

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ
И СТАНДАРТОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ФГБОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

М.В. Панов А.А. Миненко

Электрический ток

Ч.1. Постоянный ток

Сборник контрольных заданий

для студентов очной и заочной формы обучения
инженерных специальностей (бакалавриат)

Брянск 2013

УДК 537.3(07)
ББК 22.33
П 16

Панов М.В. *Электрический ток ч. 1 постоянный ток: сборник контрольных заданий* / М.В. Панов, А.А. Миненко. – Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2013. – 72 с.

Данное методическое указание содержит необходимые материалы по подготовке контрольных работ, варианты контрольных заданий по изучению дисциплины, а также вопросы к зачету по физике. Ряд задач имеют инженерную направленность (бакалавриат).

Рецензент: доцент Яковенко Н.И.

Рекомендовано к печати методической комиссией факультета энергетики и природопользования Брянской государственной сельскохозяйственной академии протокол № 20 от 5.03.2013 г.

© Брянск ГСХА, 2013

© Панов М.В., 2013

© Миненко А.А., 2013 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| § 1. Постоянный электрический ток. Обобщенный закон Ома.. | 4 |
| Расчетно-графическое задание № 1 | 17 |
| Расчетно-графическое задание № 2 | 21 |
| § 2. Разветвлённые цепи. Правила Кирхгофа | 28 |
| Расчетно-графическое задание № 3 | 36 |
| § 3. Работа и мощность тока | 42 |
| Расчетно-графическое задание № 4 | 49 |
| Расчетно-графическое задание № 5 | 52 |
| Тестовые задания | 55 |
| Список рекомендуемой литературы | 71 |

ВВЕДЕНИЕ

Решение задач является важным этапом в изучении курса физики, так как в процессе решения задач развивается способность применять общие теоретические знания к конкретным случаям на производстве. Основное умение инженера состоит в решении конкретных производственных задач.

Перед решение любой задачи необходимо:

- изучить теоретический курс, для этого в данном методическом указании предусмотрен теоретический раздел, после которого следуют вопросы для закрепления материала;

- рассмотреть указания к той или иной задаче;

- по аналогии решить задачу данного раздела.

для самостоятельной работы предусмотрены расчетно-графические задания;

для контроля предусмотрены тестовые задания.

§ 1 Постоянный электрический ток. Обобщенный закон Ома

1.1 Электрический ток

Электрический ток – упорядоченное движение электрически заряженных частиц. Заряженные частиц, движение которых создает электрический ток, называют носителями тока.

Носители тока в проводящих средах являются:

В металлах – электроны проводимости

В электролитах – ионы;

В газах – электроны и ионы

В последующем изложении под термином «проводник» следует понимать металлический проводник.

Количественной мерой электрического тока является сила тока (I): заряд (q) переносимый через поперечное сечение проводника в единицу времени:

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (1.1)$$

Силу тока измеряют в амперах (А). Ампер – одна из основных единиц международной системы единиц СИ.

Электрический ток возникает в результате действия на носители тока как сил Кулона (электростатических) так и сил неэлектрической природы, называемых сторонними.

Сторонние силы могут быть вызваны химическими процессами, явлением электромагнитной индукции и т.д.

Участок электрической цепи, в котором на носители тока действуют только силы электростатической природы, называют однородным.

1.2 Закон Ома для однородного участка цепи

Сила тока, текущего по однородному металлическому проводнику, пропорциональна падению напряжения (U):

$$I = \frac{1}{R} \cdot U \quad (1.2)$$

где: U – падение напряжения на проводнике; R - сопротивление проводника

Если φ_1 и φ_2 - значения потенциала на концах проводника ($\varphi_1 > \varphi_2$), то $U = \varphi_1 - \varphi_2$.

Исторически сложилось так, что заряду носителя тока в металлах был приписан знак плюс. Поэтому считают, что ток течет из области более высокого в область более низкого потенциала.

Электрическое сопротивление характеризует противодействие проводника протеканию тока. Единицей сопротивления является Ом (Ом). Сопротивление в 1 Ом обладает проводник, в котором при напряжении $U = 1В$ течет ток силой 1 А.

Следовательно

$$1\text{Ом} = \frac{1\text{ В}}{1\text{ А}} = \frac{\text{кЛ} \cdot \text{м}^2}{\text{А}^2 \cdot \text{с}^3} \quad (1.3)$$

Величина сопротивления проводника зависит от материала проводника, его размеров, формы и температуры.

Для однородного цилиндрического проводника

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1.4)$$

где l - длина проводника, S - площадь его поперечного сечения, ρ – удельное электрическое сопротивление материала. Единицей удельного сопротивления является Ом-метр (Ом м). Величина удельного сопротивления определяется материалом и температурой.

1.3 Эквивалентное сопротивление электрической цепи

Эквивалентное сопротивление электрической цепи – сопротивление, при включении которого вместо всех проводников, находящихся между двумя точками цепи, токи и напряжения в цепи остаются неизменными.

1.3.1 Последовательное соединение проводников

Последовательное соединение проводников показано на рис.1.1.

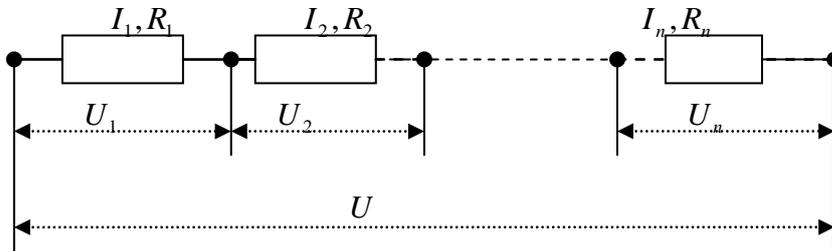


Рис 1.1

При последовательном соединении

$$I_1 = I_2 = \dots = I_n = I$$

$$\text{и } U = U_1 + U_2 + \dots + U_n = \sum_{i=1}^n U_i$$

Эквивалентное сопротивление цепи:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i \quad (1.5)$$

1.3.2. Параллельное сопротивление проводников

Параллельное соединение проводников показано на рис. 1.2.

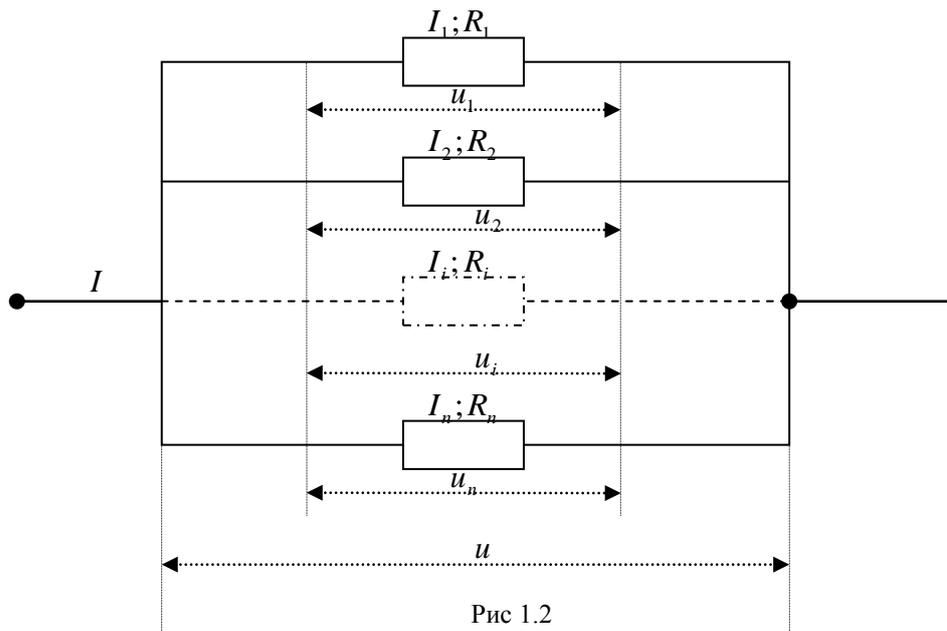


Рис 1.2

При параллельном соединении

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$$

$$\text{и } I = I_1 + I_2 + \dots + I_n = \sum_{i=1}^n I_i$$

Для эквивалентного сопротивления цепи справедливо соотношение:

$$\frac{1}{R_9} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (1.6)$$

Если величины всех сопротивлений одинаковы, то формула (1.6) принимает вид:

$$\frac{1}{R_9} = \frac{n}{R}$$

и следовательно:

$$R_9 = \frac{1}{n} R$$

1.4. Обобщенный закон Ома и закон Ома для замкнутой цепи

Неоднородным называют участок цепи, на котором действует источник тока. Источник тока – любое устройство, в котором сторонние силы вызывают перераспределение электрических зарядов. На схемах источник постоянного тока обозначают . Длинный штрих соответствует положительно, а короткий – отрицательно заряженному полюсу источника. Источник тока характеризуют электродвижущей силой (э.д.с.) и внутренним сопротивлением (r). Э.д.с. источника (ε) равна работе сторонних сил по перемещению единичного положительного заряда с одного полюса источника на другой и измеряется в вольтах.

Схема неоднородного участка цепи показана на рис 1.3.

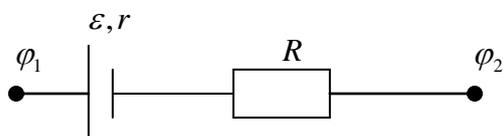


Рис 1.3

Закон Ома для неоднородного участка цепи имеет вид:

$$(R + r) \cdot I = \varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon \quad (1.7)$$

где φ_1 и φ_2 - значения потенциалов на концах цепи;

ε - э.д.с. источника, действующего на данном участке;

$R + r = R_0$ - эквивалентное (полное) сопротивление участка цепи.

В случае замкнутой цепи (рис 1.4.) $\varphi_1 = \varphi_2$ и из уравнения (1.7) следует:

$$(R + r) \cdot I = \varepsilon \quad (1.8)$$

Выражение (1.8) является законом Ома для замкнутой цепи:

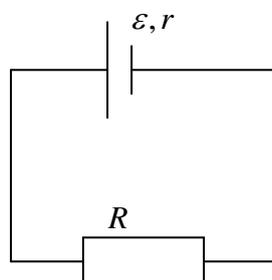


Рис 1.4.

1.5 Эквивалентное значение э.д.с. и внутреннего сопротивления системы источников тока

1.5.1 Последовательное соединение источников тока показано на рис.1.5

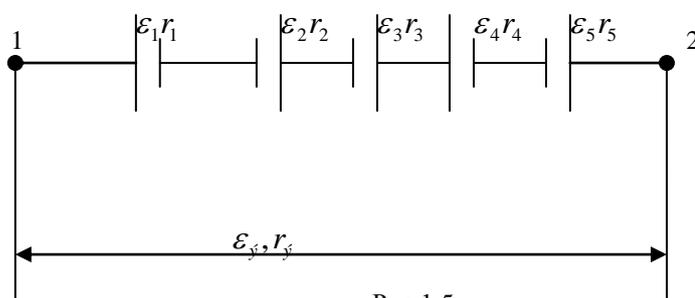


Рис 1.5

Эквивалентное внутреннее сопротивление (r_0) такой системы равно сумме внутренних сопротивлений источников:

$$r_0 = r_1 + r_2 + \dots + r_n = \sum_{i=1}^n r_i \quad (1.9)$$

Эквивалентная э.д.с. (ε_y) равна алгебраической (с учетом знаков) сумме э.д.с. соединенных источников:

$$\varepsilon_y = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \quad (1.10)$$

При использовании формулы (1.10) соблюдают следующее правило знаков. Задают направление перемещения вдоль последовательно соединенных источников. Если источник тока повышает потенциал направлении перемещения (источник проходят от минуса к плюсу), то его э.д.с. следует брать со знаком плюс в противном случае – со знаком минус. Для системы источников, показанных на рис.5, при перемещении от точки 1 к точке 2 формула (1.10) принимает вид:

$$\varepsilon_y = -\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4 + \varepsilon_5$$

1.5.2. Параллельное соединение

Параллельное соединение источников тока показано на рис 1.5.

Эквивалентное внутреннее сопротивление такой системы источников тока находят по формуле:

$$\frac{1}{r_y} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i} \quad (1.11)$$

А эквивалентное э.д.с. равна:

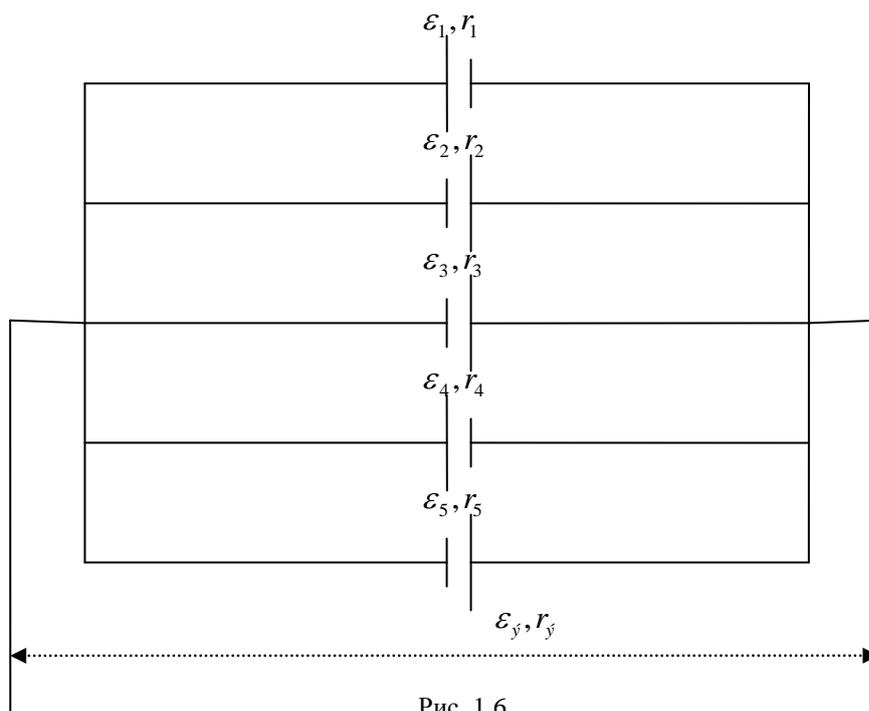


Рис. 1.6

$$\varepsilon_{\Sigma} = r_{\Sigma} \left(\frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} + \dots + \frac{\varepsilon_n}{r_n} \right) = r_{\Sigma} \sum_{i=1}^n \frac{\varepsilon_i}{r_i} \quad (1.12)$$

Знак э.д.с. источника при использовании формулы (1.12) следует брать в соответствии с полярностью его подключения. Для схемы, приведенной на рис. 1.6. формула (1.12) принимает вид:

$$\varepsilon_{\Sigma} = r_{\Sigma} \left(-\frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2} + \frac{\varepsilon_3}{r_3} - \frac{\varepsilon_4}{r_4} + \frac{\varepsilon_5}{r_5} \right)$$

1.6. Вопросы для контроля

- 10.1 Электрический ток. Носители тока в различных средах.
- 10.2 Сила тока: определение, единицы измерения.
- 10.3 Эквивалентное сопротивление цепи при последовательном и параллельном соединениях проводников
- 10.4 Закон Ома для однородного участка цепи.
- 10.5 Источник тока: определение, характеристики.
- 10.6 Обобщенный закон Ома
- 10.7 Закон Ома для замкнутой цепи.
- 10.8. Эквивалентные значения э.д.с. и внутреннего сопротивления системы источников тока при их последовательном и параллельном соединениях.

1.7 Примеры решения задач

Пример 1. Сила тока в проводнике изменяется по закону $I = Bt + Kt^3$, где t - время; $B=1 \frac{A}{c}$; $K=2 \frac{A}{c^3}$. Определить величину заряда, протекшего через поперечное сечение проводника за $t = 4$ с.

Решение: Необходимо воспользоваться формулой (1.1): $I = \frac{dq}{dt}$

Из нее следует: $dq = Idt$. Используя условие задачи, получают:

$$dq = (Bt + Kt^3)dt$$

Интегрируя это выражение, находят зависимость прошедшего заряда от времени:

$$q = \int_0^t (Bt + Kt^3) dt = \frac{1}{2} Bt^2 + \frac{1}{4} Kt^4$$

За время $t = 4$ с пройдет заряд

$$q = \frac{1}{2} \cdot 1 \frac{A}{c} \cdot 16 \cdot c^2 + \frac{1}{4} \cdot 2 \frac{A}{c^3} \cdot 16 \cdot c^4 = (8 + 128) A \cdot c = 136 \text{ Кл}$$

Пример 2. Медный провод длиной 30 м и диаметром 1 мм разрезали на 20 равных частей. Полученные проводники разделили на четыре одинаковых группы. Проводники каждой группы соединили параллельно, а группы подключили последовательно. Рассчитать сопротивление полученной цепи. Удельное сопротивление меди, $\rho = 1,68 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

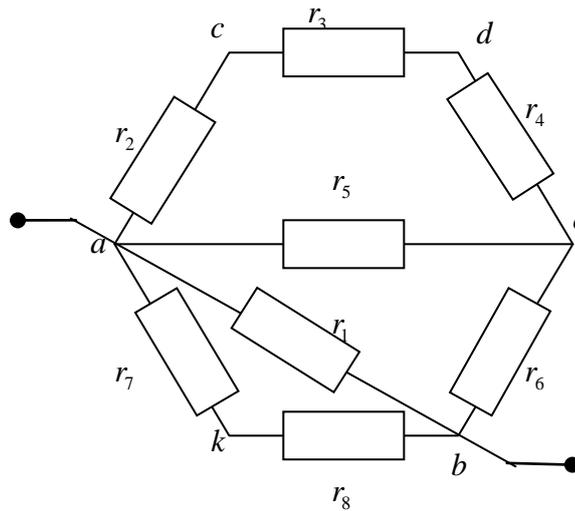
Решение: Проводник разрезали на $n = 20$ равных частей, следовательно сопротивление каждой части: $r = \frac{R}{n}$. В каждой группе пять проводников соединены параллельно. Сопротивление параллельной цепи рассчитывают по формуле (1.6). Сопротивление всех пяти проводников в группе одинаковы, поэтому

$$\frac{1}{R_{zp}} = \frac{5}{r} \Rightarrow R_{zp} = \frac{r}{5} = \frac{R}{5n}$$

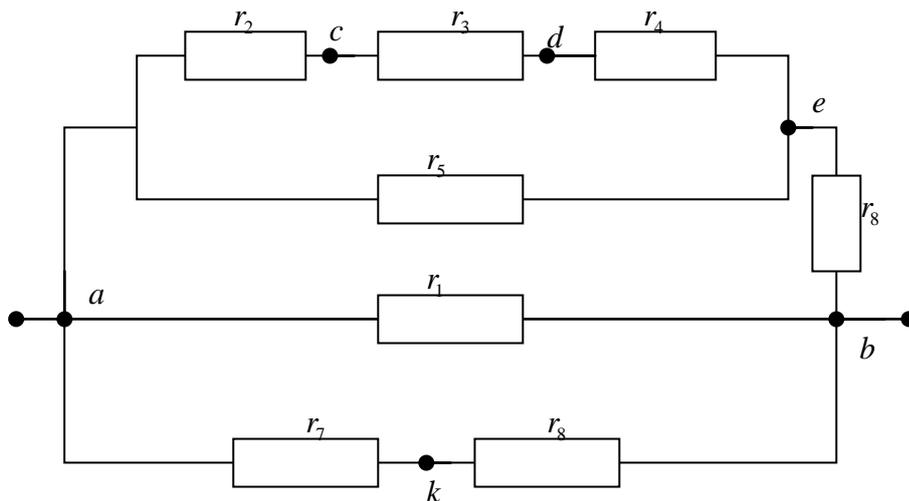
Четыре группы проводников соединены последовательно, поэтому согласно формулы (1.5) общее сопротивление цепи $R_{\text{ц}} = 4 \cdot R_{zp} = \frac{4}{5} \cdot \frac{R}{n}$. Общее сопротивление провода R определяется формулой (1.4): $R = \rho \frac{l}{S}$. Площадь поперечного сечения провода $S = \frac{\pi d^2}{4}$, поэтому

$$R = 4\rho \frac{l}{\pi d^2} \text{ и } R_{\text{ц}} = \frac{16}{5} \rho \frac{l}{\pi d^2} = \frac{16}{5} \cdot \frac{1,68 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 30 \text{ м}}{\pi \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 0,51 \text{ Ом}$$

Пример 3. Определить сопротивление представленной цепи, если сопротивление каждого участка $r = 2,9 \text{ Ом}$. Точки подключения цепи «а» и «b».



Данную цепь можно представить как совокупность последовательных и параллельных соединений:



Участок цепи $acde$ состоит из трех последовательно включенных сопротивлений: r_2, r_3 и r_4 . Общее сопротивление этого участка $R_{234} = r_2 + r_3 + r_4 = 3r$

К этому участку параллельно подключено сопротивление r_5 ; следовательно их общее сопротивление можно найти используя формулу: $\frac{1}{R_{2345}} = \frac{1}{R_{234}} + \frac{1}{r_5} = \frac{1}{3r} + \frac{1}{r} = \frac{4}{3r} \Rightarrow R_{2345} = \frac{3}{4}r$.

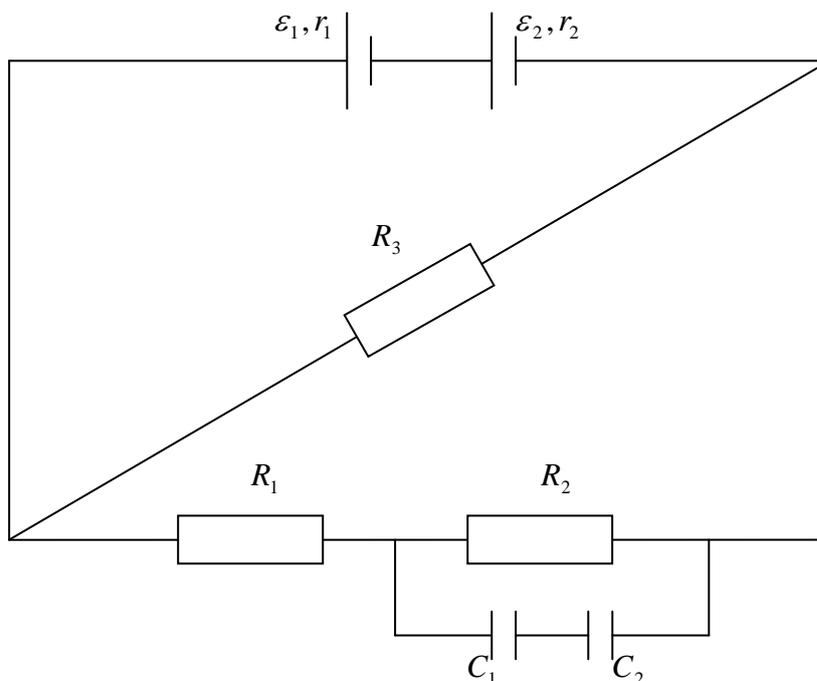
Последовательно с рассматриваемым участком подключено сопротивление r_6 . Следовательно общее сопротивление участка $acdeb$: $R_{23456} = \frac{3}{4}r + r = \frac{7}{4}r$.

Общее сопротивление участка akb : $R_{78} = r_7 + r_8 = 2r$. Три участка схемы $acdeb$, ab и akb подключены параллельно друг другу. Поэтому для общего сопротивления цепи

можно записать: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{23456}} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{R_{78}} = \frac{4}{7r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{2r} = \frac{29}{14 \cdot r} \Rightarrow R = \frac{14}{29} r$

Подставив численное значение $r = 2,9 \text{ Ом}$, получают $R = 1,4 \text{ Ом}$.

Пример 4. Определить заряды конденсаторов и напряжения на них в цепи, представленной на рис. Характеристики цепи: $\varepsilon_1 = 15,4 \text{ В}$; $\varepsilon_2 = 3,6 \text{ В}$; $r = 1 \text{ Ом}$; $R_1 = 5 \text{ Ом}$; $R_2 = 10 \text{ Ом}$; $R_3 = 15 \text{ Ом}$; $C_1 = 2 \text{ мкФ}$; $C_2 = 3 \text{ мкФ}$



Конденсаторы C_1 и C_2 включены последовательно. Поэтому их заряды одинаковы а суммы напряжений на них равна напряжению на сопротивлении $R_2 (U_2)$ Общую емкость данной цепи находят по формуле:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

Заряд каждого из конденсаторов $q_1 = q_2 = CU_2 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \cdot U_2$

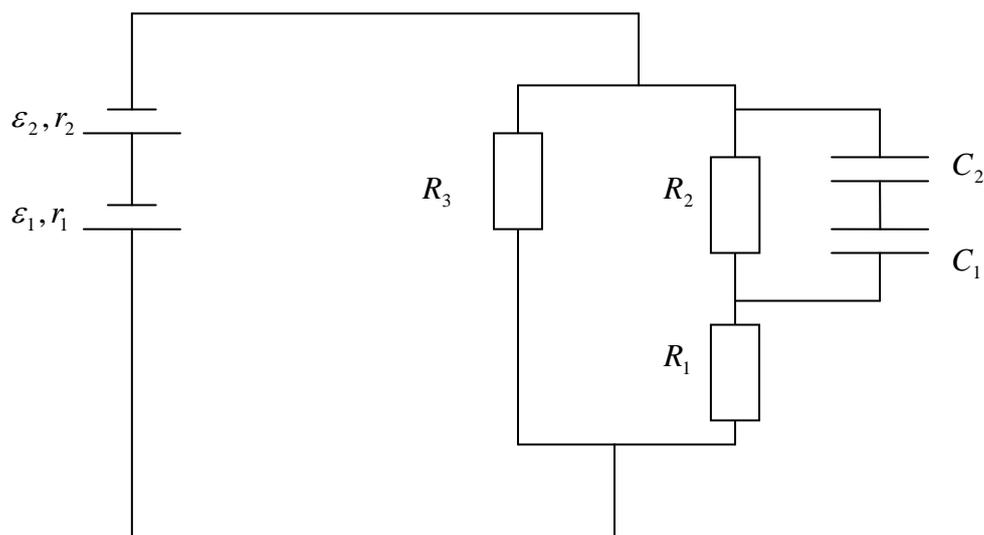
Напряжение на каждом конденсаторе:

$$U_{C_1} = \frac{q}{C_1} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} U_2$$

$$U_{C_2} = \frac{q}{C_2} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} U_2$$

Таким образом, задача сводится к нахождению падения напряжения на сопротивлении R_2 .

Данную схему можно представить следующим образом



Внешнее сопротивление цепи рассчитывается по формуле (1.6):

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3(R_1 + R_2)}$$

Откуда

$$R = \frac{R_3(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Согласно формулы (1.10) э.д.с. действующая в цепи:

$$\mathcal{E} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$

Закон Ома для полной цепи (1.8) для рассматриваемой схемы имеет вид:

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2r + R}$$

Из этой формулы следует:

$$2rI + IR = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$

Произведение IR равно напряжению U на внешней цепи:

$$U = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 - 2rI$$

Зная напряжение на внешней цепи можно рассчитать силу тока на участке $R_1 - R_2$:

$$I_{12} = \frac{U}{R_1 + R_2}$$

и необходимое напряжение $U_2 = \frac{UR_2}{R_1 + R_2}$

Сила тока в цепи:

$$\begin{aligned} I &= \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2r + R} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2r + \frac{R_3(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3}} = \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)(R_1 + R_2 + R_3)}{2r(R_1 + R_2 + R_3) + R_3(R_1 + R_2)} = \\ &= \frac{(15,4 \text{ В} + 3,6 \text{ В})(5 \text{ Ом} + 10 \text{ Ом} + 15 \text{ Ом})}{2 \text{ Ом}(5 \text{ Ом} + 10 \text{ Ом} + 15 \text{ Ом}) + 15 \text{ Ом}(5 \text{ Ом} + 10 \text{ Ом})} = \frac{19 \text{ В} \cdot 30 \text{ Ом}}{285 \text{ Ом}^2} = 2 \text{ А} \end{aligned}$$

Напряжение на внешней цепи:

$$U = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 - 2rI = 19 \text{ В} - 2 \text{ Ом} \cdot 2 \text{ А} = 15 \text{ В}$$

Напряжение на сопротивлении R_2 :

$$U_2 = \frac{15 \text{ В}}{15 \hat{\Omega}} \cdot 10 \hat{\Omega} = 10 \hat{\text{А}}$$

Заряд каждого из конденсаторов:

$$q = \frac{6 \cdot 10^{-12}}{5 \cdot 10^{-6}} \cdot 10 \text{ В} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} = 12 \text{ мкФ}$$

Напряжение на каждом конденсаторе:

$$U_{C_1} = \frac{q}{C_1} = \frac{12 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}}{2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}} = 6 \text{ В}$$

$$U_{C_2} = \frac{q}{C_2} = \frac{12 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}}{3 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}} = 4 \text{ В}$$

1.8 Контрольные задания

Задачи, решаемые на практическом занятии

1. На сколько частей был разрезан проводник сопротивлением 121 Ом, если при соединении этих частей параллельно получилось сопротивление 1 Ом?

2. Во сколько раз нужно изменить длину проводника, при уменьшении его диаметра в три раза, чтобы сопротивление осталось прежним?

3. Нихромовый $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводник длиной 20 м и диаметром 4 мм разрезан на 10 равных частей. Каждую часть соединили параллельно. Определить сопротивление полученной цепи.

4. Никелиновый $\rho = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводник длиной 18 м и диаметром 4 мм разрезан на 18 равных частей. Части проводников разбили на три группы по пять соединенных параллельно частей, причем эти группы соединили последовательно. Определить сопротивление образовавшейся цепи.

5. Ток в сопротивлении $R = 1 \text{ Ом}$ изменяется по закону $i = 2 \cdot t^3 + t$. Определить величину заряда протекшего за время от $t_1 = 0$ с до $t_2 = 3$ с. Построить график зависимости заряда от времени.

6. Определить сопротивление шунта для подключения к амперметру, чтобы можно было измерить ток в 100 раз больший, того на который рассчитан амперметр. Сопротивление амперметра 99 Ом?

Какой длины провод из никелинового проводника $\rho = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ и диаметром 0,2 мм необходимо взять, чтобы изготовить данный шунт? Как необходимо присоединить шунт?

7. Гальванометр может измерять силу тока до 2 мА и его сопротивление гальванометра составляет 100 Ом. Какое по величине добавочное сопротивление необходимо взять, чтобы он мог измерять напряжение до 10 В?

8. Для измерения напряжения в сети в нее включают вольтметр с сопротивлением 450 Ом. Если последовательно с вольтметром включить дополнительное сопротивление, он покажет 100 В; если включить еще одно дополнительное сопротивление, большее первого на 60 Ом, вольтметр покажет 90 В. Определить напряжение в сети и дополнительные сопротивления.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 1

Номер задачи соответствует номеру варианта студента

1. Нихромовый $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводник длиной 10 м и диаметром 2 мм разрезан на 10 равных частей. Каждую часть соединили параллельно. Определить сопротивление полученной цепи.

2. Никелиновый $\rho = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводник длиной 8 м и диаметром 3 мм разрезан на 8 равных частей. Каждую часть соединили параллельно. Определить сопротивление полученной цепи.

3. Медный $\rho = 1,68 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводник длиной 7 м и диаметром 5 мм разрезан на 7 равных частей. Каждую часть соединили параллельно. Определить сопротивление полученной цепи.

4. Нихромовый $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводник длиной 15 м и диаметром 2 мм разрезан на 15 равных частей. Части проводников разбили на три группы по пять соединенных параллельно частей, причем эти группы соединили последовательно. Определить сопротивление образовавшейся цепи.

5. Никелиновый $\rho = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводник длиной 18 м и диаметром 4 мм разрезан на 18 равных частей. Части проводников разбили на три группы по пять соединенных параллельно частей, причем эти группы соединили последовательно. Определить сопротивление образовавшейся цепи.

6. Медный $\rho = 1,68 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводник длиной 20 м и диаметром 5 мм разрезан на 20 равных частей. Части проводников разбили на четыре группы по пять соединенных параллельно частей, причем эти группы соединили последовательно. Определить сопротивление образовавшейся цепи.

7. Половина нихромового $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводника имеет диаметр 3 мм, а другая половина – 8 мм. Длина всего проводника 10 м. Данный проводник разрезают на 10 равных частей и эти части соединяют параллельно. Определить сопротивление образовавшейся цепи.

8. Четверть нихромового $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводника имеет диаметр 4 мм, а оставшаяся часть – 3 мм. Длина всего проводника 20 м. Данный проводник разрезают на 20 равных частей и эти части соединяют параллельно. Определить сопротивление образовавшейся цепи.

9. Половина медного $\rho = 1,68 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводника имеет диаметр 3 мм, а другая половина – 8 мм. Длина всего проводника 20 м. Данный проводник разрезают на 10 равных частей и эти части соединяют параллельно. Определить сопротивление образовавшейся цепи.

10. Четверть никелинового $\rho = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводника имеет диаметр 4 мм, а оставшаяся часть – 3 мм. Длина всего проводника 40 м. Данный проводник разрезают на 10 равных частей и эти части соединяют параллельно. Определить сопротивление образовавшейся цепи.

11. Половина никелинового $\rho = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводника имеет диаметр 3 мм, а другая половина – 8 мм. Длина всего проводника 20 м. Данный проводник разрезают на 10 равных частей и эти части соединяют параллельно. Определить сопротивление образовавшейся цепи.

12. Треть никелинового $\rho = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ проводника имеет диаметр 4 мм, вторая треть – 3 мм, а оставшаяся часть – 5 мм. Длина всего проводника 30 м. Данный проводник разрезают на 15 равных частей и эти части соединяют параллельно. Определить сопротивление образовавшейся цепи.

13. Определить сопротивление цепи (на рис 1.), если цепь присоединена к точкам А и С и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 1 Ом.

14. Определить сопротивление цепи (на рис 1.), если цепь присоединена к точкам В и С и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 3 Ом.

15. Определить сопротивление цепи (на рис 1.), если цепь присоединена к точкам М и С и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 5 Ом.

16. Определить сопротивление цепи (на рис 1.), если цепь присоединена к точкам В и М и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 1 Ом.

17. Определить сопротивление цепи (на рис 1.), если цепь присоединена к точкам А и В и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 4 Ом.

18. Определить сопротивление цепи (на рис 2), если цепь присоединена к точкам А и В и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 1 Ом.

19. Определить сопротивление цепи (на рис 3), если цепь подключена к точкам А и В и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 2 Ом.

20. Определить сопротивление цепи (на рис 3), если цепь подключена к точкам С и М и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 3 Ом.

21. Определить сопротивление цепи (на рис 3), если цепь подключена к точкам К и Е и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 4 Ом.

22. Определить сопротивление цепи (на рис 3), если цепь подключена к точкам N и S и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 2 Ом.

23. Определить сопротивление цепи (на рис 4.), если цепь присоединена к точкам В и С и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 5 Ом.

24. Определить сопротивление цепи (на рис 4.), если цепь присоединена к точкам М и

С и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 1 Ом.

25. Определить сопротивление цепи (на рис 4.), если цепь присоединена к точкам М и К и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 2 Ом.

26. Определить сопротивление цепи (на рис 4.), если цепь присоединена к точкам А и В и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 1 Ом.

27. Определить сопротивление цепи (на рис 4.), если цепь присоединена к точкам М и В и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 5 Ом.

28. Определить сопротивление цепи (на рис 4.), если цепь присоединена к точкам С и К и сопротивление каждой стороны и диагонали равно 5 Ом.

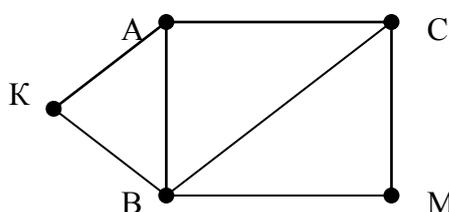


Рис 1.

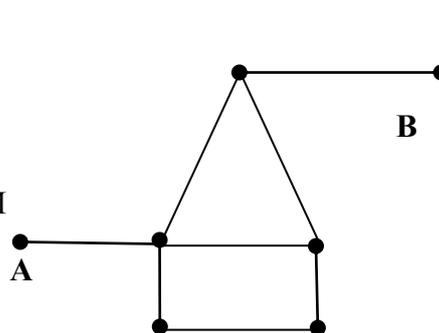


Рис 2.

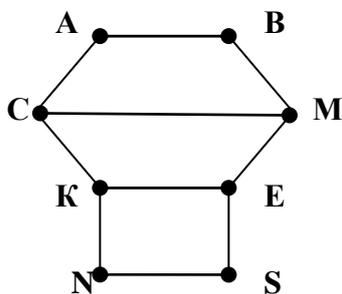


Рис 3.

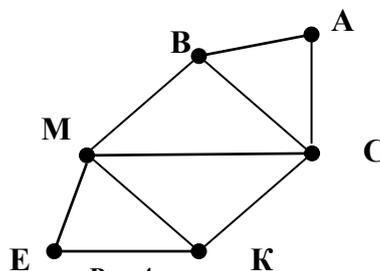


Рис 4.

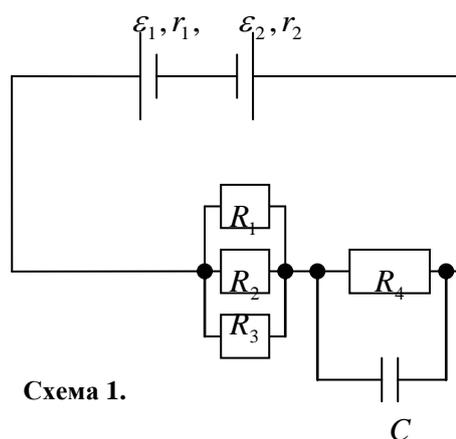
РАСЧЕТНО ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 2

Номер задачи соответствует номеру варианта студента

1. Определить заряд и напряжение на конденсаторе С в цепи изображенной на Схеме

1. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 10 \text{ В}, \varepsilon_2 = 5 \text{ В}, r_1 = r_2 = 0,5 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, R_4 = 12 \text{ Ом}, C = 5 \text{ мкФ}.$$



2. Определить заряд и напряжение на конденсаторе С в цепи изображенной на Схеме

1. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 10 \text{ В}, \varepsilon_2 = 15 \text{ В}, r_1 = r_2 = 0,5 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, R_4 = 12 \text{ Ом}, C = 2 \text{ мкФ}$$

3. Определить заряд и напряжение на конденсаторе С в цепи изображенной на Схеме

1. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 20 \text{ В}, \varepsilon_2 = 5 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 15 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, R_4 = 12 \text{ Ом}, C = 4 \text{ мкФ}$$

4. Определить заряд и напряжение на конденсаторе С в цепи изображенной на Схеме

1. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 30 \text{ В}, \varepsilon_2 = 5 \text{ В}, r_1 = r_2 = 0,5 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, R_4 = 12 \text{ Ом}, C = 3 \text{ мкФ}$$

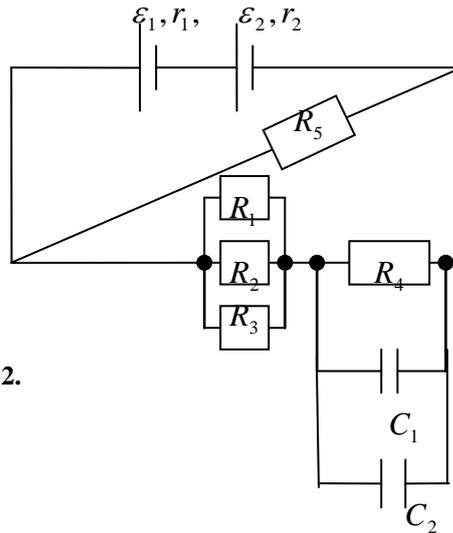


Схема 2.

5. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_1 в цепи изображенной на Схеме

2. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 10 \text{ В}, \varepsilon_2 = 5 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом},$$

$$R_4 = 12 \text{ Ом}, R_5 = 14 \text{ Ом}, C_1 = 2 \text{ мкФ}, C_2 = 8 \text{ мкФ},$$

6. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_2 в цепи изображенной на Схеме

2. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 10 \text{ В}, \varepsilon_2 = 35 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом},$$

$$R_4 = 12 \text{ Ом}, R_5 = 14 \text{ Ом}, C_1 = 2 \text{ мкФ}, C_2 = 5 \text{ мкФ}.$$

7. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_1 в цепи изображенной на Схеме

2. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 10 \text{ В}, \varepsilon_2 = 15 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом},$$

$$R_4 = 12 \text{ Ом}, R_5 = 14 \text{ Ом}, C_1 = 2 \text{ мкФ}, C_2 = 20 \text{ мкФ}$$

8. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_2 в цепи изображенной на

Схеме 2. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 10 \text{ В}, \varepsilon_2 = 5 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом},$$

$$R_4 = 12 \text{ Ом}, R_5 = 14 \text{ Ом}, C_1 = 2 \text{ мкФ}, C_2 = 14 \text{ мкФ}$$

9. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_2 в цепи изображенной на Схеме 2. Основные параметры цепи:

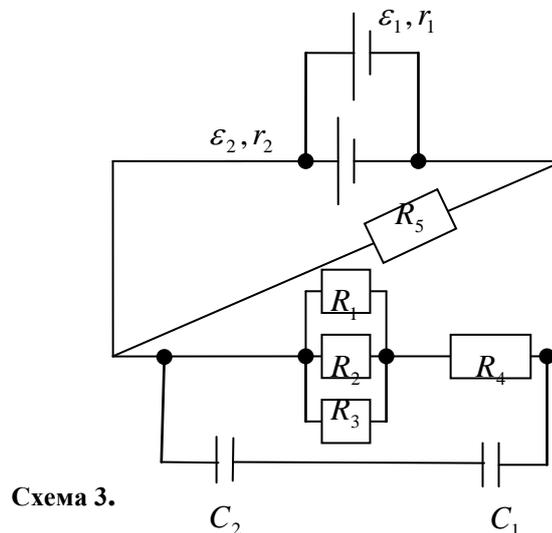
$$\varepsilon_1 = 10 \text{ В}, \varepsilon_2 = 5 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом},$$

$$R_4 = 12 \text{ Ом}, R_5 = 14 \text{ Ом}, C_1 = 20 \text{ мкФ}, C_2 = 2 \text{ мкФ}.$$

10. Определить заряд и энергию батареи конденсаторов включенных в цепь изображенной на Схеме 2. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 10 \text{ В}, \varepsilon_2 = 5 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом},$$

$$R_4 = 12 \text{ Ом}, R_5 = 14 \text{ Ом}, C_1 = 14 \text{ мкФ}, C_2 = 12 \text{ мкФ}$$



11. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_1 в цепи изображенной на Схеме 3. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 10 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом},$$

$$R_4 = 12 \text{ Ом}, R_5 = 14 \text{ Ом}, C_1 = 1 \text{ мкФ}, C_2 = 2 \text{ мкФ}$$

12. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_2 в цепи изображенной на Схеме 3. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 15 \text{ В}, r_1 = r_2 = 2 \text{ Ом}, R_1 = 50 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом},$$

$$R_4 = 12 \text{ Ом}, R_5 = 14 \text{ Ом}, C_1 = 3 \text{ мкФ}, C_2 = 4 \text{ мкФ}$$

13. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_1 в цепи изображенной на Схеме 3. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 20 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 25 \text{ Ом}, \\ R_4 = 12 \text{ Ом}, R_5 = 14 \text{ Ом}, C_1 = 4 \text{ мкФ}, C_2 = 4 \text{ мкФ}$$

14. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_1 в цепи изображенной на Схеме 3. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 25 \text{ В}, r_1 = r_2 = 4 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 25 \text{ Ом}, \\ R_4 = 12 \text{ Ом}, R_5 = 14 \text{ Ом}, C_1 = 2 \text{ мкФ}, C_2 = 5 \text{ мкФ}$$

15. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_2 в цепи изображенной на Схеме 3. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 30 \text{ В}, r_1 = r_2 = 2 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 40 \text{ Ом}, R_3 = 25 \text{ Ом}, \\ R_4 = 12 \text{ Ом}, R_5 = 14 \text{ Ом}, C_1 = 2 \text{ мкФ}, C_2 = 6 \text{ мкФ}$$

16. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_1 в цепи изображенной на Схеме 3. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 50 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 25 \text{ Ом}, \\ R_4 = 12 \text{ Ом}, R_5 = 14 \text{ Ом}, C_1 = 3 \text{ мкФ}, C_2 = 6 \text{ мкФ}$$

17. Определить заряд и энергию батареи конденсаторов включенных в цепь изображенной на Схеме 3. Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 60 \text{ В}, r_1 = r_2 = 2 \text{ Ом}, R_1 = 40 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 25 \text{ Ом}, \\ R_4 = 12 \text{ Ом}, R_5 = 14 \text{ Ом}, C_1 = 4 \text{ мкФ}, C_2 = 7 \text{ мкФ}$$

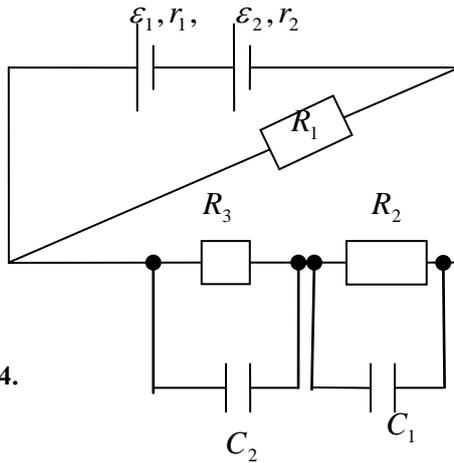


Схема 4.

18. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_1 в цепи изображенной на Схеме 4 Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 120 \text{ В}, \varepsilon_2 = 150 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, C_1 = 2 \text{ мкФ} C_2 = 3 \text{ мкФ}.$$

19. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_2 в цепи изображенной на Схеме 4 Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 6 \text{ В}, \varepsilon_2 = 15 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, C_1 = 4 \text{ мкФ} C_2 = 3 \text{ мкФ}.$$

20. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_1 в цепи изображенной на Схеме 4 Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 90 \text{ В}, \varepsilon_2 = 15 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, C_1 = 2 \text{ мкФ} C_2 = 5 \text{ мкФ}.$$

21. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_1 в цепи изображенной на Схеме 4 Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 20 \text{ В}, \varepsilon_2 = 35 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, C_1 = 2 \text{ мкФ} C_2 = 6 \text{ мкФ}.$$

22. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_2 в цепи изображенной на Схеме 4 Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 10 \text{ В}, \varepsilon_2 = 15 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, C_1 = 2 \text{ мкФ} C_2 = 4 \text{ мкФ}.$$

23. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_1 в цепи изображенной на Схеме 4 Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 60 \text{ В}, \varepsilon_2 = 15 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, C_1 = 3 \text{ мкФ} C_2 = 5 \text{ мкФ}.$$

24. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_2 в цепи изображенной на Схеме 4 Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 40 \text{ В}, \varepsilon_2 = 15 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, C_1 = 3 \text{ мкФ} C_2 = 3 \text{ мкФ}$$

25. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_1 в цепи изображенной на Схеме 4 Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 10 \text{ В}, \varepsilon_2 = 25 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, C_1 = 4 \text{ мкФ} C_2 = 4 \text{ мкФ}.$$

26. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_2 в цепи изображенной на Схеме 4 Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 10 \text{ В}, \varepsilon_2 = 15 \text{ В}, r_1 = r_2 = 3 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, C_1 = 2 \text{ мкФ} C_2 = 8 \text{ мкФ}$$

27. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_2 в цепи изображенной на Схеме 4 Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 30 \text{ В}, \varepsilon_2 = 15 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, C_1 = 4 \text{ мкФ} C_2 = 9 \text{ мкФ}.$$

28. Определить заряд и напряжение на конденсаторе C_2 в цепи изображенной на Схеме 4 Основные параметры цепи:

$$\varepsilon_1 = 10 \text{ В}, \varepsilon_2 = 25 \text{ В}, r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}, R_1 = 5 \text{ Ом}, R_2 = 10 \text{ Ом}, R_3 = 15 \text{ Ом}, C_1 = 2 \text{ мкФ} C_2 = 12 \text{ мкФ}$$

§ 2 Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа

В разветвленной электрической цепи (рис 2.1) можно выделить узлы, ветви и замкнутые контуры.

2.1 Элементы разветвленной цепи

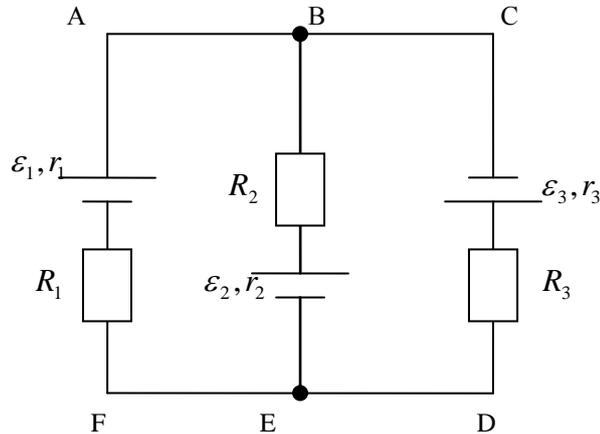


Рис 2.1

Узел – точка в электрической цепи, в которой сходятся более двух проводников. В схеме, приведенной на рис. 2.1, узлами являются точки В и Е. В узлах происходит разветвление токов.

Участок цепи между двумя соседними узлами называют ветвью. В пределах каждой ветви сила тока не изменяется, т.к. разветвление токов происходит только в узлах. В приведенном примере ветвями являются участки ВАFE; ВЕ и ВСDE.

В разветвленной цепи можно выделить различные замкнутые контуры. В рассматриваемой схеме (рис 2.1) их три: АВЕFA; АВСDEFA и ВСDEB.

Расчет сложной схемы (нахождение силы токов в каждой ветви) можно провести с помощью обобщенного закона Ома. Решение этой задачи значительно упрощается с помощью двух правил Кирхгофа.

2.1.1 Первое правило Кирхгофа

Первое правило Кирхгофа: алгебраическая сумма токов, сходящихся в узле равна нулю

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0 \quad (2.1)$$

При этом току, идущему к узлу, приписывают знак плюс, а исходящему из узла – знак минус.

Для случая, показанного на рис 2.2 уравнение (2.1) примет вид:

$$I_1 - I_2 + I_3 - I_4 = 0$$

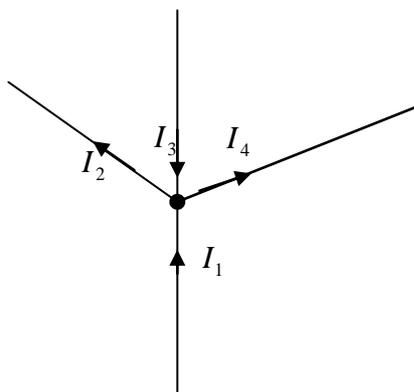


Рис 2.2

2.2 Второе правило Кирхгофа

Второе правило Кирхгофа: алгебраическая сумма произведений сил токов в отдельных участках произвольного замкнутого контура на их сопротивления равна алгебраической сумме э.д.с. источников, действующих в этом контуре

$$\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{k=1}^n \varepsilon_k \quad (2.2)$$

При применении этого правила задают направление обхода контура. Если направление некоторого тока совпадает с направлением обхода, то соответствующему произведению IR в левой части уравнения (2.2) приписывают знак плюс; в противном случае – знак минус. Знаки э.д.с. источников задают следующим образом. Если источник тока повышает потенциал в направлении обхода (источник проходят от «-» к «+»), то его э.д.с в правой части уравнения (2.2) записывают со знаком плюс; в противном случае со знаком минус. Для контура показанного на рис. 2.3, и заданного направления обхода по часовой стрелке уравнение будет иметь вид:

$$I_1 R_1 + I_1 r_1 + I_2 R_2 + I_2 r_2 - I_3 R_3 - I_3 r_3 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_3$$

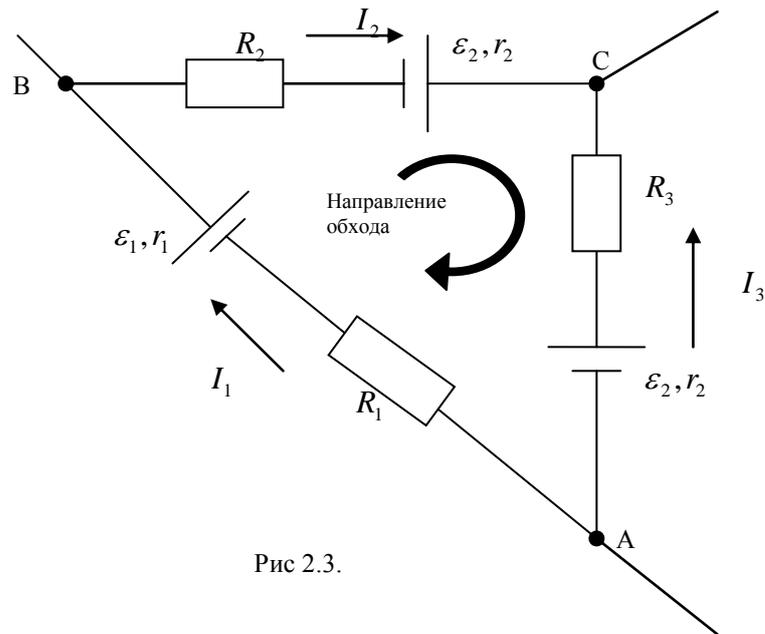


Рис 2.3.

2.3 Порядок применения правил Кирхгофа

Правила Кирхгофа позволяют составить для любой сложной цепи полную систему уравнений, из которой могут быть найдены все неизвестные токи уравнений (2.1) и (2.2) необходимо составить столько, чтобы их число было равно числу искомых величин.

При расчете разветвленной цепи поступают следующим образом:

1. Стрелками обозначают предположительное направление токов во всех ветвях цепи. Если в результате вычислений окажется, что данный ток положителен, то направление этого тока задано правильно. Если же значение тока окажется отрицательным, то его направление противоположно заданному.
2. Для $N-1$ узлов (N -число узлов в цепи) составляют уравнения типа (2.1).
3. Общее число независимых уравнений должно быть равно числу искомых токов. Поэтому в цепи выделяют необходимое число замкнутых контуров, в каждом из них задают направление обхода и записывают уравнение типа (2.2).
4. Решают полученную систему уравнений.

2.4 Вопросы для контроля

- 2.5.1 Узел разветвленной цепи.
- 2.5.2 Ветвь разветвленной цепи.
- 2.5.3 Первое правило Кирхгофа, правило знаков.
- 2.5.4 Второе правило Кирхгофа: правило знаков.
- 2.5.5 Количество независимых уравнений, которое необходимо составить для расчета разветвленной цепи.

2.5.6 При расчете цепи значение одного из токов получено со знаком минус. О чем это свидетельствует?

2.5 Пример решения задач

Пример. Схема электрической цепи показана на рис.2.4 э.д.с. элементов $\varepsilon_1 = 2,1 В$, $\varepsilon_2 = 1,9 В$, сопротивления $R_1 = 45 Ом$, $R_2 = 10 Ом$ и $R_3 = 10 Ом$. Найти токи во всех участках цепи.

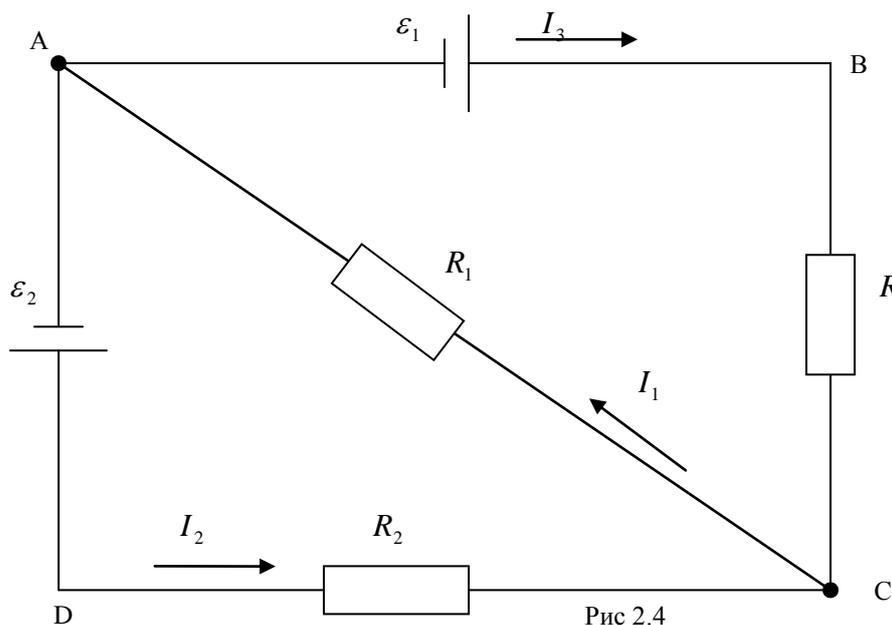


Рис 2.4

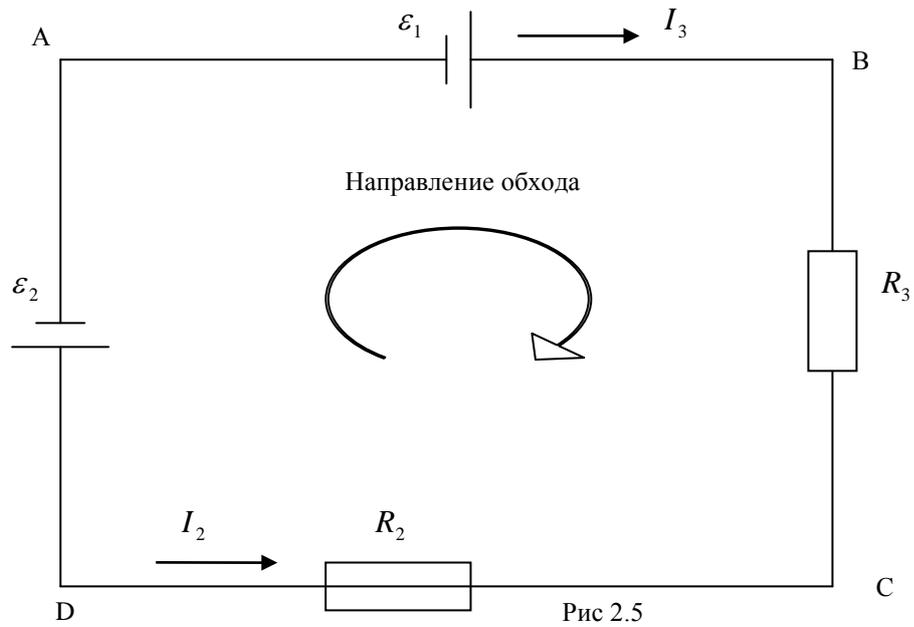
Данная цепь состоит из трех ветвей: ABC: AC и ADC. Поэтому необходимо найти три тока: I_1 , I_2 и I_3 . Укажем эти токи на схеме и произвольно зададим их направление на схеме.

Схема содержит два узла (A и C). Следовательно первое правило Кирхгофа записывают только для одного из них, например, для узла A:

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

Для того, чтобы получить еще два независимых уравнения, необходимо записать второе правило Кирхгофа для двух выделенных в цепи контуров.

Выделим вначале контур ABCD (рис.2.5)



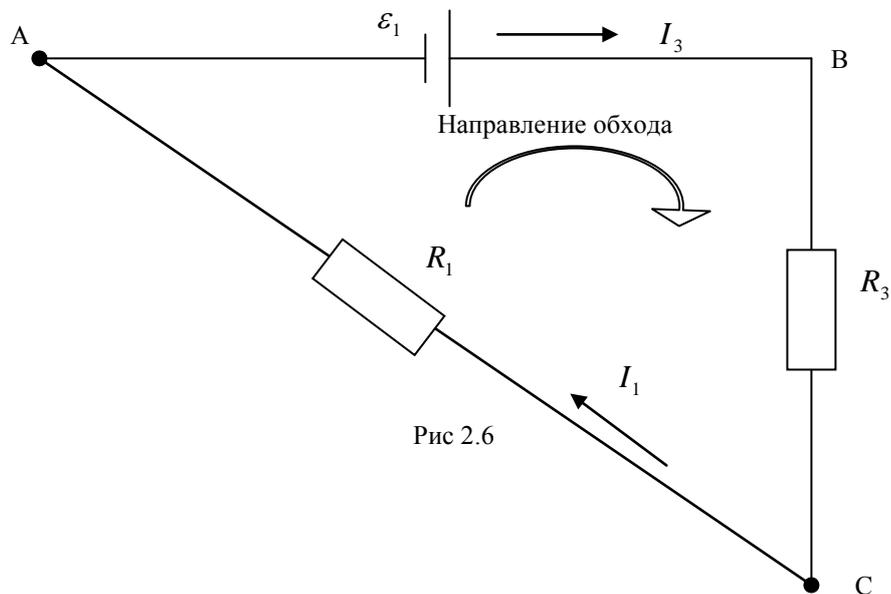
Выбрав направление обхода контура по часовой стрелке, запишем:

$$-I_2 R_2 + I_3 R_3 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$$

В качестве второго контура можно взять контур ABC (рис 2.6).

Учитывая показанное на рис. направление обхода, запишем

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 = \varepsilon_1$$



Таким образом, задача о нахождении токов в разветвленной цепи сведена к решению системы трех линейных уравнений:

$$\begin{cases} I_1 - I_2 - I_3 = 0 \\ -I_2 R_2 + I_3 R_3 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \\ I_1 R_1 + I_3 R_3 = \varepsilon_1 \end{cases}$$

Для решения этой системы удобно применить метод Крамера:

$$I_i = \frac{\Delta^i}{\Delta}, \quad i = 1, 2, 3$$

где Δ - определитель системы, а Δ^i - определитель, полученный из определителя Δ заменой его i -го столбца столбцом свободных членов.

Определитель системы:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & -1 & -1 \\ 0 & -R_2 & R_3 \\ R_1 & 0 & R_3 \end{vmatrix} = -R_2 R_3 - R_1 R_3 - R_2 R_3 = -(2R_1 + R_2)R_3$$

Определитель

$$\Delta^{(1)} = \begin{vmatrix} 0 & -1 & -1 \\ \varepsilon_1 - \varepsilon_2 & -R_2 & R_3 \\ \varepsilon_1 & 0 & R_3 \end{vmatrix} = -R_3 \varepsilon_1 - R_2 \varepsilon_1 + R_3 (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) = -(R_2 \varepsilon_1 + R_3 \varepsilon_2)$$

$$\Delta^{(2)} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & \varepsilon_1 - \varepsilon_2 & R_3 \\ R_1 & \varepsilon_1 & R_3 \end{vmatrix} = R_3 (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) + R_1 (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) - R_3 \varepsilon_1 = R_1 \varepsilon_1 - (R_3 + R_1) \varepsilon_2$$

$$\Delta^{(3)} = \begin{vmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & -R_2 & \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \\ R_1 & 0 & \varepsilon_1 \end{vmatrix} = -R_2 \varepsilon_1 - R_1 (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) = R_1 \varepsilon_2 - (R_1 + R_2) \varepsilon_1$$

Следовательно:

$$I_1 = \frac{-(R_2 \varepsilon_1 + R_3 \varepsilon_2)}{-(2R_1 + R_2)} = 0,04 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{R_1 \varepsilon_1 - (R_3 + R_2) \varepsilon_2}{-(2R_1 + R_2)} = 0,04 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{R_1 \varepsilon_2 - (R_1 + R_2) \varepsilon_1}{-(2R_1 + R_2) R_3}$$

Знак плюс у всех найденных значений токов указывает на то, что показанные на схеме направления токов соответствуют действительным.

2.6 Контрольные задания

Задачи, решаемые на практическом занятии

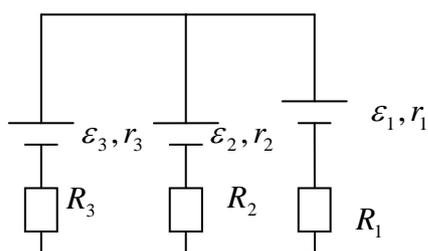


Схема к задаче 1

1. Определить токи в каждом сопротивлении представленной цепи. . $\varepsilon_1=1 \text{ В}$, $\varepsilon_2=10 \text{ В}$, $\varepsilon_3=15 \text{ В}$, $r_1=r_2=r_3=1 \text{ Ом}$, $R_1=2 \text{ Ом}$, $R_2=3 \text{ Ом}$, $R_3=4 \text{ Ом}$

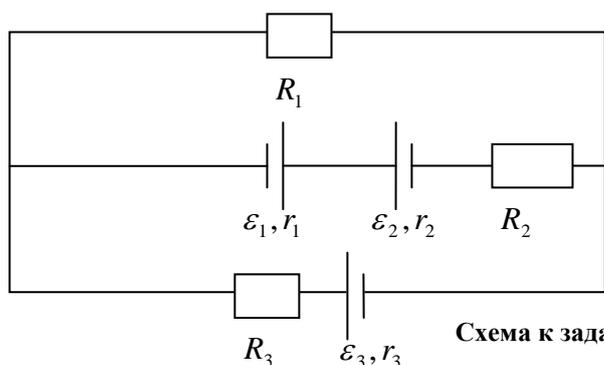


Схема к задаче 2

2. Определить токи в каждом сопротивлении цепи. Основные параметры схемы

$$\varepsilon_1=5 \text{ В}, \varepsilon_2=15 \text{ В}, \varepsilon_3=20 \text{ В}, r_1=r_2=r_3=2 \text{ Ом}, R_1=4 \text{ Ом}, R_2=5 \text{ Ом}, R_3=6 \text{ Ом}$$

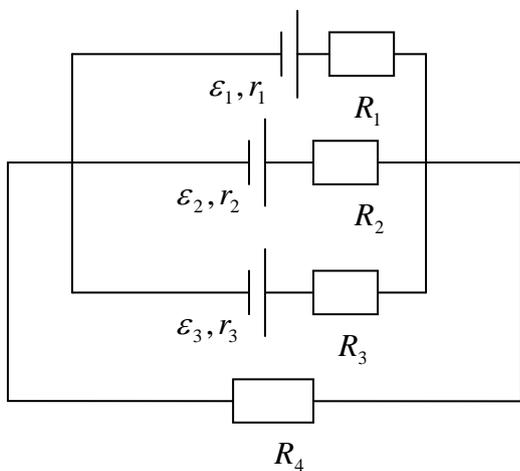


Схема к задаче 3

3. Определить токи во всех сопротивлениях цепи.

$$\varepsilon_1=15 \text{ В}, \varepsilon_2=20 \text{ В}, \varepsilon_3=30 \text{ В}, r_1=r_2=r_3=4 \text{ Ом}, R_1=8 \text{ Ом}, R_2=10 \text{ Ом}, R_3=12 \text{ Ом}, R_4=14 \text{ Ом}$$

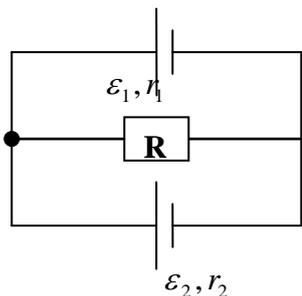


Схема к задаче 4

4. Два элемента с ЭДС 1,6 В и 1,3 В и внутренним сопротивлением соответственно 1 Ом и 1,5 Ом соединены как показано на рис 1. Определить силу тока во всей ветвях. Сопротивление резистора 0,6 Ом.

$$5. \text{ э.д.с. } \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 100 \text{ В}; R_1 = 20 \text{ Ом}; R_2 = 10 \text{ Ом};$$

$$R_3 = 40 \text{ Ом}; R_4 = 30 \text{ Ом. Нйти показания амперметра.}$$

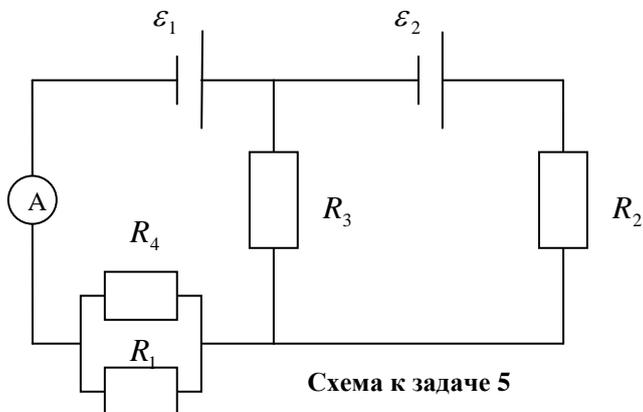
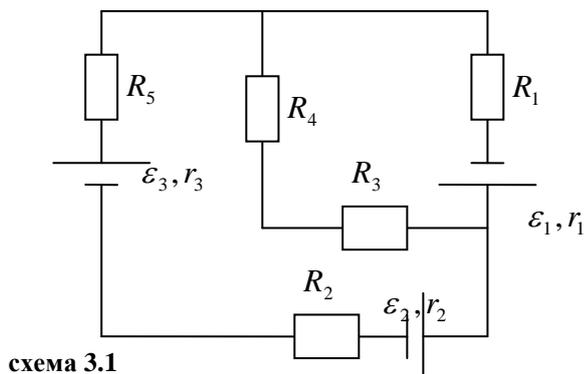


Схема к задаче 5

РАСЧЕТНО ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 3

Номер задачи соответствует номеру варианта студента



1. $\varepsilon_1=1$ В, $\varepsilon_2=10$ В, $\varepsilon_3=15$ В, $r_1=r_2=r_3=1$ Ом

$R_1=2$ Ом, $R_2=3$ Ом, $R_3=4$ Ом, $R_4=6$ Ом, $R_5=8$ Ом

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.1)

2. $\varepsilon_1=5$ В, $\varepsilon_2=15$ В, $\varepsilon_3=20$ В, $r_1=r_2=r_3=2$ Ом

$R_1=4$ Ом, $R_2=5$ Ом, $R_3=6$ Ом, $R_4=8$ Ом, $R_5=10$ Ом

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.1)

3. $\varepsilon_1=10$ В, $\varepsilon_2=20$ В, $\varepsilon_3=25$ В, $r_1=r_2=r_3=3$ Ом

$R_1=6$ Ом, $R_2=8$ Ом, $R_3=10$ Ом, $R_4=12$ Ом, $R_5=14$ Ом

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.1)

4. $\varepsilon_1=15$ В, $\varepsilon_2=20$ В, $\varepsilon_3=30$ В, $r_1=r_2=r_3=4$ Ом

$R_1=8$ Ом, $R_2=10$ Ом, $R_3=12$ Ом, $R_4=14$ Ом, $R_5=16$ Ом

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.1)

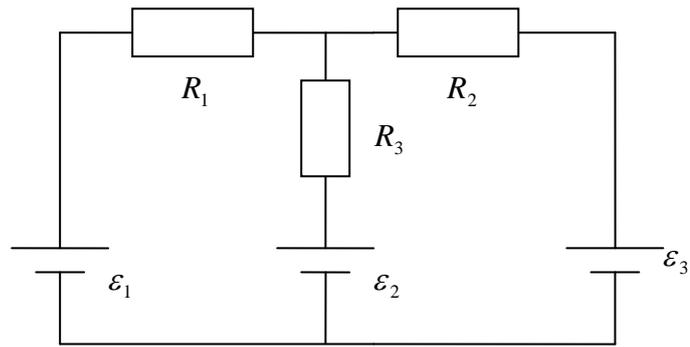


схема 3.2

5. $\varepsilon_1=1$ В, $\varepsilon_2=10$ В, $\varepsilon_3=15$ В, $r_1=r_2=r_3=1$ Ом

$R_1=2$ Ом, $R_2=3$ Ом, $R_3=4$ Ом.

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.2)

6. $\varepsilon_1=5$ В, $\varepsilon_2=15$ В, $\varepsilon_3=20$ В, $r_1=r_2=r_3=2$ Ом

$R_1=4$ Ом, $R_2=5$ Ом, $R_3=6$ Ом.

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.2)

7. $\varepsilon_1=10$ В, $\varepsilon_2=20$ В, $\varepsilon_3=25$ В, $r_1=r_2=r_3=3$ Ом

$R_1=6$ Ом, $R_2=8$ Ом, $R_3=10$ Ом

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.2)

8. $\varepsilon_1=15$ В, $\varepsilon_2=20$ В, $\varepsilon_3=30$ В, $r_1=r_2=r_3=4$ Ом

$R_1=8$ Ом, $R_2=10$ Ом, $R_3=12$ Ом

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.2)

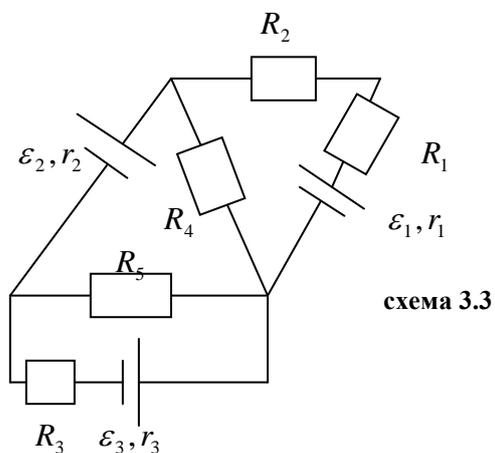


схема 3.3

9. $\varepsilon_1=1$ В, $\varepsilon_2=10$ В, $\varepsilon_3=15$ В, $r_1=r_2=r_3=1$ Ом

$R_1=2$ Ом, $R_2=3$ Ом, $R_3=4$ Ом, $R_4=6$ Ом, $R_5=8$ Ом

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.3)

10. $\varepsilon_1=5$ В, $\varepsilon_2=15$ В, $\varepsilon_3=20$ В, $r_1=r_2=r_3=2$ Ом

$R_1=4$ Ом, $R_2=5$ Ом, $R_3=6$ Ом, $R_4=8$ Ом, $R_5=10$ Ом

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.3)

11. $\varepsilon_1=10$ В, $\varepsilon_2=20$ В, $\varepsilon_3=25$ В, $r_1=r_2=r_3=3$ Ом

$R_1=6$ Ом, $R_2=8$ Ом, $R_3=10$ Ом, $R_4=12$ Ом, $R_5=14$ Ом

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.3)

12. $\varepsilon_1=15$ В, $\varepsilon_2=20$ В, $\varepsilon_3=30$ В, $r_1=r_2=r_3=4$ Ом

$R_1=8$ Ом, $R_2=10$ Ом, $R_3=12$ Ом, $R_4=14$ Ом, $R_5=16$ Ом

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.3)

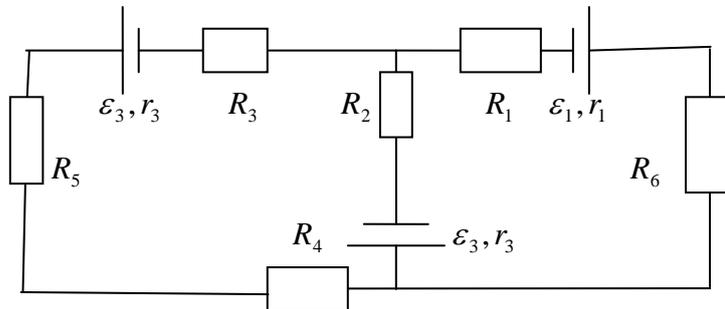


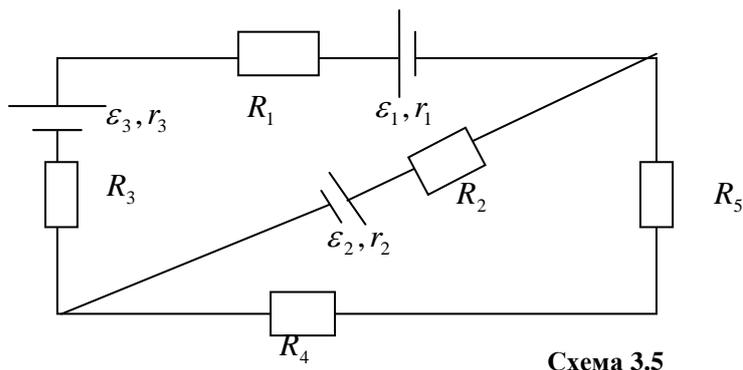
Схема 3.4

13. $\varepsilon_1=1$ В, $\varepsilon_2=10$ В, $\varepsilon_3=15$ В, $r_1=r_2=r_3=1$ Ом, $R_1=2$ Ом, $R_2=3$ Ом, $R_3=4$ Ом, $R_4=6$ Ом, $R_5=8$ Ом, $R_6=10$ Ом. Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.4)

14. $\varepsilon_1=5$ В, $\varepsilon_2=15$ В, $\varepsilon_3=20$ В, $r_1=r_2=r_3=2$ Ом, $R_1=4$ Ом, $R_2=5$ Ом, $R_3=6$ Ом, $R_4=8$ Ом, $R_5=10$ Ом, $R_6=12$ Ом. Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.4)

15. $\varepsilon_1=10$ В, $\varepsilon_2=20$ В, $\varepsilon_3=25$ В, $r_1=r_2=r_3=3$ Ом, $R_1=6$ Ом, $R_2=8$ Ом, $R_3=10$ Ом, $R_4=12$ Ом, $R_5=14$ Ом, $R_6=14$ Ом. Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.4)

16. $\varepsilon_1=15$ В, $\varepsilon_2=20$ В, $\varepsilon_3=30$ В, $r_1=r_2=r_3=4$ Ом, $R_1=8$ Ом, $R_2=10$ Ом, $R_3=12$ Ом, $R_4=14$ Ом, $R_5=16$ Ом, $R_6=15$ Ом. Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.4)

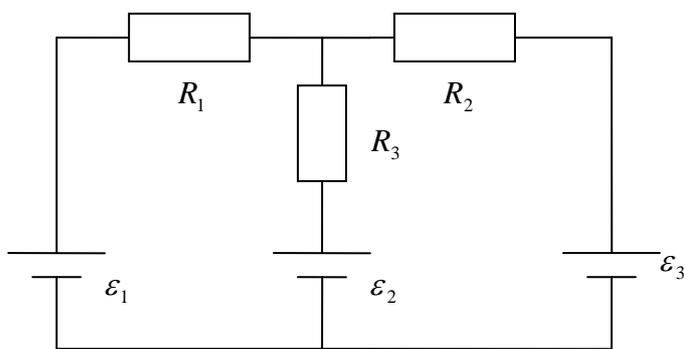


17. $\varepsilon_1=1$ В, $\varepsilon_2=10$ В, $\varepsilon_3=15$ В, $r_1=r_2=r_3=1$ Ом
 $R_1=2$ Ом, $R_2=3$ Ом, $R_3=4$ Ом, $R_4=6$ Ом, $R_5=8$ Ом
 Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.5)

18. $\varepsilon_1=5$ В, $\varepsilon_2=15$ В, $\varepsilon_3=20$ В, $r_1=r_2=r_3=2$ Ом
 $R_1=4$ Ом, $R_2=5$ Ом, $R_3=6$ Ом, $R_4=8$ Ом, $R_5=10$ Ом
 Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.5)

19. $\varepsilon_1=10$ В, $\varepsilon_2=20$ В, $\varepsilon_3=25$ В, $r_1=r_2=r_3=3$ Ом
 $R_1=6$ Ом, $R_2=8$ Ом, $R_3=10$ Ом, $R_4=12$ Ом, $R_5=14$ Ом
 Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.5)

20. $\varepsilon_1=15$ В, $\varepsilon_2=20$ В, $\varepsilon_3=30$ В, $r_1=r_2=r_3=4$ Ом
 $R_1=8$ Ом, $R_2=10$ Ом, $R_3=12$ Ом, $R_4=14$ Ом, $R_5=16$ Ом
 Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.5)



21. $\varepsilon_1=1$ В, $\varepsilon_2=10$ В, $\varepsilon_3=15$ В, $r_1=r_2=r_3=1$ Ом

$R_1=2$ Ом, $R_2=3$ Ом, $R_3=4$ Ом,

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.6)

22. $\varepsilon_1=5$ В, $\varepsilon_2=15$ В, $\varepsilon_3=20$ В, $r_1=r_2=r_3=2$ Ом

$R_1=4$ Ом, $R_2=5$ Ом, $R_3=6$ Ом, $R_4=8$ Ом,

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.6)

23. $\varepsilon_1=10$ В, $\varepsilon_2=20$ В, $\varepsilon_3=25$ В, $r_1=r_2=r_3=3$ Ом

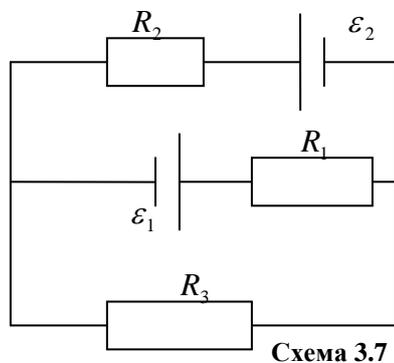
$R_1=6$ Ом, $R_2=8$ Ом, $R_3=10$ Ом, $R_4=12$ Ом,

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.6)

24. $\varepsilon_1=15$ В, $\varepsilon_2=20$ В, $\varepsilon_3=30$ В, $r_1=r_2=r_3=4$ Ом

$R_1=8$ Ом, $R_2=10$ Ом, $R_3=12$ Ом, $R_4=14$ Ом

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.6)



25. $\varepsilon_1=1$ В, $\varepsilon_2=10$ В, $\varepsilon_3=15$ В, $r_1=r_2=r_3=1$ Ом

$R_1=2$ Ом, $R_2=3$ Ом, $R_3=4$ Ом, $R_4=6$ Ом, $R_5=8$ Ом

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.7)

26. $\varepsilon_1=5$ В, $\varepsilon_2=15$ В, $\varepsilon_3=20$ В, $r_1=r_2=r_3=2$ Ом

$R_1=4$ Ом, $R_2=5$ Ом, $R_3=6$ Ом, $R_4=8$ Ом, $R_5=10$ Ом

Вычислить токи во всех сопротивлениях (схема 3.7)

§ 3 Работа и мощность тока

При протекании тока по однородному участку цепи электрическое поле совершает работу. За время Δt по цепи протекает заряд $\Delta q = I \Delta t$. Электрическое поле на выделенном участке совершает работу

$$\Delta A = (\varphi_1 - \varphi_2) \Delta q = \Delta \varphi_{12} I \Delta t = UI \Delta t$$

где $U = \Delta \varphi_{12}$ – напряжение. Эту работу называют *работой электрического тока*.

Если обе части формулы

$$RI = U$$

выражающей закон Ома для однородного участка цепи с сопротивлением R , умножить на $I \Delta t$, то получится соотношение

$$RI^2 \Delta t = UI \Delta t = \Delta A$$

Это соотношение выражает закон сохранения энергии для однородного участка цепи.

Работа ΔA электрического тока I , протекающего по неподвижному проводнику с сопротивлением R , преобразуется в тепло ΔQ , выделяющееся на проводнике.

$$\Delta Q = \Delta A = RI^2 \Delta t$$

Закон преобразования работы тока в тепло был экспериментально установлен независимо друг от друга Дж. Джоулем и Э. Ленцем и носит название *закона Джоуля–Ленца*.

Мощность электрического тока равна отношению работы тока ΔA к интервалу времени Δt , за которое эта работа была совершена:

$$P = \frac{\Delta A}{\Delta t} = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

Работа электрического тока в СИ выражается в *джоулях* (Дж), мощность – в *ваттах* (Вт).

Рассмотрим теперь полную цепь постоянного тока, состоящую из источника с электродвижущей силой \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r и внешнего однородного участка с сопротивлением R . Закон Ома для полной цепи записывается в виде

$$(R + r)I = \mathcal{E}$$

Умножив обе части этой формулы на $\Delta q = I\Delta t$, мы получим соотношение, выражающее закон сохранения энергии для полной цепи $(R + r)I = \varepsilon$

при постоянного тока:

$$RI^2\Delta t + rI^2\Delta t = \varepsilon I\Delta t = \Delta A_{ст}$$

Первый член в левой части $\Delta Q = RI^2\Delta t$ – тепло, выделяющееся на внешнем участке цепи за время Δt , второй член $\Delta Q_{ист} = rI^2\Delta t$ – тепло, выделяющееся внутри источника за то же время.

Выражение $\varepsilon I\Delta t$ равно работе сторонних сил $\Delta A_{ст}$, действующих внутри источника.

При протекании электрического тока по замкнутой цепи работа сторонних сил $\Delta A_{ст}$ преобразуется в тепло, выделяющее $RI^2\Delta t + rI^2\Delta t = \varepsilon I\Delta t = \Delta A_{ст}$.

ся во внешней цепи (ΔQ) и внутри источника ($\Delta Q_{ист}$).

$$\Delta Q + \Delta Q_{ист} = \Delta A_{ст} = \varepsilon I\Delta t$$

Следует обратить внимание, что в это соотношение не входит работа электрического поля. При протекании тока по замкнутой цепи электрическое поле работы не совершает; поэтому **тепло производится одними только сторонними силами**, действующими внутри источника. Роль электрического поля сводится к перераспределению тепла между различными участками цепи.

Внешняя цепь может представлять собой не только проводник с сопротивлением R , но и какое-либо устройство, потребляющее мощность, например, электродвигатель постоянного тока. В этом случае под R нужно понимать **эквивалентное сопротивление нагрузки**. Энергия, выделяемая во внешней цепи, может частично или полностью преобразовываться не только в тепло, но и в другие виды энергии, например, в механическую работу, совершаемую электродвигателем. Поэтому вопрос об использовании энергии источника тока имеет большое практическое значение.

Полная мощность источника, то есть работа, совершаемая сторонними силами за единицу времени, равна

$$P_{ист} = \varepsilon I = \frac{\varepsilon^2}{R + r}$$

Во внешней цепи выделяется мощность

$$P = RI^2 = \varepsilon I - rI^2 = \frac{\varepsilon^2 R}{(R+r)^2}$$

Отношение $\eta = \frac{P}{P_{ист}}$ равно

$$\eta = \frac{P}{P_{ист}} = 1 - \frac{r}{\varepsilon} I = \frac{R}{R+r}$$

называется *коэффициентом полезного действия источника*.

Максимальная мощность во внешней цепи P_{\max} , равная

$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$$

достигается при $R = r$.

При этом ток в цепи

$$I_{\max} = \frac{1}{2} I_{кз} = \frac{\varepsilon}{2r}$$

а КПД источника равен 50 %. Максимальное значение КПД источника достигается при $I \rightarrow 0$, т. е. при $R \rightarrow \infty$. В случае короткого замыкания полезная мощность $P = 0$ и вся мощность выделяется внутри источника, что может привести к его перегреву и разрушению. КПД источника при этом обращается в нуль.

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1. Ток в сопротивлении $R = 100$ Ом изменяется по закону $i = t^2 + 1$. Определить количество теплоты которое выделится в сопротивлении R в промежуток времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 3$ с.

2. Ток в сопротивлении $R = 300$ Ом изменяется по закону $i = t + 5$. Определить количество теплоты которое выделится в сопротивлении R в промежуток времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 5$ с. Построить график зависимости количества теплоты, которое выделится в сопротивлении от времени.

Указание к решению задач 1, 2

Рассмотрим пример

Определить какая энергия выделится за время от 0 до t в проводнике сопротивлением R при прохождении по нему тока, который изменяется по закону $i = 2 \cdot t + 2$.

Решение: Количество теплоты, выделившейся в проводе, за время dt (в этом случае ток можно считать постоянным): $dQ = i^2 \cdot R \cdot dt$.

Тогда подставляя в выражение зависимость силы тока от времени $dQ = (2 \cdot t + 2)^2 \cdot R \cdot dt$.

Общее количество теплоты выразится интегралом:

$$Q = 4 \cdot R \cdot \int_0^t (t^2 + 2 \cdot t + 1) \cdot dt = 4 \cdot R \cdot \left(\frac{t^3}{3} + t^2 + t \right) \Big|_0^t = 4 \cdot R \cdot \left(\frac{t^3}{3} + t^2 + t \right)$$

3. Электрическая печь мощностью 4,84 кВт включают в сеть с напряжением 220 В. Сопротивление подводящих проводов равно 1 Ом. Определить сопротивление печи и длину нихромового провода, $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6}$ Ом·м пошедшего на ее изготовление. Диаметр провода равен 1,5 мм.

4. Определить сопротивление нагревательного элемента электрического чайника, в котором 2 л воды с начальной температурой 15 °С нагревается до 100 °С за 10 мин. Электрический чайник работает от сети с напряжением 220 В и имеет к.п.д. 90 %. Чему равна сила тока в нагревательном элементе? Сопротивление подводящих проводов не учитывать.

Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$

Указание к решению задач 3, 4

Рассмотрим пример:

Сколько витков n провода материала ρ необходимо намотать на цилиндрическую катушку диаметром D , чтобы данный нагревательный мог нагреть воду массой m за время τ на Δt градусов, диаметр провода d . Элемент рассчитан на напряжение U и потери энергии β (потери энергии в долях).

Решение: Необходимо, прежде всего, найти длину провода.

Для этого проанализировав условие, выясним какая из мощностей является полной, а какая полезной. Очевидно полезное количество теплоты – это теплота идущая на нагревание воды массой m на Δt градусов: $W_{\Pi} = c \cdot m \cdot \Delta t$.

Затраченная энергия – энергия, подводимая от источника $W = \frac{U^2}{R} \cdot \tau$. С другой стороны полезная энергия, учитывая потери β равна.

$$W_{\Pi} = (1 - \beta) \cdot W$$

Подставляя в данное выражение значение мощностей

$$c \cdot m \cdot \Delta t = (1 - \beta) \cdot \frac{U^2}{R} \cdot \tau.$$

Используем зависимость сопротивления от длины и площади поперечного сечения:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} = 4 \cdot \rho \cdot \frac{l}{\pi \cdot d^2}$$

Подставляя значение сопротивления, выраженного через длину и площадь поперечно-

$$c \cdot m \cdot \Delta t = (1 - \beta) \cdot \frac{U^2 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau}{4 \cdot \rho \cdot l} \Rightarrow$$

го сечения сопротивление в выражение

$$\Rightarrow l = (1 - \beta) \cdot \frac{U^2 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau}{4 \cdot \rho \cdot c \cdot m \cdot \Delta t}$$

$$\text{Число витков } n = \frac{(1 - \beta) \cdot \frac{U^2 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau}{4 \cdot \rho \cdot c \cdot m \cdot \Delta t}}{\pi \cdot D} = (1 - \beta) \cdot \frac{U^2 \cdot d^2 \cdot \tau}{4 \cdot \rho \cdot c \cdot m \cdot \Delta t \cdot D}$$

5. Батарея состоит из десяти последовательно соединенных элементов с Э.Д.С. по 2 В и внутренними сопротивлениями по 1 Ом. При какой силе тока мощность, отдаваемая во внешнюю цепь будет максимальной? При каком внешнем сопротивлении сила тока будет максимальной.

6. Ток короткого замыкания элемента с Э.Д.С. 1,6 В составляет 8 А. Определить максимальную мощность которая может выделяться в цепи при подключении внешнего сопротивления?

7. Внутреннее сопротивление источника составляет 10 Ом. Определить к.п.д. источника при подключении внешнего сопротивления в 15 Ом.

Указания к решению задач 5, 6, 7

Для полной цепи необходимо определить при каком внешнем сопротивлении мощность во внешней цепи будет максимальной.

$$\frac{dP}{dR} = 0$$

$$\text{Так как } P = I^2 \cdot R = \frac{\varepsilon^2}{(R+r)^2} \cdot R$$

$$\frac{dP}{dR} = -\frac{2 \cdot \varepsilon^2 \cdot R}{(R+r)^3} + \frac{\varepsilon^2}{(R+r)^2} = 0 \Rightarrow \frac{2 \cdot \varepsilon^2 \cdot R}{(R+r)^3} = \frac{\varepsilon^2}{(R+r)^2} \Rightarrow 2 \cdot R = R+r \Rightarrow R=r$$

Максимальная мощность возможна в том случае, когда внешнее сопротивление равно внутреннему сопротивлению.

Максимальное значение силы тока возможно только при равенстве внешнего сопротивления нулю.

В задаче 7 использовать понятие к.п.д источника данное в теоретическом разделе §4

8. Две лампы накаливания мощностью 100 и 150 Вт рассчитаны на напряжение 220 В. Какую мощность будет потреблять каждая лампа, если их включить в сеть последовательно? Какая лампа будет гореть ярче? Как распределится напряжение между лампами?

9. Имеются два электрических нагревателя мощностью 300 Вт. Сколько времени потребуется для нагревания 1 л воды на 50 °С, если нагреватели будут соединены последовательно? Параллельно? Потерями энергии пренебречь.

Указание к решению задач 8,9

1) при последовательном соединении проводников: сила тока одинакова ($I_1 = I_2 = I$),

сопротивления складываются $Q_1 = \frac{U^2}{2 \cdot R} \cdot t$

2) при параллельном соединении проводников: напряжение одинаково на каждом элементе, общее сопротивление меньше меньшего.

$$Q_2 = \frac{2 \cdot U^2}{R} \cdot t.$$

Отношение количества теплоты выделившегося в каждом случае $\frac{Q_2}{Q_1} = 4$.

При решении задачи 9 использовать указание к задачам 3,4.

10. Аккумулятор с внутренним сопротивлением 0,03 Ом и начальной Э.Д.С. 1,9 В подключен к зарядному устройству с выходным напряжением 2,5 В. Определить полезную мощность, расходуемую на зарядку аккумулятора, мощность, расходуемую на нагревание аккумулятора, и полную мощность в начальный момент.

11. Заряд батареи аккумуляторов равен 160 кКл при напряжении на ее зажимах 12 В. Определить энергию, необходимую для зарядки батареи, если ее к.п.д. 90%.

Указание к решению задач 10, 11

Аккумуляторы.

Приборы, которые становятся источниками электрической энергии после пропускания через них тока, называют аккумуляторами или вторичными элементами. Пропускание тока через аккумулятор называют его зарядкой, а использование его в качестве источника

называют разрядкой: $\eta = \frac{A_p}{A_3}$, или $\eta = \frac{q_p}{q_3}$.

При решении задачи 10 использовать закон Ома для неоднородного участка цепи.

РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 4

(Указания содержаться в § 2 и § 3)

1. Ток в сопротивлении $R = 10$ Ом изменяется по закону $i = 2 \cdot t^2 + t$. Определить величину заряда протекшего за время от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 3$ с. Определить количество теплоты которое выделится в сопротивлении R за данный промежуток времени.

2. Ток в сопротивлении $R = 3$ Ом изменяется по закону $i = 3 \cdot t^2 + t^3$. Определить величину заряда протекшего за время от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 5$ с. Определить количество теплоты которое выделится в сопротивлении R за данный промежуток времени.

3. Ток в сопротивлении $R = 15$ Ом изменяется по закону $i = 3 \cdot t^2 + 1$. Определить величину заряда протекшего за время от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 7$ с. Определить количество теплоты которое выделится в сопротивлении R за данный промежуток времени.

4. Ток в сопротивлении $R = 30$ Ом изменяется по закону $i = 4 \cdot t^3 + 1$. Определить величину заряда протекшего за время от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 4$ с. Определить количество теплоты которое выделится в сопротивлении R за данный промежуток времени.

5. Ток в сопротивлении $R = 12$ Ом изменяется по закону $i = 6 \cdot t^5 + t$. Определить величину заряда протекшего за время от $t_1 = 0$ с до $t_2 = 2$ с. Определить количество теплоты которое выделится в сопротивлении R за данный промежуток времени.

6. Ток в сопротивлении $R = 14$ Ом изменяется по закону $i = 5 \cdot t^2 + t$. Определить величину заряда протекшего за время от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 6$ с. Определить количество теплоты которое выделится в сопротивлении R за данный промежуток времени.

7. Ток в сопротивлении $R = 18$ Ом изменяется по закону $i = 12 \cdot t^2 + 2 \cdot t$. Определить величину заряда протекшего за время от $t_1 = 0$ с до $t_2 = 3$ с. Определить количество теплоты которое выделится в сопротивлении R за данный промежуток времени.

8. Ток в сопротивлении $R = 8$ Ом изменяется по закону $i = 3 \cdot t^2 + 2 \cdot t^3$. Определить величину заряда протекшего за время от $t_1 = 0$ с до $t_2 = 5$ с. Определить количество теплоты которое выделится в сопротивлении R за данный промежуток времени.

9. Ток в сопротивлении $R = 14$ Ом изменяется по закону $i = 2 \cdot t^3 + 10 \cdot t$. Определить величину заряда протекшего за время от $t_1 = 0$ с до $t_2 = 2$ с. Определить количество теплоты которое выделится в сопротивлении R за данный промежуток времени.

10. Ток в сопротивлении $R = 9$ Ом изменяется по закону $i = 3 \cdot t^2 + 4 \cdot t^3$. Определить величину заряда протекшего за время от $t_1 = 0$ с до $t_2 = 1$ с. Определить количество теплоты которое выделится в сопротивлении R за данный промежуток времени.

11. Какое дополнительное сопротивление необходимо присоединить к вольтметру с сопротивлением 2 кОм, чтобы цена деления на его шкале увеличилась в пять раз? Какой длины провод из нихромового проводника $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ диаметром 0,1 мм необходимо взять, чтобы изготовить данное сопротивление?

12. Определить сопротивление вольтметра, если для увеличения цены деления в 10 раз был взят провод с сопротивлением 9 кОм. Какой длины провод из никелинового проводника $\rho = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ и диаметром 0,1 мм необходимо взять, чтобы изготовить данное сопротивление?

13. Во сколько раз увеличится верхний предел шкалы вольтметра с сопротивлением 2 кОм, если присоединить к нему последовательно добавочное сопротивление 8 кОм? Какой длины провод из никелинового проводника $\rho = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ и диаметром 0,2 мм необходимо взять, чтобы изготовить данное добавочное сопротивление?

14. Вольтметр, рассчитанный на измерение напряжения, не превышающего 60 В, использовали для измерения разности потенциалов 150 В, включив последовательно сопротивление 3 кОм. Какова цена деления шкалы прибора в обоих случаях, если на этой шкале 100 делений? Каково внутреннее сопротивление вольтметра? Сколько витков нихромового провода $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ и диаметром 0,2 мм необходимо намотать на цилиндрический каркас диаметром 5 см, чтобы изготовить данное добавочное сопротивление?

15. Какой шунт необходимо присоединить к амперметру с сопротивлением 9 Ом, чтобы цена деления на его шкале увеличилась в 10 раз? Какой длины провод из нихромового проводника $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ диаметром 0,2 мм необходимо взять, чтобы изготовить данный шунт?

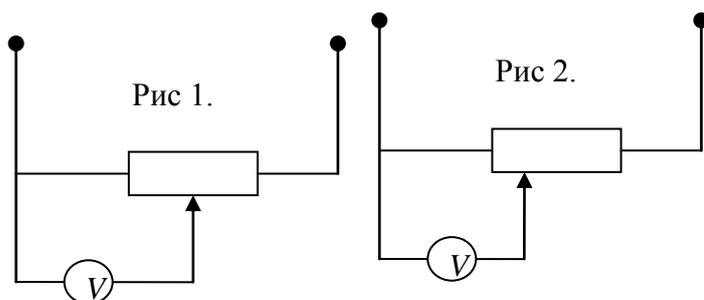
16. Определить сопротивление амперметра, если для увеличения цены деления в 5 раз был взят шунт сопротивлением 9 Ом. Какой длины провод из никелинового проводника $\rho = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ и диаметром 0,1 мм необходимо взять, чтобы изготовить данный шунт? Как необходимо присоединить шунт?

17. Амперметр, рассчитанный на измерение силы тока, не превышающего 10 А, использовали для измерения тока величиной 25 А, включив параллельно сопротивление 3 Ом. Какова цена деления шкалы прибора в обоих случаях, если на этой шкале 100 делений? Каково внутреннее сопротивление амперметра? Сколько витков нихромового провода $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ и диаметром 0,1 мм необходимо намотать на цилиндрический каркас диаметром 4 см, чтобы изготовить данный шунт?

18. Для измерения напряжения в сети в нее включают вольтметр с сопротивлением 1,8 кОм. Если последовательно с вольтметром включить дополнительное сопротивление, он по-

кажет 198 В; если включить еще одно дополнительное сопротивление такое же по величине как и первое, вольтметр покажет напряжение 180 В. Определить напряжение в сети и дополнительные сопротивление.

19. К потенциометру с сопротивлением 8 кОм приложено напряжение 220 В. Между движком и одним концом потенциометра включен вольтметр, сопротивление которого равно 4 кОм. Что покажет вольтметр, когда движок будет стоять посередине? Рис 1.



20. К потенциометру с сопротивлением 10 кОм приложено напряжение 220 В. Между движком и одним концом потенциометра включен вольтметр, сопротивление которого равно 2,5 кОм. Что покажет вольтметр, когда движок будет стоять на четверти своей длины? Рис 2.

21. Электрический заряд аккумулятора составляет 150 кКл. Определить к.п.д. батареи, если зарядка ее продолжалась 80 ч при силе тока 0,7 А. Определить величину энергии потребованной для зарядки аккумулятора, если напряжение на нем 2 В.

22. Аккумулятор с внутренним сопротивлением 0,02 Ом и начальной Э.Д.С. 1,9 В подключен к зарядному устройству с выходным напряжением 2,5 В. Определить полезную мощность, расходуемую на зарядку аккумулятора, мощность, расходуемую на нагревание аккумулятора, и полную мощность в начальный момент.

23. Аккумулятор с внутренним сопротивлением 0,01 Ом и начальной Э.Д.С. 1,7 В подключен к зарядному устройству с выходным напряжением 2,4 В. Определить силу тока в начальный момент времени и в момент когда Э.Д.С аккумулятора возросла до 2 В. Определить емкость аккумуляторной батареи усреднив начальные и конечные значения силы тока и, учитывая то, что зарядка продолжалась 3 ч.

24. Вольтметр, рассчитанный на измерение напряжения до 60 В, необходимо включить в сеть с напряжением 220 В. Какое для этого потребуется дополнительное сопротивление, если сила тока в вольтметре не должна превышать 10 Ма? Какой длины провод из никелинового проводника $\rho = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ и диаметром 0,1 мм необходимо взять, чтобы изготовить данное добавочное сопротивление ?

25. Гальванометр может измерять силу тока до 1 Ма. Какой по величине шунт необходимо взять, чтобы он мог измерять силу тока до 1 А? Сопротивление гальванометра со-

ставляет 900 Ом? Какое по величине добавочное сопротивление необходимо взять, чтобы он мог измерять напряжение до 10 В?

26. В сеть с напряжением 220 В включены последовательно резистор и 20 ламп с сопротивлением 25 Ом каждая и рассчитанные на напряжение 5 В каждая. Определить силу тока в цепи и сопротивление резистора.

27. Длина линии электропередачи от трансформатора до электродвигателя, рассчитанного на напряжение 380 В составляет 50 м. Определить потерю напряжения в линии, если площадь поперечного сечения проводов составляет 27 мм^2 , а сила тока в линии 30 А. Какое напряжение должен давать трансформатор, чтобы компенсировать эти потери? Провода алюминиевые $\rho = 2,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$.

28. Вольфрамовая нить имеет сопротивление 484 Ом при температуре $2100 \text{ }^\circ\text{C}$. Определить сопротивление нити при температуре $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Температурный коэффициент сопротивления $\alpha = 0,05 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Определить силу тока при данных сопротивлениях, если напряжение составляет 220 В. Построить примерный график зависимости силы тока от температуры.

РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 5

(Указания содержаться в § 2 и § 3)

1. Какое количество теплоты выделилось в реостате, сопротивление которого 8 Ом, если за 10 мин через него прошел электрический заряд 800 Кл?

2. Определить сопротивление нагревательного элемента кипятильника, работающего от сети с напряжением 220 В, если за 20 мин работы в нем выделилось в виде тепла 1 МДж энергии.

3. Два проводника сопротивлениями 6 Ом и 8 Ом соединены параллельно и подключены к источнику электрического тока. В первом выделилось в виде тепла 12 кДж энергии. Какое количество теплоты выделилось во втором проводнике за тоже время?

4. Два источника тока с э.д.с. 8 В и внутренними сопротивлениями 1 Ом каждый соединены последовательно и замкнуты на полностью включенный в цепь реостат, сопротивление которого 6 Ом. Какое количество теплоты выделится в одном источнике тока за 10 мин?

5. Источник тока замыкается один раз на сопротивление 4 Ом, другой – на сопротивление 8 Ом. В том и другом случаях в сопротивлениях в единицу времени выделяется одинаковое количество теплоты. Определить внутреннее сопротивление источника тока.

6. Сколько воды можно вскипятить электрическим кипятильником, затратив 350 Вт ч электрической энергии? Начальная температура воды $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Определить мощность кипятильника, если нагревание воды продолжалось 20 мин. Потерями тепла пренебречь.

7. Для нагревания 3 л воды от $10 \text{ }^\circ\text{C}$ до температуры кипения израсходовано 350 Вт ч энергии. Каков к.п.д. нагревателя? Определить сопротивление нагревательного элемента ки-

пятильника, если напряжение в сети было равно 220 В и нагревание продолжалось 20 мин.

8. Сколько времени длится нагревание в электрическом чайнике 400 Вт 4 л воды от 20 °С до температуры кипения? К.П.Д чайника 90%.

9. Определить мощность кипятильника, который за 4 мин нагревание 300 г воды от 12 °С до кипения. Каково сопротивление кипятильника, если он работает от сети 220 В? Потерями энергии пренебречь.

10. Две лампы, мощность которых при номинальном напряжении 220 В равна соответственно 75 Вт и 100 Вт, включаются в цепь с тем же напряжением в одном случае параллельно, а в другом последовательно. Определить количество теплоты, выделенной в каждой лампе за 30 с в обоих случаях. Зависимость сопротивления ламп от температуры не учитывать.

11. Электрический кипятильник мощностью 1,2 кВт, работающий от сети с напряжением 220 В, за 10 мин нагревает 2 л воды на 70 °С. Определить стоимость израсходованной энергии и силу тока, учитывая тариф 1,1 руб за кВт ч. Чему равен К.П.Д кипятильника?

12. Электрический нагреватель имеет две одинаковые обмотки, которые можно включать в сеть порознь и вместе. Как следует соединить обмотки, чтобы нагревание происходило быстрее? Во сколько раз отличается количество теплоты, выделившееся при соединении обмоток последовательно от количества теплоты при параллельном соединении за то же время.

13. Имеются два электрических нагревателя мощностью 200 Вт. Сколько времени потребуется для нагревания 2 л воды на 70 °С, если нагреватели будут соединены последовательно? Параллельно? Потерями энергии пренебречь.

14. Какое сопротивление должен иметь нагревательный элемент электрического камина, чтобы при включении его в сеть 220 В температуру воздуха в комнате можно было поддерживать неизменной? Потери тепла воздухом комнаты за 2 ч составляют 7,5 МДж.

15. В электрической печи необходимо за 20 мин довести до кипения и полностью испарить 2 л воды, начальная температура 17 °С. Какой длины нихромовый проводник нужно использовать в нагревательном элементе печи, если диаметр проводника равен 3 мм. ? Печь рассчитана на напряжение 220 В и имеет к.п.д. 85%. Удельное сопротивление нихромового проводника равно $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$.

16. Электрический нагреватель работает от сети с напряжением 220 В при силе тока 6 А и за 15 мин нагревает 2 л воды от 15 °С до 90 °С. Определить потери энергии в процессе нагревания и к.п.д. нагревателя.

17. Из никелиновой проволоки $\rho = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ и длиной 7 м изготовлен нагреватель, который при силе тока 6 А за 12 мин нагревает 2 л воды на 90 °С. Определить диаметр никелиновой проволоки. Потерями энергии пренебречь.

18. Батарея состоит из пяти последовательно соединенных элементов с Э.Д.С. по 2 В и

внутренними сопротивлениями по 0,5 Ом. При какой силе тока мощность, отдаваемая во внешнюю цепь будет максимальной? При каком внешнем сопротивлении сила тока будет максимальной.

19. Имеются три лампы накаливания мощностью соответственно 30, 30 и 60 Вт, рассчитанные на напряжение 110 В. Как их следует соединить при включении в сеть с напряжением 220, чтобы они давали нормальный накал(т.е. на каждую лампу приходилось напряжение 110 В)? Определить силу тока в лампах.

20. Элемент в одном случае замыкают сопротивлением 0,36 Ом, а в другом – сопротивлением 1,44 Ом. В обоих случаях мощность тока в проводниках оказалась одинаковой. Каково внутреннее сопротивление элемента.

21. Источник тока с э.д.с. 1,8 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом замыкают проводником. Определить силу тока в проводнике и его сопротивление, если мощность тока во внешней цепи составляет 1,8 Вт.

22. Источник тока при коротком замыкании дает силу тока 3 А. Если источник замкнуть на внешнее 5 Ом, то мощность составляет 2 Вт. Найти Э.Д.С. и внутреннее сопротивление источника тока.

23. Электрическая печь мощностью 3 кВт включают в сеть с напряжением 220 В. Сопротивление подводящих проводов равно 0,7 Ом. Определить сопротивление печи и длину нихромового провода, $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ пошедшего на ее изготовление. Диаметр провода равен 1,5 мм.

24. Определить общую силу тока в шести электродвигателях, установленных на электровозе, если напряжение на линии равно 3 кВ, механическая мощность каждого двигателя равна 380 Вт и к.п.д. равен 92%.

25. Дуговая лампа включена последовательно с сопротивлением 8 Ом в сеть с напряжением 110 В. Потребляемая мощность лампы составляет 121 Вт. Определить силу тока в лампе и ее сопротивление в режиме горения.

26. Мощность потребляемая реостатом, равна 40 Вт, напряжение на его зажимах равно 30 В. Определить длину никелиновой проволоки $\rho = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ пошедшей на изготовление реостата, если диаметр провода составляет 2 мм.

27. Две лампы накаливания мощностью 75 и 150 Вт рассчитаны на напряжение 220 В. Какую мощность будет потреблять каждая лампа, если их включить в сеть последовательно? Какая лампа будет гореть ярче? Как распределится напряжение между лампами?

28. Заряд батареи аккумуляторов равен 150 кКл при напряжении на ее зажимах 12 В. Определить энергию, необходимую для зарядки батареи, если ее к.п.д. 80%. Определить величину заряда, который должен пройти при зарядке и перевести его в $A \cdot ч$

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

(некоторые задания содержат несколько правильных ответов)

1. СВОБОДНЫЕ НОСИТЕЛИ ЗАРЯДОВ В МЕТАЛЛЕ

1) электроны; 2) электроны и ионы; 3) ионы; 4) электроны и дырки

2. СВОБОДНЫЕ НОСИТЕЛИ ЗАРЯДОВ В ПОЛУПРОВОДНИКЕ

1) электроны; 2) электроны и ионы; 3) ионы; 4) электроны и дырки

3. СВОБОДНЫЕ НОСИТЕЛИ ЗАРЯДОВ В ПРОВОДЯЩЕЙ ЖИДКОСТИ

1) электроны; 2) электроны и ионы; 3) ионы; 4) электроны и дырки

4. СВОБОДНЫЕ НОСИТЕЛИ ЗАРЯДОВ В ГАЗАХ

1) электроны; 2) электроны и ионы; 3) ионы; 4) электроны и дырки

5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК ПРОВОДИМОСТИ

1) упорядоченное движение заряженных частиц; 2) движение заряженного тела; 3) хаотическое движение заряженных частиц

6. КОНВЕКЦИОННЫЙ ТОК

1) упорядоченное движение заряженных частиц; 2) движение заряженного тела; 3) хаотическое движение заряженных частиц

7. СИЛА ПОСТОЯННОГО ТОКА

1) $I = \frac{q}{\Delta t}$ 2) $I = \frac{dq}{dt}$ 3) $j = \frac{I}{S}$ 4) $j = \frac{dI}{dS}$

8. СИЛА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1) $I = \frac{q}{\Delta t}$ 2) $I = \frac{dq}{dt}$ 3) $j = \frac{I}{S}$ 4) $j = \frac{dI}{dS}$

9. ПЛОТНОСТЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1) $I = \frac{q}{\Delta t}$ 2) $I = \frac{dq}{dt}$ 3) $j = \frac{I}{S}$ 4) $j = \frac{dI}{dS}$

10. ПЛОТНОСТЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1) $I = \frac{q}{\Delta t}$ 2) $I = \frac{dq}{dt}$ 3) $j = \frac{I}{S}$ 4) $j = \frac{dI}{dS}$

11. ПЛОТНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

1) векторная величина; 2) скалярная величина; 3) не является физической величиной

12. ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЦЕПИ

1) $\vec{j} = \sigma \cdot \vec{E}$ 2) $I = \frac{U}{R}$ 3) $\frac{K}{\sigma} = const$ 4) $I = g \cdot U$

13. ЗАКОН ОМА В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ФОРМЕ

1) $\vec{j} = \sigma \cdot \vec{E}$ 2) $I = \frac{U}{R}$ 3) $\frac{K}{\sigma} = const$ 4) $I = g \cdot U$

14. ЗАКОН ВИДЕМАНА – ФРАНЦА

1) $\vec{j} = \sigma \cdot \vec{E}$ 2) $I = \frac{U}{R}$ 3) $\frac{K}{\sigma} = const$ 4) $I = g \cdot U$

15. ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

1) Ом 2) См 3) $\frac{См}{м}$ 4) Ом·м

16. ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ПРОВОДИМОСТИ

1) Ом 2) См 3) $\frac{См}{м}$ 4) Ом·м

17. ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ПРОВОДИМОСТИ

1) Ом 2) См 3) $\frac{См}{м}$ 4) Ом·м

18. УДЕЛЬНАЯ ПРОВОДИМОСТЬ

1) $\rho = \frac{1}{e \cdot n_0 \cdot \mu}$ 2) $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ 3) $g = \frac{1}{R}$ 4) $\sigma = \frac{1}{\rho}$

19. ПРОВОДИМОСТЬ МЕТАЛЛА

$$1) \rho = \frac{1}{e \cdot n_0 \cdot \mu} \quad 2) R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad 3) g = \frac{1}{R} \quad 4) \sigma = \frac{1}{\rho}$$

20. СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРОВОДНИКА

$$1) \rho = \frac{1}{e \cdot n_0 \cdot \mu} \quad 2) R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad 3) g = \frac{1}{R} \quad 4) \sigma = \frac{1}{\rho}$$

21. УДЕЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРОВОДНИКА

$$1) \rho = \frac{1}{e \cdot n_0 \cdot \mu} \quad 2) R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad 3) g = \frac{1}{R} \quad 4) \sigma = \frac{1}{\rho}$$

22. РАЗНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛОВ

- 1) работа кулоновских сил по перемещению единичного положительного заряда;
- 2) работа сторонних сил по перемещению единичного положительного заряда;
- 3) работа сторонних и Кулоновских сил по перемещению единичного положительного заряда;
- 4) произведение силы тока на сопротивление;

23. ЭЛЕКТРОДВИЖУЩАЯ СИЛА

- 1) работа кулоновских сил по перемещению единичного положительного заряда;
- 2) работа сторонних сил по перемещению единичного положительного заряда;
- 3) работа сторонних и Кулоновских сил по перемещению единичного положительного заряда;
- 4) произведение силы тока на сопротивление;

24. НАПРЯЖЕНИЕ

- 1) работа кулоновских сил по перемещению единичного положительного заряда;
- 2) работа сторонних сил по перемещению единичного положительного заряда;
- 3) работа сторонних и Кулоновских сил по перемещению единичного положительного заряда;
- 4) произведение силы тока на сопротивление;

25. ПАДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ

- 1) работа кулоновских сил по перемещению единичного положительного заряда;

- 2) работа сторонних сил по перемещению единичного положительного заряда;
- 3) работа сторонних и Кулоновских сил по перемещению единичного положительного заряда;
- 4) произведение силы тока на сопротивление;

26. ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

1) $R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$ 2) $\rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$ 3) $\mu = \frac{v}{E}$

27. ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

1) $R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$ 2) $\rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$ 3) $\mu = \frac{v}{E}$

28. ПОДВИЖНОСТЬ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДОВ

1) $R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$ 2) $\rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$ 3) $\mu = \frac{v}{E}$

29. ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ДЛИНЫ ПРОВОДА, ЕГО УДЕЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

- 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется.

30. ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ДИАМЕТРА ПРОВОДА, ЕГО СОПРОТИВЛЕНИЕ

- 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется.

31. ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ДЛИНЫ ПРОВОДА, ЕГО СОПРОТИВЛЕНИЕ

- 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется.

32. ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ПОДВИЖНОСТИ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДОВ

1) Ом 2) См 3) $\frac{См}{м}$ 4) $Ом \cdot м$ 5) $\frac{м^2}{с \cdot В}$

33. ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ДЛИНЫ ПРОВОДА, ЕГО ПРОВОДИМОСТЬ

- 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется.

34. СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ПРОВОДНИКОВ

$$1) R = \sum_{i=1}^n R_i; 2) U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \quad 3) I = I_1 = \dots = I_n \quad 4) \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \quad 5) I = I_1 + \dots + I_n \quad 6)$$

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n \quad 7) \varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \dots = \varepsilon_n \quad 8) \varepsilon = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

35. СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ПАРАЛЛЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ПРОВОДНИКОВ

$$1) R = \sum_{i=1}^n R_i; 2) U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \quad 3) I = I_1 = \dots = I_n \quad 4) \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \quad 5) I = I_1 + \dots + I_n \quad 6)$$

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n \quad 7) \varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \dots = \varepsilon_n \quad 8) \varepsilon = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

36. СИЛА ТОКА В ПАРАЛЛЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ПРОВОДНИКАХ

$$1) R = \sum_{i=1}^n R_i; 2) U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \quad 3) I = I_1 = \dots = I_n \quad 4) \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \quad 5) I = I_1 + \dots + I_n \quad 6)$$

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n \quad 7) \varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \dots = \varepsilon_n \quad 8) \varepsilon = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

37. СИЛА ТОКА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ПРОВОДНИКАХ

$$1) R = \sum_{i=1}^n R_i; 2) U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \quad 3) I = I_1 = \dots = I_n \quad 4) \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \quad 5) I = I_1 + \dots + I_n \quad 6)$$

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n \quad 7) \varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \dots = \varepsilon_n \quad 8) \varepsilon = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

38. НАПРЯЖЕНИЕ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ПРОВОДНИКАХ

$$1) R = \sum_{i=1}^n R_i; 2) U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \quad 3) I = I_1 = \dots = I_n \quad 4) \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \quad 5) I = I_1 + \dots + I_n \quad 6)$$

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n \quad 7) \varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \dots = \varepsilon_n \quad 8) \varepsilon = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

39. НАПРЯЖЕНИЕ В ПАРАЛЛЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ПРОВОДНИКАХ

$$1) R = \sum_{i=1}^n R_i; 2) U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \quad 3) I = I_1 = \dots = I_n \quad 4) \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \quad 5) I = I_1 + \dots + I_n \quad 6)$$

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n \quad 7) \varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \dots = \varepsilon_n \quad 8) \varepsilon = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

40. ЭДС БАТАРЕИ СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭДС

$$1) R = \sum_{i=1}^n R_i; 2) U = U_1 + U_2 + \dots + U_n 3) I = I_1 = \dots = I_n 4) \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} 5) \frac{\varepsilon}{r} = \sum_{i=1}^n \frac{\varepsilon_i}{r_i} 6)$$

$$\varepsilon = n \cdot \varepsilon_i 7) \varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \dots = \varepsilon_n 8) \varepsilon = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

41. ЭДС БАТАРЕИ СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ОДИНАКОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭДС

$$1) R = \sum_{i=1}^n R_i; 2) U = U_1 + U_2 + \dots + U_n 3) I = I_1 = \dots = I_n 4) \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} 5) \frac{\varepsilon}{r} = \sum_{i=1}^n \frac{\varepsilon_i}{r_i} 6)$$

$$\varepsilon = n \cdot \varepsilon_i 7) \varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \dots = \varepsilon_n 8) \varepsilon = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

42. ЭДС БАТАРЕИ СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ПАРАЛЛЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭДС

$$1) R = \sum_{i=1}^n R_i; 2) U = U_1 + U_2 + \dots + U_n 3) I = I_1 = \dots = I_n 4) \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} 5) \frac{\varepsilon}{r} = \sum_{i=1}^n \frac{\varepsilon_i}{r_i} 6)$$

$$\varepsilon = n \cdot \varepsilon_i 7) \varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \dots = \varepsilon_n 8) \varepsilon = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

42. ЭДС БАТАРЕИ СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ПАРАЛЛЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ ОДИНАКОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭДС

$$1) R = \sum_{i=1}^n R_i; 2) U = U_1 + U_2 + \dots + U_n 3) I = I_1 = \dots = I_n 4) \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} 5) \frac{\varepsilon}{r} = \sum_{i=1}^n \frac{\varepsilon_i}{r_i} 6)$$

$$\varepsilon = n \cdot \varepsilon_i 7) \varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \dots = \varepsilon_n 8) \varepsilon = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$$

43. ЗАКОН ОМА ДЛЯ ПОЛНОЙ ЦЕПИ ХАРАКТЕРИЗУЕТ

1) закон сохранения заряда; 2) закон сохранения импульса; 3) закон сохранения энергии

44. ЗАКОН ОМА ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО УЧАСТКА ЦЕПИ ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЙ РАБОТУ ГЕНЕРАТОРА

$$1) I = \frac{\varepsilon - U}{R} 2) I = \frac{U - \varepsilon}{R} 3) I = \frac{U + \varepsilon}{R}$$

45. ЗАКОН ОМА ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО УЧАСТКА ЦЕПИ ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЙ РАБОТУ АККУМУЛЯТОРА ПРИ ЗАРЯДКЕ

$$1) I = \frac{\varepsilon - U}{R} \quad 2) I = \frac{U - \varepsilon}{R} \quad 3) I = \frac{U + \varepsilon}{R}$$

46. ЗАКОН ОМА ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО УЧАСТКА ЦЕПИ ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЙ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ В ПОТРЕБИТЕЛЕ

$$1) I = \frac{\varepsilon - U}{R} \quad 2) I = \frac{U - \varepsilon}{R} \quad 3) I = \frac{U + \varepsilon}{R}$$

47. ЗАКОН ОМА ДЛЯ ПОЛНОЙ ЦЕПИ

$$1) \vec{j} = \sigma \cdot \vec{E} \quad 2) I = \frac{U}{R} \quad 3) \frac{K}{\sigma} = const \quad 4) I = g \cdot U \quad 5) I = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i \pm \sum_{i=1}^n U_i}{R_{общ}} \quad 5) I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

48. ЗАКОН ОМА ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО УЧАСТКА ЦЕПИ

$$1) \vec{j} = \sigma \cdot \vec{E} \quad 2) I = \frac{U}{R} \quad 3) \frac{K}{\sigma} = const \quad 4) I = g \cdot U \quad 5) I = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i \pm \sum_{i=1}^n U_i}{R_{общ}} \quad 5) I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

49. ЗАКОН ОМА ДЛЯ ПОЛНОЙ ЦЕПИ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ ОДИНАКОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭДС

$$1) I = \frac{\varepsilon \cdot n}{R + r \cdot n} \quad 2) I = \frac{\varepsilon}{R + \frac{r}{n}} \quad 3) \vec{j} = \sigma \cdot \vec{E}$$

50. ЗАКОН ОМА ДЛЯ ПОЛНОЙ ЦЕПИ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ ОДИНАКОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭДС

$$1) I = \frac{\varepsilon \cdot n}{R + r \cdot n} \quad 2) I = \frac{\varepsilon}{R + \frac{r}{n}} \quad 3) \vec{j} = \sigma \cdot \vec{E}$$

51. КАКОЙ ИЗ ЗАКОНОВ ОМА ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО УЧАСТКА ЦЕПИ НЕОБХОДИМО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПРИ УСЛОВИИ, ЧТО ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И СТОРОННИЕ СИЛЫ ДЕЙСТВУЮТ НА ЗАРЯД В РАЗЛИЧНЫЕ СТОРОНЫ, А НАПРЯЖЕНИЕ БОЛЬШЕ ЭДС

$$1) I = \frac{\varepsilon - U}{R} \quad 2) I = \frac{U - \varepsilon}{R} \quad 3) I = \frac{U + \varepsilon}{R}$$

52. КАКОЙ ИЗ ЗАКОНОВ ОМА ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО УЧАСТКА ЦЕПИ НЕОБХОДИМО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПРИ УСЛОВИИ, ЧТО ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И СТОРОННИЕ СИЛЫ ДЕЙСТВУЮТ НА ЗАРЯД В РАЗЛИЧНЫЕ СТОРОНЫ, А НАПРЯЖЕНИЕ МЕНЬШЕ ЭДС

$$1) I = \frac{\varepsilon - U}{R} \quad 2) I = \frac{U - \varepsilon}{R} \quad 3) I = \frac{U + \varepsilon}{R}$$

53. КАКОЙ ИЗ ЗАКОНОВ ОМА ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО УЧАСТКА ЦЕПИ НЕОБХОДИМО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПРИ УСЛОВИИ, ЧТО ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И СТОРОННИЕ СИЛЫ ДЕЙСТВУЮТ В ОДИНАКОВОМ НАПРАВЛЕНИИ

$$1) I = \frac{\varepsilon - U}{R} \quad 2) I = \frac{U - \varepsilon}{R} \quad 3) I = \frac{U + \varepsilon}{R}$$

54. ШУНТ ПОДКЛЮЧАЮТ К

1) амперметру параллельно; 2) к амперметру последовательно; 3) к вольтметру последовательно; 4) к вольтметру параллельно

55. ДОБАВОЧНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ПОДКЛЮЧАЮТ К

1) амперметру параллельно; 2) к амперметру последовательно; 3) к вольтметру последовательно; 4) к вольтметру параллельно

56. ЗНАЧЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ШУНТА ПО ОТНОШЕНИЮ К СОПРОТИВЛЕНИЮ АМПЕРМЕТРА РАВНОГО R_1

$$1) R = \frac{R_1}{n-1} \quad 2) R = R_1(n-1) \quad 3) R = n \cdot R_1 \quad 4) R = \frac{R_1}{n}$$

57. ЗНАЧЕНИЕ ДОБАВОЧНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К СОПРОТИВЛЕНИЮ ВОЛЬТМЕТРА РАВНОГО R_1

$$1) R = \frac{R_1}{n-1} \quad 2) R = R_1(n-1) \quad 3) R = n \cdot R_1 \quad 4) R = \frac{R_1}{n}$$

58. СОПРОТИВЛЕНИЕ ИДЕАЛЬНОГО ВОЛЬТМЕТРА

1) нуль; 2) бесконечность; 3) любое целое значение

59. СОПРОТИВЛЕНИЕ ИДЕАЛЬНОГО АМПЕРМЕТРА

1) нуль; 2) бесконечность; 3) любое целое значение

60. АМПЕРМЕТР ВКЛЮЧАЮТ В ЦЕПЬ

1) последовательно; 2) параллельно; 3) в зависимости от сопротивления цепи

61. ВОЛЬТМЕТР ВКЛЮЧАЮТ В ЦЕПЬ

1) последовательно; 2) параллельно; 3) в зависимости от сопротивления цепи

62. СОПРОТИВЛЕНИЕ УЧАСТКА ЦЕПИ СОСТОЯЩЕЙ ИЗ n ОДИНАКОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ РЕЗИСТОРОВ R_1

$$1) R = \frac{R_1}{n-1} \quad 2) R = R_1(n-1) \quad 3) R = n \cdot R_1 \quad 4) R = \frac{R_1}{n}$$

63. СОПРОТИВЛЕНИЕ УЧАСТКА ЦЕПИ СОСТОЯЩЕЙ ИЗ n ОДИНАКОВЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ РЕЗИСТОРОВ R_1

$$1) R = \frac{R_1}{n-1} \quad 2) R = R_1(n-1) \quad 3) R = n \cdot R_1 \quad 4) R = \frac{R_1}{n}$$

64. ОТНОШЕНИЕ ПРЕДЕЛА ИЗМЕРЕНИЙ К ЧИСЛУ ДЕЛЕНИЙ

1) цена деления; 2) класс точности; 3) предел измерений.

65. ПЕРВОЕ ПРАВИЛО КИРХГОФА

$$1) \sum_{i=1}^n I_i = 0 \quad 2) \sum_{i=1}^n U_i = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \quad 3) U_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot g_i}{\sum_{i=1}^n g_i}$$

66. ВТОРОЕ ПРАВИЛО КИРХГОФА

$$1) \sum_{i=1}^n I_i = 0 \quad 2) \sum_{i=1}^n U_i = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \quad 3) U_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot g_i}{\sum_{i=1}^n g_i}$$

67. ЗНАЧЕНИЕ УЗЛОВОЙ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ

$$1) \sum_{i=1}^n I_i = 0 \quad 2) \sum_{i=1}^n U_i = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \quad 3) U_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot g_i}{\sum_{i=1}^n g_i}$$

68. ПЕРВОЕ ПРАВИЛО КИРХГОФА ВЫРАЖАЕТ

1) закон сохранения заряда; 2) закон сохранения энергии; 3) закон сохранения массы;

69. ВТОРОЕ ПРАВИЛО КИРХГОФА ВЫРАЖАЕТ

1) закон сохранения заряда; 2) закон сохранения энергии; 3) закон сохранения массы;

70. УЗЕЛ

1) точка, где сходится три и более проводника; 2) точка, где сходится менее трех проводников; 3) точка, где сходится бесконечное множество проводников

71. ТОК ИДУЩИЙ К УЗЛУ

1) имеет положительное значение; 2) отрицательное значение; 3) нуль

72. ТОК, ОТХОДЯЩИЙ ОТ УЗЛА

1) имеет положительное значение; 2) отрицательное значение; 3) нуль

73. ЗАКОН ДЖОУЛЯ – ЛЕНЦА В ИНТЕГРАЛЬНОЙ ФОРМЕ

$$1) Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad 2) Q = \frac{U^2}{R} \cdot t \quad 3) \omega = \frac{1}{\rho} \cdot E^2 \cdot t \quad 4) \omega = \rho \cdot j^2 \cdot t$$

74. ЗАКОН ДЖОУЛЯ-ЛЕНЦА В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ФОРМЕ

$$1) Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad 2) Q = \frac{U^2}{R} \cdot t \quad 3) \omega = \frac{1}{\rho} \cdot E^2 \cdot t \quad 4) \omega = \rho \cdot j^2 \cdot t$$

75. ПРИ КАКОМ СОЕДИНЕНИИ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ДАННОЕ УСЛОВИЕ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ ВЫДЕЛЕННОЕ В СОПРОТИВЛЕНИЯХ $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_1}{R_2}$

1) только при последовательном; 2) только при параллельном; 3) при последовательном и параллельном

76. ПРИ КАКОМ СОЕДИНЕНИИ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ДАННОЕ УСЛОВИЕ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ ВЫДЕЛЕННОЕ В СОПРОТИВЛЕНИЯХ $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1}$

1) только при последовательном; 2) только при параллельном; 3) при последовательном и параллельном

77. ПЕРВОНАЧАЛЬНО ОПРЕДЕЛИЛИ КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ, ВЫДЕЛЕННОЕ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ ДВУХ ОДИНАКОВЫХ ПРОВОДНИКОВ, А ПОСЛЕ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕНИИ. ОТНОШЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ ПОЛУЧЕННЫХ В ОБОИХ СЛУЧАЯХ РАВНА

1) 4; 2) 0; 3) 1.

78. УДЕЛЬНЫЙ ЗАРЯД

1) заряд электрона; 2) отношение заряда частицы к её массе; 3) единичный положительный заряд

79. ПОЛНАЯ МОЩНОСТЬ

1) $P = I^2 \cdot R$; 2) $P = I \cdot \varepsilon$ 3) $P = I^2 \cdot r$

80. МОЩНОСТЬ, ВЫДЕЛЕННАЯ ВО ВНЕШНЕЙ ЦЕПИ

1) $P = I^2 \cdot R$; 2) $P = I \cdot \varepsilon$ 3) $P = I^2 \cdot r$

81. МОЩНОСТЬ, ВЫДЕЛЕННАЯ ВО ВНУТРЕННЕЙ ЧАСТИ ЦЕПИ

1) $P = I^2 \cdot R$; 2) $P = I \cdot \varepsilon$ 3) $P = I^2 \cdot r$

82. ЕСЛИ ВНУТРЕННЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЕ РАВНО ВНЕШНЕМУ СОПРОТИВЛЕНИЮ, ТО КПД ТАКОЙ ЦЕПИ

1) 0; 2) 20%; 3) 50%; 4) 100%

83. ПРИ КАКОМ УСЛОВИИ МОЩНОСТЬ ЦЕПИ НАИБОЛЬШАЯ

1) $R = r$ 2) $r = 0$ 3) $R < r$ 4) $R > r$

84. ПРИ КАКОМ УСЛОВИИ СИЛА ТОКА В ЦЕПИ МАКСИМАЛЬНАЯ

1) $R = r$ 2) $r = 0$ 3) $R = 0$ 4) $R > r$

85. ПРОВОД РАЗРЕЗАНА НА 10 РАВНЫХ ЧАСТЕЙ И ПОСЛЕ КАЖДАЯ ЧАСТЬ СОЕДИНЕНА ПАРАЛЛЕЛЬНО. ВО СКОЛЬКО РАЗ ИЗМЕНИТЬСЯ СОПРОТИВЛЕНИЕ

1) уменьшиться в 10 раз; 2) уменьшиться в 100 раз; 3) увеличиться в 100 раз; 4) увеличиться в 10 раз.

86. В СЛУЧАЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ЗАКОН ДЖОУЛЯ –ЛЕНЦА БУДЕТ ИМЕТЬ ВИД

$$1) Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad 2) dQ = i^2 \cdot R \cdot dt \quad 3) \omega = \frac{1}{\rho} \cdot E^2 \quad 4) \omega = \rho \cdot j^2$$

87. ЭЛЕКТРОЛИЗ

1)прохождение электрического тока через металл; 2) прохождение электрического тока через жидкость; 3) прохождение электрического тока через газ

88. ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД

1)прохождение электрического тока через металл; 2) прохождение электрического тока через жидкость; 3) прохождение электрического тока через газ

89. ДИССОЦИАЦИЯ

1)разложение молекул на составляющие; 2) прохождение электрического тока через жидкость; 3) прохождение электрического тока через газ

90. ПЕРВЫЙ ЗАКОН ФАРАДЕЯ

$$1) m = k \cdot I \cdot t; \quad 2) k = \left(\frac{1}{F}\right) \cdot \left(\frac{\mu}{n}\right) \quad 3) m = \left(\frac{\mu}{n \cdot F}\right) \cdot q$$

$$4) j = q \cdot n_0 \cdot (\mu_+ + \mu_-) \cdot E$$

91. ЗАКОН ОМА ДЛЯ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

$$1) m = k \cdot I \cdot t; \quad 2) k = \left(\frac{1}{F}\right) \cdot \left(\frac{\mu}{n}\right) \quad 3) m = \left(\frac{\mu}{n \cdot F}\right) \cdot q$$

$$4) j = q \cdot n_0 \cdot (\mu_+ + \mu_-) \cdot E$$

92. ВТОРОЙ ЗАКОН ФАРАДЕЯ

$$1) m = k \cdot I \cdot t; \quad 2) k = \left(\frac{1}{F}\right) \cdot \left(\frac{\mu}{n}\right) \quad 3) m = \left(\frac{\mu}{n \cdot F}\right) \cdot q$$

$$4) j = q \cdot n_0 \cdot (\mu_+ + \mu_-) \cdot E$$

93. ОБЪЕДИНЕННЫЙ ЗАКОН ФАРАДЕЯ

$$1) m = k \cdot I \cdot t; \quad 2) k = \left(\frac{1}{F}\right) \cdot \left(\frac{\mu}{n}\right) \quad 3) m = \left(\frac{\mu}{n \cdot F}\right) \cdot q$$

$$4) j = q \cdot n_0 \cdot (\mu_+ + \mu_-) \cdot E$$

94. ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ НОСИТЕЛИ ЗАРЯДОВ В ЭЛЕКТРОЛИТЕ

1) катионы; 2) анионы; 3) катод; 4) анод

95. ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ НОСИТЕЛИ ЗАРЯДОВ В ЭЛЕКТРОЛИТЕ

1) катионы; 2) анионы; 3) катод; 4) анод

96. ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОД

1) катионы; 2) анионы; 3) катод; 4) анод

97. ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОД

1) катионы; 2) анионы; 3) катод; 4) анод

98. ХИМИЧЕСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ

1) $k = \frac{m}{q}$ 2) $(\frac{\mu}{n})$ 3) $F = 9,65 \cdot 10^4 (\frac{Кл}{моль})$. 4) $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} (\frac{Ф}{м})$

99. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ

1) $k = \frac{m}{q}$ 2) $(\frac{\mu}{n})$ 3) $F = 9,65 \cdot 10^4 (\frac{Кл}{моль})$. 4) $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} (\frac{Ф}{м})$

100. ЧИСЛО ФАРАДЕЯ

1) $k = \frac{m}{q}$ 2) $(\frac{\mu}{n})$ 3) $F = 9,65 \cdot 10^4 (\frac{Кл}{моль})$. 4) $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} (\frac{Ф}{м})$

101. ЧИСЛО ФАРАДЕЯ

1) характеризует число молекул в одном моле вещества; 2) число ионов в единице объема вещества; 3) величину заряда необходимого для образования одного химического эквивалента; 4) равно молярной массе данного вещества

102. ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ЕМКОСТИ АККУМУЛЯТОРА

1) $A \cdot ч$ 2) Дж; 3) $\frac{Кл}{Кл}$ 4) $м^3$ 5) Ф

103. ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ЭКВИВАЛЕНТА ВЕЩЕСТВА

1) $A \cdot ч$ 2) Дж; 3) $\frac{Кл}{Кл}$ 4) $м^3$ 5) Ф

104. ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ЕМКОСТИ

- 1) $A \cdot ч$ 2) Дж; 3) $\frac{Кг}{Кл}$ 4) $м^3$ 5) Ф

105. ТЕРМОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ

1) испускание электронов нагретыми телами; 2) испускание электронов под действие электромагнитного излучения; 3) испускание электронов в результате бомбардировки эмиттера ионами; 4) испускание электронов проводящими твердыми и жидкими телами под действием очень сильного внешнего электрического поля у их поверхности.

106. ФОТОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ

1) испускание электронов нагретыми телами; 2) испускание электронов под действие электромагнитного излучения; 3) испускание электронов в результате бомбардировки эмиттера ионами; 4) испускание электронов проводящими твердыми и жидкими телами под действием очень сильного внешнего электрического поля у их поверхности.

107. ИОННО – ЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ

1) испускание электронов нагретыми телами; 2) испускание электронов под действие электромагнитного излучения; 3) испускание электронов в результате бомбардировки эмиттера ионами; 4) испускание электронов проводящими твердыми и жидкими телами под действием очень сильного внешнего электрического поля у их поверхности.

108. АВТОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ

1) испускание электронов нагретыми телами; 2) испускание электронов под действие электромагнитного излучения; 3) испускание электронов в результате бомбардировки эмиттера ионами; 4) испускание электронов проводящими твердыми и жидкими телами под действием очень сильного внешнего электрического поля у их поверхности.

109. ОСНОВНАЯ ПРИЧИНА ТОГО, ЧТО ЭЛЕКТРОНЫ В ОБЫЧНЫХ УСЛОВИЯХ НЕ ПОКИДАЮТ МЕТАЛЛ

1) наличие двойного электрического слоя электронов и положительных ионов на поверхности металла; 2) наличие электронного облака на поверхности металла; 3) хаотическое движение электронов

110. ЗАКОН БОГУСЛАВСКОГО - ЛЕНГМЮРА

1) $I_a = B \cdot U_a^{\frac{3}{2}}$ 2) $I = e \cdot n_{сек}$ 3) $j = B \cdot T^2 \cdot \exp\left(-\frac{A}{k \cdot T}\right)$

111. ТОК НАСЫЩЕНИЯ

1) $I_a = B \cdot U_a^{\frac{3}{2}}$ 2) $I = e \cdot n_{сек}$ 3) $j = B \cdot T^2 \cdot \exp\left(-\frac{A}{k \cdot T}\right)$

112. ФОРМУЛА РИЧАРДСОНА – ДЭШМАНА

1) $I_a = B \cdot U_a^{\frac{3}{2}}$ 2) $I = e \cdot n_{сек}$ 3) $j = B \cdot T^2 \cdot \exp\left(-\frac{A}{k \cdot T}\right)$

113. ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД, СОХРАНЯЮЩИЙСЯ ПОСЛЕ ПРЕКРАЩЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ ИСТОЧНИКА

- 1) несамостоятельный; 2) самостоятельный; 3) стационарный

114. ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД, ПРЕКРАЩАЮЩИЙСЯ ПОСЛЕ ДЕЙСТВИЯ ИСТОЧНИКА

- 1) несамостоятельный; 2) самостоятельный; 3) стационарный

115. ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД ПОСТОЯННЫЙ ВО ВРЕМЕНИ

- 1) несамостоятельный; 2) самостоятельный; 3) стационарный

116. САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД ПРИ НИЗКОМ ДАВЛЕНИИ

- 1) тлеющий; 2) коронный; 3) искровой; 4) дуговой;

117. САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД, ВОЗНИКАЮЩИЙ В НЕОДНОРОДНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

- 1) тлеющий; 2) коронный; 3) искровой; 4) дуговой;

118. САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЙ СОБОЙ ВИД СВЕТЯЩИХСЯ ЛИНИЙ И ВОЗНИКАЮЩИЙ ПРИ ВЫСОКОМ НАПРЯЖЕНИИ

- 1) тлеющий; 2) коронный; 3) искровой; 4) дуговой;

119. РАЗРЯД ВОЗНИКАЮЩИЙ ПРИ МАЛОМ НАПРЯЖЕНИИ И ПРИ БОЛЬШОЙ ПЛОТНОСТИ ТОКА

- 1) тлеющий; 2) коронный; 3) искровой; 4) дуговой;

120. РАЗРЯД ИСПОЛЬЗУЮЩИЙСЯ В ЛЮМИНИСЦЕНТНЫХ ЛАМПАХ

1) тлеющий; 2) коронный; 3) искровой; 4) дуговой;

121. РАЗРЯД ИСПОЛЬЗУЮЩИЙСЯ В ЭЛЕКТРОСВАРКЕ

1) тлеющий; 2) коронный; 3) искровой; 4) дуговой;

122. МОЛНИЯ – ЭТО РАЗРЯД

1) тлеющий; 2) коронный; 3) искровой; 4) дуговой;

123. РАЗРЯД ИСПОЛЬЗУЮЩИЙСЯ В СВЕЧАХ ЗАЖИГАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ

1) тлеющий; 2) коронный; 3) искровой; 4) дуговой;

124. ПРИ ОЧЕНЬ ВЫСОКОМ НАПРЯЖЕНИИ КОРОННЫЙ РАЗРЯД ПЕРЕХОДИТ В

1) тлеющий; 2) коронный; 3) искровой; 4) дуговой;

125. ЯВЛЕНИЕ ЗЕЕБЕКА

1) возникновение термо – эдс в спаях двух разнородных металлов, находящихся при различной температуре; 2) выделение или поглощение теплоты в термопаре; 3) выделение или поглощение теплоты в неравномерно нагретом проводнике

126. ЯВЛЕНИЕ ПЕЛЬТЬЕ

1) возникновение термо – эдс в спаях двух разнородных металлов, находящихся при различной температуре; 2) выделение или поглощение теплоты в термопаре; 3) выделение или поглощение теплоты в неравномерно нагретом проводнике

127. ЯВЛЕНИЕ ТОМСОНА

1) возникновение термо – эдс в спаях двух разнородных металлов, находящихся при различной температуре; 2) выделение или поглощение теплоты в термопаре; 3) выделение или поглощение теплоты в неравномерно нагретом проводнике

128. ЯВЛЕНИЕ ЗЕЕБЕКА

1) $\varepsilon = k \cdot \Delta T$ 2) $Q = \beta \cdot I \cdot t$ 3) $Q = \beta \cdot I \cdot t$

129. ЯВЛЕНИЕ ПЕЛЬТЬЕ

1) $\varepsilon = k \cdot \Delta T$ 2) $Q = \beta \cdot I \cdot t$ 3) $Q = \beta \cdot I \cdot t$

130. ЯВЛЕНИЕ ТОМСОНА

1) $\varepsilon = k \cdot \Delta T$ 2) $Q = \beta \cdot I \cdot t$ 3) $Q = \beta \cdot I \cdot t$

131. ПРОВОДИМОСТЬ ХИМИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

- 1) наполовину дырочная, наполовину электронная; 2) проводимость электронная;
3) проводимость дырочная

132. ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВ *n*-ТИПА

- 1) наполовину дырочная, наполовину электронная; 2) проводимость электронная;
3) проводимость дырочная

133. ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВ *p*-ТИПА

- 1) наполовину дырочная, наполовину электронная; 2) проводимость электронная;
3) проводимость дырочная

Список рекомендуемой литературы:

1. Жданов Л. С., Жданов Г.Л. Физика для высших учебных заведений: Учебник .- 4 –е изд., испр. – М.: Наука. Главная редакция физико – математической литературы, 1984.- 512 с.

2. Мясников С.П., Осанова Т. Н. Пособие по физике: Учебное пособие для подготовительных отделений вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1981. – 391 с., ил.

3. Детлаф А.А., Яворский Б. М. Курс физики: Учеб. Пособие для втузов. – 2 – е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 718 с.: ил.

Учебное издание

Панов Максим Владимирович
Миненко Александр Александрович

Электрический ток ч. 1 Постоянный ток
Сборник контрольных заданий

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 9.04.2013г. Формат 60x84. 1/16.
Бумага печатная. Усл.п.л. 4,18. Тираж 100 экз. Изд.№ 2325.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии
243365, Брянская обл., Выгоничский район, п. Кокино, БГСХА