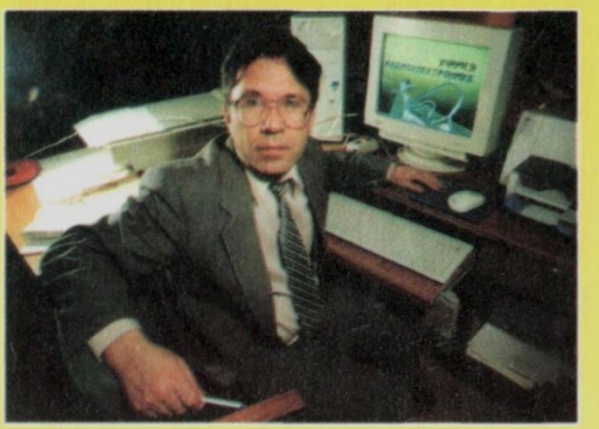
П.П.ГОЛОВИН

Учимся радиоэлектронике

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ



Головин Петр Петрович,
народный учитель СССР,
кандидат педагогических наук.

По инициативе Головина П.П. и школьного физико-технического общества, при содействии органов народного образования Ульяновской области и Министерства образования России на базе Ишеевской средней школы Ульяновского района Ульяновской области в 1990 году создана ученическая учебно-методическая и производственная фирма «Импульс». В двух классах-цехах с заводским оборудованием на пятьдесят рабочих мест проходят профессиональную подготовку учащиеся восьмых-одиннадцатых классов. Программа подготовки: теория, практические занятия по усвоению теоретических знаний и изготовлению продукции, квалификационный экзамен на получение разряда по специальности - «монтажник радиоаппаратуры и приборов». Вырученные от деятельности фирмы средства идут на зарплату учащимся, работающим во внеурочное время, на содержание штатных работников, развитие фирмы и школы.

Продукция фирмы «Импульс» пользуется большой популярностью и реализуется через сеть магазинов «Учколлектор», а также высылается по прямому заказу школ.

Опыт использования учителями разработанных П.П.Головиным учебно-наглядных пособий и методики их применения позволяет выделить следующие их достоинства:

- простота и быстрота в проведении экспериментов;
- наглядность и вариантность изучаемых конструкций;
- универсальность применения независимо от учебной программы;
- тиражируемость технологии обучения и методики использования.

При «Импульсе» работает руководимая Петром Петровичем Головиным авторская Всероссийская школа повышения квалификации учителей физики по совершенствованию практической части преподавания электродинамики в школьном курсе и организации внеклассной работы по физико-техническому творчеству. За 1992 - 1999 годы проведено более 100 занятий в Москве, Санкт-Петербурге, Сыктывкаре, Воркуте, Анадыре, Чебоксарах, Пензе, Саратове, Магадане, Рязани, Смоленске, Йошкар-Оле, Инте, Печоре, Уфе, Казани, Самаре, Челябинске и т.д.

Оригинальная методика обучения учащихся практическим основам электродинамики Петра Петровича Головина - народного учителя, кандидата педагогических наук - создана на базе результатов исследований проблем развития интересов, склонностей и способностей школьников к физико-техническому творчеству.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФИРМЫ "ИМПУЛЬС"
ПО ВЫПУСКУ УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫХ ПОСОБИЙ И ПОВЫШЕНИЮ КВАЛИФИКАЦИИ УЧИТЕЛЕЙ
ЗАЩИЩЕНА ТОВАРНЫМ ЗНАКОМ И ЗНАКОМ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПО КЛАССАМ 9, 16, 41

П.П. Головин

Учимся радиоэлектронике

КНИГА ДЛЯ УЧАЩИХСЯ

(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ)

Предназначена
для самостоятельного изучения основ радиоэлектроники учащимися средних и старших возрастов дома, на уроках, факультативных и кружковых занятиях

Рекомендована
Управлением общего среднего образования
Министерства общего и профессионального образования
Российской Федерации
для использования при обучении физике
в общеобразовательных учреждениях России.
(№ 650/11 от 07.05.96 г.)

Включена
в Федеральный комплект
учебно-методического обеспечения.

УЛЬЯНОВСК
РИЦ «РЕКЛАМА»
1999

УДК 621
ББК 32.8
Г 61

Рецензенты

Ю.И. Дик, доктор педагогических наук, директор института ОСО РАО.

В.А. Коровин, заслуженный учитель Российской Федерации, кандидат педагогических наук, начальник отдела естественно-математического образования Минобразования Российской Федерации.

Е.С. Объедков, учитель-методист школы №548 г. Москвы, заслуженный учитель Российской Федерации, кандидат педагогических наук, четырежды Соросовский учитель.

О.Ю. Овчинников, кандидат педагогических наук, доцент кафедры методики преподавания физики МПГУ.

В.А. Орлов, профессор, заведующий лабораторией обучения физики института ОСО РАО.

Научные консультанты

А.В.Усова, доктор педагогических наук, академик, заслуженный деятель науки Российской Федерации.

В.А.Поляков, доктор педагогических наук, академик, вице-президент РАО.

Г 61 ГОЛОВИН П. П.
УЧИМСЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ: Книга для учащихся самостоятоятельно изучающих основы радиоэлектроники дома, на уроках, факультативных и кружковых занятиях. — Ульяновск: РИЦ «РЕКЛАМА», 1999. — 224 с.

Рекомендована Управлением общего среднего образования Министерства общего и профессионального образования Российской Федерации для использования при обучении физике в общеобразовательных учреждениях России (№ 650/11 от 07.05.96 г.).

Включена в каталог-справочник "Российский учебник".

ББК 32.8

ISBN 5-7572-0023-5

© П. П. Головин, 1998 г.
© РИЦ "Реклама", 1999 г.

Содержание

Глава1

Введение 5

§ 1-1. 0 комплекте “Учимся радиоэлектронике” 5
§ 1-2. Система интернациональная (СИ) - международная система единиц 6
§ 1-3. Физические величины обозначаются буквами греческого и латинского алфавитов 8

Глава 2

Электрический разряд. Электризация тел 9

§ 2-1. При натирании многие вещества электризуются 9
§ 2-2. В природе существует два вида электричества 10
§ 2-3. Вокруг заряженных тел существует электрическое поле, а между зарядами действуют электрические силы 11
§ 2-4. Кулон - единица измерения электрического заряда. 12
§ 2-5. Электрон - частица с наименьшим зарядом. 12
§ 2-6. Атом - мельчайшая частица вещества 13
§ 2-7. Из атомов получаются ноны, а из ионов образуются молекулы . . . 13
§ 2-8. Как происходит электризация тел 14
§ 2-9. Что удерживает электроны вокруг ядра? 15

Глава 3

Электрический ток. Источники тока 16

§ 3-1. Электрический ток - это направленное движение заряженных частиц 16
§ 3-2. Электропроводность веществ зависит от наличия в них свободных зарядов 17
§ 3-3. В источниках тока заряды разделяются на положительные и отрицательные 19

§ 3-4. Химические источники тока самые простые, их можно сделать самому 20
§ 3-5. Элемент Лекланше - очень распространенный химический источник тока 23

Глава 4

Электродвижущая сила. Потенциал. Напряжение 24

§ 4-1. Электродвижущая сила - это способность источника тока создавать электрический ток 24
§ 4-2. Электрический потенциал - характеристика энергии электрического поля 25
§ 4-3. Нулевой потенциал - это потенциал Земли 26
§ 4-4. Напряжение - это разность потенциалов 26

Глава 5

Электрическая цепь. Сопротивление. Закон Ома. Измерение силы тока, напряжения, ЭДС 27

§ 5-1. Электрическая цепь - это путь движения электрических зарядов 27
§ 5-2. Электрическое сопротивление - это характеристика противодействия проводника движению зарядов 28
§ 5-3. Закон Ома для участка цепи показывает зависимость между током, напряжением и сопротивлением 29
§ 5-4. Закон Ома для полной цепи показывает зависимость силы тока от ЭДС источника и общего сопротивления 29
§ 5-5. Человек - проводник тока 31
§ 5-6. Короткое замыкание внешней цепи опасно для источника питания 31
§ 5-7. Амперметр - прибор для измерения силы тока, вольтметр - прибор для измерения напряжения 32
§ 5-8. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника питания 35

Глава 6

Резисторы 36

§ 6-1. Резисторы - это специальные приборы, оказывающие сопротивление электрическому току 36
§ 6-2. Переменный резистор служит для плавного регулирования

силы тока и напряжения 41
§ 6-3. Переменный резистор как делитель напряжения 43
§ 6-4. Вольт-амперная характеристика - это зависимость силы тока от напряжения 44

Глава 7

Последовательное, параллельное и смешанное соединения 47

§ 7-1. Последовательное соединение - это такая цепь, где ток поочередно обходит все участки 47
§ 7-2. Параллельное соединение - это такая цепь, где ток течет одновременно по всем участкам 52
§ 7-3. Последовательное соединение- делитель напряжения, параллельное соединение-делитель тока 57
§ 7-4. Смешанное соединение проводников - это комбинация последовательного и параллельного соединений 60
§ 7-5. Источники питания можно соединять последовательно, параллельно и смешанно 62

Глава 8

Электроизмерительные приборы: амперметр, вольтметр, омметр, авометр 64

§ 8.1. Шунт - это обходной путь для электрического тока 64
§ 8-2. Еще раз об измерительных приборах: амперметре и вольтметре 65
§ 8-3. Шунт расширяет предел измерения амперметра, добавочное сопротивление - вольтметра 67
§ 8-4. Омметр - прибор для измерения сопротивления 69
§ 8-5. Немного о постоянном и переменном токе 71
§ 8-6. Авометр - это комбинированный прибор, предназначенный для измерения силы тока, напряжения и сопротивления 72
§ 8-7. Авометр как омметр 72
§ 8-8. Авометр как вольтметр 74
§ 8-9. Авометр как миллиамперметр 75

Глава 9

Работа и мощность электрического тока 76

§ 9-1. Электрический ток, протекая по проводникам, совершает работу . .76
§ 9-2. Мощность электрического тока - это работа тока,

выполненная за единицу времени 76
§ 9-3. Резисторы тоже обладают мощностью 77
§ 9-4. Ток, протекая по проводникам, нагревает их 78
§ 9-5. Предохранители защищают электроприборы от перегрузки 79

Глава 10

Электрическая емкость. Конденсаторы 80

§ 10-1. Конденсатор - это устройство, предназначенное для накопления и сохранения электрического заряда 80
§ 10-2. Электроемкость - это величина, характеризующая способность конденсатора накапливать электрический заряд 80
§ 10-3. Конденсаторы бывают постоянной емкости, переменные и подстроечные 81
§ 10-4. Обозначение емкости конденсаторов на принципиальных схемах 82
§ 10-5. Кодирование конденсаторов 82
§ 10-6. Конденсатор - накопитель электрической энергии 83
§ 10-7. Определение емкости конденсатора 85
§ 10-8. Конденсаторы, как резисторы, можно соединить параллельно и последовательно 86

Глава 11

Полупроводники. Р-п-переход. Диоды 88

§ 11-1. Полупроводники занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками 88
§ 11-2. Добавив в чистый полупроводник примеси, получают полупроводники n- и p- типов 89
§ 11-3. Полупроводники нашли широкое применение 90
§ 11-4. Диод - это полупроводниковый прибор, проводящий ток только в одном направлении 90
§ 11-5. Почему р-п-переход обладает односторонней проводимостью? ...92
§ 11-6. Вольт-амперная характеристика диода - это зависимость силы тока в нем от напряжения 94

Глава 12

Переменный электрический ток. Трансформатор. Осциллограф. Звуковой генератор 96

§ 12-1. У переменного тока периодически изменяются сила и направление 96
§ 12-2. Период, частота и амплитуда - основные

характеристики переменного тока 97
§ 12-3. Трансформатор - это преобразователь силы тока и напряжения 98
§ 12-4. Трансформатор, повышая напряжение, понижает силу тока, и наоборот 99
§ 12-5. Осциллограф - это универсальный прибор, позволяющий видеть электрические колебания 99
§ 12-6. Электронный луч управляет электрическим полем 100
§ 12-7. Звуковой генератор вырабатывает переменный ток звуковой частоты 103

Глава 13

Выпрямление переменного тока 105

§ 13-1. Переменный ток выпрямляется диодом 105
§ 13-2. Однополупериодное выпрямление переменного тока 105
§ 13-3. Лабораторный источник питания - двухполупериодный выпрямитель 107
§ 13-4. Двухполупериодное выпрямление переменного тока четырьмя диодами 110
§ 13-5. Конденсатор сглаживает пульсации выпрямленного тока 111

Глава 14

Активное, индуктивное и емкостное сопротивления. Колебательный контур. Резонанс 113

§ 14-1. Резистор (активное сопротивление) проводит постоянный и переменный токи 113
§ 14-2. Катушка индуктивности - важный элемент радиотехнической цепи 114
§ 14-3. Самоиндукция - это явление возникновения ЭДС индукции в катушке при изменении тока в ней 116
§ 14-4. Катушка (индуктивное сопротивление) переменный ток проводит плохо 117
§ 14-5. Конденсатор (емкостное сопротивление) переменный ток проводит хорошо 120
§ 14-6. Закон Ома для цепи переменного тока 121
§ 14-7. В последовательном колебательном контуре при резонансе сила тока резко увеличивается 124
§ 14-8. В параллельном колебательном контуре при резонансе сила тока резко уменьшается 125
§ 14-9. В цепи переменного тока активное, индуктивное и емкостное сопротивления ведут себя по-разному 127

Глава 15

Транзисторы. Импульсный режим работы транзистора 130

§ 15-1. Транзистор - это трехэлектродный полупроводниковый прибор 130
§ 15-2. Как маркируются транзисторы 131
§ 15-3. Проверка исправности переходов транзисторов 132
§ 15-4. Транзисторы разных структур отличаются полярностью питания 135
§ 15-5. Базовый ток управляет коллекторным током 135
§ 15-6. Эмиттерный переход - управляющий переход транзистора 137
§ 15-7. Базовый резистор управляет токами в транзисторе 138
§ 15-8. Транзистор включается в цепь тремя способами 139
§ 15-9. Коэффициент усиления транзистора 139
§ 15-10. Импульсный режим работы транзистора 142
§ 15-11. Составной транзистор обладает большим коэффициентом усиления 146

Глава 16

Микрофон. Телефон 148

§ 16-1. Микрофон - это прибор, преобразующий звуковые колебания в электрические 148
§ 16-2. Телефон - это прибор, преобразующий электрические колебания в звуковые 150
§ 16-3. Соединив телефон с микрофоном, можно получить простейшее переговорное устройство 151

Глава 17

Транзистор как усилитель 152

§ 17-1. Работа транзистора в режиме усиления 152
§ 17-2. Как настраивается усилительный каскад 154
§ 17-3. Соединив два усилителя между собой, можно переговариваться 157
§ 17-4. Двухкаскадный УЗЧ усиливает лучше, чем однокаскадный 159

Глава 18

Мультивибратор 160

§ 18-1. Мультивибратор - это электронное устройство, вырабатывающее

электрические колебания 160
§ 18-2. Как работает мультивибратор 161
§ 18-3. Частота колебаний мультивибратора зависит от емкости конденсаторов и сопротивления базовых резисторов 164
§ 18-4. Генератор телеграфной азбуки Морзе 166
§ 18-5. Мультивибратор - это генератор электрических колебаний прямоугольной формы 168
§ 18-6. Мультивибратор с усилителем 169

Глава 19

Электрическая пайка. Макетирование и монтаж радиоэлектронных конструкций 172

§ 19-1. Электропаяльник - главный инструмент электромонтажника ... 172
§ 19-2. Припой - это сплав цветных металлов, предназначенный для пайки 172
§ 19-3. Флюс - это вещество, защищающее спаиваемые поверхности от окисления 174
§ 19-4. Пайка - это способ соединения проводников посредством расплавленного припоя 174
§ 19-5. Соблюдение техники безопасности - прежде всего 175
§ 19-6. Макетирование радиоэлектронных конструкций способом электрической пайки 176
§ 19-7. От макетирования к печатному монтажу 178

Глава 20

Конструирование радиоэлектронных узлов 182

§ 20-1. Переговорное устройство по принципу “прием-передача” на одном транзисторе 182
§ 20-2. Переговорное устройство по принципу “прием-передача” на двух транзисторах 184
§ 20-3. Телефонная связь с вызовом абонента 184
§ 20-4. Индикатор индукционного тока 186
§ 20-5. Индикатор электромагнитного поля 187
§ 20-6. Электронный “клад” и кладоискатель 188
§ 20-7. Прерывистая электронная сирена 190
§ 20-8. Двухтональная электронная сирена 191
§ 20-9. Электронный интерферометр звуковых волн 192

Глава 21

Учителю 195

§ 21-1. Примеры составления контрольных заданий для проверки усвоениея изученного материала 195
§ 21-2. Возможные способы исследования содержимого "черных ящиков" 199

Для заметок 204

Приложения 205

Литература 213

Содержание 214

Глава 1

Введение

§ 1-1. О КОМПЛЕКТЕ "ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ"

В состав комплекта входят:

- книга "Учимся радиоэлектронике";
- набор деталей (лампы, постоянные и переменные резисторы, конденсаторы и т.д.), снабженные соединительными выводами и условными графическими обозначениями (рис. 1-1-1);
- специальная макетная плата для макетирования изучаемых конструкций. Соединение деталей электрической схемы производится посредством пружинных контактов (рис.1-1-2).

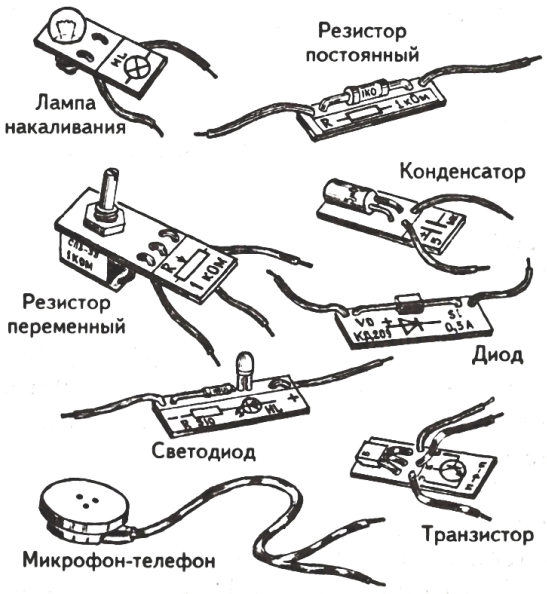
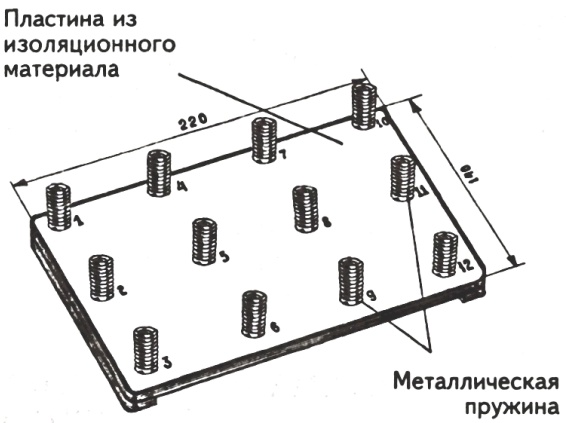
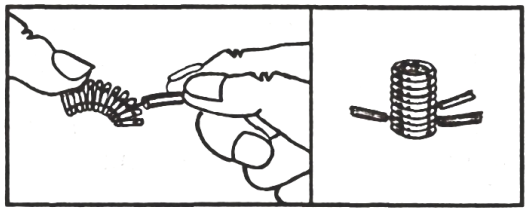


Рис. 1-1-1. Общий вид деталей

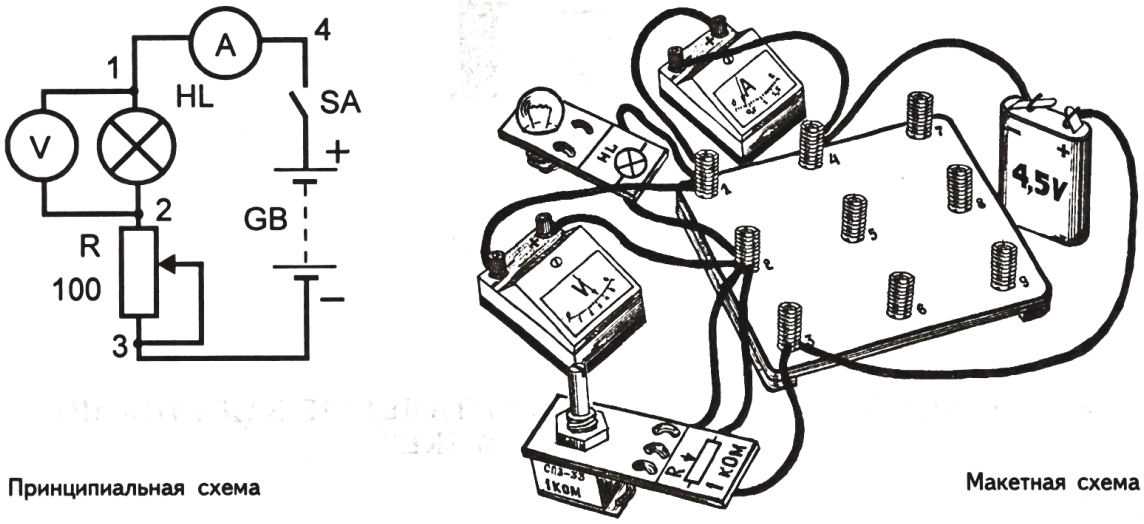


Общий вид макетной платы



Способ соединения проводников в пружине

Рис. 1-1-2



Принципиальная схема

Макетная схема

Рис. 1-1-3. Пример сборки конструкции на макетной плате

Цифры на принципиальных схемах соответствуют номерам пружин (рис. 1-1-3).

Предлагаем три варианта использования комплекта, проверенные многолетней практикой автора и его последователей:

- самостоятельное изучение материала пособия школьниками среднего и старшего возраста в домашних условиях путем проведения исследований, не связанных с использованием дорогостоящих приборов: амперметров, вольтметров, и т.д.;
- самостоятельное проведение исследований в условиях школьного физического кабинета: на уроках, факультативных и кружковых занятиях;
- описательное изучение материала пособия без использования формул и вычислений с младшими школьниками под руководством старших.

§ 1-2. СИСТЕМА ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ (СИ) - МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ

Все физические единицы в чем-то измеряются. Часто для измерения одной и той же величины используется несколько мер. Например:

а) длина измеряется в метрах, километрах, сантиметрах и т.д.;

б) время измеряется в секундах, минутах, часах, сутках и т.д.;

в) масса измеряется в граммах, килограммах, тоннах и т.д.

Для исключения путаницы во всем мире используется стандартная система измерения физических величин, называемая Системой Интернациональной, сокращенно СИ.

В системе СИ измеряются: длина в метрах (м); время в секундах (с); масса в килограммах (кг).

Часто в системе СИ, кроме основных единиц измерения, применяются их десятичные кратные единицы и десятичные дольные единицы.

Например:

1 дам (1 декаметр) = 10 м = 10^1 м (десять метров),
1 гм (1 гектометр) = 100 м = 10^2 м (сто метров),
1 км (1 километр) = 1000 м = 10^3 м (тысяча метров),
1 дм (1 дециметр) = 0,1 м = 10^{-1} м (одна десятая метра),
1 см (1 сантиметр) = 0,01 м = 10^{-2} м (одна сотая метра),
1 мм (1 миллиметр) = 0,001 м = 10^{-3} м (одна тысячная метра).

Задание 1-2-1.

Познакомьтесь с множителями и приставками системы СИ для образования десятичных кратных и дольных единиц.

Наименов. приставки	Обозначение приставки		Множитель	Наименование множителя
	русское	международное		
экса	Э	E	1000000000000000000=10^{18}	квинтиллион
пета	П	P	1000000000000000=10^{15}	квадриллион
тера	Т	T	1000000000000=10^{12}	триллион
гига	Г	G	1000000000=10^{9}	миллиард
мега	М	M	1000000=10^{6}	миллион
кило	к	k	1000=10^{3}	тысяча
гекто	г	h	100=10^{2}	сто
дека	да	da	10=10^{1}	десять
деци	д	d	0,1=10^{-1}	одна десятая
санти	с	c	0,01=10^{-2}	одна сотая
милли	м	m	0,001=10^{-3}	одна тысячная
микро	мк	μ	0,000001=10^{-6}	одна миллионная
нано	н	n	0,00000000=10^{-9}	одна миллиардная
пико	п	p	0,000000000001=10^{-12}	одна триллионная
фемто	ф	f	0,000000000000001=10^{-15}	одна квадриллионная
атто	а	a	0,000000000000000001=10^{-18}	одна квинтиллионная

Первые приставки были введены во Франции в конце 18 века на основе слов греческого и латинского языков. Например:

тера (teras- гр.) - чудовище,
гига (gigas) - великан,
мега (megas -гр.) - большой,
кило (chilioi - гр.) - тысяча,
гекто (hekaton - гр.) - сто,
дека (deka -гр.) - десять,
деци (decem - лат.) - десять,
санти (centum- лат.) - сто,
милли (mille - лат.) - тысяча,
микро (mikros - гр.) - малый,
нано (nanos - гр.) - карлик.

§ 1-3. ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОБОЗНАЧАЮТСЯ БУКВАМИ ГРЕЧЕСКОГО И ЛАТИНСКОГО АЛФАВИТОВ

Физические величины условно обозначаются чаще всего буквами латинского или греческого алфавитов. Например, t - время; l - длина; m -масса.

Задание 1-3-1.

Познакомьтесь с написанием и произношением букв греческого и латинского алфавитов.

Буквы		Название буквы	Буквы		Название буквы
печатные	рукописные		печатные	рукописные	
Греческий алфавит					
Α α	Α α	альфа	Ν ν	Ν ν	ню
Β β	Β β	бета	Ξ ξ	Ξ ξ	кси
Γ γ	Γ γ	гамма	Ο ο	Ο ο	омикрон
Δ δ	Δ δ	дельта	Π π	Π π	пи
Ε ε	Ε ε	эпсилон	Ρ ρ	Ρ ρ	ро
Ζ ζ	Ζ ζ	дзэта	Σ σ	Σ σ	сигма
Η η	Η η	эта	Τ τ	Τ τ	тау
Θ θ	Θ θ	тэта	Υ υ	Υ υ	ипсилон
Ι ι	Ι ι	йота	ϑ φ	ϑ φ	фи
Κ κ	Κ κ	каппа	Χ χ	Χ χ	хи
Λ λ	Λ λ	ламбда	Ψ ψ	Ψ ψ	пси
Μ μ	Μ μ	мю	Ω ω	Ω ω	омега
Латинский алфавит					
A a	$\mathcal{A}\,a$	а	N n	$\mathcal{N}\,n$	эн
B b	$\mathcal{B}\,b$	бе	O o	$\mathcal{O}\,o$	о
C c	$\mathcal{C}\,c$	це	P p	$\mathcal{P}\,p$	пе
D d	$\mathcal{D}\,d$	де	Q q	$\mathcal{Q}\,q$	ку
E e	$\mathcal{E}\,e$	е	R r	$\mathcal{R}\,r$	эр
F f	$\mathcal{F}\,f$	эф	S s	$\mathcal{S}\,s$	эс
G g	$\mathcal{G}\,g$	ге, же	T t	$\mathcal{T}\,t$	те
H h	$\mathcal{H}\,h$	ха, аш	U u	$\mathcal{U}\,u$	у
I i	$\mathcal{I}\,i$	и	V v	$\mathcal{V}\,v$	ве
J j	$\mathcal{J}\,j$	йот, жи	W w	$\mathcal{W}\,w$	дубль-ве
K k	$\mathcal{K}\,k$	ка	X x	$\mathcal{X}\,x$	икс
L l	$\mathcal{L}\,l$	эль	Y y	$\mathcal{Y}\,y$	игрек
M m	$\mathcal{M}\,m$	эм	Z z	$\mathcal{Z}\,z$	зет (зета)

Глава 2

Электрический заряд. Электризация тел

§ 2-1. ПРИ НАТИРАНИИ МНОГИЕ ВЕЩЕСТВА ЭЛЕКТРИЗУЮТСЯ

Древние греки обратили внимание на то, что предметы, сделанные из янтаря, например, расчески, веретена, челноки и т.д., при натирании приобретают свойство притягивать к себе мелкие предметы. Янтарь - это окаменевшая смола хвойных деревьев, служит хорошим изолятором в электротехнике. Янтарь - по-гречески - электрон. Свойство янтаря притягивать другие предметы называется электризацией.

Задание 2-1-1.

Вспомните известные вам примеры электризации тел и повторите их.

1. Снимите нейлоновую одежду через голову (рис. 2-1-1) и слушайте потрескивание (в темноте можно увидеть искорки). Обратите внимание, что после снятия электризованная одежда тянется к вам.

Рис. 2-1-1

2. Пластмассовой расческой расчешите сухие волосы и поднесите ее к мелким кускам бумаги, лежащим на столе.

3. Поднесите сухую электризованную расческу к тонкой струе воды, текущей из крана, и наблюдайте явление взаимодействия расчески и струи (рис. 2-1-2).

Рис. 2-1-2

4. В домашних тапочках с синтетическими подошвами пройдитесь скользящими шагами по половому ковру. Теперь поднесите вашу руку (палец) к водопроводному крану, батарее отопления или открытому участку тела вашего товарища (рис. 2-1-3). Что случилось?

Рис. 2-1-3

Задание 2-1-2.

Проделайте другие опыты по электризации тел натиранием и опишите их.

§ 2-2. В ПРИРОДЕ СУЩЕСТВУЕТ ДВА РОДА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Несмотря на бесчисленное множество примеров электризации тел, в природе известно существование лишь двух видов электрических зарядов: положительного заряда, обозначаемого знаком "+", и отрицательного - "—".

Оказалось, что эбонитовый (или янтарный) стержень, потертый о мех, приобретает отрицательный заряд, а стеклянный стержень, потертый о шелк, приобретает положительный заряд.

В домашних условиях можно получить:

- отрицательный заряд на пластмассовой расческе при расчесывании волос;
- положительный заряд на стеклянной посуде (стакан, рюмка, фужер), быстрыми движениями натирая ее большим куском бумаги (тетрадного листа, газеты).

Задание 2-2-1.

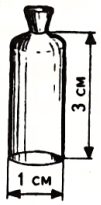


Рис. 2-2-1

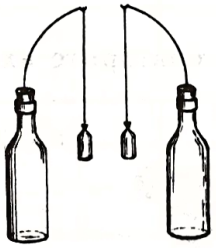


Рис. 2-2-2

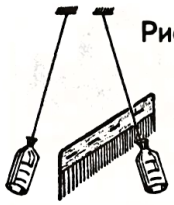


Рис. 2-2-3

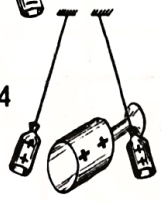


Рис. 2-2-4

Рис. 2-2-5

Изучите взаимодействие одноименно и разноименно заряженных тел. Помните, что все тела, используемые в опытах, должны быть сухими (их лучше всего предварительно подсушить).

1. Из металлической фольги, используемой для обертки шоколадных конфет, намотав на конец ручки, карандаша или фломастера и скрутив один конец, изготовьте две цилиндрические гильзы (рис. 2-2-1). Размеры примерные.

2. Гильзы повесьте на шелковых (или капроновых) нитях длиной около 30 см, которые закреплены на изогнутых металлических проволоках, установленных в пробках на стеклянных бутылках (рис. 2-2-2).

3. Расположите гильзы близко друг от друга и коснитесь их:

а) отрицательно заряженной расческой (рис. 2-2-3);

б) положительно заряженным стеклянным телом (рис. 2-2-4).

Обратите внимание на характер взаимодействия гильз и тел в каждом случае.

4.Зарядите:

а) одну гильзу отрицательно от расчески и потом поднесите к ней положительно заряженное стеклянное тело. Наблюдайте взаимодействие;

б) вторую гильзу положительно от стеклянного тела и к ней поднесите отрицательно заряженную расческу. Наблюдайте взаимодействие.

5. Зарядите одну гильзу отрицательно, другую - положительно и поставьте их на некотором расстоянии друг от друга (рис. 2-2-5). Наблюдайте взаимодействие.

По проделанным опытам ответьте, как взаимодействуют:

а) одноименно заряженные тела (положительные с положительными, отрицательные с отрицательными)?

б) разноименно заряженные тела (положительные с отрицательными)?

На основании проделанных выше исследований можно сделать следующие выводы:

1. одноименно заряженные тела отталкиваются: положительные отталкивают положительные, отрицательные отталкивают отрицательные.

2. разноименно заряженные тела притягиваются: положительные притягивают отрицательные, отрицательные притягивают положительные.

Задание 2-2-2.

1. Электризуйте различные неметаллические предметы и по их взаимодействию с отрицательно заряженной от расчески гильзой определите знаки их зарядов. Опишите ваши опыты.

2. Попробуйте зарядить металлические предметы.

Ну и как?

Задание 2-2-3.

1. Изготовьте электроскоп (по-гречески "скопео" - наблюдать) - прибор для обнаружения наэлектризованности тел (рис. 2-2-6). Для этого:

а) возьмите стеклянную полулитровую банку с пластмассовой крышкой;

б) в середине крышки сделайте отверстие и вставьте туда металлический стержень (гвоздь) длиной около 10 см;

в) к середине стержня привяжите нить, к свободным концам которой приклейте полоски фольги шириной 1 и длиной 3 см.

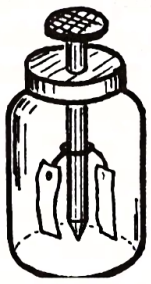


Рис. 2-2-6

2. К наружной части стержня подносите различные заряженные (наэлектризованные) тела и наблюдайте взаимодействие лепестков фольги.

§ 2-3. ВОКРУГ ЗАРЯЖЕННЫХ ТЕЛ СУЩЕСТВУЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ, А МЕЖДУ ЗАРЯДАМИ ДЕЙСТВУЮТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИЛЫ

Вы обратили внимание на то, что заряженные тела взаимодействуют на расстоянии: притягиваются и отталкиваются? Почему?

Оказывается, в пространстве, окружающем электрический заряд, существует электрическое поле, которое на всякий другой заряд, находящийся в нем, действует силой. Эту силу называют электрической.

Вблизи заряженных тел электрическое поле сильнее, а по мере удаления поле ослабевает.

Все, что существует в природе, называется материей. В повседневной жизни мы видим материю в виде вещества. Это вода, воздух, железо, алюминий, деревья, глина и т.д. Из ве-

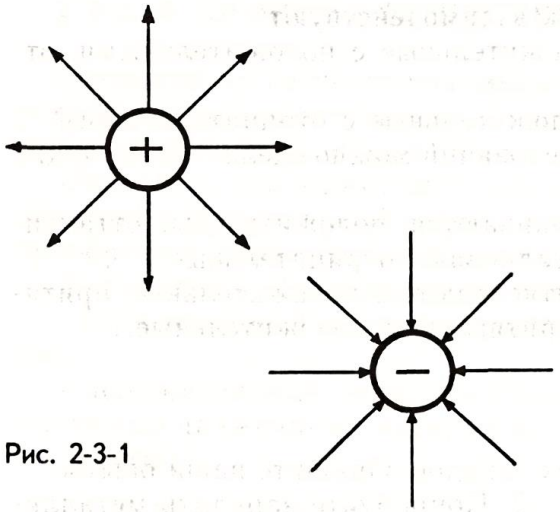


Рис. 2-3-1

ществ делают предметы, которыми мы пользуемся: стулья, ложки, машины, книги и др. А вот электрическое поле мы не видим и не ощущаем. Но оно, как показывают проделанные опыты, существует и тоже является материей. Значит, материя существует в виде вещества и поля.

На рисунках электрическое поле показывают в виде линий со стрелками (рис. 2-3-1). Причем, у положительного заряда стрелки направлены от него, у отрицательного - к заряду. Эти линии называются силовыми линиями электрического поля.

§ 2-4. КУЛОН - ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА

Электрический заряд, как и всякая другая физическая величина, имеет свою единицу измерения. Заряд измеряется в кулонах, сокращенно "Кл".

Обратите внимание, единица заряда "Кл", в отличие от единиц м, с, кг, пишется с заглавной буквы. Это потому, что она названа в честь человека - французского ученого **Шарля Кулона** (1763 -1806), установившего основные законы электрического взаимодействия.

Заряд условно обозначается буквой латинского алфавита q или Q. Читается "ку".

§ 2-5. ЭЛЕКТРОН - ЧАСТИЦА С НАИМЕНЬШИМ ЗАРЯДОМ

Вы уже убедились на опытах (задание 2-2-1), что заряженное тело (расческа) при соприкосновении с незаряженным телом (гильзой) отдает ему часть заряда. Это тело часть своего заряда может передать другому телу. Значит, электрический заряд можно делить. Но до каких пор?

Многочисленные опыты, проделанные учеными, позволили установить, что существует заряженная частица, имеющая самый малый заряд, который дальше не делится. Эту частицу назвали электроном (помним, что по-гречески означает янтарь). Его открыл английский ученый **Джозеф Джон Томсон** в 1897 г.

Оказалось, что электрон имеет:

- отрицательный заряд, равный $q = -1{,}6 \times 10^{-19}$ **Кл** (0,000 000 000 000 000 000 16 Кл);
- массу $m = 9{,}1 \times 10^{-31}$ **кг** (0,000 000 000 000 000 000 000 000 000 91 кг).

Как видим, заряд и масса электрона чрезвычайно малы.

§ 2-6. АТОМ - МЕЛЬЧАЙШАЯ ЧАСТИЦА ВЕЩЕСТВА

Итак, в природе существуют электроны, имеющие наименьший электрический заряд. Но откуда берутся электроны?

Современное строение атома было обнаружено английским физиком **Эрнестом Резерфордом** (1871 - 1937). На рис. 2-6-1 приведены модели атомов водорода, гелия, лития и кислорода, где кружочками обозначены:
⊖ - электрон, ⊕ - протон, ○ - нейтрон.

Атом состоит из положительно заряженного ядра и вращающихся вокруг него отрицательных электронов, которые образуют оболочку.

Ядро состоит из протонов и нейтронов. Заряд протона такой же, как у электрона, но положительный:

$$q_p = 1{,}6 \times 10^{-19}\ \text{Кл}.$$

Он примерно в 1850 раз тяжелее электрона:

$$m_p = 1{,}673 \times 10^{-27}\ \text{кг}.$$

Нейтроны зарядом не обладают и по массе чуть тяжелее протонов:

$$m_n = 1{,}675 \times 10^{-27}\ \text{кг}.$$

Обратите внимание, что в ядре водорода нейтрон отсутствует. У остальных атомов в ядрах содержится равное число протонов и нейтронов. Но у более сложных атомов обычно нейтронов бывает больше, чем протонов. Но нас чаще всего будет интересовать соотношение между протонами в ядре и электронами в оболочке, так как от этого зависит электрический заряд атома.

В нормальных условиях атомы электрически нейтральны: число электронов в оболочке равно числу протонов в ядре.

Размеры ядра очень малы по сравнению с размером атома. Если бы весь атом увеличили так, чтобы ядро приняло размеры вишни, то расстояние до электрона увеличилось бы до километра! Это значит, что атом состоит (почти) из пустого пространства! А все тела состоят из атомов.

Что же, тела состоят из пустоты?

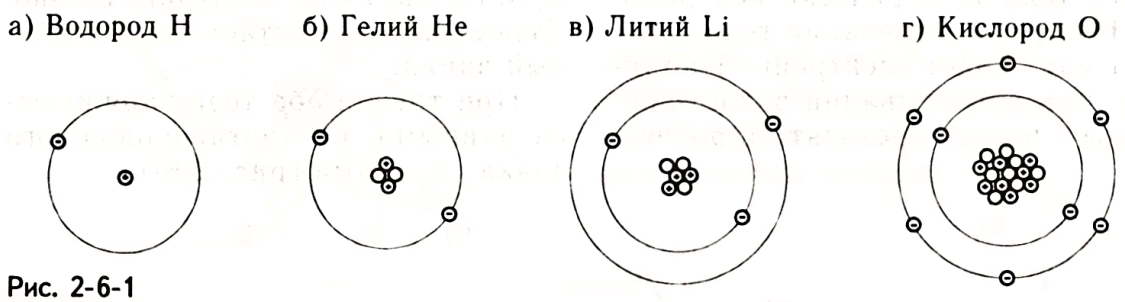


Рис. 2-6-1

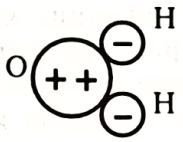
§ 2-7. ИЗ АТОМОВ ПОЛУЧАЮТСЯ ИОНЫ, А ИЗ ИОНОВ ОБРАЗУЮТСЯ МОЛЕКУЛЫ

Мы говорили, что атом в целом нейтрален (не имеет заряда), потому что положительный заряд ядра равен отрицательному заряду электронов оболочки.

Если один или несколько электронов отрываются от атома, то в нем преобладает число положительных протонов и атом в целом приобретает положительный заряд. Его теперь называют положительным ионом.

Если же к атому присоединяются

а) Вода H_2O



б) Поваренная соль NaCl

Рис. 2-7-1

дополнительные (лишние) электроны, то он превращается в отрицательный ион, так как в нем преобладают отрицательные электроны над положительными протонами.

Слово "ион" по-гречески означает "путник", "странник".

Положительные и отрицательные ионы разных элементов, объединившись, образуют более крупную частицу вещества - молекулу. Например, молекула воды H_2O состоит из двух отрицательных ионов водорода и одного положительного иона кислорода, а молекула поваренной соли $NaCl$ - из положительного иона натрия и отрицательного иона хлора (рис. 2-7-1).

§ 2-8. КАК ПРОИСХОДИТ ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТЕЛ?

Все тела состоят из атомов, атомы - из равного числа протонов и электронов. Заряды электронов и протонов равны, но противоположны по знаку: электрон - отрицательный, протон - положительный. Поэтому тело электрически нейтрально. Но при электризации тело получает или теряет электроны. Например, при расчесывании волос электроны с волос переходят на расческу; она приобретает избыточный отрицательный заряд, а волосы, потерявшие электроны, заряжаются положительно.

Стекло при натирании бумагой теряет электроны. Они переходят на бумагу, заряжая ее отрицательно. Стекло же приобретает положительный заряд.

При трении оба тела заряжаются равными, но противоположного знака зарядами (рис. 2-8-1).

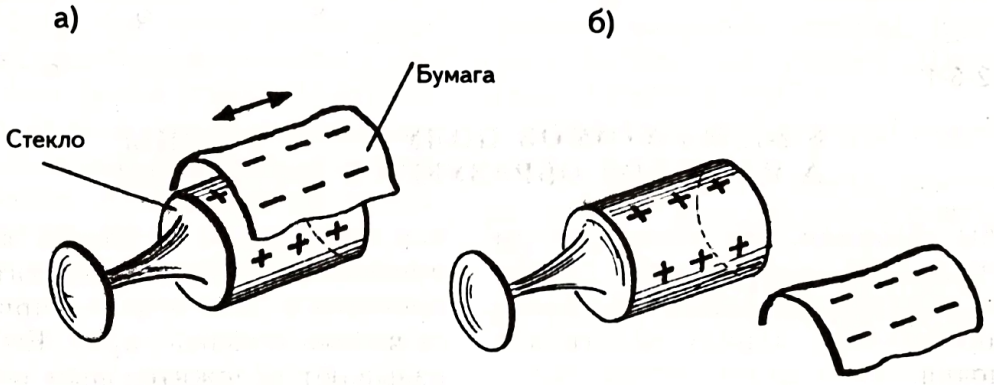
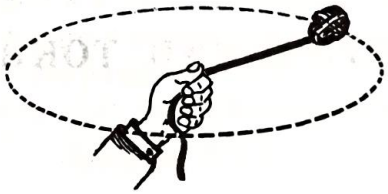


Рис. 2-8-1

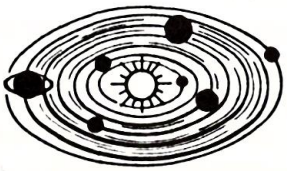
§ 2-9. ЧТО УДЕРЖИВАЕТ ЭЛЕКТРОНЫ ВОКРУГ ЯДРА?

Все тела в природе стремятся двигаться прямолинейно и равномерно. Чтобы удержать их на круговой траектории, нужно воздействовать силой, направленной к центру окружности (рис. 2-9-1).



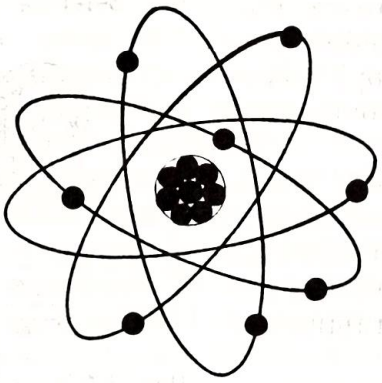
Камень вращается за счет силы упругости, возникающей в нити

Рис. 2-9-1, а



Планеты вращаются вокруг Солнца (Луна вокруг Земли) за счет силы Всемирного тяготения. Эту силу называют гравитационной.

Рис. 2-9-1, б



Электроны вращаются вокруг положительного ядра за счет электрических сил притяжения разноименных зарядов.

Рис. 2-9-1, в