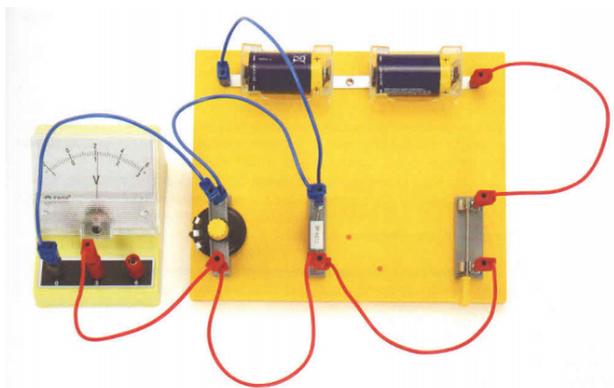


Рис. 17

Порядок проведения эксперимента

1. Соберите на планшете электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке 14. Установите движок реостата в положение, при котором его сопротивление наибольшее.

2. Измерьте амперметром силу тока поочередно подключая его последовательно с батареей электропитания ($I_{\text{общ}}$), с резистором (I_1) и реостатом (I_2).

3. Измерьте поочередно вольтметром напряжение на резисторе – U_1 , на реостате – U_2 , и общее напряжение, приложенное к цепи батареи – $U_{\text{общ}}$ (рисунки 16, 17).

4. Повторите опыт дважды, уменьшив первый раз сопротивление реостата примерно на $1/3$, а второй раз на $2/3$.

5. Вычислите по результатам измерений в каждом опыте сумму токов $I_1 + I_2$, сравните ее с общим током, потребляемым от батареи $I_{\text{общ}}$ и сделайте вывод о справедливости закономерности (1).

6. Сравните для каждого опыта значения напряжений U_1 , U_2 , и общее напряжение, приложенное к цепи от батареи – $U_{\text{общ}}$ и сделайте вывод: выполняется ли закономерность (2).

7. Вычислите значения сопротивления резистора R_1 по формуле $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$ сопротивления реостата R_2 , которое было установлено в каждом из опытов, по формуле $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$, и общего сопротивления цепи $R_{\text{общ}}$ по формуле $R_{\text{общ}} = \frac{U_{\text{общ}}}{I_{\text{общ}}}$.

8. Подставьте полученные значения сопротивлений в формулу (4) и сделайте вывод о справедливости закономерности (3).

9. По результатам эксперимента заполните таблицу 9. Нарисуйте схемы электрической цепи.

Таблица 9 – Данные эксперимента

№ опыта п/п	I_1, A	I_2, A	$I_{общ}, A$	U_1, B	U_2, B	$U_{общ}, B$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_{общ}, Ом$

6. Вывод.

Часть 3. Исследование смешенного соединения проводников

Цель работы: исследовать распределение токов и напряжений в электрической цепи со смешанным соединением элементов.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2 шт.) или источник тока, вольтметр лабораторный, амперметр лабораторный, реостат, резистор 4,7 Ом, резистор 8,2 Ом, провода соединительные (8 шт.).

Пояснение к эксперименту:

Смешанным соединением проводников называют такое, при котором часть проводников, образу-

ющих электрическую цепь, включены параллельно, часть последовательно. При этом для участков цепи с параллельным соединением выполняются все закономерности, характерные для такого соединения, также и для участков с последовательным соединением.

Работу выполняют, собрав экспериментальную установку, схема которой показана на рисунке 18, общий вид – на рисунке 19. Выполняя задание измеряют токи и напряжения на различных участках с целью экспериментальной проверки утверждений о том, что общее напряжение в последовательной цепи равно сумме напряжений на отдельных ее участках и общая сила тока в параллельной цепи равна сумме сил токов в отдельных проводниках. Чтобы убедиться в том, что эти законы носят общий характер и выполняются при любых режимах работы цепи, опыт проводят дважды при различных значениях сопротивления реостата.

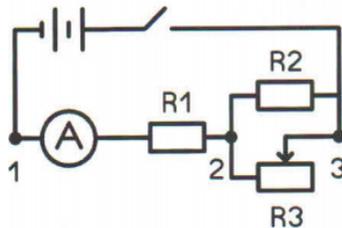


Рис. 18

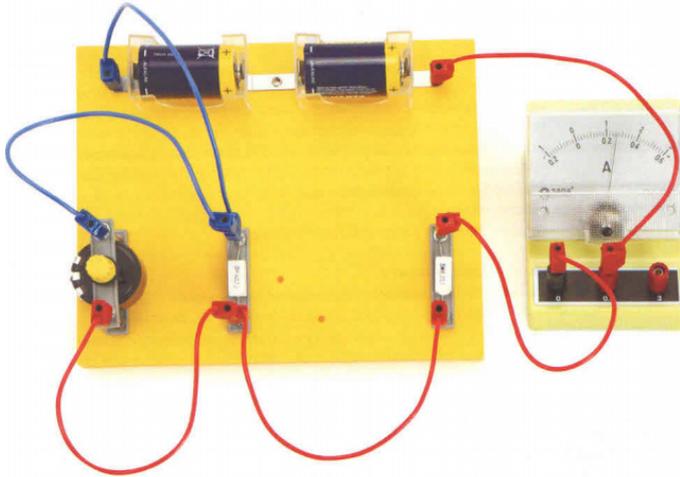


Рис. 19

Порядок проведения эксперимента

1. Соберите экспериментальную установку по схеме рисунка 18.
2. Переведите движок реостата в положение, при котором сопротивление части реостата, включенной в цепь, будет максимальным.
3. Подключите батарею электропитания и измерьте силу тока I_{R_1} , в резисторе R_1 .
4. Измените схему так, чтобы амперметр измерял ток I_{R_2} , в резисторе R_2 . Измерьте значение этого тока.

5. Измените схему так, чтобы амперметр измерял силу тока I_{R3} в реостате R_3 . Измерьте силу тока.

6. Удалите из установки амперметр.

7. Поочередно измерьте вольтметром напряжение U_1 , на резисторе R_1 , U_2 , на резисторе R_2 и U_3 , на выводах батареи.

8. Восстановите цепь, вернув в нее амперметр, переведите движок реостата в положение, при котором сопротивление его части, включенной в цепь, будет равно, примерно, $\frac{1}{3}$ от максимального.

9. Повторите измерения токов и напряжений в том же порядке.

10. По результатам каждого из опытов вычислите суммы $I_{R2} + I_{R3}$, и сравните значения сумм с величиной тока I_{R1} . Сделайте вывод о справедливости закона параллельной цепи для токов.

11. По результатам каждого из опытов вычислите суммы $U_1 + U_2$ и сравните значения сумм с величиной напряжения U_3 . Сделайте вывод о справедливости закона последовательной цепи для напряжений.

12. По результатам эксперимента заполните таблицу 10. Нарисуйте схемы электрической цепи.

Таблица 10 – Данные эксперимента

№ опыта п/п	I_{R1}, A	I_{R2}, A	I_{R3}, A	$I_{R2} + I_{R3}, A$	U_1, B	U_2, B	U_3, B	$U_1 + U_2, B$

6. Вывод.

Вопросы

1. Повторите правила подключения вольтметра и амперметра к электрической цепи.

2. Укажите, как, зная силу тока и напряжение на участке цепи определить сопротивление этого участка.

3. Как формируется и записывается закон Ома для участка цепи?

4. Как формируется и записывается закон Ома для полной цепи?

5. Назовите законы последовательного соединения.

6. Назовите законы параллельного соединения.

7. Укажите на схеме рисунка 18 участки с параллельным и последовательным соединением проводников.

8. Объясните принцип действия реостата.

9. Выведите формулу: $R_{\text{общ}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ из $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

Терминологический минимум: последовательное соединение, параллельное соединение, смешанное соединение, закон Ома.

3.3. Лабораторная работа 3. Мощность и работа электрического тока

Часть 1. Изучение работы источника тока

Цель работы: исследовать зависимость мощности, развиваемой источником тока в подключенной к нему цепи от сопротивления внешней цепи.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2 шт.) или источник тока, вольтметр лабораторный, амперметр лабораторный, реостат, резистор 4,7 Ом, ключ, провода соединительные (6 шт.).

Пояснение к эксперименту:

Если к источнику с ЭДС E и внутренним сопротивлением r подключить резистор с сопротивлением R , в резисторе пойдет ток и будет выделяться мощность:

$$P = I^2 R = \frac{E^2 R}{(R + r)^2} \quad (1).$$

Из (1) видно, что если $R = 0$ (при коротком замыкании) внешняя мощность равна 0. Также если $R \rightarrow \infty$, то $P_{\text{вн}} \rightarrow 0$.

Определить значение R , при котором источник разовьет в нагрузке максимальную мощность можно, если взять производную от функции $P_{\text{вн}}(R)$ по переменной R и приравнять ее к нулю:

$$\frac{dP_{\text{вн}}}{dR} = \frac{E^2(r - R^2)}{(R + r)^4} = 0.$$

Полученное равенство выполняется при условии:

$$R = r \quad (2).$$

То есть, источник разовьет в нагрузке максимальную мощность, если ее сопротивление R будет равно внутреннему сопротивлению источника r .

Подставив полученное условие в формулу (1), получают формулу для вычисления максимальной мощности, которую источник может выделить в нагрузку:

$$P_{\text{вн max}} = \frac{E^2}{4R} (3).$$

Опыт проводят для проверки этого вывода.

Схема установки для проведения опыта представлена на рисунке 20, вариант ее внешнего вида – на рисунке 21.

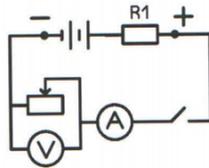


Рис. 20

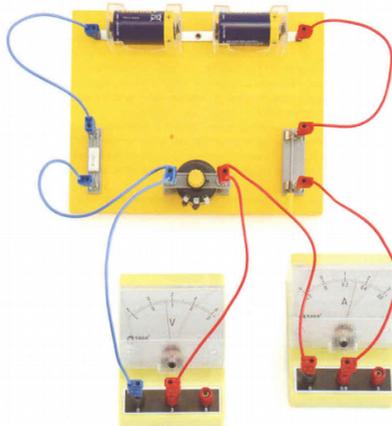


Рис. 21

Порядок проведения эксперимента

1. Подключите последовательно с источником постоянный резистор R_1 сопротивлением 4,7 Ом, который будет рассматриваться как добавочное внутреннее сопротивление источника. Он необходим, так как собственное сопротивление батареи невелико и при малом сопротивлении нагрузки может возникнуть опасный для нее режим работы.

2. Соберите установку в соответствии со схемой, показанной на рисунке 20.

3. Подключите к реостату вольтметр.

4. Замкните ключ и, вращая ручку реостата, установите на нем напряжение в 0,5В.

5. Измерьте силу тока в цепи.

6. Повторите измерения тока в цепи поочередно увеличивая напряжение на реостате на 0,5В.

7. Вычислите для каждого полученного значения тока и напряжения мощность, которую потреблял реостат и сопротивление реостата.

8. Проанализируйте полученные данные и определите значение максимальной мощности, развиваемой в реостате.

9. Установите, какое сопротивление имел реостат, потребляя максимальную мощность.

10. Измерьте вольтметром ЭДС батареи.

11. Используя полученные данные проверьте выполнение равенства (3).

12. По результатам эксперимента заполните таблицу 11. Нарисуйте схемы электрической цепи.

Таблица 11 – Данные эксперимента

U, В						
I, А						
R, Ом						
P, Вт						

10. Вывод.

Часть 2. Определение мощности и работы электрического тока

Цель работы: освоить приема определения мощности и работы постоянного электрического тока на участке цепи с помощью вольтметра и амперметра.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2 шт.) или источник тока, вольтметр лабораторный, амперметр лабораторный, лампа в патроне (2 т), резистор 4,7 Ом резистор 8,2 Ом, ключ, провода соединительные (6 шт.).

Пояснение к эксперименту:

Мощность электрического тока P на участке цепи равна произведению напряжения U на этом участке на силу тока I :

$$P = UI \quad (1)$$

мощность электрического тока измеряют в ваттах (сокращенно Вт): $1 \text{ Вт} = 1 \text{ В} \times 1 \text{ А}$.

Следовательно, чтобы измерить мощность, развиваемую электрическим током в каком-то приборе, например, в лампе, необходимо измерить напряжение на лампе U и силу тока I , протекающего в лампе.

Работа A , которую совершает электрический ток на участке цепи за время t , равна произведению мощности тока P на время его протекания t : $A = P \times t$ или, с учетом формулы (1):

$$A = UIt \quad (2).$$

Единицей работы электрического тока является джоуль (сокращенно Дж), в быту ее принято измерять в киловатт часах (сокращенно кВтч).

Схема установки для проведения опыта представлена на рисунке 22, вариант ее внешнего вида – на рисунке 23.

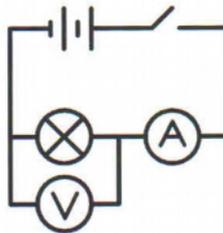


Рис. 22

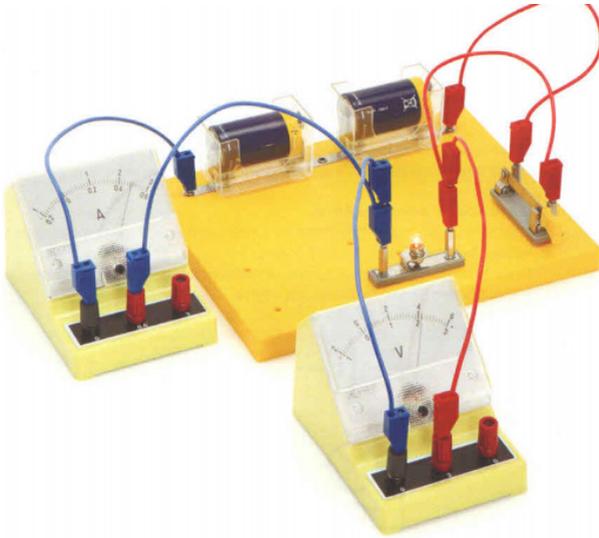


Рис. 23

Порядок проведения эксперимента

1. Соберите электрическую цепь для определения мощности электрического тока в лампе, схема которой представлена на рисунке 22.

2. Замкните ключ и определите напряжение U на лампе и силу тока I в ней.

3. Повторите опыт, используя поочередно в качестве объекта наблюдения две лампы, соединенные параллельно, две лампы, соединенные последовательно, резистор 4,7 Ом, резистор 8,2 Ом.

4. Вычислите значения мощности электрического тока в каждом из объектов наблюдения.

5. Вычислите значения работы электрического тока в каждом из объектов наблюдения совершенной им за одну минуту и один час.

6. Проверьте, не превышает ли мощность, развиваемая в резисторах, предельно допустимых значений, указанных на их корпусах.

7. По результатам эксперимента заполните таблицу 12. Нарисуйте схемы электрической цепи.

Таблица 12 – Данные эксперимента

№ опыта п/п	Объект наблюдения	U, В	I, А	P, Вт	A, Дж	
					t = 1 мин	t = 1 час
1	Лампа в патроне					
2	Лампы в патроне, соединенные параллельно					
3	Лампы в патроне, соединенные последовательно					
4	Резистор 4,7 Ом					
5	Резистор 8,2 Ом					

6. Вывод.

Вопросы

1. Выведите, используя закон Ома для полной цепи, формулы:

$$P = I^2 R = \frac{E^2 R}{(R+r)^2};$$

$$P_{\text{вн max}} = \frac{E^2}{4R}.$$

2. Как определить сопротивление резистора, если известна сила тока в нем и приложенное напряжение?

3. Как определить потребляемую резистором мощность, если известна сила тока в нем и приложенное напряжение?

4. Поясните, как измерить ЭДС батареи вольтметром.

5. Как, зная потребляемую лампой мощность и ее рабочее напряжение, определить силу тока в ней?

6. Какую единицу времени следует использовать для определения работы электрического тока в джоулях.

7. Как изменятся мощность и работа электрического тока, если время его протекания увеличить в 2 раза?

8. Как связаны единицы работы электрического тока Дж и кВтч?

Терминологический минимум: закон Ома, ЭДС, внутреннее сопротивление, мощность электрического тока, работа электрического тока.

3.4. Лабораторная работа 4. Катушка, конденсатор

Часть 1. Исследование магнитного поля проволочной катушки

Цель работы: исследовать зависимость магнитного поля проволочной катушки, в витках которой протекает электрический ток, от силы и направления тока.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2шт.) или источник тока, амперметр лабораторный, реостат, катушка проволочная, ключ, компас, провода соединительные (5 шт.).

Пояснение к эксперименту:

В пространстве вокруг проводника, по которому протекает электрический ток, существует магнитное поле. Его интенсивность и направление зависят от силы тока и его направления в проводнике. За направление электрического тока в проводнике принято направление движения положительных зарядов, то есть направление от положительного полюса источника тока к отрицательному. За направление магнитного поля принято считать направление, которое указывает северный конец стрелки компаса.

Если несколько проводников, по которым протекает ток в одну сторону, соединить вместе, их магнитные поля сложатся, в результате чего общее магнитное поле станет интенсивнее во столько раз, сколько проводников соединили. Это свойство магнитного поля используют для получения сильных полей с помощью проволочных катушек. При пропускании электрического тока по проводу обмотки катушки магнитные

поля каждого витка складываются образуя общее поле катушки, которое при прочих равных условиях будет тем сильнее, чем больше в ней витков. Направление магнитного поля катушки зависит от направления тока в ее витках.

Схема установки для проведения опыта представлена на рисунке 24, вариант ее внешнего вида – на рисунке 25.

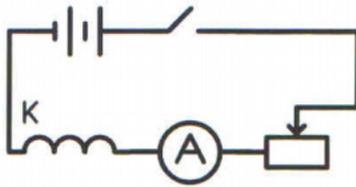


Рис. 24

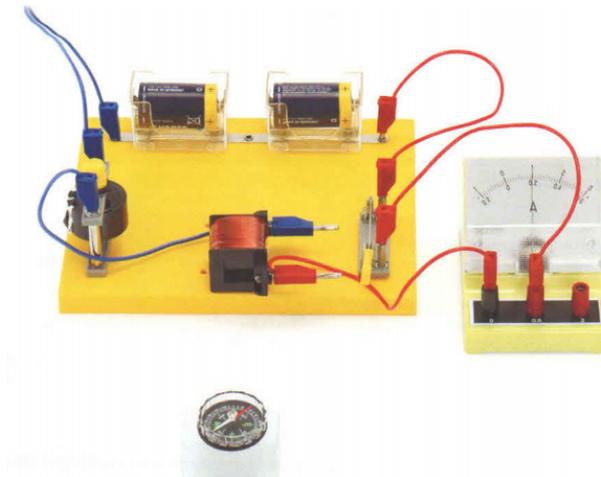


Рис. 25

Порядок проведения эксперимента

1. Соберите установку, как показано на рисунке 25.
2. Замкните ключ и установите с помощью реостата минимальную силу тока в катушке.
3. Разомкните ключ.
4. Установите рядом с катушкой компас.
5. Разверните катушку так, чтобы стрелка компаса расположилась перпендикулярно ее оси.
6. Обратите внимание на то, что при отсутствии тока катушка не оказывает действия на стрелку компаса.
7. Замкните ключ и определите по шкале компаса насколько отклонилась его стрелка под действием магнитного поля катушки.
8. Увеличивайте плавно с помощью реостата силу тока в катушке и наблюдайте, как при этом меняется отклонение стрелки компаса.
9. Сделайте вывод о зависимости влияния поля катушки на стрелку при изменении тока в ее витках.
10. Установите реостатом максимальную силу тока в катушке, после чего измените полярность ее подключения к батарее электропитания.
11. Сделайте вывод по поведению стрелки компаса о зависимости поля катушки от направления тока в ее витках.

Часть 2. Изучение электромагнита

Цель работы: изучить действие и конструкцию электромагнита, экспериментально доказать справедливость утверждения о том, что действие электромагнита зависит от силы тока в его витках и усиливается наличием сердечника.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2шт.) или источник тока, амперметр лабораторный, реостат, катушка проволочная, пластина стальная (2 шт.), ключ, компас, провода соединительные (5 шт.).

Пояснение к эксперименту:

Основными частями электромагнита является проволочная катушка, внутри которой находится железный сердечник.

Магнитное поле катушки с железным сердечником значительно сильнее, чем ее поле без сердечника потому, что железо внутри катушки намагничивается током в ее витках и к полю катушки добавляется поле сердечника. Как показывает опыт, при небольших токах магнитное поле железного сердечника значительно превосходит поле катушки. При увеличении тока в катушке усиливаются оба поля (и катушки и сердечника). Следовательно, увеличивается и суммарное поле электромагнита. Но когда намагниченность сердечника достигнет насыщения, дальнейшее увеличение тока будет усиливать только поле катушки.

При отключении катушки от источника тока поле катушки исчезает, сердечник также размагничивается, однако в некоторых случаях в нем может наблюдаться небольшая остаточная намагниченность.

Опыт проводят, собрав модель электромагнита с использованием проволочной катушки и двух стальных пластин, которые закрепляют внутри каркаса катушки резиновым ластиком. Катушку закрепляют лапкой штатива над поверхностью стола, как показано на рисунке 27, соединяют последовательно с ключом, амперметром и реостатом и подключают к батарее гальванических элементов.

Схема установки для проведения опыта представлена на рисунке 26, вариант ее внешнего вида – на рисунке 27.

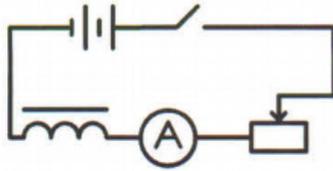


Рис. 26

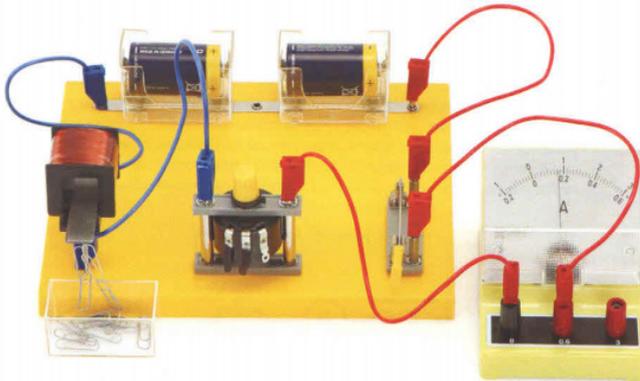


Рис. 27

Порядок проведения эксперимента

1. Соберите установку, как показано на рисунке 27.

2. Исследуйте зависимость силы притяжения электромагнита от силы тока в катушке. Для этого поместите под сердечником электромагнита мелкие стальные предметы, замкните ключ и плавно увеличивая силу тока в катушке реостатом наблюдайте за тем, как количество притянутых магнитом мелких предметов зависит от силы тока в витках катушки. Значение тока контролируйте амперметром.

3. Определите, зависит ли сила притяжения электромагнита от направления тока в катушке. Для этого измените полярность ее подключения к батарее, измените полярность включения в цепь амперметра и установите изменилось ли количество притянутых предметов при изменении направления тока в катушке. Убедитесь по показанию амперметра, что значение силы тока при этом не менялось.

4. Исследуйте влияние железного сердечника на работу электромагнита. Для этого удалите из каркаса катушки одну из пластин, повторите опыт при том же значении силы тока в катушке и установите, изменилось ли число предметов, притянутых магнитом.

5. Проверьте наличие остаточной намагниченности у сердечника. Для этого разомкните ключ и, приближая мелкие предметы к сердечнику, установите взаимодействуют ли они с пластинами сердечника.

6. Вывод.

Часть 3. Изучение конденсатора

Цель работы: исследовать зависимость напряжения на выводах конденсатора от величины накопленного заряда.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2шт.) или источник тока, вольтметр лабораторный, миллиамперметр лабораторный, реостат, резистор 4,7 Ом, ключ, конденсатор 2200 мкФ, провода соединительные (8 шт.).

Пояснение к эксперименту:

Конденсатором называют устройство, предназначенное для накопления электрических зарядов. Основными деталями конденсатора являются два проводника, называемые обкладками, разделенные слоем диэлектрика. Величину, характеризующую способность конденсатора накапливать электрические заряды, называют емкостью C . Емкость определяют, как отношение заряда Q на обкладках к напряжению U между ними:

$$C = Q/U \quad (1).$$

Измеряют емкость в фарадах Φ или производных от этой величины единицах, чаще в микрофарадах мкФ ($1\text{мк}\Phi = 10^{-6} \Phi$) или пикофарадах пФ ($1\text{п}\Phi = 10^{-12}\Phi$).

Среди множества видов конденсаторов, особое место занимают электролитические конденсаторы, которые отличаются от других значительно большим значением емкости. Диэлектриком в них служит тончайшая пленка оксидов, покрывающих одну из обкладок, вторая обкладка пропитана раствором специального вещества – электролита. В силу таких

особенностей конструкции этих конденсаторов при их использовании необходимо учитывать полярность подключения их обкладок, которая указана на корпусах этих конденсаторов.

Из формулы (1) следует, что напряжение на обкладках конденсатора прямо пропорционально зависит от его заряда:

$$U = kQ \quad (2),$$

где коэффициент пропорциональности k равен величине, обратной емкости конденсатора $1/C$. Чем больше емкость, тем медленнее увеличивается напряжение между обкладками по мере накопления на них заряда.

Справедливость соотношения (2) и проверяют в ходе эксперимента.

О величине накопленного конденсатором заряда судят по отклонению стрелки миллиамперметра, который подключают к выводам конденсатора после зарядки. Чем больше заряд конденсатора, тем больший ток пройдет по цепи прибора.

Напряжение на конденсаторе измеряют вольтметром.

Схема установки состоит из реостата, резистора и ключа, соединенных последовательно и подключенных к батарее. Конденсатор заряжают подключив его параллельно к резистору R_1 , напряжение на котором можно менять с помощью реостата.

Схема установки для проведения опыта представлена на рисунке 28.

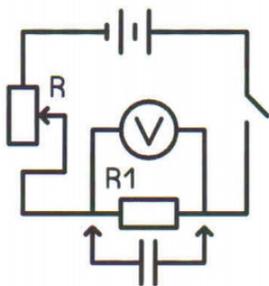


Рис. 28

Порядок проведения эксперимента

1. Определите по надписям на корпусе конденсатора полярность его выводов.
2. Соберите установку, схема которой показана на рисунке 28.
3. Замкните ключ и установите напряжение на резисторе R_1 величиной в 1В вращением ручки реостата.
4. Определите по направлению тока в цепи полярность выводов резистора R_1 .
5. Подключите конденсатор параллельно резистору R_1 , учитывая полярность его выводов и выводов резистора.
6. Отключите заряженный конденсатор от резистора.
7. Подключите к выводам конденсатора миллиамперметр и определите максимальное значение силы

тока в цепи при разрядке конденсатора. Значение силы тока занесите в таблицу.

Внимание! Категорически запрещается подключать к конденсатору миллиамперметр не отключив предварительно конденсатор от резистора.

8. Повторите опыт при значениях напряжения, указанных в первой строке таблицы.

9. Постройте график зависимости силы тока при разрядке конденсатора от напряжения на его выводах.

10. Сделайте вывод по виду построенного графика о справедливости формулы (2).

11. По результатам эксперимента заполните таблицу 13.

Таблица 13 – Данные эксперимента

U, В	1	1,5	2	2,5	3
I, мА					

12. Вывод.

Вопросы

1. Как магнитное поле катушки зависит от числа витков, силы тока, направления тока?

2. Как определить направление магнитного поля катушки с помощью стрелки компаса?

3. Как с помощью компаса определить зависимость магнитного поля катушки от силы тока в ее витках?

4. Какой опыт доказывает существование магнитного поля вокруг проводника с током?

5. Какие изменения происходят в железном сердечнике, когда его вносят во внешнее магнитное поле?

6. Почему при выключении внешнего поля сердечник размагничивается?

7. Каково назначение электромагнитов?

8. В чем особенность конструкции и использования электролитических конденсаторов?

9. Укажите, в каких единицах измеряют емкость в системе СИ, как ее значение связано с производными единицами: микрофарада, нанофарада, пикофарада.

10. Почему о величине заряда, накопленного конденсатором, можно судить по отклонению стрелки миллиамперметра, подключенного к выводам конденсатора?

Терминологический минимум: магнитное поле, катушка, электромагнит, конденсатор, емкость, диэлектрик.

3.5. Лабораторная работа 5. Изучение работы электродвигателя

Часть 1. Изучение работы электродвигателя

Цель работы: исследовать особенности работы коллекторного электродвигателя постоянного тока: возможность плавного регулирования скорости вращения, зависимость скорости вращения его ротора от силы тока, зависимость направления вращения от полярности приложенного напряжения.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2шт.) или источник тока, электродвигатель, амперметр лабораторный, реостат, ключ, нить, набор грузов, провода соединительные (5 шт.).

Пояснение к эксперименту:

Электродвигатель предназначен для преобразования энергии электрического тока в механическую энергию. Принцип его действия основан на явлении взаимодействия постоянного магнитного поля с находящимся в нем проводником, по которому протекает электрический ток. Главными частями электродвигателя являются статор, ротор и коллекторный узел. В статоре закреплены постоянные магниты. Ротор находится внутри статора и может свободно вращаться вокруг продольной оси, его основной частью является обмотка из большого числа витков изолированного провода. Коллекторный узел служит для подключения обмотки ротора к внешнему источнику электропитания.

При подключении электродвигателя к источнику тока в витках ротора возникает электрический ток. Магнитное поле статора, действуя на обмотку ротора с силой Ампера, заставляет его вращаться.

Поскольку сила Ампера зависит от величины силы тока в проводнике, скорость вращения ротора тем больше, чем больше сила тока в нем. Направление силы Ампера зависит от направления тока, поэтому при изменении полярности подключения двигателя к источнику тока, направление вращения его ротора изменится.

Электродвигатель закрепляют в лапке штатива, как показано на рисунке 30, соединяют последовательно с реостатом, амперметром, ключом и подключают к батарее электропитания.

Схема установки для проведения опыта представлена на рисунке 29, вариант ее внешнего вида – на рисунке 30.

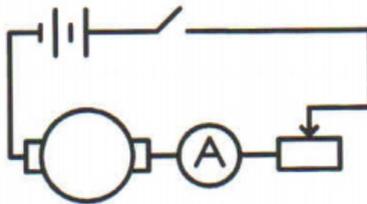


Рис. 29

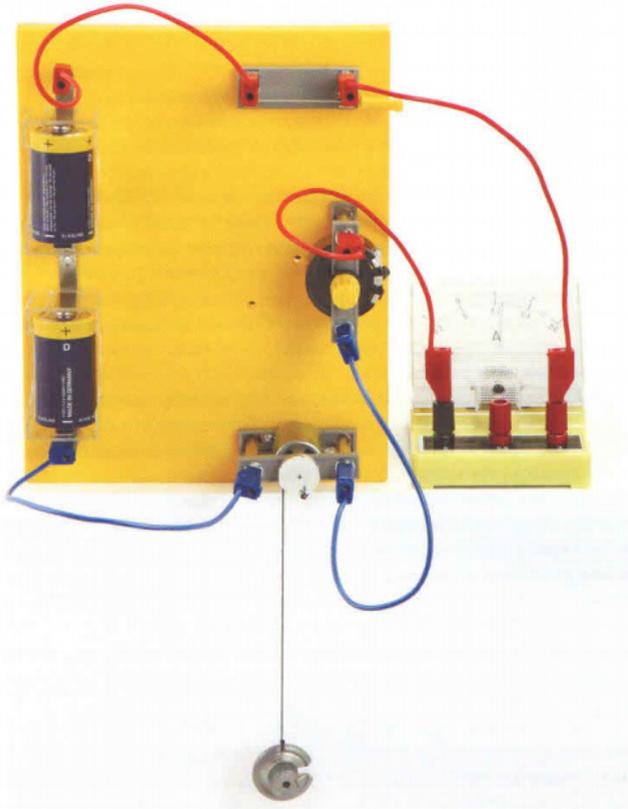


Рис. 30

Порядок проведения эксперимента

1. Соберите установку, как показано на рисунке 29. Ключ должен быть разомкнут.
2. Замкните ключ, вращая ручку реостата, добейтесь вращения ротора.

3. Определите, регулируя ток в двигателе реостатом, минимальное значение силы тока I в роторе, при котором он начинает вращаться.

4. Проверьте справедливость утверждения о том, что скорость вращения ротора зависит от силы тока в нем.

5. Убедитесь в возможности плавного регулирования скорости вращения ротора с помощью реостата.

6. Убедитесь в возможности изменения направления вращения ротора при изменении полярности подключения двигателя к источнику тока.

7. Исследуйте зависимость вращающего момента ротора от силы тока в его витках. Для этого подвесьте нитью длиной 0,5 м к шкиву, закрепленному на роторе, груз массой 50г и регулируя реостатом силу тока определите минимальный ток, при котором ротор начнет вращаться. Повторите опыт с грузами массой 100г и 150г.

8. Сравните полученные значения токов I с массами поднимаемых грузов и сформулируйте вывод о том, как зависит вращающий момент от силы тока в роторе.

9. По результатам эксперимента заполните таблицу 14.

Таблица 14 – Данные эксперимента

№ опыта п/п	Масса груза	I , А

10. Вывод.

Часть 2. Определение КПД электродвигателя

Цель работы: освоить прием оценки эффективности преобразования электродвигателем электрической энергии в механическую энергию.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2 шт.) или источник тока, электродвигатель, амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, реостат, ключ, компас, набор грузов, рулетка, секундомер, провода соединительные (8 шт.).

Пояснение к эксперименту:

В опыте с помощью электродвигателя поднимают груз на некоторую высоту. Для этого собирают установку, схема которой показана на рисунке 31.

Электродвигатель закрепляют деталями штатива так, чтобы шкив на его роторе выступал на несколько сантиметров за край стола. К шкиву привязывают нить с грузом на конце. При вращении ротора нить будет наматываться на шкив, а груз подниматься вверх.

Двигатель, подняв груз, совершит полезную работу, величина которой определяется формулой:

$$A_{\text{пол}} = mgh \quad (1),$$

где m – масса груза, g – ускорение свободного падения, h – высота подъема груза. На совершение этой работы будет затрачена работа $A_{\text{затр}}$ электрического тока, протекающего в двигателе, которая определяется формулой:

$$A_{\text{затр}} = UIt \quad (2),$$

где U – напряжение, подведенное к двигателю, I – сила тока в нем, t – время подъема.

Коэффициент полезного действия – двигателя определяется формулой:

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}} \times 100 \% \quad (3)$$

Схема установки для проведения опыта представлена на рисунке 31, вариант ее внешнего вида – на рисунке 32.

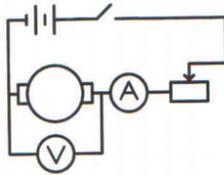


Рис. 31

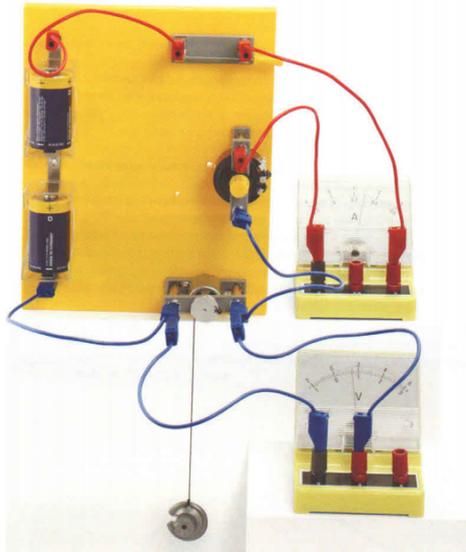


Рис. 32

Порядок проведения эксперимента

1. Соберите установку, как показано на рисунке 32.
2. Отрегулируйте длину нити так, чтобы груз, подвешенный к шкиву двигателя, находился на высоте в 2–3 см от пола.
3. Проведете несколько пробных пусков и с помощью реостата установите такой режим работы двигателя, при котором груз поднимался бы равномерно и с минимальной скоростью.
4. Измерьте высоту центра груза в нижнем положении H_1 .
5. Измерьте высоту центра груза в конце подъема H_2 .
6. Вычислите высоту h , на которую будет поднят груз с помощью двигателя по формуле: $h = H_2 - H_1$. Полученное значение h переведите в метры.
7. Включите двигатель и измерьте значение силы тока I , который протекает в двигателе при подъеме груза.
8. Измерьте значение напряжения U , приложенного к двигателю при подъеме груза.
9. Измерьте секундомером время t подъема груза.
10. Вычислите полезную работу по формуле (1).
11. Вычислите затраченную работу по формуле (2).

12. Вычислите коэффициент полезного действия электродвигателя η по формуле (3).

13. По результатам эксперимента заполните таблицу 15.

Таблица 15 – Данные эксперимента

m, кг	H ₁ , см	H ₂ , см	h, м	A _{пол.} , Дж	I, А	U, В	t, с	A _{затр.} , Дж	η , %

14. Вывод.

Вопросы

1. Сформулируйте правило определения направления действия силы Ампера.

2. От каких величин зависит сила Ампера?

3. Какие виды энергии преобразуются при работе электродвигателя?

4. Может ли КПД устройства превышать значение в 100%?

5. Какие факторы влияют на значение КПД?

6. Повторите значение ускорение свободного падения.

7. Где применяется электродвигатель?

Терминологический минимум: электродвигатель, сила Ампера, полезная работа, затраченная работа, КПД, ускорение свободного падения.

3.6. Лабораторная работа 6. Изучение генератора постоянного и переменного тока

Часть 1. Изучение генератора постоянного тока

Цель работы: исследовать зависимость ЭДС генератора постоянного тока от скорости вращения его ротора, исследовать зависимость направления тока в цепи генератора от направления вращения его ротора.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2шт.), электродвигатель, амперметр лабораторный, нить, набор грузов, провода соединительные (2 шт.).

Пояснение к эксперименту:

При движении металлического проводника в магнитном поле на свободные электроны, которые находятся внутри проводника, действует со стороны поля сила Лоренца. Под действием этой силы электроны перемещаются внутри проводника и на его концах возникает разность потенциалов. Если концы проводника, движущегося в магнитном поле, замкнуть другим проводником, то в цепи возникнет электрический ток, называемый индукционным током.

На этом явлении основана работа электрогенератора тока, – устройства, которое предназначено для преобразования механической энергии в энергию электрического тока.

При вращении статора генератора провода его обмотки движутся в магнитном поле статора и в цепи, подключенной к выводам генератора, возникает электрический ток.

Для проведения опыта в качестве генератора постоянного тока используется электродвигатель, который закрепляют в лапке штатива как показано на рисунке 33.

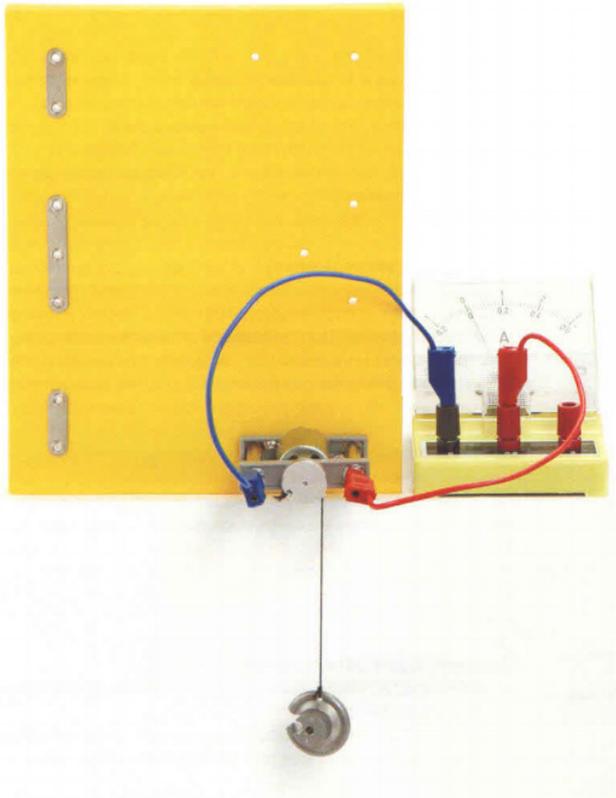


Рис. 33

Порядок проведения эксперимента

1. Соберите экспериментальную установку, как показано на рисунке 33. Закрепите генератор деталями

штатива так, чтобы шкив его ротора выступал за край стола на несколько сантиметров. Подключите к генератору амперметр.

2. Намотайте на шкив ротора нить с петлей на конце.

3. Привяжите к концу нити груз массой 50 г.

4. Отпустите груз и наблюдайте за показаниями амперметра. Определите, какую силу тока развивает генератор в цепи при вращении ротора грузом массой 50 г.

5. Повторите опыт, подвешивая на нити грузы в 100 и 150 г.

6. Сделайте вывод о влиянии скорости вращения ротора на величину тока в цепи генератора.

7. Измените направление намотки нити на шкив, повторите опыт и сделайте вывод о зависимости направления тока в цепи генератора от направления вращения ротора.

8. По результатам эксперимента заполните таблицу 16.

Таблица 16 – Данные эксперимента

№ опыта п/п	Масса груза, г	I, А

9. Вывод.

Часть 2. Изучение генератора переменного тока

Цель работы: изучить принцип действия генератора переменного электрического тока, экспериментально доказать справедливость утверждения о том, что частота изменения тока в цепи генератора определяется частотой изменения магнитного поля, пронизывающего его катушку.

Оборудование: катушка проволочная, магнит половой, миллиамперметр лабораторный, нить, провода соединительные (2 шт.).

Пояснение к эксперименту:

Электрический ток называют переменным, если он с течением времени меняет свое направление в проводнике. Для его получения обычно применяют электрические генераторы переменного тока, в которых электрический ток вырабатывается в результате вращения магнита относительно катушек. При изменении магнитного поля в катушках в результате вращения магнита возникает индукционный ток, причем при увеличении магнитного потока, когда магнит приближается, он направлен в одну сторону, а при убывании, когда магнит отдаляется – в другую. Частота изменения вырабатываемого таким устройством тока определяется частотой изменения магнитного поля.

В ходе опыта испытывают модель генератора переменного тока, которая состоит из проволочной катушки и магнита, подвешенного над ней на нити. К концам катушки подключен миллиамперметр.

Вариант внешнего вида установки для проведения опыта представлена на рисунке 34–36.

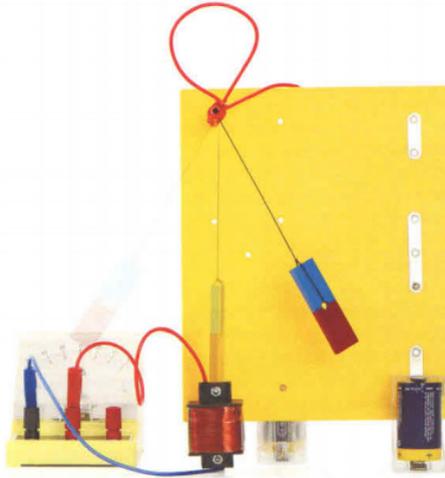


Рис. 34



Рис. 35



Рис. 36

Порядок проведения эксперимента

1. Соберите установку, как показано на рисунках 34–36. Магнит повесьте на нити и отрегулируйте ее длину так, чтобы период его колебаний был не менее 0,5 секунды.
2. Подключите к выводам катушки миллиамперметр.
3. Отклоните магнит на несколько сантиметров в сторону и отпустите, предоставив ему возможность совершать свободные колебания над катушкой.
4. Наблюдайте за колебаниями стрелки амперметра и магнита.

5. Убедитесь в том, что колебания магнита и стрелки миллиамперметра происходят синхронно.

6. Обратите внимание на то, как зависит амплитуда колебания стрелки миллиамперметра от амплитуды колебания магнита. Объясните эту зависимость.

7. Сделайте вывод о том, можно ли считать электрический ток, возбуждаемый магнитом цепи с катушкой и миллиамперметром, переменным.

8. Повторите опыт, изменив длину подвеса магнита в четыре раза.

9. Сделайте вывод о том, зависит ли частота переменного тока от частоты изменения магнитного поля.

10. Вывод.

Вопросы

1. Сформулируйте правило определения направления действия силы Лоренца.

2. Почему в замкнутом проводнике, движущемся в магнитном поле, возникает электрический ток?

3. Повторите физическую природу явления электромагнитной индукции.

4. Почему сила тока в цепи генератора зависит от скорости вращения его ротора?

5. Почему направление тока в цепи генератора зависит от направления вращения его ротора?

6. В чем назначение генератора переменного тока?

7. Какие физические явления лежат в основе принципа действия генератора переменного тока?

8. В чем принципиальное отличие переменного электрического тока от постоянного?

Терминологический минимум: генератор, постоянный ток, переменный ток, сила Лоренца, миллиамперметр, электромагнитная индукция.

3.7. Лабораторная работа 7. Изучение полупроводникового диода

Цель работы: исследовать зависимость силы тока через полупроводниковый диод от приложенного напряжения.

Оборудование: планшет коммутирующий, бокс для батареи (2 шт.) или источник тока, вольтметр лабораторный, амперметр лабораторный, реостат, резистор 8,2 Ом, диод, ключ, провода соединительные (9 шт.).

Пояснение к эксперименту:

Объектом изучения является полупроводниковый диод, закрепленный на подставке. Его работа основана на явлениях, проходящих в месте контакта полупроводников с разным типом проводимости, где возникает контактная разность потенциалов.

Полупроводниковый диод отличается от обычных проводников тем, что способен проводить электрический ток только в одном направлении – от анода к катоду, а также и тем, что сила тока в нем зависит от приложенного напряжения не прямо пропорционально. График этой зависимости называют вольтамперной

характеристикой диода. Опыт проводят с целью построения и анализа этого графика.

Экспериментальную установку собирают установив на планшете, кроме батареи, резистор R_1 с сопротивлением 8,2 Ома, реостат и ключ и соединяют их последовательно. После чего параллельно реостату подключают вольтметр и цепь из диода и амперметра, соединенных последовательно.

Схема установки для проведения опыта представлена на рисунке 37.

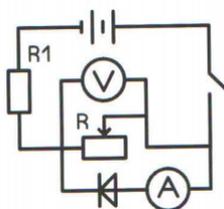


Рис. 37

Порядок проведения эксперимента

1. Определите по знакам на корпусе диода полярность его выводов.
2. Определите по надписям на корпусе марку диода.
3. Определите по справочным таблицам значение предельно допустимого тока для диода данной марки.
4. Соберите установку, схема которой показана на рисунке 37. Особое внимание обратите на то, чтобы полярность подключения выводов диода соответствовала указанной на рисунке.

5. Замкните ключ и установите вращением ручки реостата напряжение на диоде величиной в 0 В.

6. Определите по показанию амперметра значение силы тока, протекающего через диод.

7. Повторите наблюдение за силой тока несколько раз, каждый раз увеличивая напряжение на диоде на 0,1В.

8. Прекратите опыт после того, как сила тока через диод приблизится к предельно допустимому для него значению.

9. Измените порядок подключения выводов диода.

10. Повторите серию измерений силы тока и напряжения.

11. Постройте по результатам измерений вольтамперную характеристику диода.

12. Укажите на полученном графике значения напряжения и его полярность, при которых диод не проводил и проводил ток.

13. Укажите по виду графика, можно ли считать, что сила тока в диоде изменялась прямо пропорционально приложенному напряжению.

14. По результатам эксперимента заполните таблицу 17.

Таблица 17 – Данные эксперимента

U, В						
I, А						

15. Вывод.

Вопросы

1. Как на условном обозначении диода определить его анод и катод?

2. Как подключить выводы диода к источнику напряжения, чтобы в цепи стал протекать электрический ток?

3. Какой параметр диода следует учитывать, чтобы при проведении опыта он не вышел из строя?

Терминологический минимум: диод, полупроводниковый диод, вольтамперная характеристика диода, анод, катод.

3.8. Лабораторная работа 8. Изучение принципа работы трансформатора (Изучение однофазного трансформатора)

Цель работы: изучить устройство и принцип работы однофазного трансформатора, различные режимы работы, научиться определять КПД трансформатора, его нагрузочную характеристику и некоторые другие параметры.

Оборудование: комплект типового лабораторного оборудования ЭЦОЭ1-С-Р «Электрические цепи и основы электроники».

Пояснение к эксперименту:

В основе работы трансформатора лежит принцип взаимной индукции. Принципиальная схема однофазного трансформатора показана на рисунке 38.

Как видно из этого рисунка, трансформатор состоит из стального замкнутого магнитопровода и двух размещенных на нем обмоток – первичной, с числом витков w_1 и вторичной с числом витков w_2 .

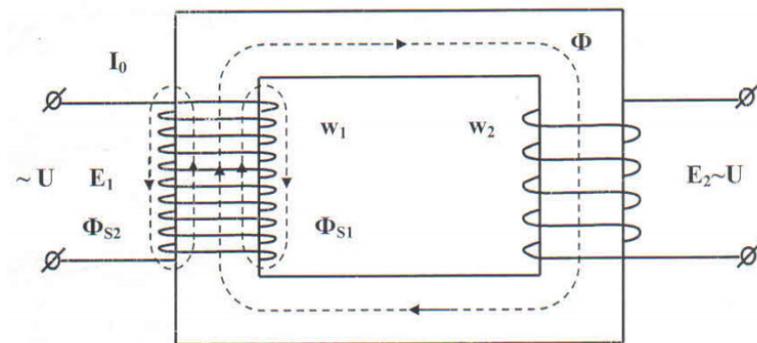


Рис. 38

Произведение силы тока в обмотке на число витков этой же обмотки, т.е. $I \cdot w$, называется намагничивающей силой (н.с.) или магнитодвижущей силой (м.д.с.). Эта сила создает магнитный поток

$$\Phi = \frac{I \cdot w \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot S}{l}$$

где (l – длина средней магнитной линии; S – активное сечение магнитопровода; μ – магнитная проницаемость сердечника; μ_0 – магнитная проницаемость вакуума ($\mu_0 = 12,57 \cdot 10^{-7}$) Гн/м).

Магнитный поток Φ , создаваемый н.с. первичной обмотки, не полностью сцеплен с вторичной обмоткой, т.к. часть этого потока Φ_{s1} и Φ_{s2} замыкается по воздуху. Основная часть потока, а именно – поток Φ , замыкающийся по магнитопроводу и сцепленный с обеими обмотками, называется рабочим потоком, а потоки Φ_{s1} и Φ_{s2} – потоками рассеяния.

Для того чтобы получить во вторичной обмотке индуцированную ЭДС взаимной индукции, необходимо иметь переменный во времени магнитный поток. Если включить первичную обмотку трансформатора на переменное синусоидальное напряжение, то в магнитопроводе трансформатора установится переменный во времени магнитный поток Φ . Этот поток, сцепленный как с первичной, так и с вторичной обмотками, вызывает в первичной обмотке ЭДС самоиндукции, а во вторичной обмотке ЭДС взаимной индукции, действующие значения которых могут быть выражены уравнением трансформаторной ЭДС:

$$E_1 = 4,44 \cdot f \cdot w_1 \cdot \Phi_m ;$$

$$E_2 = 4,44 \cdot f \cdot w_2 \cdot \Phi_m .$$

Учитывая, что в данном случае $\Phi = B \cdot S$, имеем:

$$E_1 = 4,44 \cdot f \cdot w_1 \cdot B_m \cdot S;$$

$$E_2 = 4,44 \cdot f \cdot w_2 \cdot B_m \cdot S,$$

где B_m – амплитудное значение индукции магнитного поля; f – частота переменного тока; w_1 и w_2 – число витков в первичной и вторичной обмотках.

Отношение этих ЭДС получило название коэффициента трансформации, который равен

$$K = \frac{E_2}{E_1} = \frac{w_2}{w_1}.$$

Если $K > 1$, то трансформатор повышающий, если $K < 1$, то трансформатор понижающий.

1. Исследование режима холостого хода трансформатора

Опыт холостого хода называется испытание трансформатора при разомкнутой цепи вторичной обмотки и номинальном первичном напряжении $U_{1x} = U_{1ном}$. На основании этого опыта определяют мощность потерь в магнитопроводе трансформатора. Кроме того, измерив вольтметром и первичное U_{1x} и вторичное U_{2x} напряжения в режиме холостого хода, определяют коэффициент трансформации:

$$K = \frac{E_2}{E_1}$$

При холостом ходе напряжение $U_{2x} = E_2$, т.к. вторичная обмотка разомкнута и ток в ней $I_2 = 0$. Напряжение

же U_1 в режиме холостого хода очень мало отличается от E_1 и поэтому приближенно можно принять, что $U_1 \approx E_1$. Тогда:

$$K = \frac{E_2}{E_1} \approx \frac{U_{2x}}{U_{1x}}$$

Мощность потерь трансформатора складывается из мощности потерь в магнитопроводе ($\Delta P_{\text{ст}}$) и мощности потерь в проводах первичной обмотки ($\Delta P_{\text{м}}$) $\Delta P_{\text{м}} = R_1 I_{1x}^2$. В свою очередь потери в магнитопроводе трансформатора состоят из потерь на перемагничивание магнитопровода (гистерезис) и на образование вихревых токов Фуко. При холостом ходе ток $I_{1x} \ll I_{\text{ном}}$ и мощность потерь в проводах $\Delta P_{\text{м}}$ ничтожна по сравнению с мощностью потерь в магнитопроводе. Поэтому опыт холостого хода служит для определения мощности потерь в магнитопроводе трансформатора. Эту мощность покажет ваттметр, включенный в первичную цепь трансформатора.

Задание 1

Соберите цепь по монтажной схеме (рис. 39, 40), используя трансформатор с числом витков $W_1 = 300$, и $W_2 = 100$. Частота переменного тока во всех опытах: $f = 50$ Гц. Номинальный ток первичной обмотки трансформатора $I_{\text{ном}} = 0,2$ А, а напряжение $U_{\text{ном}} = 7$ В. Нагрузочный резистор пока не включайте, а вместо него подключите вольтметр. Перед включением схемы установите регулятор амплитуды входного напряжения в нулевое положение, вращая против часовой стрелки. Диапазон измерений вольтметра: ~ 20 В, амперметра: ~ 200 мА.

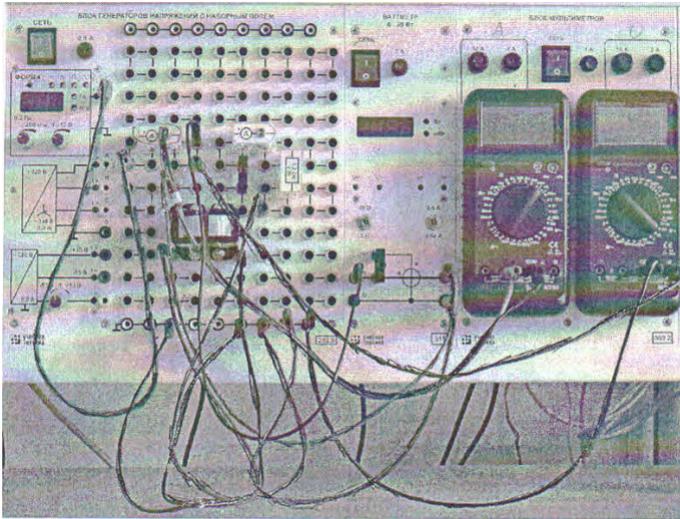


Рис. 39. Внешний вид установки

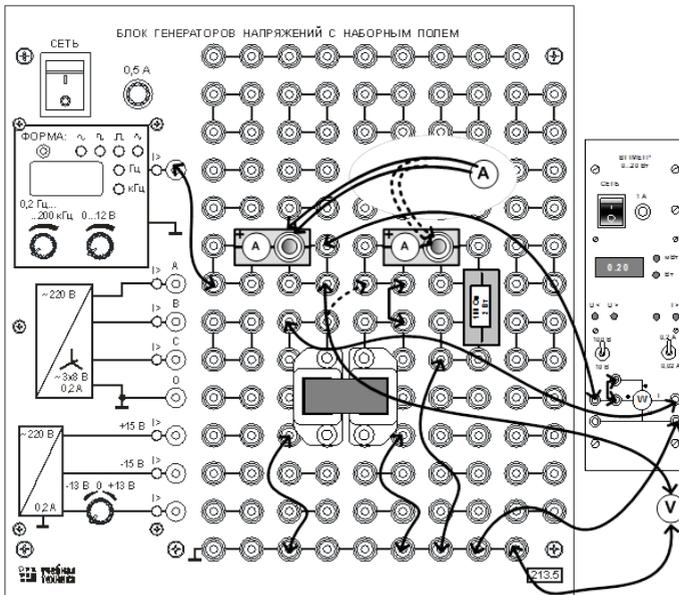


Рис. 40. Монтажная схема лабораторной работы

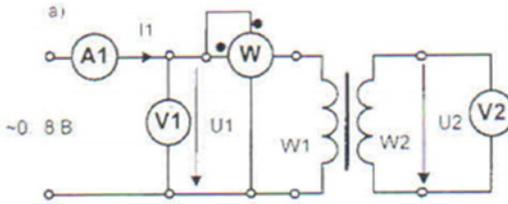


Рис. 41. Принципиальная электрическая схема однофазного трансформатора в режиме холостого хода

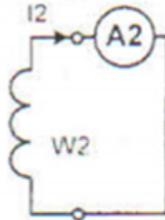


Рис. 42. Принципиальная электрическая схема однофазного трансформатора в режиме короткого замыкания

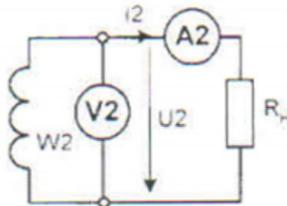


Рис. 43. Принципиальная электрическая схема однофазного трансформатора в рабочем режиме

Подключите вольтметр в цепь первичной обмотки и установите $U_{1X}=7В$. Занесите данные наблюдений и вычислите таблицу 18.

Таблица 18 – Данные эксперимента

Измерено				Вычислено			
$U_1, В$	$U_2, В$	$I, \cdot 10^{-3}, А$	$P \cdot 10^{-3}, Вт$	К	$\Delta P_{ст} \cdot 10^{-3}, Вт$	$\Phi, Вб$	В, Тл

Вычисляемые величины рассчитываются по следующим формулам:

$$K = \frac{U_2}{U_1};$$

$$\Delta P_{ст} = P;$$

$$U_1 \approx 4,44 \cdot f \cdot w_1 \cdot B_m \cdot S_{ст};$$

$$\Phi_m = B_m \cdot S_{ст}.$$

Где $B = \frac{B_m}{\sqrt{2}}$, $\Phi = \frac{\Phi_m}{\sqrt{2}}$ – действующие значения магнитной индукции и потока, $S_{ст}$ – поперечное сечение сердечника трансформатора, $S_{ст} = a \cdot b$ (m^2).

Проведите измерения ширины и высоты сердечника (a и b) и вычислите $S_{ст}$.

(Примечание: В системе СГС индукция магнитного поля В измеряется в Гауссах, а в системе СИ – в Теслах. 1Тл =10 Гс. Поток магнитной индукции Φ в системе СГС измеряется в Максвеллах, а в системе СИ – в Веберах. 1 Вб = 10^8 Мкс).

2. Исследование режима короткого замыкания трансформатора

Опытом короткого замыкания называется испытание трансформатора при короткозамкнутой цепи вторичной обмотки и номинальном первичном токе $I_{1кз} = I_{1ном}$. Этот опыт служит для определения мощности потерь в проводах (тепловых потерь). Для этого вторичную обмотку трансформатора замыкают накоротко, а на первичную обмотку подается такое пониженное напряжение, при котором токи в обмотках не превышали их номинальных значений $I_{1ном}$ и $I_{2ном}$. Для этой цели подводимое к первичной обмотке трансформатора напряжение увеличивается до тех пор, пока амперметр, включенный в первичную цепь, не покажет номинальное значение тока $I_{1ном}$. При этом ток I_2 будет также почти равен своему номинальному значению $I_{2ном}$. В этом случае, энергия, потребляемая трансформатором из сети, расходуется в основном на тепловые потери в проводах обмоток, и ваттметр, включенный в первичную цепь трансформатора покажет мощность, соответствующую потерям в меди (ΔP_M), а отношение $I_{1кз}/I_{2кз} \approx K$.

По мощности потерь в трансформаторе при коротком замыкании вторичной обмотки $P_1 = R_{кз} \cdot I_{1кз}^2$ и номинальном значении первичного тока $I_{1кз} = I_{1ном}$ определяется активное сопротивление короткого замыкания, или эквивалентное сопротивление:

$$R_{кз} = \frac{P_1}{I_{1кз}^2} = R_s$$

Задание 2

Соберите электрическую цепь по схеме 41, замкнув переключкой цепь вторичной обмотки. Подключите амперметр и вольтметр в цепь первичной обмотки. Диапазон измерений вольтметра: ~20 В, а диапазон измерений амперметра измените на: ~ 2 А.

Перед включением схемы установите регулятор амплитуды входного напряжения в нулевое положение вращением против часовой стрелки.

Подводимое к первичной обмотке трансформатора напряжение увеличивайте до тех пор, пока амперметр, включенный в первичную цепь, не покажет номинальное значение $I_{1ном} = 0,2$ А. После этого, переключите амперметр в цепь вторичной обмотки и измерьте ток короткого замыкания $I_{2кз}$. Снимите показания ваттметра.

Напряжение, которое должно быть приложено к первичной обмотке, чтобы получить номинальный ток в первичной обмотке, получило название напряжения короткого замыкания.

$$U_{кз\%} = \frac{U_{кз}}{U_{1ном}} \cdot 100\%$$

Полные потери в трансформаторе в опыте короткого замыкания могут быть представлены в виде:

$$\Delta P_{кз} = \Delta P_{ст} + I_{1кз}^2 \cdot R_1 + I_{2кз}^2 \cdot R_2$$

Ввиду незначительной величины напряжения короткого замыкания, потери в стали $P_{ст}$ в опыте короткого замыкания незначительны, в то время как

потери в меди имеют свою нормальную величину. Поэтому:

$$\Delta P_{\text{кз}} \approx \Delta P_{\text{м}} + I_{1\text{кз}}^2 \cdot R_1 + I_{2\text{кз}}^2 \cdot R_{\text{н}}$$

При коротком замыкании сопротивление нагрузки $R_{\text{н}} = 0$. Отсюда:

$$R_1 \approx R_{\text{э}} \approx \frac{\Delta P_{\text{м}}}{I_{1\text{кз}}^2}, \text{ где } \Delta P_{\text{м}} - \text{показания ваттметра.}$$

Данные наблюдений и вычислений сведите в таблицу 19.

Таблица 19 – Данные эксперимента

Измерено				Вычислено	
$U_1, \text{В}$	$I_1, \text{А}$	$I_2, \text{А}$	$P, \text{Вт}$	$U_{\text{кз}\%}$	$R_{\text{э}}, \text{Ом}$

3. Исследование трансформатора в рабочем режиме

Режим работы трансформатора, при котором во вторичную обмотку включена нагрузка, называют рабочим режимом. В этом случае во вторичной обмотке появится ток I_2 , возбуждающий в магнитопроводе свой магнитный поток Φ_2 . Этот поток направлен против потока Φ_1 и оказывает на сердечник размагничивающее действие. В результате общий магнитный поток в сердечнике уменьшается, что приводит к уменьшению ЭДС E_1 в первичной обмотке. При этом часть приложенного напряжения U_1 окажется неуравновешенной, что приведет к увеличению тока в первичной обмотке. Этот ток увеличится до тех пор,

пока не прекратится размагничивающее действие тока нагрузки I_2 . После этого результирующий магнитный поток восстановится до прежнего значения.

Уменьшение нагрузки уменьшит ток I_2 и Φ_2 , что приводит к нарушению равновесия между U_1 и E_1 . Поэтому ток I_1 уменьшится до такого значения, при котором, результирующий магнитный поток восстановится до прежнего значения.

Таким образом, магнитный поток в сердечнике трансформатора остается практически постоянным как в режиме холостого хода, так и в режиме переменной нагрузки. Это свойство трансформатора называют способностью саморегулирования (ток I_1 изменяется в зависимости от изменения тока I_2).

Внешняя характеристика трансформатора определяет зависимость изменения вторичного напряжения U_2 от тока нагрузки I_2 при постоянном коэффициенте мощности приемника ($\cos\varphi_2 = \text{const}$) и номинальном первичном напряжении $U_1 = U_{\text{ном}}$.

Коэффициент полезного действия (КПД) трансформатора – это отношение отдаваемой активной мощности к потребляемой.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где P_1 – мощность потребляемая из сети, P_2 – мощность отдаваемая нагрузке.

КПД можно определить, измеряя мощности в первичной и вторичной обмотках. Для этого во вторичную обмотку включают активную нагрузку. Тогда $\cos\varphi_2 \approx 1$ и P_2 можно вычислить по показаниям амперметра и вольтметра, включенным во вторичную цепь. В первичной цепи мощность измеряется ватт-

метром. Это метод непосредственных измерений, точность его невысока, особенно для мощных трансформаторов, где $P_1 \approx P_2$.

Поэтому на практике η часто определяют косвенным методом, путем раздельного определения потерь в стали и меди, используя выражение:

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P_{ст} + \Delta P_{м}} \cdot 100 \% \quad (2)$$

где $\Delta P_{ст}$ – потери в стали, а $\Delta P_{м}$ – потери в меди. Величина $\Delta P_{ст}$ при неизменных U_1 и f для данного трансформатора постоянна и зависит от конструкции трансформатора, измеряется в опыте холостого хода. Величина $\Delta P_{м}$ будет зависеть от тока I_2 , т.е. определяться величиной сопротивления нагрузки $R_{н}$. Поэтому, для каждой конкретной величины $R_{н}$, потери в меди будут различными и могут быть вычислены по формуле:

$$\Delta P_{м} = I_1^2 \cdot R_э,$$

где $R_э$ – эквивалентное сопротивление, полученное из опыта короткого замыкания.

Задание 3

Соберите электрическую цепь по схеме, приведенной на рис. 43. Снимите нагрузочную характеристику трансформатора. Для этого в цепь вторичной обмотки включайте поочередно сопротивления нагрузки, указанные в таблице 17 и проводите измерения тока в первичной обмотке I_1 , на-

пряжения U_2 и тока I_2 во вторичной обмотке, активной мощности P_1 и P_2 . Напряжение на первичной обмотке во всех опытах поддерживать равным $U_1=6$ В. Диапазон измерений вольтметра: ~ 20 В, а диапазон измерений амперметра: ~ 2 А.

Для измерения токов в первичной и вторичной обмотках подключайте амперметр в соответствующие точки, указанные на рис. 39, 40.

Величину активной мощности, расходуемой нагрузкой, вычисляйте по формуле: $P_2 = I_2 \cdot U_2$

Потери в меди для каждого значения R_n вычисляйте по формуле:

$$\Delta P_m = I_1^2 \cdot R_n$$

Вычислите КПД трансформатора методом непосредственных измерений (η^*) по формуле (1) и методом косвенных измерений (η) по формуле (2), сравните полученные результаты.

Данные наблюдений и вычислений сведите в таблицу 20.

Таблица 20 – Данные эксперимента

R _н , Ом	Измерено				Вычислено			
	I ₁ , А	I ₂ , А	U ₂ , В	P ₁ , Вт	P ₂ , Вт	ΔP _м , Вт	η	η*
10								
22								
47								

1. Постройте график нагрузочной (внешней) характеристики $U_2=f(I_2)$ и график зависимости $\eta = f(I_2)$ на одном чертеже.

2. Постройте график зависимости $\eta = f(R_n)$

Вопросы

1. Для каких целей применяется трансформатор?
2. Почему сердечник трансформатора выполняется из стали?
3. Для каких целей проводится опыт холостого хода трансформатора? Какие параметры можно определить в этом режиме?
4. Как организуется и для чего проводится опыт короткого замыкания? Какие параметры можно определить в этом режиме?
5. Объясните, что такое способность саморегулирования трансформатора?
6. Что такое потери в «стали», в чем их физический смысл, от чего они зависят?
7. Почему в режиме короткого замыкания пренебрегаем потерями в «стали» трансформатора? Как и для чего определяем $R_{\text{экв}}$ обмоток трансформатора?
8. Что такое внешняя (нагрузочная) характеристика трансформатора?
9. Какие способы определения КПД трансформатора Вы знаете?

Терминологический минимум: трансформатор, КПД, магнитный поток, самоиндукция, коэффициент трансформации, режим холостого хода, режим короткого замыкания, рабочий режим.

3.9. Лабораторная работа 9. Диэлектрическая постоянная различных материалов²

План работы:

1. Познакомьтесь с установкой (рис. 44), опишите ее по плану.



Рис. 44

План изучения приборов

- Назначение прибора.
- Принцип действия прибора (какое явление или закон положен в основе работы прибора).
- Схема устройства прибора (его основные части, их назначение).
- Правила пользования прибором.
- Область применения прибора.

² Лабораторная работа 9–11. Технопарк универсальных педагогических компетенций, лаборатория «Фундаментальная физика».

2. Экспериментальная часть «Диэлектрическая постоянная различных материалов».

3. Предложите практическую работу и задание к данной установке для школьников.

Экспериментальная часть «Диэлектрическая постоянная различных материалов»

Цель работы: определить диэлектрическую проницаемость различных материалов.

Оборудование: экспериментальная установка «Диэлектрическая постоянная различных материалов».

Пояснение к эксперименту:

Электрическая постоянная ϵ_0 определяется при измерении заряда на плоском конденсаторе, на который подается напряжение. Аналогично при заполнении пространства между пластинами пластиком или стеклом определяется диэлектрическая проницаемость ϵ_0 вещества.

Под действием электрического поля электростатические заряды противоположного знака притягиваются к поверхностям конденсатора. Поскольку источники напряжения не генерируют заряды, а могут только разделять их, абсолютные значения противоположных зарядов электростатической индукции должны быть одинаковыми. Предполагая, что силовые линии электрического поля всегда перпендикулярны поверхностям А конденсатора, в силу симметрии, которая может быть экспериментально проверена для малых расстояний d между пластинами конденсатора, получаем:

$$C = \epsilon \cdot C_{\text{vac}} \quad (1)$$

Поскольку поверхность внутри конденсатора может перемещаться без изменения магнитного по-

тока, поле конденсатора является однородным. Как поток, так и электрическое поле вне конденсатора равны нулю, поскольку для произвольных объемов, которые охватывают обе пластины конденсатора, общий заключенный заряд равен нулю.

Таким образом, заряд Q конденсатора пропорционален напряжению; константа пропорциональности C называется емкостью конденсатора.

$$Q = CU_c = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \cdot U_c \quad (2)$$

Уравнение (2) также показывает, что емкость конденсатора обратно пропорциональна расстоянию между пластинами:

$$Q = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \frac{A}{d} \cdot U_c \quad (3).$$

При постоянном напряжении величина обратная расстоянию между пластинами и, следовательно, емкость являются мерой величины заряда, который может выдержать конденсатор.

Измеренные величины U , Q , d и A позволяют вычислить электрическую постоянную ε_0 :

$$\varepsilon_0 = \frac{d}{A} \cdot \frac{Q}{U_c} \quad (4).$$

В этом эксперименте можно получить следующее значение для электрической постоянной $\varepsilon_0 = 8,8 \cdot 10^{-12}$ Кл/(Вм), по сравнению с табличным значением $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл/(Вм)

Уравнения (2), (3) и (4) справедливы только приблизительно из-за предположения, что силовые линии поля параллельны. На очень больших расстояниях

приближение однородного поля больше не работает в достаточной степени, что, в свою очередь, систематически приводит к слишком большой погрешности при определении электрической постоянной из уравнения (4). Именно поэтому значение электрической постоянной следует определять для небольшого и постоянного расстояния между пластинами.

Ситуация меняется, когда между пластинами помещается изолирующий материал (диэлектрик). У диэлектриков нет свободно движущихся носителей заряда, как у металлов, но у них есть положительные ядра и отрицательные электроны.

Они могут быть расположены вдоль линий электрического поля. Таким образом, ранее неполярные молекулы ведут себя как локально стационарные диполи. Как видно на рис. 45, эффекты одиночных диполей макроскопически компенсируют друг друга внутри диэлектрика. Однако на поверхностях нет носителей с противоположными зарядами; таким образом, они имеют постоянный заряд, называемый свободным зарядом.

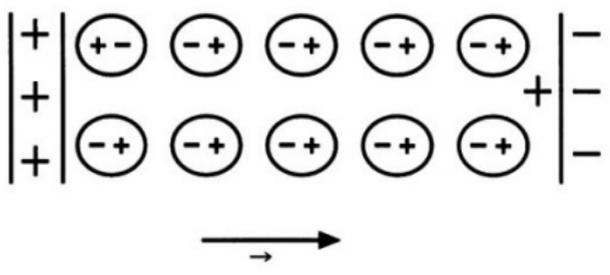


Рис. 45. Образование свободных зарядов в диэлектрике за счет поляризации молекул в электрическом поле плоского конденсатора

Свободные заряды, в свою очередь, ослабляют электрическое поле существующих зарядов Q , находящихся на пластинах конденсатора, внутри диэлектрика.

Ослабление электрического поля \vec{E} в диэлектрике выражается безразмерной величиной – удельной диэлектрической проницаемостью вещества ε ($\varepsilon = 1$ в вакууме):

$$\vec{E} = \frac{\vec{E}_0}{\varepsilon} (5),$$

где – электрическое поле, создаваемое только реальными зарядами Q .

Если на конденсаторе остается реальный заряд Q , а между пластинами помещается диэлектрик, то, согласно определению (1), напряжение U_C между пластинами уменьшается по сравнению с напряжением U_{vac} в вакууме (или, в хорошем приближении, в воздухе) на диэлектрическую проницаемость:

$$U_C = \frac{U_{vac}}{\varepsilon} (6).$$

Если заряды, полученные с диэлектриком и без него (уравнения [2] и [3]), разделить друг на друга

$$\frac{Q_{plastic}}{Q_{vacuum}} = \varepsilon (7),$$

то полученное числовое значение является диэлектрической проницаемостью пластика.

Порядок проведения эксперимента

1. Экспериментальная установка показана на рис. 44, а соответствующая электрическая схема – на рис. 46.

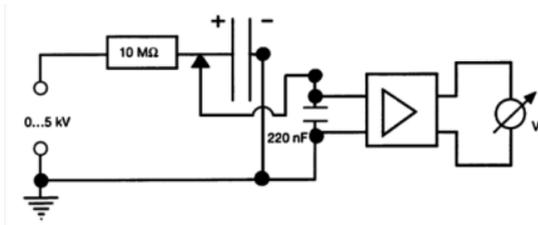


Рис. 46

Пластина конденсатора с высокой степенью изоляции подключается к верхнему разьему источника питания высокого напряжения через защитные резисторы 10 МОм.

Средний разъем высоковольтного источника питания и противоположная пластина конденсатора заземлены через конденсатор 220 нФ. Правильное измерение начального напряжения должно быть обеспечено соответствующей регулировкой тумблера на приборе. Заряд электростатической индукции на плоском конденсаторе можно измерить по напряжению на конденсаторе 220 нФ в соответствии с уравнением (4). Измерительный усилитель настроен на высокое входное сопротивление, коэффициент усиления 1 и постоянную времени 0.

2. На первом этапе плоский конденсатор заряжается от высоковольтного источника питания. На втором этапе (при отключенном высоковольтном источнике питания!) измеряется заряд плоского конденсатора.

Для начала определяется площадь поверхности пластин конденсатора, измеряя их радиус. Эксперимент проводится в двух частях:

В первой части измеряется заряд на пластинах плоского конденсатора, изменяя при постоянном напряжении расстояние между пластинами конден-

сатора. Затем проверяется линейная зависимость между зарядом и напряжением на плоском конденсатора. Данные измерений позволяют определить электрическую постоянную ϵ_0 , используя уравнение (4). Убедитесь, что во время измерений вы не находитесь рядом с конденсатором, так как в противном случае электрическое поле конденсатора может быть искажено.

Во второй части исследуется зависимость заряда электростатической индукции от напряжения с пластиковой пластиной и без нее (без воздушного зазора!) В пространстве между пластинами при одинаковом расстоянии между пластинами. Соотношение между зарядами электростатической индукции позволяет определить диэлектрическую проницаемость пластика. Диэлектрическая проницаемость стеклянной пластины определяется аналогичным образом.

3. Измерение электрической постоянной. По результатам эксперимента заполните таблицы 21, 22.

Таблица 21 – Данные эксперимента

При: $A=0,0531 \text{ м}^2$, $U_c=1,5 \text{ кВ}$, $C=218 \text{ нФ}$

U, В						
d, см						
$1/d, \text{ см}^{-1}$						
Q, нКл						
$\epsilon_0, \text{ пК/Вм}$						

Таблица 22 – Данные эксперимента

При: $A=0,0531 \text{ м}^2$, $d=0,2 \text{ см}$, $C=218 \text{ нФ}$

U_c , кВ						
U , В						
Q , нКл						
ϵ_0 , пК/Вм						

4. Измерение диэлектрической проницаемости. По результатам эксперимента заполните таблицы 23, 24.

Таблица 23 – Данные эксперимента

Пластик, при: $A=0,0531 \text{ м}^2$, $d=0,98 \text{ см}$, $C=218 \text{ нФ}$

U_c , кВ						
U , В						
Q , нКл						
$Q d / A \epsilon_0 1 / U_c$						
U_{vac} , В						
Q_{vac} , нКл						
Q / Q_{vac}						

Таблица 24 – Данные эксперимента

Стекло, при: $A=0,0531 \text{ м}^2$, $d=0,17 \text{ см}$, $C=218 \text{ нФ}$

U_c , кВ						
U , В						
Q , нКл						
$Q d / A \epsilon_0 1 / U_c$						
U_{vac} , В						
Q_{vac} , нКл						
Q / Q_{vac}						

5. Вывод.

Дополнительная информация

PHYWE excellence in science. URL: https://www.phywe.com/ru/eksperimenty-i-nabory/universitet_9228_10159/ (дата обращения: 24.03.2023 г.).

Терминологический минимум: электрическая постоянная, диэлектрическая проницаемость, емкость конденсатора, конденсатор, плоский конденсатор, диэлектрик.

3.10. Лабораторная работа 10. Элементарный заряд и опыт Милликена

План работы:

1. Познакомитесь с установкой (рис. 47), опишите ее по плану.

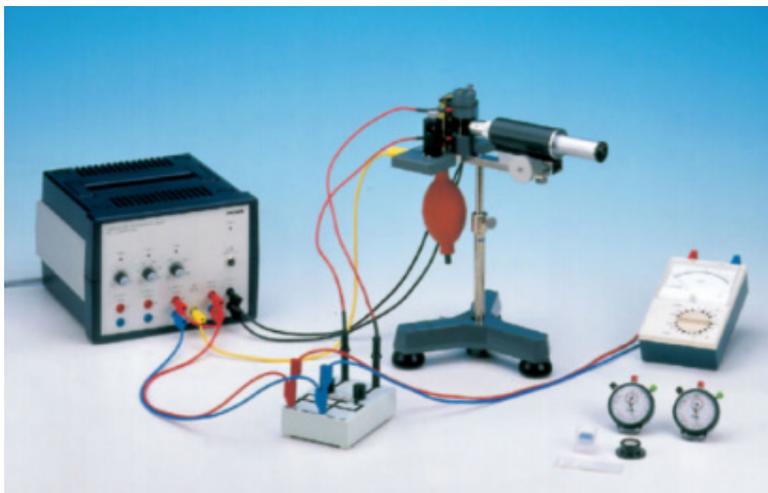


Рис. 47

План изучения приборов:

- Назначение прибора.
 - Принцип действия прибора (какое явление или закон положен в основе работы прибора).
 - Схема устройства прибора (его основные части, их назначение).
 - Правила пользования прибором.
 - Область применения прибора.
2. Экспериментальная часть «Элементарный заряд и опыт Милликена».

3. Предложите практическую работу и задание к данной установке для школьников.

Экспериментальная часть «Элементарный заряд и опыт Милликена»

Цель работы: определение электрического заряда, переносимого частицей, при измерении силы, действующей на частицу в электрическом поле известной силы.

Оборудование: экспериментальная установка «Элементарный заряд и опыт Милликена».

Пояснение к эксперименту:

В 1909 году Роберт Милликен провел эксперимент по определению заряда электрона, сравнивая приложенное напряжение с изменениями в движении капель масла, что позволило определить электрический заряд на каждой капельке. Это привело к выводу, что все капли имели заряды, которые были простыми кратными постоянному числу, фундаментальному заряду электрона, который обозначается как e или q_e .

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Этот метод убедительно доказал, что электрический заряд всегда кратен заряду электрона.

Элементарный заряд – это электрический заряд, переносимый одним электроном или протоном. Атомы вещества электрически нейтральны, поскольку их ядра содержат такое же количество протонов, что и электронов, окружающие ядро. Таким образом,

заряд всегда кратен заряду электрона или протона, фундаментальной физической постоянной.

Заряженные капли масла между пластинами конденсатора, находящиеся под действием электрического поля и силы тяжести, ускоряются за счет приложенного напряжения. Элементарный заряд определяется по скорости капли в направлении силы тяжести и в противоположном направлении.

Сила F , действующая на каплю радиуса r , движущуюся со скоростью v в вязкой жидкости с вязкостью η , равна:

$$F = 6\pi \cdot r \cdot \eta v \text{ (закон Стокса).}$$

Капелька масла массы m объёмом V и плотностью ρ_1 находится в гравитационном поле Земли:

$$F = mg = \rho_1 Vg .$$

Выталкивающая сила (сила Архимеда) определяется выражением:

$$F = \rho_2 Vg .$$

Сила электрического поля равна:

$$F = QE = Q \cdot \frac{U}{d} .$$

Из суммы сил, действующих на заряженную частицу, вычисляются скорости падения и подъема капель v_1 и v_2 соответственно:

$$v_1 = \frac{I}{6\pi r \eta (QE + \frac{4}{3} \pi r^3 g (\rho_1 - \rho_2))} ,$$

$$v_2 = \frac{I}{6\pi r \eta (QE - \frac{4}{3} \pi r^3 g(p_1 - p_2))}.$$

Вычитание или сложение этих уравнений дает радиус и заряд капли.

Отсюда получаем:

$$Q = C_1 \left(\frac{v_1 + v_2}{U} \right) \sqrt{v_1 - v_2}$$

$$C_1 = \frac{9}{2} \pi d \sqrt{\frac{\eta^3}{g(p_1 - p_2)}}$$

$$r = C_2 \sqrt{v_1 - v_2}$$

$$C_2 = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{\eta}{g(p_1 - p_2)}}$$

Заряд капель имеет определенные значения, кратные элементарному заряду e :

$$Q = n \cdot e$$

Порядок проведения эксперимента

1. Источник питания обеспечивает необходимое напряжение для аппарата Милликена. Подключите источник света к розеткам 6,3 В переменного тока.

Сначала откалибруйте окуляр микрометра. Последовательно соедините фиксированный (300 В пост. тока) и регулируемый (от 0 до 300 В пост. тока) выходы и получите напряжение более 300 В постоянного тока.

Переключатель коммутатора используется для изменения полярности конденсатора.

Калибровка окуляра микрометра: масштаб
30 дел. = 0.89 мм.

2. Установите напряжение на конденсаторе в пределах от 300 до 500 В.

С помощью распылителя впрысните капли масла между пластинами конденсатора.

Выберите капельку масла и, нажав на переключатель, переместите капельку между верхним и нижним делениями на окуляре микрометра. При необходимости откорректируйте фокусировку микроскопа.

Измерьте время падения и подъема 20 капель.

3. При выборе капли обратите внимание на следующие критерии:

- Капля не должна двигаться слишком быстро, тогда у нее будет небольшой заряд (на путь 30 дел потребуется примерно 1... 3 с).

- Капля не должна двигаться слишком медленно и не должна раскачиваться. При необходимости увеличьте напряжение на конденсаторе.

- Подсчитайте время подъема с помощью первого секундомера.

- Подсчитайте время падения с помощью второго секундомера.

- Добавленное время в обоих случаях должно быть больше 5 с.

4. По известным постоянным значениям определяются C_1 и C_2 :

**Таблица 25 – Табличные значения величин
во время эксперимента**

Параметры	Значения
Расстояние между конденсаторами	$d = (2,5 \pm 0,01)$ мм
Плотность силиконового масла	$\rho_1 = 1,03 \cdot 10^3$ кг/м ³
Вязкость воздуха	$\eta = 1,82 \cdot 10^{-5}$ кг/(мс)
Ускорение свободного падения	$g = 9,8$ м/с ²
Плотность воздуха	$\rho_2 = 1,293$ кг/м ³

Наблюдают движение заряженной капли масла в электрическом поле конденсатора и определяют скорости.

5. По результатам эксперимента заполните таблицу 26.

Таблица 26 – Данные эксперимента

U, В	t_1, c	$S_1, дел$	t_2, c	$S_2, дел$	$S_1, мм$	$S_2, мм$	$v_1 \cdot 10^4, м/с$	$v_2 \cdot 10^4, м/с$	$r \cdot 10^7, м$	$Q \cdot 10^{19}, Кл$	n	$e \cdot 10^{-19}, Кл$

6. Вывод.

Дополнительная информация

PHYWE excellence in science. URL: https://www.phywe.com/ru/eksperimenty-i-nabory/eksperimenty-nobelevskih-laureatov_9229_10160/ (дата обращения: 24.03.2023 г.).

Терминологический минимум: элементарный заряд, заряд электрона, сила тяжести, конденсатор, электрическое поле, сила Архимеда, закон Стокса, микрометр, микроскоп, плотность.

3.11. Лабораторная работа 11. Удельный заряд электрона – e/m

План работы:

1. Познакомитесь с установкой (рис. 48), опишите ее по плану.



Рис. 48

План изучения приборов

- Назначение прибора.
 - Принцип действия прибора (какое явление или закон положен в основе работы прибора).
 - Схема устройства прибора (его основные части, их назначение).
 - Правила пользования прибором.
 - Область применения прибора.
2. Экспериментальная часть «Удельный заряд электрона – e/m »
3. Предложите практическую работу и задание к данной установке для школьников.

Экспериментальная часть
«Удельный заряд электрона – e/m »

Цель работы: определение удельного заряда электрона (e/m_0) по траектории пучка электронов в скрещенных электрическом и магнитном полях переменной силы.

Оборудование: экспериментальная установка «Удельный заряд электрона – e/m ».

Пояснение к эксперименту:

Масс-спектрометрия – это аналитический метод, который точно измеряет массу различных молекул в образце. Обычно он используется для идентификации образцов и определения чистоты образцов.

В масс-спектрометре из исследуемого образца генерируется несколько ионов, которые разделяют в соответствии с их специфическим отношением массы к заряду (удельный заряд), а затем регистрируют относительное содержание каждого типа ионов. Результаты отображаются в виде спектров интенсивности сигнала обнаруженных ионов в зависимости от отношения их массы к заряду.

Когда электроны бомбардируют частицы газа, он распадается на заряженные молекулы или ионизируется. Под воздействием электрического и магнитного полей ионы с одинаковым отношением массы к заряду (удельным зарядом) будут претерпевать одинаковое отклонение в траектории движения.

Электроны ускоряются в электрическом поле и входят в магнитное поле под прямым углом к направлению движения. Удельный заряд электрона определяется по ускоряющему напряжению, напряженности магнитного поля и радиусу орбиты электрона.

Если электрон с массой m_0 и зарядом e ускоряется разницей потенциалов U , он достигает кинетической энергии:

$$e \cdot U = \frac{1}{2} m_0 \cdot v^2,$$

где v – скорость электрона.

В магнитном поле с \vec{B} на движущийся со скоростью \vec{v} электрон действует сила Лоренца:

$$\vec{F} = e \cdot \vec{v} \cdot \vec{B}.$$

Электрон, попадая в однородное магнитное поле (как в устройстве Гельмгольца) начинает двигаться по спиральной траектории вдоль магнитных силовых линий, которая становится окружностью радиуса r , если скорость \vec{v} перпендикулярна вектору магнитной индукции \vec{B} .

Поскольку центробежная сила $\frac{m_0 v^2}{r}$ по 2 закону Ньютона равна силе Лоренца, получаем

$$v = \frac{e}{m_0} \cdot B \cdot r,$$

где B абсолютная величина \vec{B} .

Из уравнения (1) следует, что

$$\frac{e}{m_0} = \frac{2U}{(Br)^2}.$$

Для расчета магнитного поля B используются первое и четвертое уравнения Максвелла в случае, когда не существует зависящих от времени электрических полей.

Для схемы Гельмгольца из двух катушек ($a = R$) с количеством витков n центре между катушками получаем:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \cdot \mu_0 \cdot n \cdot \frac{I}{R},$$

где $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6}$ Гн/м и R – радиус катушки.

Порядок проведения эксперимента

1. В схеме Гельмгольца (рис. 49) две катушки повернуты друг к другу. Поскольку ток в обеих катушках должен быть одинаковым предпочтительнее последовательное соединение.

Не должен превышать максимально допустимый непрерывный ток 5А.

Если полярность магнитного поля правильная, в затемненной комнате видна изогнутая траектория («светящийся след»).

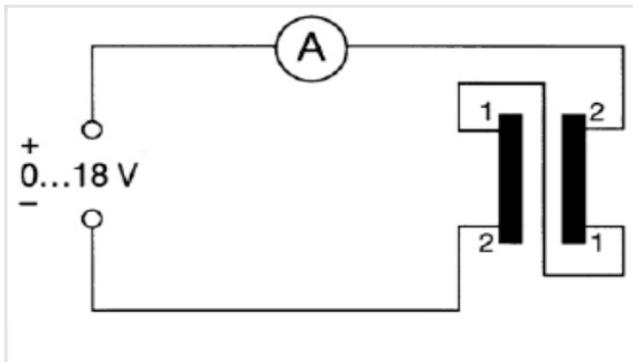


Рис. 49

2. Если траектория движения имеет форму спирали, то необходимо повернуть узкую электроннолучевую трубку вокруг ее продольной оси.

Схема подключения узкой электроннолучевой трубки (рис. 50).

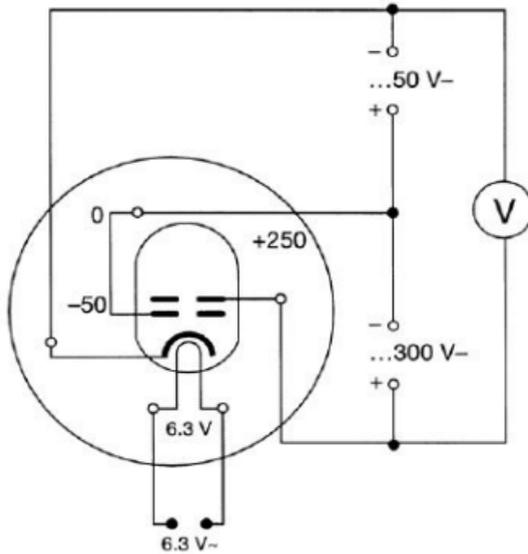


Рис. 50

3. Изменяя магнитное поле (силу тока) и скорость электронов (ускоряющее и фокусирующее напряжение), радиус орбиты может быть скорректирован таким образом, чтобы он совпадал с радиусом, определяемым «светящимся следом».

Когда пучок электронов совпадает с траекторией движения («светящимся следом»), видна только половина окружности. Радиус окружности составляет 2, 3, 4 или 5 см.

4. Для катушек: $R = 0,2$ м и $n = 154$.

Сила тока I и удельный заряд электрона e/m_0 рассчитаны при различных напряжениях U и различных радиусах r траекторий.

Сравните среднее значение измеренного удельного заряда электрона и табличное значение:

$$e/m_0 = 1,759 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}.$$

5. По результатам эксперимента заполните таблицу 27.

Таблица 27 – Данные эксперимента

U, В	I, А	Траектория (рисунок)	r, м	$\frac{e}{m}$, 10^{11} Кл/кг

6. Вывод.

Дополнительная информация

PHYWE excellence in science. URL: https://www.phywe.com/ru/eksperimenty-i-nabory/universitet/e-m_9857_10788/ (дата обращения: 24.03.2023 г.).

Терминологический минимум: удельный заряд электрона, электрон, магнитное поле, электрическое поле, сила Лоренца.

4. АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА»

4.1. Вопросы к зачету

1. Потребители в электрической цепи.
2. Источники питания в электрической цепи.
3. Последовательное, параллельное, смешанное соединения проводников.
4. Переменный ток и его характеристики.
5. Активное, индуктивное, ёмкостное сопротивление в цепи переменного тока.
6. Трансформатор. Его устройство, режимы работы.
7. Получение трехфазного электрического тока.
8. Соединение потребителей трехфазной цепи в звезду.
9. Устройство трехфазного трансформатора.
10. Полупроводниковый диод, его вольтамперная характеристика.
11. Принцип работы электродвигателя.
12. Принцип работы генератора постоянного тока.
13. Принцип работы генератора переменного тока.
14. Суть однополупериодного выпрямления переменного тока и напряжения. Недостатки схемы.
15. Принцип работы двухполупериодной схемы выпрямления. Её достоинства.
16. Принцип работы двигателя постоянного тока.
17. Принцип работы двигателя переменного тока.

18. Биполярный транзистор. Схемы включения биполярного транзистора в цепь.
19. Аперриодический усилитель. Структура, параметры, область применения.
20. Аналоговый и цифровой сигнал.

4.2. Вопросы к экзамену

1. Линейные элементы эклектической цепи.
2. Переменный ток и его характеристики. Фазовые соотношения в цепях с активным сопротивлением.
3. Фазовые соотношения в цепях с индуктивным сопротивлением.
4. Фазовые соотношения в цепях с емкостным сопротивлением.
5. Активная, реактивная и полная мощность.
6. Векторная диаграмма напряжений в цепи с активным, индуктивным, ёмкостным сопротивлениями.
7. Резонанс напряжений, условия его возникновения, физический смысл.
8. Резонанс токов, условия его возникновения, физический смысл.
9. Методы расчета электрических цепей.
10. Трансформатор. Его устройство, режимы работы.
11. Получение трехфазного электрического тока.
12. Соединение потребителей трехфазной цепи в звезду. Роль нулевого провода.
13. Соединение потребителей трехфазной цепи в треугольник.

14. Устройство трехфазного трансформатора.
15. Нелинейные элементы электрической цепи.
16. Принцип действия и устройство полупроводникового диода, его вольтамперная характеристика.
17. Суть однополупериодного выпрямления переменного тока и напряжения. Недостатки схемы.
18. Принцип работы двухполупериодной схемы выпрямления. Её достоинства.
19. Фильтры низких частот, их параметры и характеристики.
20. Фильтры высоких частот, их параметры и характеристики.
21. Принцип работы двигателя постоянного тока.
22. Принцип работы двигателя переменного тока.
23. Биполярный транзистор. Свойства. Принцип образования токов в транзисторе.
24. Схемы включения биполярного транзистора в цепь.
25. Аперриодический усилитель. Структура, параметры, область применения.
26. Аналоговый и цифровой сигнал.
27. Аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразования сигналов.
28. Логические элементы и технические аспекты их реализации.
29. Триггеры, их виды, структурные схемы RS, D и T-триггеров.
30. Регистры, их виды и структурно-функциональные схемы.
31. Счетчики (суммирующие, вычитающие и универсальные).

32. Шифраторы и дешифраторы, логика и способы их организации.
33. Мультиплексоры и демультимплексоры, логика и способы их организации.
34. Сумматор, его функциональная схема и принцип работы.
35. Арифметико-логическое устройство, назначение, структурная схема, функциональная схема.
36. Оперативное запоминающее устройство.
37. Виды запоминающих устройств, их назначение.
38. Назначение и структура микропроцессорного устройства.
39. Связь микропроцессора со структурными элементами ЭВМ.
40. Структурная схема ЭВМ.

4.3. Темы творческих заданий

1. Оказание первой помощи пораженному электрическим током.
2. Основные правила техники безопасности в учебных лабораториях.
3. Опасность поражения электрическим током для организма человека.
4. Электрическое сопротивление тела человека.
5. Электрические станции.
6. Составить конспект по теме: «Электробезопасность».
7. Составить конспект, в котором дать общее описание раздела «Цифровая техника».

8. Составить конспект внеурочного занятия (викторины, квеста, лабораторного занятия и др.) по разделу «Электротехника».

9. Составить конспект внеурочного занятия (викторины, квеста, лабораторного занятия и др.) по разделу «Радиоэлектроника».

10. Указать принципиальные отличия разделов «Радиотехника», «Электротехника», «Радиоэлектроника».

11. Составить конспект по теме место науки «Электрорадиотехника» в системе наук (естественных, технических).

12. Составить конспект внеурочного занятия (викторины, квеста, лабораторного занятия и др.) по разделу «Электроника».

13. Назовите физические явления, лежащие в основе работы следующих радиотехнических устройств:

№ п/п	Устройство	Физические явления
	Динамический микрофон	
	Конденсаторный микрофон	
	Электромагнитный микрофон	
	Динамический громкоговоритель	
	Телекамеры	
	Магнитофон	
	Антенны	
	Электрический колебательный контур	

Как физические понятия используются для описания данных явлений? В каких опытах школьного эксперимента можно применить данные устройства?

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА»

5.1. Текущий контроль

Таблица 28 – *Оценочные средства*

№ п/п	Наименование оценочного средства	Код компетенции, индикатора
Основы теории электрических цепей		
1	Опрос (развернутые монологические ответы обучающихся), решение практических (коммуникативных) задач	ПК-1; ПК-11
Электронные приборы		
2	Опрос (развернутые монологические ответы обучающихся), решение практических (коммуникативных) задач	ПК-1; ПК-11
Основы цифровой электроники		
3	Опрос (развернутые монологические ответы обучающихся), решение практических (коммуникативных) задач	ПК-1

***Вопросы для опроса в рамках
текущего контроля
по разделу «Основы теории электрических цепей»***

1. Электрический ток. Электрическая схема. Сила тока. Амперметр.
2. Напряжение. Вольтметр.
3. Электрическое сопротивление. Омметр. Реостат.
4. Закон Ома для участка и для полной цепи.
5. Последовательное соединение проводников.
6. Параллельное соединение проводников.
7. Смешанное соединение проводников.
8. Работа источника тока.
9. Мощность и работа электрического тока.
10. Катушка и ее основные характеристики.
11. Конденсатор. Емкость. Использование электролитических конденсаторов.

***Вопросы для опроса в рамках
текущего контроля
по разделу «Электронные приборы»***

1. Полупроводниковый диод. Вольтамперная характеристика.
2. Электродвигатель. Принцип действия электродвигателя.
3. КПД электродвигателя.
4. Генератор постоянного тока.
5. Электромагнитная индукция.
6. Генератор переменного тока.
7. Отличие переменного электрического тока от постоянного.

**Вопросы для опроса в рамках
текущего контроля
по разделу «Основы цифровой электроники»**

1. Диэлектрическая постоянная различных материалов.
2. Элементарный заряд и опыт Милликена.
3. Удельный заряд электрона – e/m .

План работы

1.1. Познакомитесь с установкой, опишите ее по плану.

План изучения приборов.

- Назначение прибора.
- Принцип действия прибора (какое явление или закон положен в основе работы прибора).
- Схема устройства прибора (его основные части, их назначение).
- Правила пользования прибором.
- Область применения прибора.

1.2. Лабораторная работа

1.3. Предложите практическую работу и задание к данной установке для школьников.

5.2. Итоговый контроль

Часть 1

Задание 1

Время на выполнение задания 1 мин.

Электрический ток – это:

- а) упорядоченное движение заряженных частиц;
- б) процесс превращения нейтрального атома в ион;
- в) упорядоченное движение;
- г) беспорядочное движение.

Задание 2

Время на выполнение задания 1 мин.

Напряженность электрического поля – это:

- а) механическая сила, с которой поле действует на заряд, помещенный в данной точке;
- б) механическая сила;
- в) механическая сила, с которой поле действует на единичный положительный заряд, помещенный в данной точке;
- г) механическая сила, с которой поле действует на единичный положительный заряд.

Задание 3

Время на выполнение задания 1 мин.

Постоянный ток – это ... :

- а) ток, изменяющийся по величине;

- б) ток, не изменяющийся по величине и по направлению;
- в) ток, не изменяющийся по величине;
- г) ток, изменяющийся по величине и по направлению.

Задание 4

Время на выполнение задания 1 мин.

К внутренней части цепи относится:

- а) приемник;
- б) потребитель;
- в) источник электрической энергии;
- г) соединительные провода.

Задание 5

Время на выполнение задания 1 мин.

Во внешнюю часть цепи входят:

- а) соединительные провода;
- б) потребители;
- в) электроизмерительные приборы;
- г) выключатели;
- д) все выше перечисленное.

Задание 6

Время на выполнение задания 1 мин.

Электродвижущая сила – это:

- а) причина, которая устанавливает и поддерживает разность потенциалов на зажимах источника;

б) вызывает ток в цепи, преодолевая ее внешнее сопротивление;

в) вызывает ток в цепи, преодолевая ее внутреннее сопротивление;

г) причина, которая устанавливает и поддерживает разность потенциалов на зажимах источника, вызывает ток в цепи, преодолевая ее внешнее и внутреннее сопротивления.

Задание 7

Время на выполнение задания 1 мин.

Как называется прибор для измерения электрической мощности:

а) вольтметр;

б) омметр;

в) люксметр;

г) ваттметр;

д) метр.

Задание 8

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Сила тока равна отношению А) _____ q , прошедшего через поперечное сечение проводника, ко Б) _____ его прохождения t . Единицей силы тока является В) _____. Обозначается буквой Г) _____. Прибор для измерения силы тока в цепи называют Д) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) время;
- 2) электрический заряд;
- 3) Ампер;
- 4) Вольт;
- 5) Ом;
- 6) U;
- 7) I;
- 8) R;
- 9) вольтметр;
- 10) амперметр.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

Задание 9

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) _____ прибор для измерения силы тока в цепи. Его шкала проградуирована в Б) _____. На шкале обычно ставят букву В) _____. При измерении силы тока прибор включают в цепь Г) _____ с тем прибором, силу тока в котором измеряют. Включают его в цепь с помощью двух клемм, или зажимов, имеющихся на приборе. У одной из клемм стоит знак «+», у другой «-». Клемму со знаком «+» нужно обязательно соединить с проводом, идущим от Д) _____ полюса источника тока.

Список слов и словосочетаний:

- 1) амперметр;
- 2) вольтметр;
- 3) Вольт;
- 4) Ампер;
- 5) А;
- 6) V;
- 7) параллельно;
- 8) последовательно;
- 9) отрицательно;
- 10) положительно.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

Задание 10

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

На рисунке 51 изображена электрическая цепь, состоящая из источника тока, амперметра, спирали из никелиновой проволоки (проводника), ключа и А) _____ присоединенного к спирали вольтметра.

Замыкают цепь и отмечают показания приборов. Затем присоединяют к первому источнику второй такой же источник питания и снова замыкают цепь. Напряжение на спирали при этом увеличится вдвое, и

амперметр покажет вдвое большую силу тока. При трех источниках напряжение на спирали Б) _____ втрое, во столько же раз В) _____ сила тока. Таким образом, опыт показывает, что во сколько раз Г) _____ напряжение, приложенное к одному и тому же проводнику, во столько же раз Д) _____ сила тока в нем.

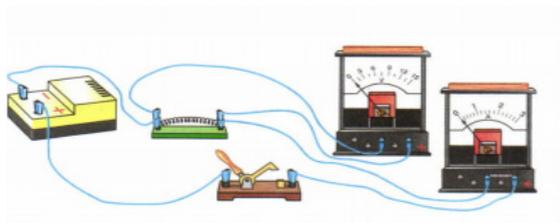


Рис. 51

Список слов и словосочетаний:

- 1) последовательно;
- 2) параллельно;
- 3) увеличивается;
- 4) уменьшается.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

Задание 11

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Электрическое сопротивление – это физическая величина, обозначается буквой А) _____. Единица измерения Б) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) I;
- 2) R;
- 3) U;
- 4) A;
- 5) Ом;
- 6) Вольт.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

Задание 12

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Закон Ома: А) _____ в участке цепи прямо пропорциональна Б) _____ на концах этого участка и обратно пропорциональна его В) _____.

$$I = \frac{U}{R},$$

здесь Г) _____ – сила тока в участке цепи, Д) _____ – напряжение на этом участке, Е) _____ – сопротивление участка.

Список слов и словосочетаний:

- 1) напряжение;
- 2) сопротивление;
- 3) сила тока;
- 4) U;
- 5) R;
- 6) I.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

Задание 13

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

При последовательном соединении: сила тока в любых частях цепи А) _____, общее сопротивление цепи равно Б) _____ сопротивлений отдельных проводников, полное напряжение в цепи равно В) _____ напряжений на отдельных участках цепи.

Список слов и словосочетаний:

- 1) сумма;
- 2) разность;
- 3) одинакова;
- 4) разная.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Задание 14

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Работа электрического тока на участке цепи равна произведению А) _____ на концах этого участка на силу тока и на Б) _____, в течение которого совершалась работа. Работа электрического тока обозначается буквой В) _____. Единицей измерения является Г) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) Q;
- 2) A;
- 3) I;
- 4) напряжение;
- 5) сопротивление;
- 6) время;
- 7) Дж;
- 8) Вт;
- 9) В.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 15

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) _____ это устройство, позволяющее накапливать заряды. Состоит из двух одинаковых металлических Б) _____ (обкладок), находящихся на небольшом расстоянии друг от друга и разделенных слоем В) _____, например воздуха.

Список слов и словосочетаний:

- 1) обкладок;
- 2) конденсатор;
- 3) диэлектрика;
- 4) пластин;
- 5) электрометр;
- 6) электроскоп.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Задание 16

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) _____ (коэффициент самоиндукции) – это физическая величина, введенная для оценивания способности катушки противодействовать изменению силы тока в ней. Обозначается буквой Б) _____, еди-

ница измерения В) _____. Зависит от ее формы, размеров, числа витков и наличия или отсутствия сердечника.

Список слов и словосочетаний:

- 1) N,
- 2) K,
- 3) L,
- 4) Гн,
- 5) Гц,
- 6) Тл,
- 7) индуктивность,
- 8) магнитная индукция,
- 9) индукция.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Задание 17

Время на выполнение задания 1 мин.

Установите соответствие между видом соединения и его определением.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ	ВИД СОЕДИНЕНИЯ
А) проводники соединены таким образом, что по ним проходит один и тот же ток	1) смешенное
Б) два и более проводника присоединены к двум узловым точкам	2) последовательное
В) в электрической цепи имеются как последовательные, так и параллельные соединения отдельных проводников	3) параллельное

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Задание 18

Время на выполнение задания 1 мин.

Закон Ома для всей цепи:

- а) ток в электрической цепи равен электродвижущей силе, деленной на сопротивление цепи;
- б) ток в электрической цепи равен электродвижущей силе, деленной на сопротивление всей цепи (сумму внутреннего и внешнего сопротивлений);
- в) ток в электрической цепи равен силе, деленной на сопротивление всей цепи;
- г) ток в электрической цепи равен электродвижущей силе, деленной на сопротивление всей цепи (разности внутреннего и внешнего сопротивлений).

Задание 19

Время на выполнение задания 1 мин.

Переменный ток – это ... :

- а) ток, изменяющийся по величине;
- б) ток, не изменяющийся по величине и по направлению;
- в) ток, не изменяющийся по величине;
- г) ток, изменяющийся по величине и по направлению.

Задание 20

Время на выполнение задания 1 мин.

Трансформатор – это:

- а) аппарат, преобразующий постоянный ток одного напряжения в постоянный ток другого напряжения;
- б) аппарат, преобразующий переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения, но той же частоты;
- в) аппарат, преобразующий переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения;
- г) аппарат, преобразующий ток.

Задание 21

Время на выполнение задания 1 мин.

Генератор – это ... :

- а) устройство, преобразующее электрическую энергию в механическую;
- б) устройство, преобразующее механическую энергию в электрическую;
- в) устройство, преобразующее электрическую энергию в другие виды энергии;
- г) устройство, преобразующее механическую энергию в другие виды энергии.

Задание 22

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) _____ называют тела, через которые электрические заряды могут переходить от заряженного тела к незаряженному.

Б) _____ (диэлектриками) называют такие тела, через которые электрические заряды не могут переходить от заряженного тела к незаряженному.

В) _____ называют тела, которые по способности передавать электрические заряды занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками.

Список слов и словосочетаний:

- 1) полупроводники;
- 2) проводники;
- 3) непроводники.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Задание 23

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) _____ электрического тока равна произведению напряжения на силу тока. Обозначается буквой Б) _____ и единицей измерения является В) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) Q;
- 2) U;
- 3) P;
- 4) B;
- 5) Вт;
- 6) сопротивление;
- 7) мощность.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Задание 24

Время на выполнение задания 1 мин.

Если фазные обмотки генератора или потребителя соединить так, чтобы концы обмоток были соединены в одну общую точку, а начала обмоток присоединены к линейным проводам, то такое соединение называется _____.

- а) соединение треугольником;
- б) соединение звездой;
- в) соединение квадратом;
- г) параллельным.

Задание 25

Время на выполнение задания 1 мин.
Во сколько раз линейное напряжение больше фазного напряжения?

- а) в 2 раза;
- б) в 3 раза;
- в) в $\sqrt{3}$ раз;
- г) в $\sqrt{2}$ раз.

Задания открытого типа

Задание 26

Время на выполнение задания 5 мин.
Что такое трансформатор? На каком явлении основано устройство и работа трансформатора? Опишите устройство трансформатора.

Задание 27

Время на выполнение задания 2 мин.
Что такое многофазная система?

Задание 28

Время на выполнение задания 5 мин.
Выделите три признака, по которым судят о наличии электрического тока?

Задание 29

Время на выполнение задания 2 мин.
Дайте определение «Электротехника» – это ... ?

Задание 30

Время на выполнение задания 5 мин.
Выделите преимущества переменного тока по сравнению с постоянным.

Задание 31

Время на выполнение задания 5 мин.
Дайте определение: Транзистор. Биполярный транзистор. Какими типами носителей переносится ток в биполярном транзисторе?

Задание 32

Время на выполнение задания 5 мин.
Триггер – это ... ? Назовите функции триггеров. Перечислите виды триггеров и дайте определения.

Задание 33

Время на выполнение задания 5 мин.
Мультивибратор – это ... ? Назовите два вида мультивибратора и дайте определение.

Задание 34

Время на выполнение задания 5 мин.

Дайте определение: усилитель, выпрямитель.

Задание 35

Время на выполнение задания 5 мин.

Дайте определение «Реле» – это ... ? Перечислите разновидности реле.

Задание 36

Время на выполнение задания 5 мин.

Какое преобразование энергии происходит в термоэлементе? Ответ поясните.

Задание 37

Время на выполнение задания 8 мин.

Голубая электростанция

Данная анимация показывает новый вид электростанции, расползающейся там, где сходятся пресноводная река и океанская вода. На электростанции для выработки электроэнергии используется разница концентраций соли в двух водоемах. На электростанции пресная вода из реки закачивается через трубу в один резервуар. Соленая вода из океана закачивается в дру-

гой резервуар. Два резервуара разделены мембраной, которая пропускает только молекулы воды.

Молекулы воды естественным образом проходят через мембрану из резервуара с низкой концентрацией соли в резервуар с высокой концентрацией соли. Это увеличивает объем и давление воды в резервуаре с соленой водой.

Затем вода под высоким давлением в резервуаре с соленой водой проходит по трубе, приводя в движение турбину, вырабатывающую электроэнергию.

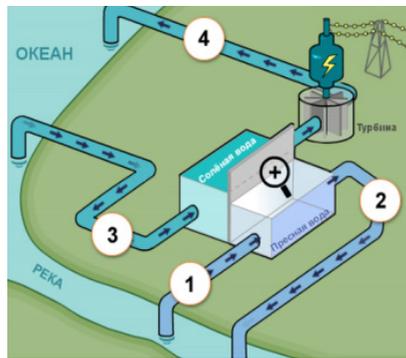


Рис. 52. Голубая электростанция

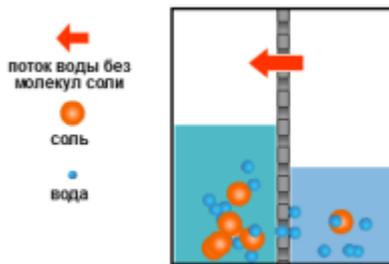


Рис. 53. Вид через увеличительное стекло

Задания к тексту «Голубая электростанция»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

В речной воде концентрация соли низкая. Поскольку молекулы проходят сквозь мембрану, концентрация соли в резервуаре с пресной водой А) _____, а концентрация соли в резервуаре с солёной водой Б) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) снижается;
- 2) повышается.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

2. На электростанции цифрами отмечены четыре участка. Вода закачивается из реки в участок 1. В каких участках далее по ходу процесса можно обнаружить молекулы воды, которые поступают из реки? Выберите один или более вариантов ответа.

- 1) участок 2;
- 2) участок 3;
- 3) участок 4.

3. На электростанции происходит несколько видов преобразования энергии. Какой вид преобразования энергии идет в турбине и генераторе?

Турбина и генератор преобразуют...

- 1) электрическую в кинетическую;
- 2) кинетическую в электрическую.

4. Многие электростанции используют ископаемые виды топлива, такие как нефть и уголь, в качестве источника энергии. Почему эта новая электростанция считается более экологичной, чем электростанции, использующие ископаемые виды топлива? Ответ поясните.

Задание 38

Время на выполнение задания 8 мин.

Индукционное ускорение

Существует возможность ускорения частиц мало меняющимся за время пролета частицы электрическим полем. Для этого используется бетатрон, который по принципу работы похож на обычный трансформатор. Катушка, называемая обмоткой возбуждения, соответствует первичной обмотке трансформатора, а роль вторичной обмотки выполняет электронный луч. Число оборотов, совершенных электронами в процессе ускорения, соответствует числу витков вторичной обмотки. Основу ускорителя составляет электромагнит, состоящий из магнитопровода и обмоток возбуждения, питаемых переменным током промышленной или повышенной частоты. В воздушном зазоре между полюсными наконечниками электромагнита располагается ускорительная вакуумная камера. Для смещения электронов с орбиты служат смещающие обмотки.

Изобретение относится к ускорительной технике и может быть использовано при создании индукционных циклических ускорителей промышленного назначения. Способ индукционного ускорения заряженных

частиц заключается в формировании нарастающего во времени магнитного поля, инжекции в него заряженных частиц, ускорении частиц индукционным электрическим полем, возникающим при изменении магнитного поля и выведении ускоренных частиц. Заряженные частицы ускоряют импульсами индукционного электрического поля с длительностью импульсов, много меньшей времени нарастания поля на орбите и равной половине периода обращения частиц с частотой повторения импульсов, равной частоте обращения частиц. Изобретение позволяет увеличить среднюю мощность.

Задания к тексту «Индукционное ускорение»

1. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Существует возможность ускорения частиц мало меняющимся за время пролета частицы А) _____. Для этого используется бетатрон, который по принципу работы похож на обычный трансформатор. Катушка, называемая обмоткой возбуждения, соответствует первичной обмотке трансформатора, а роль вторичной обмотки выполняет Б) _____. Число оборотов, совершенных электронами в процессе ускорения, соответствует числу витков вторичной обмотки. Основу ускорителя составляет В) _____, состоящий из магнитопровода и обмоток возбуждения, питаемых переменным током промышленной или повышенной частоты. В воздушном зазоре между полюсными наконечниками Г) _____ располагается ускорительная вакуумная камера. Для смещения электронов с орбиты служат Д) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) электрическое поле;
- 2) магнитное поле;
- 3) электромагнит;
- 4) электронный луч;
- 5) смещающие обмотки.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

2. Основу ускорителя составляет?

3. На рисунке 54 показана схема устройства бетатрона. Данная схема представляет собой трансформатор, у которого первичная обмотка – это обмотка возбуждения магнитного поля, а вторичная обмотка – пучок ускоряемых частиц. С помощью чего происходит ускорение электронов?

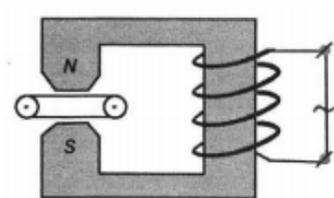


Рис. 54

4. На каком явлении основана работа трансформатора.

Задание 39

Время на выполнение задания 5 мин.

Коэффициент трансформации. Определение.
Формула. Условие повышающего и понижающего трансформатора.

Задание 40

Время на выполнение задания 2 мин.

Датчик – это ... ?

Задание 41

Время на выполнение задания 5 мин.

Дайте определение: детектирование, дешифратор.

Задание 42

Время на выполнение задания 5 мин.

Осциллограф – это ... ?

Задание 43

Время на выполнение задания 5 мин.

Запишите название прибора, изображенного на рисунке 55, _____

- цену деления прибора _____
- показания прибора _____

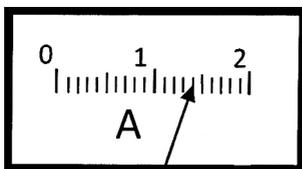


Рис. 55

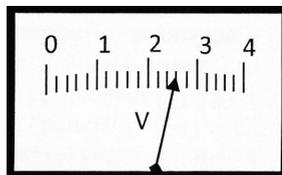


Рис. 56

Задание 44

Время на выполнение задания 5 мин.

Запишите название прибора, изображенного на рисунке 56, _____

- цену деления прибора _____
- показания прибора _____

Задание 45

Время на выполнение задания 2 мин.

Сформулируйте первый закон Кирхгофа.

Задание 46

Время на выполнение задания 2 мин.

Сформулируйте второй закон Кирхгофа.

Задание 47

Время на выполнение задания 2 мин.

Сформулируйте закон Фарадея.

Задание 48

Время на выполнение задания 5 мин.

Запишите математическую запись закона последовательного соединения с расшифровкой всех входных в нее параметров.

Задание 49

Время на выполнение задания 5 мин.

Запишите математическую запись закона параллельного соединения с расшифровкой всех входных в нее параметров.

Задание 50

Время на выполнение задания 5 мин.

Запишите математическую запись закона Ома для полной цепи с расшифровкой всех входных в нее параметров.

2 часть

Задание 51

Время на выполнение задания 1 мин.

Установите соответствие между именем ученого и его вкладом в развитие науки и техники.

УЧЕНЫЙ	ВКЛАД УЧЕНОГО В РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНИКИ
А) А. Ампер, французский физик и математик;	1) доказал опытным путем существование частицы с наименьшим зарядом;
Б) Р. Милликен, американский физик;	2) изобрел прибор для установления основного закона электрического взаимодействия;
В) Д. Джоуль, немецкий физик	3) создал первую теорию о связи электрических и магнитных явлений; 4) создал первый гальванический элемент; 5) доказал закон, выражающий связь между силой тока в цепи, напряжением и сопротивлением; 6) установил закон о тепловом действии электрического тока

Ответ:

А	Б	В

Задание 52

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) _____ это упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц. Чтобы его получить в проводнике, надо создать в нем Б) _____. За направление тока условно приняли то направление, по которому

двигутся в проводнике положительные заряды, т.е. направление от В) _____ полюса источника тока к Г) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) электрическое поле;
- 2) электрический ток;
- 3) отрицательный;
- 4) положительный.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 53

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Для того чтобы использовать энергию электрического тока, нужно иметь А) _____. Электрическую энергию нужно доставить к Б) _____. Для этого его соединяют с источником электрической энергии В) _____. Чтобы включать и выключать в нужное время, применяют Г) _____, т.е. замыкающие и размыкающие устройства. Чтобы в цепи был ток, она должна быть Д) _____, т.е. состоять только из проводников электричества. Чертежи, на которых изображены способы соединения электрических приборов в цепь, называют Е) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) приемник;
- 2) провода;
- 3) источник тока;
- 4) замкнутой;
- 5) ключи;
- 6) не замкнутой;
- 7) схемы;
- 8) рисунки.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

Задание 54

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Напряжение показывает, какую А) _____ совершает электрическое поле при перемещении единичного Б) _____ заряда из одной точки в другую. Единица измерения В) _____. Обозначается буквой Г) _____. Прибор для измерения напряжения называют Д) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) сила;
- 2) работа;
- 3) положительно;
- 4) отрицательно;

- 5) Ампер;
- 6) Вольт;
- 7) Ом;
- 8) U;
- 9) I;
- 10) R;
- 11) вольтметр;
- 12) амперметр.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

Задание 55

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) _____ прибор для измерения напряжения на полюсах источника тока или на каком-нибудь участке цепи. Его шкала проградуирована в Б) _____. На шкале обычно ставят букву В) _____. При измерении напряжения прибор включают в цепь Г) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) амперметр;
- 2) вольтметр;
- 3) Вольт;
- 4) Ампер;

- 5) А;
- 6) В;
- 7) параллельно;
- 8) последовательно.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 56

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) _____ – это физическая величина, которая определяет сопротивление проводника из данного вещества длиной 1 м, площадью поперечного сечения 1 м². Обозначается буквой Б) _____. Единица измерения В) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) сопротивление проводника;
- 2) удельное сопротивление;
- 3) R;
- 4) ρ;
- 5) Ом;
- 6) $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$;
- 7) Ом/м.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Задание 57

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) _____ – это прибор, для регулирования силы тока в цепи. В нем используют проволоку с Б) _____ удельным сопротивлением, которую наматывают на цилиндр, изготовленный из непроводящего материала. Витки проволоки должны быть изолированы друг от друга, поэтому ее покрывают тонким слоем не проводящей ток В) _____. Менять сопротивление можно в реостате с помощью Г) _____, который скользит по расположенному над обмоткой металлическому стержню.

Список слов и словосочетаний:

- 1) резистор;
- 2) реостат;
- 3) большим;
- 4) меньшим;
- 5) окалины;
- 6) проволоки;
- 7) ползунок.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 58

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

При параллельном соединении: напряжение на участке цепи и на концах всех соединенных проводников А) _____, сила тока в неразветвленной части цепи равна Б) _____ сил токов в отдельных соединенных проводниках. Общее сопротивление цепи В) _____ и становится Г) _____ сопротивления каждого из проводников, входящих в цепь.

Список слов и словосочетаний:

- 1) разное;
- 2) одинаково;
- 3) сумма;
- 4) разность;
- 5) увеличивается;
- 6) уменьшается;
- 7) больше;
- 8) меньше.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 59

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Короткое замыкание это А) _____ концов участка цепи проводником, сопротивление которого очень Б) _____ по сравнению с сопротивлением участка цепи. При этом в цепи возникает В) _____ сила тока, провода могут сильно нагреться и стать причиной пожара. Чтобы избежать этого, в сеть включают Г) _____. Они защищают электроприборы от выхода из строя при перегрузках в электрической сети.

Список слов и словосочетаний:

- 1) большая;
- 2) мало;
- 3) предохранители;
- 4) электроприборы;
- 5) конденсатор;
- 6) соединение.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 60

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Чем больше площадь пластин, тем А) _____ емкость конденсатора. При уменьшении расстояния между пластинами конденсатора при неизменном заряде емкость конденсатора Б) _____. При внесении диэлектрика емкость конденсатора В) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) уменьшается;
- 2) увеличивается;
- 3) больше;
- 4) меньше.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Задание 61

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Свойства конденсатора накапливать электрические заряды характеризуется А) _____. Это физическая величина, измеряемая отношением заряда одной из пластин конденсатора к Б) _____ между пластинами. Обозначается буквой В) _____. Единицей является Г) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) напряжение;
- 2) сопротивление;
- 3) ёмкость;
- 4) Q;
- 5) C;
- 6) S;
- 7) V;
- 8) Ф;
- 9) Вт.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 62

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

На рисунке 57 изображена катушка, состоящая из большого числа витков провода, намотанного на деревянный каркас. Когда в катушке есть ток, железные опилки А) _____ к ее концам, при отключении тока они Б) _____. Если катушку с током подвесить на тонких и гибких проводниках, то она установится так же, как В) _____ компаса. Один конец катушки будет обращен к северу, другой – к югу. Вокруг катушки с током имеется Г) _____. Вне катушки магнитные линии направлены от Д) _____ полюса катушки к Е) _____.

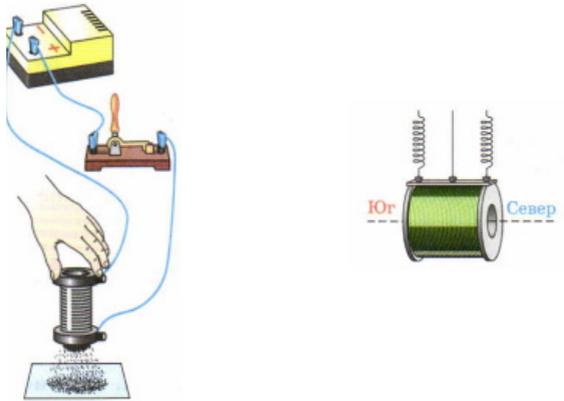


Рис. 57

Список слов и словосочетаний:

- 1) отпадают;
- 2) притягиваются;
- 3) магнитная стрелка;
- 4) магнитное поле;
- 5) южный;
- 6) северный.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

Задание 63

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Магнитное действие катушки с током тем сильнее, чем А) _____ число витков в ней. При Б) _____ силы тока действия магнитного поля катушки с током усиливается, при В) _____ – ослабляется.

Список слов и словосочетаний:

- 1) больше;
- 2) меньше;
- 3) увеличении;
- 4) уменьшении.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Задание 64

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

В технических электродвигателях обмотка состоит из А) _____ числа витков проволоки. Эти витки укладывают в пазы (прорези), сделанные вдоль боковой поверхности железного цилиндра. Этот цилиндр нужен для усиления Б) _____. На рисунке изображена схема такого устройства, оно называется якорем двигателя.

Магнитное поле, в котором вращается якорь такого двигателя, создается сильным В) _____. Г) _____, проходящий по центральной оси железного цилиндра, соединяют с прибором, который приводится двигателем во вращение.

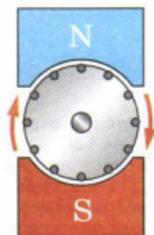


Рис. 58

Список слов и словосочетаний:

- 1) большого;
- 2) меньшего;
- 3) магнитное поле;
- 4) электромагнит;
- 5) вал двигателя.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 65

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

Электрический ток, периодически меняющийся со временем по модулю и направлению, называется А) _____.

Для его получения используют в основном электромеханические индукционные генераторы, т.е. устройства, в которых Б) _____ энергия преобразуется в В) _____. Индукционными они называются потому, что их действие основано на явлении Г) _____.

Д) _____ – устройство, предназначенное для увеличения или уменьшения переменного напряжения и силы тока.

Список слов и словосочетаний:

- 1) механическая;
- 2) электрическая;
- 3) электромагнитная индукция;
- 4) переменный ток;
- 5) трансформатор;
- 6) резистор.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

Задание 66

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) _____ – колебательная система, в которой могут существовать свободные электромагнитные колебания. Состоит из конденсатора (или батареи конденсатора) и проволочной катушки.

Формула для определения периода свободных электромагнитных колебаний называется формулой Томсона: $T=2\pi\sqrt{LC}$, где L – Б) _____ катушки и С – В) _____ конденсатора.

Например, при уменьшении емкости или индуктивности период колебаний должен уменьшиться, а их частота – Г) _____.

Список слов и словосочетаний:

- 1) индуктивность;
- 2) емкость;
- 3) колебательный контур;
- 4) уменьшиться;
- 5) увеличиться.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 67

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

А) _____ – передача и прием информации посредством электромагнитных волн.

На рисунке 59а, изображено Б) _____, состоящее из генератора высокочастотных колебаний, микрофона, модулирующего устройства и передающей антенны.

В микрофон поступают звуковые колебания, которые преобразуются в электрические колебания такой же формы. Из микрофона низкочастотные электрические колебания поступают в В) _____. Туда же из Г) _____ подаются высокочастотные колебания постоянной амплитуды.

В модулирующем устройстве амплитуду высокочастотных колебаний изменяют с помощью электрических колебаний звуковой частоты. В результате амплитуда становится переменной, причем меняется она точно так же, как и поступающие из микрофона электрические колебания. Такие высокочастотные модулированные по амплитуде колебания несут в себе информацию о форме звукового сигнала. Поэтому

частота высокочастотных колебаний называется Д) _____.

Под воздействием высокочастотных модулированных колебаний в передающей антенне возникает Е) _____ высокой частоты. Этот ток порождает в пространстве вокруг антенны электромагнитное поле, которое распространяется в пространстве в виде электромагнитных волн и достигает антенн радиоприёмных устройств.

Как видно из рисунка 59б, Ж) _____ состоит из приёмной антенны, приёмного резонирующего колебательного контура и З) _____ – элемента, пропускающего переменный ток только в одном направлении.

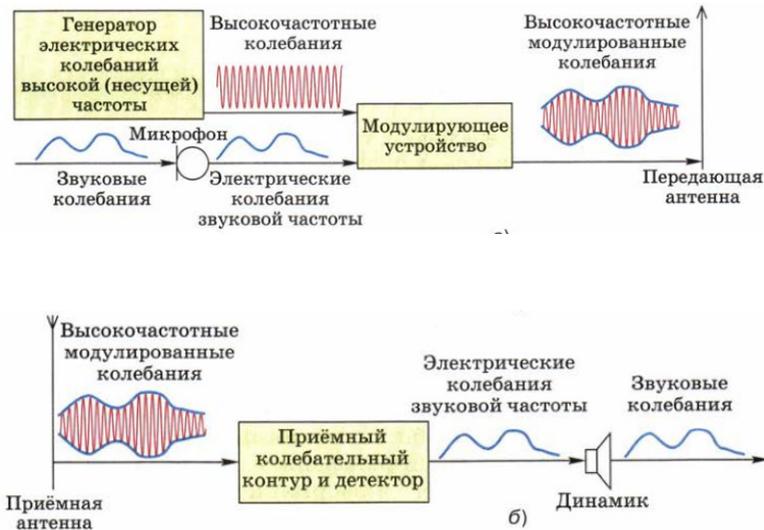


Рис. 59

Список слов и словосочетаний:

- 1) несущей;
- 2) радиосвязь;
- 3) переменный ток;
- 4) радиоприёмное устройство;
- 5) модулирующее устройство;
- 6) передающее устройство;
- 7) генератор;
- 8) детектор.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З

Задание 68

Время на выполнение задания 1 мин.

Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

В приёмную антенну поступают волны от множества радиостанций. Но каждая радиостанция осуществляет вещание только на строго определенной, отведенной ей несущей частоте.

Настраивая свой радиоприёмник на частоту нужной радиостанции, вы меняете собственную частоту имеющегося в приёмнике колебательного контура так, чтобы она была равна несущей частоте данной радиостанции, т.е. чтобы контур был настроен

в А) _____ с колебаниями, генерируемыми на данной радиостанции. При этом амплитуда колебаний выбранной радиостанции в контуре вашего приёмника будет Б) _____ по сравнению с амплитудой колебаний, поступивших от радиостанций, вещающих на других несущих частотах. В этом заключается еще одно назначение несущей частоты – она обеспечивает возможность настройки на частоту нужной радиостанции.

Принятые колебания сначала усиливают. Затем для преобразования высокочастотных модулированных колебаний в звуковые производят В) _____, т.е. процесс, обратный модуляции, который проводится в два этапа: сначала с помощью Г) _____ (представляющего собой элемент с односторонней проводимостью) из высокочастотных модулированных колебаний получают высокочастотный пульсирующий ток, а затем в динамике этот ток сглаживается и преобразуется в колебания звуковых частот.

Список слов и словосочетаний:

- 1) максимальной;
- 2) минимальной;
- 3) детектирование;
- 4) резонанс;
- 5) детектор.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 69

Время на выполнение задания 1 мин.

Установите соответствие между понятием и его определением.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

ПОНЯТИЕ

А) напряжения, измеренные между началами фаз генератора (или потребителя) и нулевой точкой (или нулевым проводом);

Б) ток, протекающий по фазной обмотке генератора или потребителя;

В) ток, протекающий по линейному проводу

1) линейный ток;
2) фазное напряжение;
3) фазный ток

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Задание 70

Время на выполнение задания 1 мин.

Установите соответствие между понятием и его определением.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

РЕЖИМ РАБОТЫ
ТРАНСФОРМАТОРА

А) режим, при котором вторичная обмотка трансформатора разомкнута, а на зажимы первичной обмотки подано переменное напряжение;

1) нагрузочный режим;
2) холостой ход;
3) режим короткого замыкания

Б) режим, при котором вторичная обмотка замкнута на какое-либо сопротивление;

В) испытание трансформатора при короткозамкнутой цепи вторичной обмотки и номинальном первичном токе

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Задание 71

Время на выполнение задания 1 мин.

Если вторичное напряжение меньше первичного, то трансформатор называется _____, если больше, то _____.

- а) повышающим, понижающим;
- б) понижающим, повышающим.

Задание 72

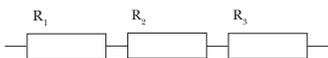
Время на выполнение задания 1 мин.

Установите соответствие между электрической схемой и названием вида соединения проводников в ней:

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА

ВИД СОЕДИНЕНИЯ
ПРОВОДНИКОВ

А)

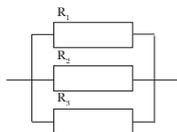


1) параллельное

2) R_1 и R_2 – параллельно, R_3 – последовательно

3) последовательное

Б)



Ответ:

А	Б

Задание 73

Время на выполнение задания 1 мин.

Установите соответствие между именем ученого и его вкладом в развитие науки и техники.

	УЧЕНЫЙ	ВКЛАД УЧЕНОГО В РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНИКИ
А)	Г. Ом, немецкий физик,	1) доказал опытным путем существование частицы с наименьшим зарядом
Б)	А. Вольты, итальянский физик	2) изобрел прибор для установления основного закона электрического взаимодействия
В)	Ш. Кулон, французский физик	3) создал первую теорию о связи электрических и магнитных явлений 4) создал первый гальванический элемент 5) доказал закон, выражающий связь между силой тока в цепи, напряжением и сопротивлением 6) установил закон о тепловом действии электрического тока

Ответ:

А	Б	В

Задание 74

Время на выполнение задания 1 мин.

Трехфазная система переменного тока – это ... :

а) три взаимно связанные электрические цепи с ЭДС одинаковой частоты и амплитуды, но сдвинутые по фазе одна относительно другой на $1/2$ периода;

б) три взаимно связанные электрические цепи с ЭДС одинаковой частоты и амплитуды, но сдвинутые

по фазе одна относительно другой на $1/3$ периода (на 120°);

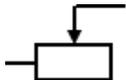
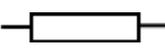
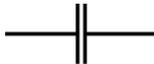
в) три взаимно связанные электрические цепи с ЭДС одинаковой частоты и амплитуды;

г) три взаимно связанные электрические цепи с ЭДС разной частоты и амплитуды, но сдвинутые по фазе одна относительно другой.

Задание 75

Время на выполнение задания 1 мин.

Установите соответствие между названием элемента электрической цепи и его условным обозначением на схеме.

УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ НА СХЕМЕ	НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ
А) 	1) резистор;
Б) 	2) реостат;
В) 	3) катушка;
Г) 	4) конденсатор;
Д) 	5) ключ;
Е) 	6) диод

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

Задания открытого типа

Задание 76

Время на выполнение задания 5 мин.

При монтаже электропроводки к входным контактам УЗО (Устройство защитного отключения) правильно подключили нулевой и фазный провод. При подключении же электроприбора к выходным контактам УЗО фазный провод подключили правильно, а нулевой и заземляющий провода перепутали местами. Сработает ли УЗО после включения электроприбора? Ответ поясните.

Задание 77

Время на выполнение задания 5 мин.

Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза больше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В? (Ответ дать в вольтах.)

Задание 78

Время на выполнение задания 5 мин.

Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза меньше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В? (Ответ дать в вольтах.)

Задание 79

Время на выполнение задания 5 мин.

Как изменится индуктивное сопротивление катушки при уменьшении частоты переменного тока в 4 раза?

Задание 80

Время на выполнение задания 5 мин.

При увеличении частоты переменного тока в 4 раза индуктивное сопротивление катушки, как изменится?

Задание 81

Время на выполнение задания 5 мин.

Для каких целей используют: трансформатор, генератор, аккумулятор, стабилизатор?

Задание 82

Время на выполнение задания 5 мин.

В электродинамическом микрофоне, изображённом на рисунке 60, увеличили число витков провода в катушке. Как в результате этого изменится (увеличится или уменьшится) напряжение, подаваемое с выводов катушки на электрическую схему, к которой она подключена? Ответ поясните.

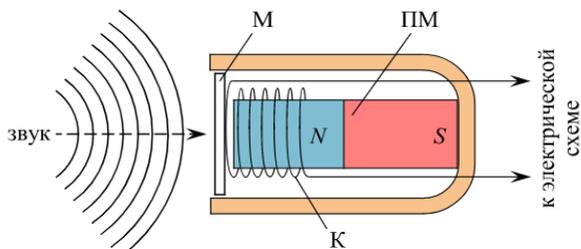


Рис. 60. Электродинамический микрофон

Задание 83

Время на выполнение задания 5 мин.

Транспортер равномерно поднимает груз массой 190 кг на высоту 9 м за 50 с. Сила тока в электродвигателе равна 1,5 А. КПД двигателя транспортера составляет 60%. Определите напряжение в электрической сети.

Задание 84

Время на выполнение задания 5 мин.

Первичная обмотка трансформатора находится под напряжением 220 В, по ней проходит ток 0,5 А.

На вторичной обмотке напряжение составляет 9,5 В, а сила тока равна 11 А. Определите коэффициент полезного действия трансформатора.

Задание 85

Время на выполнение задания 5 мин.

Понижающий трансформатор включен в сеть с напряжением 1000 В и потребляет от сети мощность, равную 400 Вт. Каков КПД трансформатора, если во вторичной обмотке течет ток 3,8 А, а коэффициент трансформации равен 10?

Задание 86

Время на выполнение задания 5 мин.

На велосипеде установлен генератор, вырабатывающий электрическую энергию для двух последовательно соединённых ламп. В каждой лампе сила тока 0,3 А при напряжении на каждой лампе 6 В. Чему равна работа тока генератора за 2 часа?

Задание 87

Время на выполнение задания 20 мин.

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. Абсолютная погрешность измерения напряжения составляет $\pm 0,2$ В.

В ответе:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта работы электрического тока;
- 3) укажите результаты измерения напряжения с учётом абсолютной погрешности измерения при силе тока 0,3 А;
- 4) запишите значение работы электрического тока.

Задание 88

Время на выполнение задания 20 мин.

Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R_1 , соберите экспериментальную установку для определения мощности, выделяемой на резисторе. При помощи реостата установите в цепи силу тока 0,3 А. Абсолютная погрешность измерения напряжения составляет $\pm 0,2$ В.

В ответе:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта мощности электрического тока;
- 3) укажите результаты измерения напряжения с учётом абсолютной погрешности измерения при силе тока 0,3 А;
- 4) запишите численное значение мощности электрического тока.

Задание 89

Время на выполнение задания 20 мин.

Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный R_2 , соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах. Абсолютная погрешность измерения силы тока составляет $\pm 0,05$ А, абсолютная погрешность измерения напряжения составляет $\pm 0,2$ В.

В ответе:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) установив с помощью реостата поочерёдно силу тока в цепи 0,4 А, 0,5 А и 0,6 А и измерив в каждом случае значение электрического напряжения на концах резистора, укажите результаты измерения силы тока и напряжения для трёх случаев в виде таблицы (или графика) с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 3) сформулируйте вывод о зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах.

Задание 90

Время на выполнение задания 20 мин.

Используя источник тока (4,5 В), вольтметр, ключ, соединительные провода, резисторы, обозначенные R_1 и R_2 , проверьте экспериментально правило для электрического напряжения при последовательном соединении двух проводников. Абсолютная погрешность измерения напряжения составляет $\pm 0,2$ В.

В ответе:

1) нарисуйте электрическую схему экспериментальной установки;

2) укажите результаты измерения электрического напряжения на концах каждого из резисторов и общее напряжение на концах цепи из двух резисторов при их последовательном соединении с учётом абсолютных погрешностей измерений;

3) сравните общее напряжение на двух резисторах с суммой напряжений на каждом из резисторов, сделайте вывод о справедливости или ошибочности проверяемого правила.

Задание 91

Время на выполнение задания 5 мин.

Используя условные обозначения, нарисуйте схему электрической цепи, состоящую из источника тока, амперметра, двух последовательно соединённых резисторов № 1 и № 2, ключа и соединительных проводов. Добавьте в схему вольтметр, которым можно измерить напряжение на резисторе № 1.

Задание 92

Время на выполнение задания 5 мин.

Используя условные обозначения, нарисуйте схему электрической цепи, состоящую из источника тока, двух параллельно соединённых ламп № 1 и № 2, ключа и соединительных проводов, амперметра, позволяющего измерить силу тока в лампе № 2, ключа и соединительных проводов. Добавьте в схему вольтметр, которым можно измерить напряжение на лампе № 1.

Задание 93

Время на выполнение задания 5 мин.

Какая ошибка допущена в электрической схеме, изображенной на рисунке 61?

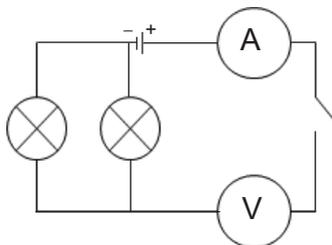


Рис. 61

Ответ: _____

Задание 94

Время на выполнение задания 5 мин.

Прочитайте отрывок из произведения Сергея Лукьяненко «Сумеречный дозор».

Снимите иллюзию с магических предметов!..

И домик чуть-чуть изменился.

Вместо чайника на столе оказалась маленькая берёзовая кадучка. Из кадучки шёл пар. Телевизор, впрочем, остался – но провод не тянулся к несуществующей розетке, а был воткнут в большой бурый помидор.

– Оригинально, – кивая на телевизор, заметил я. – И часто приходится менять овощи?

– Помидоры – каждый день, – пожала плечами ведьма. – Кочан капусты два-три дня работает.

Можно ли в действительности овощи использовать в качестве источников тока? Опишите, как работает такой источник тока.

Задание 95

Время на выполнение задания 5 мин.

Нарисуйте схему электрической цепи, изображённой на рисунке 62, используя условные обозначения. Какой закон последовательного соединения можно проверить с помощью этой электрической цепи?

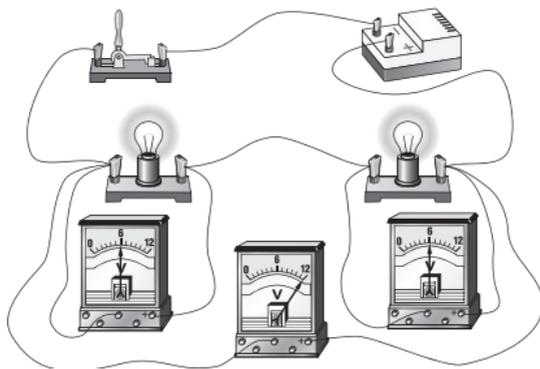


Рис. 62.

Задание 96

Время на выполнение задания 5 мин.

Приведите графическое изображение транзистора на схеме. Поясните изображение.

Задание 97

Время на выполнение задания 10 мин.

Определение, изображение на схеме полупроводникового диода. Пояснение изображения.

Задание 98

Время на выполнение задания 5 мин.

Поясните прямое и обратное включение диода.

Задание 99

Время на выполнение задания 5 мин.

Поясните соединение звездой (нулевая точка, линейные провода, нулевой провод).

Задание 100

Время на выполнение задания 5 мин.

Дайте определение «нелинейная электрическая цепь» и приведите примеры таких элементов.

5.3. Ключи правильных ответов к итоговому контролю

Часть 1

Таблица 29 – Ответы

№ задания п/п	Правильный ответ	Баллы
1	А	1
2	В	1
3	Б	1
4	В	1
5	Д	1
6	Г	1
7	Г	1
8	213710	5
9	145810	5
10	23333	5
11	25	2
12	312645	6
13	311	3
14	4627	4
15	243	3
16	734	3
17	231	3
18	Б	1
19	Г	1
20	Б	1
21	Б	1
22	231	3
23	735	3
24	Б	1
25	В	1

КЛЮЧИ
для заданий открытого типа

Задание 26

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Трансформатор – это аппарат, преобразующий переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения, но той же частоты. 2) На явлении взаимоиנדукции основаны устройство и работа трансформаторов. 3) Устройство трансформатора. На сердечнике, собранном из пластин электротехнической стали, намотаны две обмотки. Обмотка, к которой подводится напряжение, называется первичной. Ток, проходя по первичной обмотке, создает магнитное поле, линии которого замыкаются по сердечнику. Обмотка, в которой будет наводиться эдс взаимоиנדукции, используемая далее во внешней цепи, называется вторичной обмоткой. Если первичную обмотку трансформатора питать переменным током, т.е. током, изменяющимся по величине и направлению, то во вторичной обмотке будет индуктироваться переменная эдс. Если ко вторичной обмотке подключить нагрузку, то во вторичной цепи будет протекать переменный ток	
Приведены 3 аргумента	3
Приведены 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 27

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Правильный ответ должен содержать следующие определение: Многофазная система – совокупность переменных эдс (токов, напряжений и т.д.) одной частоты и сдвинутых по фазе одна относительно другой на какие-либо углы.	
Дано определение в полном объеме	2
Дано определение, не полное, частично	1
Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 28

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Проводник, по которому проходит электрический ток, нагревается. 2) Электрический ток, проходя по проводнику, создает вокруг него магнитное поле. 3) Ток, проходя через растворы солей, щелочей, кислот, а также через расплавленные соли, разлагает их на составные части.	
Приведены 3 аргумента	3
Приведены 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 29

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Правильный ответ должен содержать следующие определение: Электротехника – это наука об электрических явлениях, о производстве, передаче, распределении, преобразовании и использовании электрической энергии	
Дано определение в полном объеме	2
Дано определение, не полное, частично	1
Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 30

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Генераторы переменного тока значительно дешевле в производстве, чем генераторы постоянного тока. 2) Переменный ток легко трансформируется. 3) Переменный ток легко преобразуется в постоянный. 4) Двигатели переменного тока благодаря простоте конструкции и невысокой стоимости являются основой современного электропривода	
Приведены 4 аргумента	3
Приведены 2–3 аргумента	2
Аргумент(ы) не сформулирован(ы); приведено не менее двух фактов, возможность использования, которых для аргументации очевидна	1

Аргумент(ы) не сформулирован(ы); приведён один факт, который может быть использован для аргументации. ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0
---	---

Задание 31

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Транзистор – это электропреобразовательный полупроводниковый прибор с одним или несколькими электрическими переходами, имеющий три или более выводов, способный усиливать и генерировать колебания различных видов. 2) Биполярный транзистор – это транзистор, имеющий два близкорасположенных и взаимодействующих электронно-дырочных перехода. 3) Ток в таких транзисторах переносится двумя типами носителей – дырками и электронами	
Приведены 3 аргумента	3
Приведены 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 32

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Триггер – это устройство, обладающее двумя устойчивыми состояниями и способное переходить из одного состояния в другое под воздействием внешнего управляющего сигнала, превышающего пороговое значение. 2) Триггеры могут выполнять функции реле, переключателей, на их основе строят счетчики, распределители и другие устройства. 3) Различают триггеры асинхронные, которые переключаются в момент подачи входного сигнала, и синхронные, которые переключаются только при подаче синхронизирующих импульсов	
Приведены 3 аргумента	3
Приведены 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 33

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Мультивибратор – это релаксационный генератор, представляющий собой двухэлементный усилитель с емкостной связью, выход которого соединен с входом. При этом образуется замкнутая цепь с положительной обратной связью. 2) Виды: автоколебательные (не обладающие состоянием устойчивого равновесия) и ждущие (обладающие состоянием устойчивого равновесия, при выходе из которого сначала переходят в другое устойчивое состояние, а затем самопроизвольно возвращаются в первоначальное состояние)	
Приведены 3 аргумента	3
Приведены 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 34

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Усилитель – это устройство, увеличивающее электрическую мощность, напряжение, силу тока входного сигнала за счет энергии источников электрического питания посредством полупроводниковых приборов, электронных ламп и др.). 2) Выпрямитель – это устройство для преобразования переменного электрического тока в постоянный	
Приведены 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 35

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Реле – это специальный прибор, в котором при достижении определенного значения входной величины выходная величина изменяется скачком. 2) Реле различаются: А) по принципу действия: электромагнитные, индукционные, тепловые, электронные, газовые и др.; Б) по способу включения в контролируемую цепь: первичные, вторичные; В) по способу воздействия на аппарат управления: прямого действия, косвенного действия	
Приведены 4 аргумента	3

Приведены 2–3 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 36

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать аргументы: Внутренняя энергия преобразуется в электрическую. При нагревании спаев термоэлемента изменяется их температура, а, следовательно, внутренняя энергия. При этом спаи нагревают до разной температуры. При соединении спаев в цепи термоэлемента появляется электрический ток, следовательно, внутренняя энергия спаев превращается в электрическую энергию</p>	2
<p>Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок</p>	2
<p>Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит оба элемента правильного ответа или указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован</p>	1
<p>Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны или неверны, или отсутствуют.</p>	0

Задание 37

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать аргументы:</p> <p>1) 21</p> <p>2) 13</p> <p>3) 2</p> <p>4) Приводится объяснение, в котором определяется, почему электростанции, сжигающие ископаемое топливо, более вредны для окружающей среды, чем новые электростанции, показанные в этом задании, или определяется особенность новой электростанции, которая делает ее более экологичной</p>	
Выполнено 4 задания	4
Выполнено 3 задания	3
Выполнено 2 задания	2
Выполнено 1 задание	1
<p>Аргумент(ы) не сформулирован(ы).</p> <p>ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания.</p> <p>ИЛИ Ответ неправильный</p>	0

Задание 38

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать аргументы:</p> <p>1) 14335</p> <p>2) Электромагнит</p> <p>3) Электрическое поле</p> <p>4) Электромагнитная индукция</p>	
Выполнено 4 задания	4

Выполнено 3 задания	3
Выполнено 2 задания	2
Выполнено 1 задание	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 39

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать аргументы:</p> <p>1) Коэффициент трансформации – это величина, равная отношению напряжения в первичной и вторичной обмотках трансформатора.</p> <p>2) $k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$</p> <p>3) $k < 1$ – повышающий, $k > 1$ – понижающий</p>	
Приведены 3 аргумента	3
Приведено 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 40

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: Датчик – это измерительный (входной) преобразователь информации об измеряемой физической величине в сигнал, удобный для использования и обработки в системах автоматического контроля и измерения	
Дано определение в полном объеме	2
Дано определение, не полное, частично	1
Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 41

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Детектирование – это преобразование электрических колебаний, в результате которого обычно получаются колебания другой (как правило, более низкой) частоты. 2) Дешифратор – устройство, устанавливающее однозначное соответствие между входным дешифрируемым сигналом и сигналом на соответствующем выходе, используется, в частности. Для преобразования двоичного кода в десятичный	

Даны определения в полном объеме	2
Дано одно определение в полном объеме или даны определения, не полные, частично	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 42

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: Осциллограф – это прибор, предназначенный для визуального наблюдения за изменением во времени напряжения или силы тока в электроцепях, а также для измерения различных электрических величин.	
Дано определение в полном объеме	2
Дано определение, не полное, частично	1
Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 43

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Амперметр 2) 0.1 А 3) 1.4 А	
Приведены 3 ответа	3
Приведены 2 ответа	2
Приведен 1 ответ	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 44

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Вольтметр. 2) 0.2 В 3) 2.6 В	
Приведены 3 ответа	3
Приведены 2 ответа	2
Приведен 1 ответ	1

Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0
--	---

Задание 45

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: Алгебраическая сумма токов для любой узловой точки цепи всегда равна нулю	
Верно сформулирован закон	1
Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 46

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: Во всяком замкнутом контуре алгебраическая сумма электродвижущих сил равна алгебраической сумме падений напряжений	
Верно сформулирован закон	1
Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 47

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: Количество вещества, выделяющегося при электролизе на электродах, пропорционально току и времени его прохождения, или иначе, количеству электричества, протекающего через электролит	
Верно сформулирован закон	1
Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 48

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Сила тока (А), $I_{\text{общ}} = I_1 = I_2$ 2) Напряжение (В), $U_{\text{общ}} = U_1 + U_2$ 3) Сопротивление (Ом), $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2$	
Приведены 3 аргумента	3
Приведены 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 49

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1. Сила тока (А), $I_{\text{общ}} = I_1 + I_2$	

2. Напряжение (В), $U_{\text{общ}} = U_1 + U_2$ 3. Сопротивление (Ом), $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	
Приведены 3 аргумента	3
Приведены 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 50

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ I – сила тока (А) ε – электродвижущая сила (эдс), (В) R – сопротивление внешней цепи (Ом) r – сопротивление внутренней части цепи (Ом)	
Приведена формула и дана расшифровка всех входных в нее параметров	2
Приведена формула и нет расшифровки параметров ИЛИ Нет формулы, но названы параметры входящие в нее	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Часть 2

Таблица 30 – Ответы

№ задания п/п	Правильный ответ	Баллы
51	136	3
52	2143	4
53	312547	6
54	236811	6
55	2367	4
56	246	3
57	2357	4
58	2368	4
59	6213	4
60	322	3
61	3158	4
62	213465	6
63	134	3
64	1345	4
65	41235	5
66	3125	4
67	26571348	8
68	4135	4
69	231	3
70	213	3
71	6	1
72	31	2
73	542	3
74	6	1
75	261453	6

КЛЮЧИ
для заданий открытого типа

Задание 76

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: Да, после включения электроприбора ток начнёт течь через него по фазному и по заземляющему проводу, а по нулевому проводу ток течь не будет вовсе. В результате вокруг фазного провода создастся нескомпенсированное переменное магнитное поле, которое приведёт к возникновению в катушке ЭДС индукции, и УЗО сработает	
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит оба элемента правильного ответа или указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны или неверны, или отсутствуют	0

Задание 77

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать аргументы: Напряжения на первичной и вторичной обмотках трансформатора в режиме холостого хода относятся как числа витков: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$.</p> <p>Поскольку, согласно условию $\frac{N_1}{N_2} = 2$, получаем, что амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки в два раз меньше амплитуды колебаний напряжения на концах первичной обмотки и равна 25 В</p>	
Дано решение и приведены 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 78

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать аргументы: Напряжения на первичной и вторичной обмотках трансформатора в режиме холостого хода относятся как числа витков: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$.</p> <p>Поскольку, согласно условию $\frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{2}$, получаем, что амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки в два раз больше амплитуды колебаний напряжения на концах первичной обмотки и равна 100 В</p>	

Дано решение и приведены 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 79

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: Индуктивное сопротивление катушки пропорционально циклической частоты текущего через нее переменного тока: $X_L = \omega L$. Следовательно, уменьшение частоты переменного тока в 4 раза приведет к уменьшению индуктивного сопротивления также в 4 раза	
Приведено 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 80

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: Индуктивное сопротивление катушки пропорционально циклической частоте текущего через нее переменного тока: $X_L = \omega L$. Следовательно, увеличение частоты переменного тока в 4 раза приведет к увеличению индуктивного сопротивления также в 4 раза.	
Приведены 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 81

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Трансформатор используется для повышения или понижения электрического напряжения. 2) Генератор используется для производства электрической энергии в промышленных целях. 3) Аккумулятор используется для накопления энергии и автономного электропитания различных устройств. 4) Стабилизатор – это преобразователь электрической энергии, позволяющий получить на выходе напряжение или ток, находящиеся в заданных пределах при значительно больших колебаниях входного напряжения, тока и сопротивления нагрузки	

Приведены 4 аргумента	4
Приведены 3 аргумента	3
Приведены 2 аргумента	2
Приведен 1 аргумент	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 82

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: Увеличится. Напряжение, возникающее в катушке, зависит от быстроты изменения магнитного потока, пронизывающего витки катушки. При увеличении числа витков провода увеличится и напряжение, подаваемое с выводов катушки на электрическую схему.	
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок.	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит оба элемента правильного ответа или указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1

Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны или неверны, или отсутствуют	0
--	---

Задание 83

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: КПД электродвигателя – есть отношение полезной работы A_1 к затраченной A_2 : $\eta = \frac{A_1}{A_2} \cdot 100 \%$ $A_1 = mgh$ $A_2 = UIt$ $U = \frac{mgh}{It\eta} \cdot 100 \% = 380 \text{ В}$	
Дано решение и приведены основные формулы	2
Дано решение, но не все формулы приведены или нет вывода итоговой формулы	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 84

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 \%$ $P = UI$ $U = \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1} \cdot 100 \% = 95 \%$	
Дано решение и приведены основные формулы	2
Дано решение, но не все формулы приведены или нет вывода итоговой формулы	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 85

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: $U_2 = \frac{U_1}{k} = 100 \text{ В}$ $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 \%$ $P = UI$ $\eta = \frac{U_1 I_2}{P_1} \cdot 100 \% = 95 \%$	
Дано решение и приведены основные формулы	2
Дано решение, но не все формулы приведены или нет вывода итоговой формулы	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 86

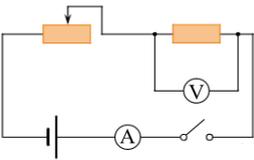
Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: $A = UIt = 12960 \text{ Дж}$ Следовательно, работа тока генератора на двух лампах равна $A = 2 \cdot 12960 \text{ Дж} = 25,92 \text{ кДж}$	
Дано решение и приведены основные формулы	2
Дано решение, но не все формулы приведены или нет вывода итоговой формулы	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 87

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: 1) Схема экспериментальной установки: <div style="text-align: center;"> </div>	
2) $A=UIt$	
3) $U = (3,6 \pm 0,2) \text{ В}$	
4) $A=3,6 \cdot 0,3 \cdot 600 = 648 \text{ Дж}$	

<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя:</p> <ol style="list-style-type: none">1) рисунок экспериментальной установки;2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае: для работы тока через напряжение, силу тока и время);3) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений;4) полученное правильное числовое значение искомой величины.	3
<p>Записаны правильные результаты прямых измерений, но в одном из элементов ответа (1, 2 или 4) присутствует ошибка.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Записаны правильные результаты прямых измерений, но один из элементов ответа (1, 2 или 4) отсутствует</p>	2
<p>Записаны правильные результаты прямых измерений, но в элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Записаны результаты прямых измерений, но в одном из них допущена ошибка при записи абсолютной погрешности измерений.</p> <p>В элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют</p>	1
<p>Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2 или 3 баллов.</p> <p>Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания</p>	0

Задание 88

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать аргументы: Схема экспериментальной установки:</p>  <p>$P = UI$ $U = (3,6 \pm 0,2) \text{ В}$ $P = 3,6 \cdot 0,3 = 1,08 \text{ Вт}$</p>	
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) рисунок экспериментальной установки; 2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае: для работы тока через напряжение, силу тока и время); 3) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений; 4) полученное правильное числовое значение искомой величины. 	3
<p>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</p>	2

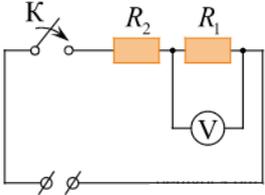
<p>Записаны правильные результаты прямых измерений, но в элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Записаны результаты прямых измерений, но в одном из них допущена ошибка при записи абсолютной погрешности измерений.</p> <p>В элементах ответа 1, 2 и 4 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют</p>	1
<p>Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2 или 3 баллов.</p> <p>Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания</p>	0

Задание 89

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы												
<p>Правильный ответ должен содержать аргументы:</p> <p>1) Схема экспериментальной установки:</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>2) Результаты измерения:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>№ п/п</th> <th>I, A</th> <th>U, B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>$0,40 \pm 0,05$</td> <td>$2,4 \pm 0,2$</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$0,50 \pm 0,05$</td> <td>$3,0 \pm 0,2$</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>$0,60 \pm 0,05$</td> <td>$3,6 \pm 0,2$</td> </tr> </tbody> </table> <p>3) Вывод: при увеличении напряжения на концах проводника сила тока в проводнике также увеличивается</p>	№ п/п	I, A	U, B	1	$0,40 \pm 0,05$	$2,4 \pm 0,2$	2	$0,50 \pm 0,05$	$3,0 \pm 0,2$	3	$0,60 \pm 0,05$	$3,6 \pm 0,2$	
№ п/п	I, A	U, B											
1	$0,40 \pm 0,05$	$2,4 \pm 0,2$											
2	$0,50 \pm 0,05$	$3,0 \pm 0,2$											
3	$0,60 \pm 0,05$	$3,6 \pm 0,2$											

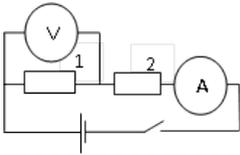
Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя: 1) рисунок экспериментальной установки; 2) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений; 3) правильно сделан вывод о зависимости между величинами	3
Записаны правильные результаты прямых измерений, но в одном из элементов ответа (1, 2 или 3) присутствует ошибка. ИЛИ Записаны правильные результаты прямых измерений, но один из элементов ответа (1, 2 или 3) отсутствует	2
Записаны правильные результаты прямых измерений, но в элементах ответа 1, 2 и 3 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют. ИЛИ Записаны результаты прямых измерений, но в одном из них допущена ошибка при записи абсолютной погрешности измерений. В элементах ответа 1, 2 и 3 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

Задание 90

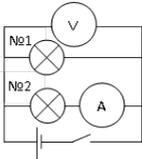
Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать аргументы:</p> <p>1) Схема экспериментальной установки:</p>  <p>2) Напряжение на резисторе R_1: $U_1 = (2,8 \pm 0,2)$ В. Напряжение на резисторе R_2: $U_2 = (1,4 \pm 0,2)$ В. Общее напряжение на концах цепи из двух резисторов: $U_0 = (4,1 \pm 0,2)$ В.</p> <p>3) Сумма напряжений на концах цепи из двух резисторов: $U_1 + U_2 = (4,2 \pm 0,4)$ В. Измеренное значение общего напряжения совпадает с суммой в пределах погрешности. Вывод: общее напряжение на двух последовательно соединённых резисторах равно сумме напряжений на контактах каждого из резисторов.</p>	
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя:</p> <p>1) рисунок экспериментальной установки;</p> <p>2) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений;</p> <p>3) правильно сделан вывод о зависимости между величинами</p>	3

<p>Записаны правильные результаты прямых измерений, но в одном из элементов ответа (1, 2 или 3) присутствует ошибка.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Записаны правильные результаты прямых измерений, но один из элементов ответа (1, 2 или 3) отсутствует</p>	2
<p>Записаны правильные результаты прямых измерений, но в элементах ответа 1, 2 и 3 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Записаны результаты прямых измерений, но в одном из них допущена ошибка при записи абсолютной погрешности измерений.</p> <p>В элементах ответа 1, 2 и 3 присутствуют ошибки, или эти элементы отсутствуют</p>	1
<p>Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2 или 3 баллов.</p> <p>Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания</p>	0

Задание 91

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать следующую схему:</p> 	
Правильный ответ	1
Ответ неправильный	0

Задание 92

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать следующую схему:</p> 	
Правильный ответ	1
Ответ неправильный	0

Задание 93

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: Вольтметр включен последовательно	
Правильный ответ	1
Ответ неправильный	0

Задание 94

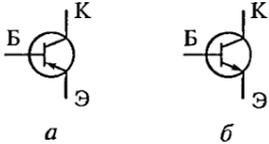
Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: Можно. Если между медной и цинковой пластинами поместить кислотную среду, то получится гальванический элемент. В качестве такой кислотной среды может использоваться лимон или яблоко. Для этого в лимон втыкают медный и цинковый провода, между которыми возникает напряжение. Правда, телевизор посмотреть с такой «батареей» не получится – уж слишком слабый ток будет она давать	
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит оба элемента правильного ответа или указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1

Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны или неверны, или отсутствуют	0
--	---

Задание 95

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать аргументы:</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Напряжение в цепи равно сумме напряжений на каждом из участков</p>	
Правильно нарисована схема и сформулирован закон	2
Правильно нарисована схема или сформулирован закон	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

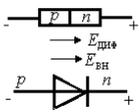
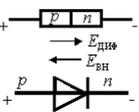
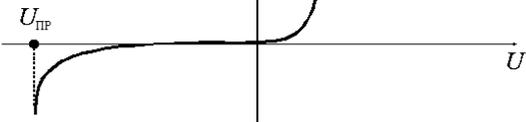
Задание 96

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать аргументы:</p> <div style="text-align: center;">  <p style="margin-left: 100px;"><i>a</i> <i>б</i></p> </div> <p>Условные графические изображения транзисторов р-п-р типа (а) и п-р-п типа (б). Э – эмиттер, Б – база, К – коллектор</p>	
<p>Приведены графические изображения транзисторов. Пояснение сформулировано</p>	2
<p>Приведены графические изображения транзисторов. Пояснение не сформулировано</p>	1
<p>Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный</p>	0

Задание 97

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать аргументы: Полупроводниковый диод – это двухэлектродный прибор, основу которого составляет р-п структура, разделенная электронно-дырочным переходом.</p> <p>Изображение:</p>  <p>Острая вершина треугольника указывает направление прямого тока через диод. Треугольник соответствует р области и называется анодом или эмиттером, а прямолинейный отрезок – области п и называется катодом или базой.</p>	
<p>Дано определение, изображение на схеме и его пояснение.</p>	3
<p>Дано определение, изображение на схеме. ИЛИ Дано изображение на схеме и его пояснение.</p>	2
<p>Дано определение. ИЛИ Дано изображение на схеме.</p>	1
<p>Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный</p>	0

Задание 98

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
<p>Правильный ответ должен содержать аргументы:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>Обратное включение</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Прямое включение</p>  </div> </div>  <p>При включении диода в прямом направлении его сопротивление электрическому току очень мало. При обратном включении сопротивление диода велико и он практически не пропускает электрический ток</p>	
Дано изображение и есть пояснение	2
Дано изображение, но нет пояснения	1
<p>Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный</p>	0

Задание 99

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: Если концы отдельных фаз нагрузки соединить в одну точку, а к началам подключить провода, то мы получим соединение в «звезду». Общая точка концов фаз называется нулевой точкой. Провода, подключенные к началам фаз, называются линейными проводами. Провод, идущий от «нулевой» точки, называется нулевым проводом	
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит оба элемента правильного ответа или указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

Задание 100

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	Баллы
Правильный ответ должен содержать аргументы: Нелинейная электрическая цепь – это цепь, содержащая элементы, параметры которых, например активное сопротивление, зависит от силы протекающего через него тока, т.е. зависимость между силой тока и напряжения нелинейная и не описывается линейным законом Ома. Пример такого нелинейного элемента электрической цепи является полупроводниковый диод или вентиль	
Дано определение и приведены примеры	2
Дано определение, но нет примеров. ИЛИ Приведены примеры, но нет определения	1
Аргумент(ы) не сформулирован(ы). ИЛИ Приведены рассуждения общего характера, не соответствующие требованию задания. ИЛИ Ответ неправильный	0

5.4. Критерии шкала оценивания

Таблица 31 – Критерии оценивания

Код компетенции, код индикаторов компетенции ПК-1 (ПК-1.1., ПК-1.2., ПК-1.3) ПК-11 (ПК-11.1., ПК-11.2., ПК-11.3)				
Уровни освоения компетенции	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	% освоения (рейтинговая оценка)*
Высокий (продвинутый)	Творческая деятельность	Обучающийся готов самостоятельно решать стандартные и нестандартные профессиональные задачи в предметной области дисциплины	Отлично	86–100
Средний (оптимальный)	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, с большей степенью самостоятельности и инициативы	Обучающийся готов самостоятельно решать различные стандартные профессиональные задачи в предметной области	Хорошо	61–85
Пороговый	Репродуктивная деятельность	Обучающийся способен решать несложный минимум стандартных профессиональных задач в предметной области дисциплины	Удовлетворительно	41–60
Недостаточный	Отсутствие признаков	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня	Неудовлетворительно / не зачтено	40 и ниже

5.5. Требования к оцениванию устного ответа

Оценка «отлично» ставится студенту за устный ответ, если:

- дан полный, развернутый ответ на вопрос, продемонстрированы исчерпывающие знания в раскрытии темы (проблемы, вопроса);
- в ответе проявляется свободное оперирование терминами и понятиями, умение выделить и охарактеризовать существенные и второстепенные признаки рассматриваемых объектов (явлений, процессов, проблем), раскрыть причинно-следственные связи;
- ответ логичен, доказателен, изложен литературным языком в терминах науки, демонстрирует авторскую позицию обучающегося;
- могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные обучающимся самостоятельно в процессе ответа.

Оценка «хорошо» ставится, если:

- дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные признаки и причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком в терминах науки;
- в ответе допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные обучающимся с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если:

- дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ;
- логика и последовательность изложения имеют нарушения;
- допущены существенные ошибки в раскрытии понятий и употреблении терминов;

- обучающийся не способен самостоятельно выделить существенные признаки и причинно-следственные связи; может продемонстрировать лишь фрагментарные знания по каждому из вопросов, проиллюстрировав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя;

- речевое оформление требует поправок, коррекции.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:

- не получен удовлетворительный ответ на вопрос;
- проявлено незнание важнейших понятий, концепций, фактов;

- в ответе отсутствует логика;

- дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа на поставленный вопрос.

5.6. Требования к ответам на зачете (экзамене) и система оценки ответов

Оценка «отлично» выставляется студенту на зачете (экзамене), если:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;

- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;

- последовательное, правильное выполнение всех заданий;

- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

Оценка «хорошо» ставится студенту, если:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;

- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;
- последовательное, правильное выполнение всех заданий;
- возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;
- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

Оценка «удовлетворительно» (зачтено) выставляется, если:

- затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;
- неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;
- выполнение заданий при подсказке преподавателя;
- затруднения в формулировке выводов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:

- неправильная оценка предложенной ситуации;
- отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий.

Дополнительным условием получения оценки за экзамен (зачет) могут стать успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на практических (семинарских) и лабораторных занятиях или результаты полученные студентом в процессе бально-рейтингового контроля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рабочая программа дисциплины, составлена на основе единых подходов к структуре и содержанию программ высшего педагогического образования («Ядро высшего педагогического образования»).

Учебное пособие «Электрорадиотехника» содержит следующие материалы:

- структуру учебной дисциплины, в том числе содержание, темы лекций, темы семинарских занятий дисциплины;

- лабораторные работы (учебный класс комплект по физике от компании SAGA CORPORATION; комплект типового лабораторного оборудования ЭЦОЭ1-С-Р «Электрические цепи и основы электроники»; Технопарк универсальных педагогических компетенций, лаборатория «Фундаментальная физика»);

- аттестационные материалы (вопросы к зачету и экзамену, темы творческих заданий);

- оценочные материалы (текущий и итоговый контроль, ключи правильных ответов к итоговому контролю, критерии шкала оценивания);

- требования к оцениванию: устного ответа, к ответам на зачете (экзамене) и система оценки ответов;

- литература для подготовки (теория [4–12; 20, 21] и практика [13–19]).

Таким образом, в процессе подготовки будущих учителей дополнительного образования их знакомят с описыванием установки, работой на лабораторных занятиях, проведением экспериментов, разработкой

заданий для школьников [1; 2] по данным установкам. Конечным продуктом является презентация о проделанной работе, что в дальнейшем пригодится им в школе. В процессе практико-ориентированной подготовки у студентов формируются необходимые компетентности, позволяющие в дальнейшем достигнуть успеха в профессиональной деятельности [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонова, Н.А. Тексты физического содержания и задания к ним: учеб. пособие / Н.А. Антонова; Министерство просвещения Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет». – Челябинск: Издательство Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, 2024. – 274 с. – ISBN 978-5-907611-33-9. – Текст: непосредственный.

2. Антонова, Н.А. Физика: задания на дополнение текста словами из предложенного списка: учеб. пособие / Н.А. Антонова; Министерство просвещения Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет». – Челябинск: Издательство Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, 2023. – 248 с. – ISBN 978-5-907790-25-4. – Текст: непосредственный.

3. Антонова, Н.А. Формирование читательской грамотности при обучении физике: учеб. пособие / Н.А. Антонова; Министерство просвещения Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет». – Челябинск: Издательство Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, 2023. –

212 с. – ISBN 978-5-907611-98-6. – Текст: непосредственный.

4. Блохин, А.В. Электротехника: учебное пособие / А.В. Блохин. – 2-е изд., испр. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 184 с. – ISBN 978-5-7996-1090-6. – Текст: непосредственный.

5. Богатырев, А.Н. Радиоэлектроника, автоматика и элементы ЭВМ: учеб. пособие для 8–9 кл. сред. шк. / А.Н. Богатырев. – Москва: Просвещение, 1990. – 175 с. – ISBN 5-09-002651-3. – Текст: непосредственный.

6. Брованов, С.В. Однофазные многоуровневые полупроводниковые выпрямители переменного тока: учеб. пособие / С.В. Брованов. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2022. – 74 с. – ISBN 978-5-7782-4670-6. – Текст: непосредственный.

7. Дурнаков, А.А. Электроника: учеб.-методич. пособие / А.А. Дурнаков, В.И. Елфимов. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 160 с. – ISBN 978-5-7996-1787-5. – Текст: непосредственный.

8. Евсюков, А.А. Электротехника: учеб. пособие для студентов физ. спец. пед. ин-тов / А.А. Евсюков. – Москва: Просвещение, 1979. – 248 с. – Текст: непосредственный.

9. Игнатов, А.Н. Основы электроники: учеб. пособие / А.Н. Игнатов, В.Л. Савиных, Н.Е. Фадеева. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. – 560 с. – ISBN 978-5-9729-1059-5. – Текст: непосредственный.

10. Корнеев, П.Е. Электротехника и электроника: учебное пособие для выполнения расчетно-графических работ / П.Е. Корнеев, А.А. Махов, Л.С. Фран-

цузова – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. – 102 с. – ISBN 978-5-4497-2100-6. – Текст: непосредственный.

11. Кузнецов, М.И. Основы электротехники: учебное пособие / М.И. Кузнецов. – Изд. 10-е, перераб. – Москва: Высшая школа, 1970. – 368 с. – Текст: непосредственный.

12. Марченко, А.Л. Основы электроники: учебное пособие для вузов / А.Л. Марченко. – Москва: ДМК Пресс, 2008. – 296 с. – ISBN 978-5-94074-432-0. – Текст: непосредственный.

13. Матвиенко, В.А. Электроника. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / В.А. Матвиенко. – Екатеринбург: УМЦ УПИ, 2015. – 147 с. – Текст: непосредственный.

14. Матвиенко, В.А. Электротехника. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / В.А. Матвиенко. – Екатеринбург: УМЦ УПИ, 2014. – 114 с. – Текст: непосредственный.

15. Степанов, С.В. Ученический эксперимент по физике. Ч. I: Электрические явления: пособие для учащихся / С.В. Степанов. – 2-е изд. – Москва: Лаббокс, 2022. – 111 с.: ил. – Текст: непосредственный.

16. Сундуков, В.И. Общая электротехника и основы электроснабжения: учебное пособие / В.И. Сундуков. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 95 с. – ISBN 978-5-4497-1385-8. – Текст: непосредственный.

17. Суранов, А.Я. Исследовательские работы по физике с Arduino: учебное пособие / А.Я. Суранов, А.А. Шаповалов. – Барнаул: АлтГПУ, 2022. – 208 с.: ил. – ISBN 978-5-907487-24-6. – Текст: непосредственный.

18. Таныгин, С.В. Разноуровневые учебно-исследовательские работы по физике: учебное пособие /

С.В. Таныгин, А.А. Шаповалов. – Барнаул: АлтГПУ, 2022. – 264 с.: ил. – ISBN 978-5-907487-30-7. – Текст: непосредственный.

19. Шаповалов, А.А. Учебно-исследовательские работы для смешанного обучения физике: учеб. пособие / А.А. Шаповалов. – Барнаул: АлтГПУ, 2021. – 284 с.: ил. – ISBN 978-5-907487-06-2. – Текст: непосредственный.

20. Электротехника и промышленная электроника: учеб. пособие / В.В. Богданов [и др.]. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2022. – 220 с. – ISBN 978-5-7782-4655-3. – Текст: непосредственный.

21. Электротехника: учеб. пособие / О.Б. Давыденко [и др.]. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2022. – 216 с. – ISBN 978-5-7782-4681-2. – Текст: непосредственный.

Учебное пособие

Антонова Надежда Анатольевна

ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

ISBN 978-5-907790-28-5

Работа рекомендована РИС ЮУрГГПУ
Протокол № 29, 2024

Издательство ЮУрГГПУ
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69

Редактор О.Э. Карпенко

Подписано в печать 26.01.2024 г.
Формат 60 × 84 ¹/₁₆. Тираж 100 экз.
Уч.-изд. л. 6,0. Усл. п.л. 13,7
Заказ № 17

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии ЮУрГГПУ
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69

