

## 10 Постоянный электрический ток

### 10.1 Закон Ома для однородного участка цепи. Удельное сопротивление. Соединение проводников.

10.1.1 В цепь последовательно включены два сопротивления  $R_1 = 10$  Ом и  $R_2 = 40$  Ом. Напряжение на первом из них 3 В. Каково напряжение на втором?

10.1.2 В цепи (Рис.1) последовательно соединены лампа и реостат. Сопротивление лампы  $R_1 = 30$  Ом. Максимальное сопротивление реостата  $R_2 = 75$  Ом. Ползунок реостата стоит ровно посередине. Амперметр включенный в неразветвленную часть цепи показывает ток 0,2 А. Чему равно напряжение на лампе и напряжение на реостате?

10.1.3 В цепи (Рис.2) последовательно включены два резистора с сопротивлениями  $R_1 = 14$  Ом,  $R_2 = 36$  Ом и лампа с неизвестным сопротивлением. Вольтметр показывает напряжение 35 В, а амперметр 0,5 А. Каково сопротивление лампы?

10.1.4 Определить сопротивление одной из двух одинаковых ламп и их общее сопротивление, если общее напряжение в цепи 60 В, а ток через одну из лам составляет 4 А (Рис.3).

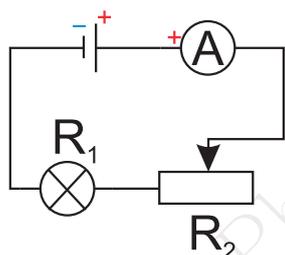


Рис. 1:

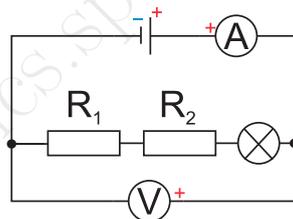


Рис. 2:

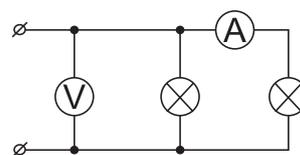


Рис. 3:

10.1.5 Сопротивление параллельно соединенных проводников 6 Ом. Сопротивление одного из них 15 Ом. Чему равно сопротивление этих проводников при их последовательном включении?

10.1.6 К сети с напряжением 120 В присоединяются два сопротивления. При их последовательном соединении ток равен 3 А, а при параллельном суммарный ток равен 16 А. Чему равны сопротивления?

10.1.7 Два проводника, соединенный последовательно, имеют сопротивление в 6,25 раза больше, чем при их параллельном соединении. Во сколько раз сопротивление одного проводника, больше сопротивления другого.

10.1.8 Определите сопротивление цепи изображенной на рис.4, если  $R_1 = 7,9$  Ом,  $R_2 = 1$  Ом,  $R_3 = 2$  Ом,  $R_4 = 3$  Ом,  $R_5 = 5$  Ом.

10.1.9 Определите сопротивление цепи изображенной на рис.5, если  $R_1 = 6$  Ом,  $R_2 = 12$  Ом,  $R_3 = 5$  Ом,  $R_4 = 4$  Ом,  $R_5 = 2$  Ом,  $R_6 = 4$  Ом.

10.1.10 Определите сопротивление цепи изображенной на рис.6 при подключении к источнику точек  $AB$ ,  $BC$  и  $AC$ , если  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 3$  Ом,  $R_3 = 5$  Ом,  $R_4 = 5$  Ом,  $R_5 = 15$  Ом.

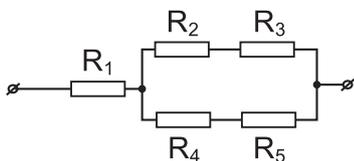


Рис. 4:

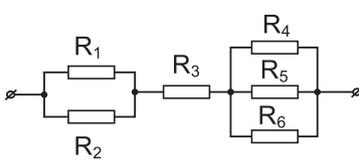


Рис. 5:

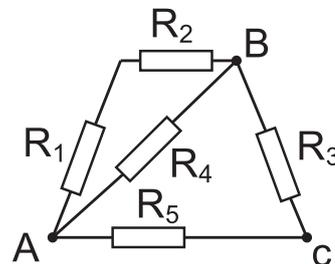


Рис. 6:

10.1.11 Определите сопротивление цепи изображенной на рис.7

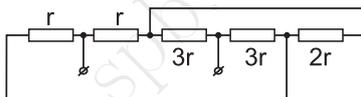


Рис. 7:

10.1.12 Есть четыре резистора по 10 Ом каждый. Изобразить схемы разнообразных соединений этих резисторов, так чтобы общее сопротивление было разным и через каждый резистор протекал ток. Рассчитать общее сопротивление в каждом случае.

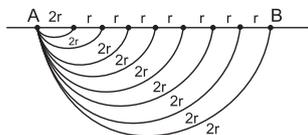


Рис. 8:

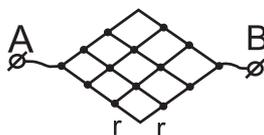


Рис. 9:

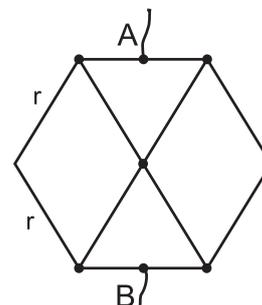


Рис. 10:

10.1.13 Из одинаковых сопротивлений по 5 Ом требуется получить сопротивление 3 Ом. Как их следует соединить, для того чтобы обойтись наименьшим количеством сопротивлений?

- 10.1.14** Определить сопротивление между точками А и В цепи, изображенной на рис.8. Величины соответствующих сопротивлений указаны на рисунке. Найти также силу тока во всех участках.
- 10.1.15** Определить сопротивление цепочки между точками А и В, изображенной на рис.9 и рис.10. Сопротивление каждого звена  $r$ .
- 10.1.16** К источнику тока с напряжением 12 В присоединена линия, питающая две лампы. Схема включения ламп показана на рис.11. Сопротивление участков линий  $r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = 1,5$  Ом. Сопротивление каждой лампы 36 Ом. Определите падение напряжения на каждой лампе.
- 10.1.17** В цепи, схема которой изображена на рис.12. все сопротивления одинаковы и равны по 2 Ом. Найти распределение токов и напряжений на всех участках цепи.
- 10.1.18** Из куска проволоки сопротивлением 10 Ом сделано кольцо. Где следует подключить провода, подводящие ток, чтобы сопротивление кольца стало равно 1 Ом?

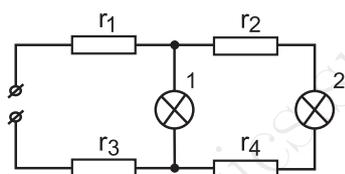


Рис. 11:

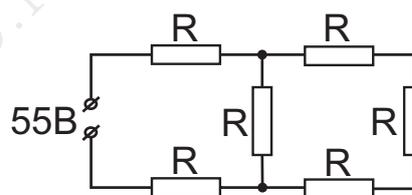


Рис. 12:

## 10.2 Шунт и добавочное сопротивление

- 10.2.1** Если к амперметру, рассчитанному на максимальную силу тока 2 А, присоединить шунт сопротивлением 0,5 Ом, то цена деления шкалы амперметра возрастет в 10 раз. Определить, какое добавочное сопротивление необходимо присоединить к тому же амперметру, чтобы его можно было использовать как вольтметр, измеряющий напряжение до 220 В.
- 10.2.2** Имеется прибор с ценой деления 1 мкА. Шкала прибора имеет 100 делений, внутреннее сопротивление 1 кОм. Как из этого прибора сделать вольтметр для измерения силы тока напряжением 100 В или амперметр для измерения силы тока 1 А?
- 10.2.3** Чему должно быть равно сопротивление шунта для удвоения диапазона измерений гальванометра, если сопротивление последнего равно 30 Ом.
- 10.2.4** Каким сопротивлением нужно шунтировать гальванометр с внутренним сопротивлением 100 Ом, вся шкала которого рассчитана на силу тока  $2 \cdot 10^{-5}$  А, чтобы его можно было в качестве измерителя присоединить к термопаре, дающей максимальную ЭДС в 0,02 В и внутренним сопротивлением 1 Ом?

- 10.2.5** Вольтметр, включенный последовательно с сопротивлением  $7 \text{ кОм}$ , показывает напряжение  $50 \text{ В}$  при напряжении в цепи в  $120 \text{ В}$ . Какое показание дает при этом же напряжении в цепи вольтметр, если включить его последовательно с сопротивлением  $35 \text{ кОм}$ ?
- 10.2.6** Для измерения напряжения сети  $120 \text{ В}$  последовательно соединили два вольтметра с номинальными напряжениями  $100 \text{ В}$  и сопротивлениями  $20 \text{ кОм}$  и  $15 \text{ кОм}$ . Определить показания каждого вольтметра и наибольшее напряжение, которое можно измерить вольтметрами.
- 10.2.7** Имеются два сопротивления. Если амперметр зашунтировать одним из них, то цена его деления увеличится в  $n_1$  раз, если амперметр зашунтировать другим, то цена деления увеличится в  $n_2$  раз. Как изменится цена деления амперметра, если для шунта использовать оба сопротивления, включив их между собой: а) последовательно; б) параллельно?

Physics.spb.ru

### 10.3 Задачи на изменение состава цепи

10.3.1 В каких пределах может изменяться полное сопротивление цепи (Рис.13), если  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 400 \text{ Ом}$  и максимальное значение сопротивления  $R_2 = 100 \text{ Ом}$ .

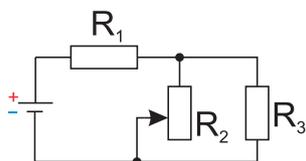


Рис. 13:

10.3.2 Как изменятся показания приборов в схемах рис. 14. (Видеоразбор   )

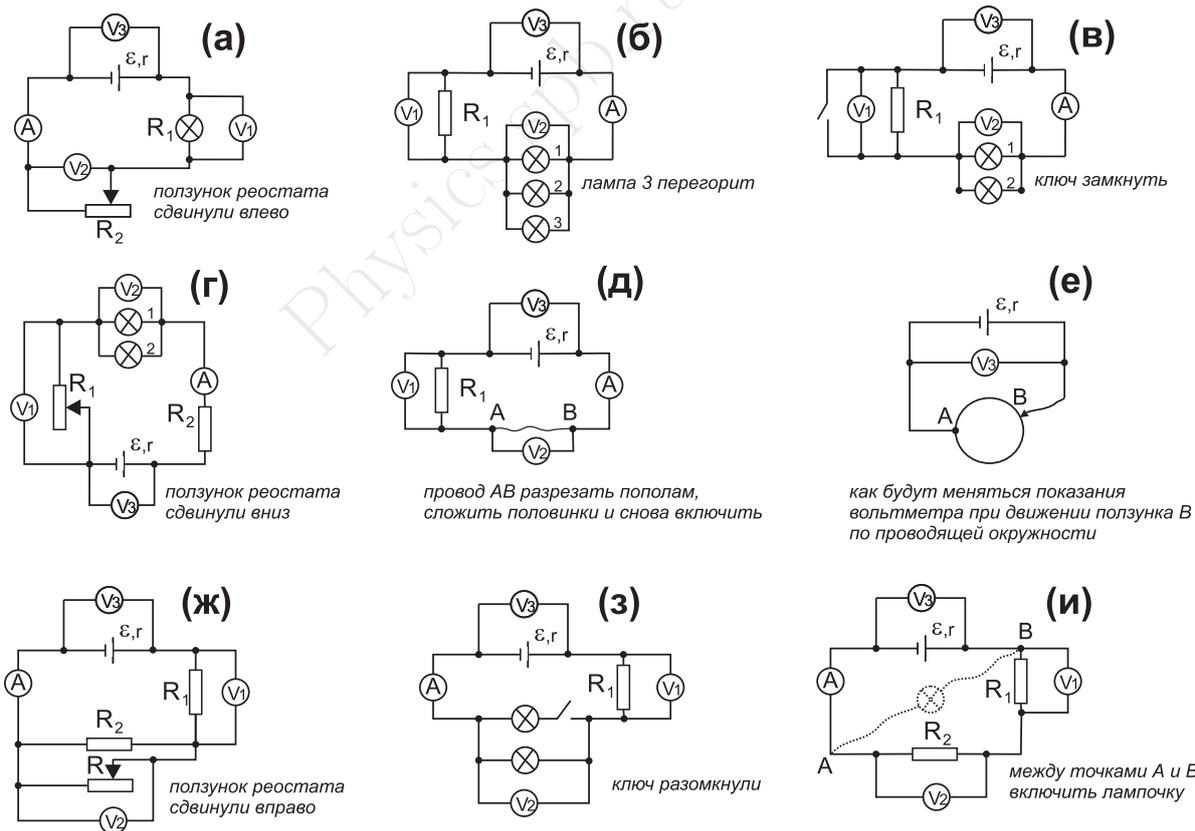


Рис. 14:

## 10.4 Закон Ома для полной цепи

**10.4.1** ЭДС источника равна 1,55 В. При замыкании источника на нагрузку 3 Ом напряжение на полюсах батареи становится равным 0,95 В. Каково внутреннее сопротивление батареи?

**10.4.2** Ток в цепи батареи, ЭДС которой 30 В, равен 3 А. Напряжение на зажимах батареи 18 В. Найдите сопротивление внешней части цепи и внутренне сопротивление батареи.

**10.4.3** После замыкания внешней цепи разность потенциалов на зажимах батареи оказалась равной 18 В. Чему равно внутреннее сопротивление батареи, если ЭДС батареи 30 В, а сопротивление внешней цепи 6 Ом?

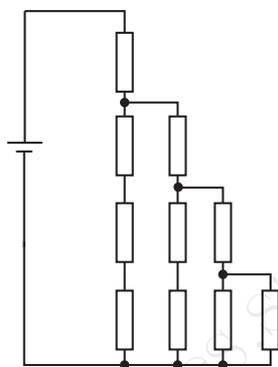


Рис. 15:

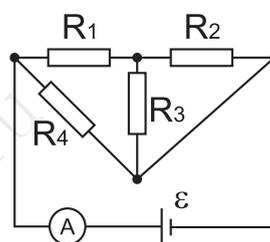


Рис. 16:

**10.4.4** При замыкании источника электрического тока на сопротивление 5 Ом по цепи течет ток 5 А, а при замыкании на сопротивление 2 Ом течет ток 8 А. Найдите внутреннее сопротивление и ЭДС источника.

**10.4.5** Определите падения напряжения на подводящих проводах и их сопротивление, если на зажимах лампочки имеющей сопротивление 10 Ом, напряжение 1 В. ЭДС источника 1,25 В, его внутреннее сопротивление 0,4 Ом.

**10.4.6** ЭДС источника 1,5 В. Ток короткого замыкания равен 30 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника? Каким будет напряжение на его полюсах, если замкнуть источник на сопротивление 1 Ом?

**10.4.7** Электрическая схема составлена из двух параллельно соединенных резисторов сопротивлением 40 Ом и 10 Ом и подключенных к зажимам аккумулятора, ЭДС которого равна 10 В. Сила тока в общей части цепи равна 1 А. Найдите внутреннее сопротивление источника и ток короткого замыкания.

**10.4.8** Найдите силу тока, идущего через источник тока в схеме, изображенной на рисунке 15, если все сопротивления одинаковы и равны 34 Ом, а ЭДС источника 7,3 В и его внутренне сопротивление 1 Ом.

**10.4.9** Какую силу тока покажет амперметр, включенный в схему, изображенную на рисунке 16, если  $R_1=1,25$  Ом,  $R_2=1$  Ом,  $R_3=3$  Ом,  $R_4=7$  Ом, ЭДС источника 2,8 В? Сопротивлением амперметра и источника можно пренебречь.

**10.4.10** Что покажет амперметр в схеме на рисунке 17, если  $R_1=2$  Ом,  $R_2=4$  Ом,  $R_3=5$  Ом, ЭДС равно 6 В и внутреннее сопротивление источника 2 Ом? Как изменятся показания амперметра, если его и источник ЭДС поменять местами? Внутренним сопротивлением амперметра пренебречь.

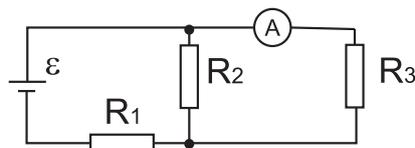


Рис. 17:

**10.4.11** Цепь состоит из аккумулятора с внутренним сопротивлением  $r$  и нагрузки сопротивлением  $R$ . Вольтметр, подключенный последовательно и параллельно к сопротивлению  $R$ , дает одно и то же показание. Найдите сопротивление вольтметра.

**10.4.12** Источник ЭДС 130 В должен питать осветительную сеть, состоящую из параллельно включенных десяти ламп сопротивлением по  $R_1=200$  Ом, пяти ламп по  $R_2=100$  Ом и десять ламп по  $R_3=150$  Ом. Найти силу тока, потребляемого нагрузкой, и напряжение на клеммах источника, если внутреннее сопротивление источника равно 0,5 Ом. Сопротивлением проводов пренебречь.

## 10.5 Закон Ома для неоднородного участка цепи

**10.5.1** Найти показания вольтметра на рисунке 18.

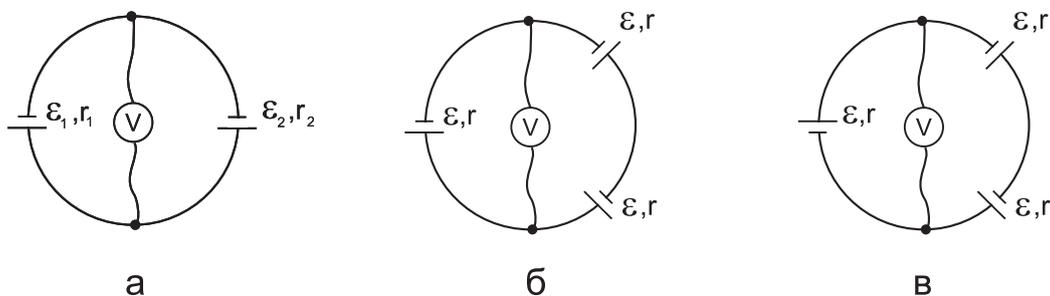


Рис. 18:

**10.5.2** Два одинаковых источника ЭДС 1,5 В и внутренним сопротивлением 2 Ом, соединены последовательно (включение элементов согласное) и замкнуты накоротко. Найти силу тока, проходящего через источники? Что покажет вольтметр, измеряющий напряжение на них? Что покажет вольтметр, если внутреннее сопротивление одного будет 3 Ом, а второго 1 Ом? Сопротивлением подводящих проводов пренебречь, сопротивление вольтметра велико.

**10.5.3** Найдите силу тока, идущего через резистор сопротивлением 10 Ом (рис. 19). ЭДС первого источника 5 В, второго 5 В. Внутреннее сопротивление соответственно 1 Ом и 2 Ом.

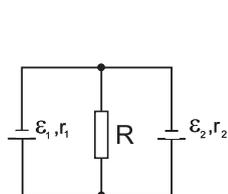


Рис. 19:

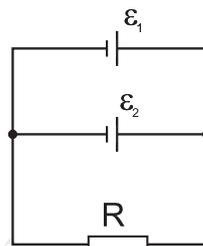


Рис. 20:

**10.5.4** Два элемента с ЭДС 1,25 В и 1,5 В и с одинаковым внутренним сопротивлением 0,4 Ом соединены параллельно (рис. 20). Сопротивление внешней цепи 10 Ом. Найти силы тока во внешней цепи и через каждый источник.

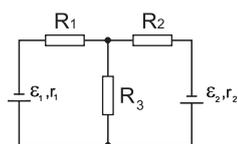


Рис. 21:

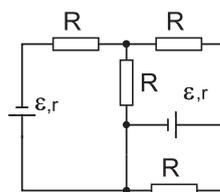


Рис. 22:

**10.5.5** Найти распределение токов и напряжений в электрической цепи на рисунке (рис. 21), если  $R_1 = R_2 = 10$  Ом,  $R_3 = 20$  Ом,  $r_1 = r_2 = 0,1$  Ом,  $\varepsilon_1 = 2$  В,  $\varepsilon_2 = 4$  В.

**10.5.6** Найти распределение токов и напряжений в электрической цепи на рисунке (рис. 22), если  $R = 5$  Ом,  $r = 0,2$  Ом,  $\varepsilon = 10$  В.

## 10.6 Работа и мощность тока. КПД электрической цепи.

**10.6.1** ЭДС источника тока 2 В, внутреннее сопротивление 1 Ом. Определить силу тока в цепи, если внешняя цепь потребляет мощность 0,75 Вт.

- 10.6.2** Определить силу тока короткого замыкания, если при силе тока нагрузки 5 А источник отдает во внешнюю цепь мощность 9,5 Вт, а при силе тока нагрузки 8 А - 14,4 Вт.
- 10.6.3** Источник ЭДС замкнут на внешнее сопротивление. Наибольшая мощность во внешней цепи 9 Вт, соответствующая сила тока - 3 А. Найти величину ЭДС и внутреннее сопротивление источника.
- 10.6.4** Источник ЭДС замыкается один раз на сопротивление 4 Ом, а другой раз на сопротивление 9 Ом. В каждом случае, на сопротивлениях выделяется одинаковое количество теплоты. Каково внутреннее сопротивление источника?
- 10.6.5** Аккумулятор с внутренним сопротивлением 0,08 Ом при токе 4 А отдает во внешнюю цепь мощность 8 Вт. Какую мощность отдаст он во внешнюю цепь при токе 6 А?
- 10.6.6** Два сопротивления по 100 Ом подключаются к источнику ЭДС сначала последовательно, а затем параллельно. В обоих случаях тепловая мощность, выделяемая на каждом сопротивлении оказалась одинакова. Найти ЭДС источника, если сила тока протекающая в цепи при последовательном включении сопротивлений - 1 А.
- 10.6.7** Сопротивление внешней цепи увеличили в 2,25 раза, но количество теплоты выделяющееся в ней за 1 с, не изменилось. Найти отношение внутреннего сопротивления источника к сопротивлению внешней цепи в первом случае.
- 10.6.8** К источнику с ЭДС 8 В подключена нагрузка. Напряжение на зажимах источника равно 6,4 В. Определите КПД установки.
- 10.6.9** Найти внутреннее сопротивление аккумулятора, если при увеличении внешнего сопротивления с 3 Ом до 10,6 Ом КПД схемы увеличился вдвое.
- 10.6.10** Определите КПД схемы, изображенной на рис.23. Сопротивление  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 5$  Ом, внутреннее сопротивление источника 0,5 Ом.

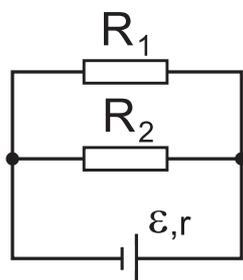


Рис. 23:

— — —

- 10.6.11** Электрический чайник имеет две обмотки. При включении одной из них вода в чайнике закипает через 15 мин, при включении другой - через 30 мин. Через сколько времени закипает вода в чайнике, если включить две обмотки: а) последовательно; б) параллельно?
- 10.6.12** Два чайника, каждый из которых потребляет при напряжении 220 В мощность в 400 Вт, закипает при последовательном или при параллельном включении за одно и то же время. Чему равно сопротивление подводящих проводов?
- 10.6.13** Два проводника, сделанные из одного и того же материала, включены последовательно. Найти отношение температур проводников при подключении их в сеть, если один из проводников в два раза толще второго, а теплоотдача пропорциональна площади поверхности проводника и разности температур проводника и окружающего воздуха. Температура воздуха равна  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ .
- 10.6.14** В электрочайнике с сопротивлением обмотки 30 Ом налито 0,5 кг воды при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Через 15 минут выкипело 10% воды при силе тока в обмотке 4 А. Чему равен КПД чайника?
- — —
- 10.6.15** Электродвигатель включен в сеть постоянного тока напряжением 220 В. Сопротивление обмотки двигателя 2 Ом. Сила потребляемого тока 10 А. Найти потребляемую мощность и КПД двигателя.
- 10.6.16** Электродвигатель питается от сети напряжением 24 В. Чему равна мощность на валу двигателя при протекании по его обмотке тока 8 А, если известно, что при полном затормаживании якоря по цепи идет ток 16 А?
- 10.6.17** В цепь батареи с ЭДС 24 В включен электродвигатель. Нагруженный двигатель потребляет мощность в 10 раз большую, чем при работе холостую. Разность потенциалов на клеммах двигателя при нагрузке падает на 20% по сравнению с разностью потенциалов на клеммах при холостом ходе. Сила тока при нагрузке равна 5 А. Найти сопротивление подводящих проводов. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.
- 10.6.18** Чему равен коэффициент полезного действия электродвигателя, если при включении его в сеть постоянного тока пусковой ток равен 15 А, а в установившемся режиме ток снижается до 9 А?
- 10.6.19** Троллейбус массой 11 т движется равномерно со скоростью 36 км/ч. Найти силу тока в обмотке двигателя, если напряжение равно 650 В и КПД 80%. Коэффициент сопротивления движению равен 0,02.
- 10.6.20** Трамвай массой 22,5 т идет сначала по горизонтальному пути, а затем в гору с уклоном 0,03. В первом случае сила тока в двигателе равна 60 А, а во втором - 118 А. Найти скорость трамвая в каждом случае, если коэффициент сопротивления движению 0,01, напряжение в линии 500 В. КПД двигателя и передачи равен 0,75.

**10.6.21** Электродвигатель подъемного крана работает под напряжением 380 В и потребляет ток силой 20 А. Каков КПД крана, если груз массой 1 т кран поднимает на высоту 19 м за 50 с?

— — —

**10.6.22** Электроплитка, рассчитанная на потребление от сети мощности 0,8 кВт, присоединена к сети с напряжением 120 В проводами, сопротивление которым 4 Ом. Определить, какое сопротивление должна иметь плитка.

**10.6.23** От источника с напряжением  $U = 100$  кВ требуется передать на расстояние  $l = 5$  км мощность  $P = 5000$  кВт. Допустимая потеря напряжения в проводах  $n = 1\%$ . Рассчитать минимальное сечение медного провода, пригодного для этой цели.

**10.6.24** Во сколько раз следует повысить напряжение источника, чтобы снизить потери мощности в линии в 100 раз при передачи на нагрузку одной и той же мощности при условии, что в первом случае падение напряжения в линии  $\Delta U = nU_1$ , где  $U_1$  - напряжение на нагрузке.

**10.6.25** Требуется передать мощность 100 кВт на расстояние 7,5 км, причем потери на нагревание проводов не должны превышать 3% передаваемой энергии. Какова масса проводов в случаях, когда ток передается под напряжением 2 кВ?

## 10.7 Конденсатор в цепи постоянного тока

**10.7.1** До какого напряжения зарядится конденсатор в цепи (рис.24) и какой заряд получится на его обкладках, если  $\varepsilon_1=12$  В,  $R_1=8$  Ом,  $R_2=3,6$  Ом,  $R_3=200$  Ом, внутреннее сопротивление источника 0,4 Ом и емкость конденсатора 20 мкФ.

**10.7.2** В цепь, питаемую элементом с внутренним сопротивлением 3 Ом (рис.25), входят два сопротивления  $R_1 = R_2=28$  Ом, включенные параллельно и сопротивление  $R_3=40$  Ом. Параллельно сопротивлению  $R_3$  подключен конденсатор емкостью 5 мкФ, заряд которого 4,2 мкКл. Определите ЭДС источника.

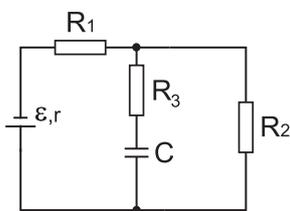


Рис. 24:

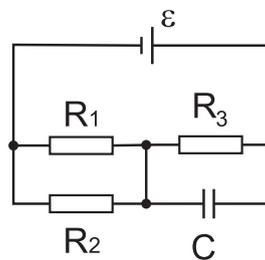


Рис. 25:

**10.7.3** Два одинаковых сопротивления  $R_1 = R_2 = 25$  Ом и сопротивление  $R_3 = 50$  Ом подключены к источнику по схеме, изображенной на рис. 26. К участку АВ подключен конденсатор емкостью 5 мкФ. Определите ЭДС источника, если заряд на конденсаторе 110 мкКл. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

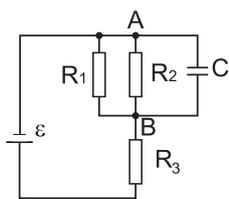


Рис. 26:

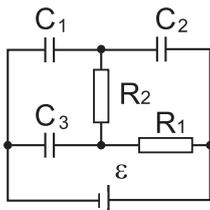


Рис. 27:

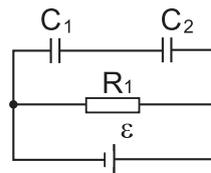


Рис. 28:

**10.7.5** Найти разность потенциалов на конденсаторах  $C_1$  и  $C_2$  в цепи, изображенной на рис. 28, если известно, что при замыкании сопротивления накоротко ток через батарею возрастает в три раза. ЭДС источника принять равное  $\varepsilon$ .

**10.7.6** Определите разность потенциалов на конденсаторах  $C_1$  и  $C_2$  в цепи, изображенной на рис.29

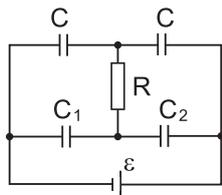


Рис. 29:

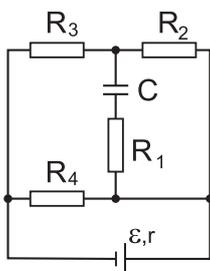


Рис. 30:

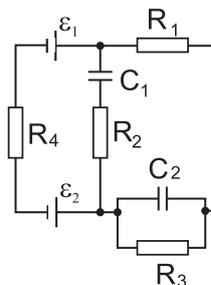


Рис. 31:

**10.7.7** Определить заряд на конденсаторе (рис.30), если  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 20$  Ом,  $\varepsilon = 500$  В,  $r = 10$  Ом и  $C = 10$  мкФ?

**10.7.8** Найти заряды на конденсаторах в схеме показанной на рис.31

**10.7.9** Найти разность потенциалов между точками А и В в цепи, изображенной на рис.32. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

**10.7.10** Найти заряд на конденсаторе  $C$  (рис.33). Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

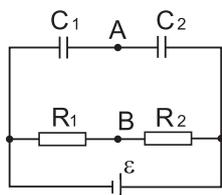


Рис. 32:

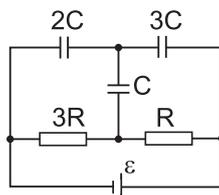


Рис. 33:

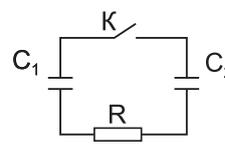


Рис. 34:

**10.7.11** Заряженный конденсатор  $C_1 = 1$  мкФ включен в последовательную цепь из резистора  $R = 300$  Ом, незаряженного конденсатора  $C_2 = 2$  мкФ и разомкнутого ключа  $K$  (см. рис. 34). После замыкания ключа в цепи выделяется количество теплоты  $Q = 30$  мДж. Чему равно первоначальное напряжение на конденсаторе  $C_1$ ?

**10.7.12** Конденсатор емкостью  $2$  мкФ присоединен к источнику тока с ЭДС  $3,6$  В и внутренним сопротивлением  $1$  Ом (рис. 35). Сопротивления резисторов  $R_1 = 4$  Ом,  $R_2 = 7$  Ом,  $R_3 = 3$  Ом. Каков заряд на левой обкладке конденсатора?

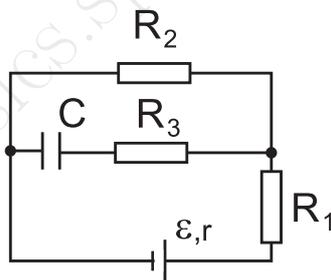


Рис. 35:

**10.7.13** Конденсатор ёмкостью  $C$ , заряженный до напряжения  $\varepsilon$  подключается через резистор с большим сопротивлением  $R$  к батарее с ЭДС  $5\varepsilon$  (см. рисунок 36). Определите количество теплоты, которое выделится в цепи при зарядке конденсатора до напряжения  $5\varepsilon$ .

**10.7.14** Конденсатор ёмкостью  $C$ , заряженный до напряжения  $4\varepsilon$ , разряжается через резистор с большим сопротивлением  $R$  и батарею с ЭДС  $\varepsilon$  (см. рисунок 37). Найдите количество теплоты, выделившейся при разрядке конденсатора.

**10.7.15** В электрической цепи, схема которой показана на рисунке 38, все элементы идеальные, их параметры указаны. До замыкания ключа ток в цепи отсутствовал. Ключ на некоторое время замыкают, а затем размыкают. За время, пока ключ был замкнут, через резистор  $2R$  протек заряд  $q_0$ . После размыкания ключа через тот же резистор протек заряд  $2q_0$ . а) Найдите ток через источник сразу после замыкания ключа. б) Найдите количество теплоты, которое выделилось в цепи после размыкания ключа. в) Найдите количество теплоты, которое выделилось в цепи при замкнутом ключе.

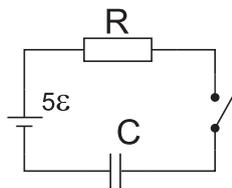


Рис. 36:

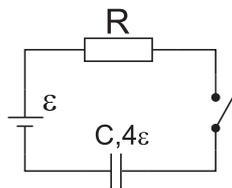


Рис. 37:

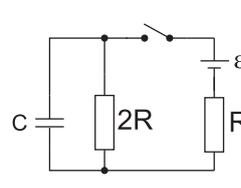


Рис. 38:

**10.7.16** Два одинаковых воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения. Затем один из них, не разрывая цепь, опустили в масло с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$ . Как и во сколько раз при этом изменится энергия второго конденсатора, который остался не погружённым в масло?

**10.7.17** Плоский конденсатор имеет между своими обкладками пластину из твёрдого диэлектрика с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon = 2$ , полностью заполняющую зазор между ними. Ёмкость конденсатора при этом равна  $C = 100$  пФ. Конденсатор подсоединён к источнику с напряжением  $U = 100$  В. Какую работу  $A$  надо совершить для того, чтобы медленно вытянуть диэлектрическую пластину из конденсатора? Трения нет.

**10.7.18** Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок 39). Пластины раздвинули, совершив при этом работу 90 мкДж против сил притяжения пластин. На какую величину изменилась ёмкость конденсатора, если за время движения пластин на резисторе выделилось количество теплоты 40 мкДж? Потерями на излучение пренебречь.

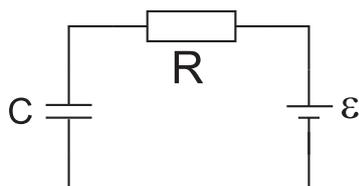


Рис. 39:

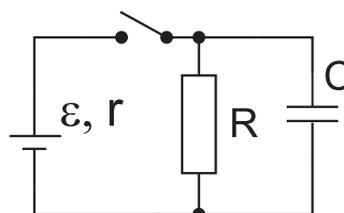


Рис. 40:

**10.7.19** В электрической схеме, показанной на рисунке 40, ключ замкнут. ЭДС батарейки  $\varepsilon = 12$  В, ёмкость конденсатора  $C = 0,2$  мкФ. После размыкания ключа в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты  $Q = 10$  мкДж. Найдите отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора  $\frac{r}{R}$ .