

3. ЗАКОНЫ КИРХГОФА

3.1. На рис. 3.1. $\varepsilon_1=1,0$ В, $\varepsilon_2=2,0$ В, $\varepsilon_3=3,0$ В, $r_1=1,0$ Ом, $r_2=0,5$ Ом, $r_3=1/3$ Ом, $R_1=1,0$ Ом, $R_3=1/3$ Ом. Определите: 1) силы тока во всех участках цепи; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении R_3 . Ответ: $I_1=0,625$ А, $I_2=0,5$ А, $I_3=1,125$ А; $P_3=0,42$ Вт.

2. На рис. 3.2. $\varepsilon_1=\varepsilon_2=\varepsilon_3$, $R_1=48$ Ом, $R_2=24$ Ом, падение напряжения на сопротивлении R_2 равно 12 В. Пренебрегая внутренним сопротивлением элементов, определите: 1) силы тока во всех участках цепи; 2) сопротивление R_3 ; 3) количество теплоты, выделившееся на сопротивлениях R_1 и R_3 за промежуток времени $\Delta t=1,0$ с.

Ответ: $I_1=0,25$ А, $I_2=0,5$ А, $I_3=0,75$ А; $R_3=16$ Ом; $Q_1=3$ Дж; $Q_3=9$ Дж.

3.3. Два источника ЭДС $\varepsilon_1=2,0$ В, $\varepsilon_2=1,5$ В с внутренними сопротивлениями $r_1=0,5$ Ом и $r_2=0,4$ Ом включены параллельно сопротивлению $R=2,0$ Ом (рис.3.3.). Определите силу тока через это сопротивление и работу, совершенную двумя источниками за промежуток времени $\Delta t=1,0$ с. Ответ: $I=0,775$ А; $A_{\text{ист}}=1,6$ Дж.

3.4. В схеме (рис.3.4.) ЭДС источников $\varepsilon_1=1,5$ В, $\varepsilon_2=2,0$ В, $\varepsilon_3=2,5$ В и сопротивления $R_1=10$ Ом, $R_2=20$ Ом, $R_3=30$ Ом. Внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы. Определите: 1) ток через сопротивление R_1 ; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении R_2 . Ответ: $I_1=0,032$ А, $P_2=1,65 \cdot 10^{-3}$ Вт.

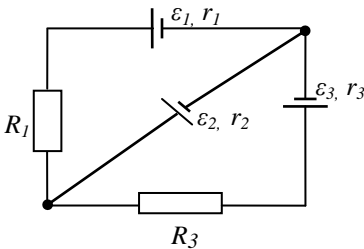


рис. 3.1.

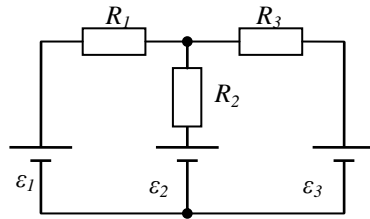


рис. 3.2.

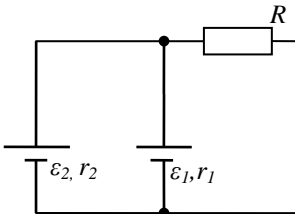


рис. 3.3.

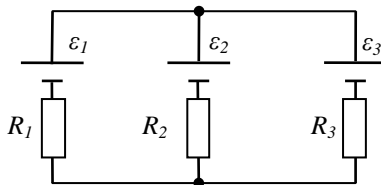


рис. 3.4.

3.5. На рис.3.5. $\varepsilon_1=1,5$ В, $\varepsilon_2=3,7$ В и сопротивления $R_1=10$ Ом, $R_2=20$ Ом и $R=5,0$ Ом. Внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы. Определите: 1) значение и направление тока через сопротивление R ; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении R . Ответ: $I=0,02$ А, $P=0,002$ Вт.

3.6. Два источника ЭДС $\varepsilon_1=10$ В, $\varepsilon_2=8$ В с внутренними сопротивлениями $r_1=1,0$ Ом и $r_2=2,0$ Ом включены параллельно реостату $R=6,0$ Ом (рис.3.6.). Определите: 1) силу тока в источниках и реостате; 2) работу, совершенную источниками за промежуток времени $\Delta t=10,0$ с. Ответ: $I_1=6,4$ А, $I_2=5,8$ А, $I=0,6$ А, $A_{ист}=1104$ Дж.

3.7. Три источника тока с ЭДС $\varepsilon_1=11$ В, $\varepsilon_2=4,0$ В и $\varepsilon_3=6$ В и три реостата с сопротивлениями $R_1=5$ Ом, $R_2=10$ Ом и $R_3=2$ Ом соединены, как показано на рис. 3.7. Внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы. Определите: 1) силы токов в реостатах; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении R_1 . Ответ: $I_1=0,8$ А, $I_2=0,3$ А, $I_3=0,5$ А, $P_1=3,2$ Вт.

3.8. На рис.3.8. $\varepsilon_1=4$ В, $\varepsilon_2=3,0$ В и сопротивления $R_1=2$ Ом, $R_2=6$ Ом и $R_3=1,0$ Ом. Внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы. Определите: 1) значение тока через сопротивление R_3 ; 2) напряжение на концах резистора R_3 ; 3) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении R_1 . Ответ: $I_3=0$, $U_3=0$, $P_1=0,5$ Вт.

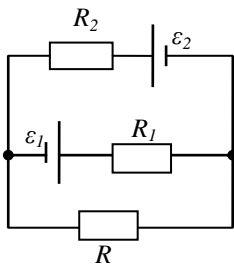


рис. 3.5.

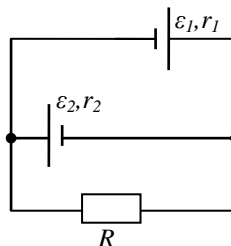


рис. 3.6.

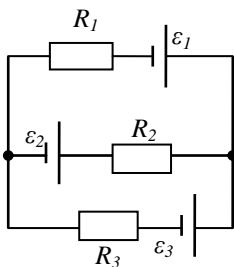


рис. 3.7.

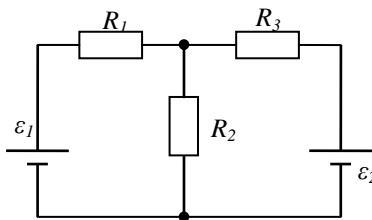


рис. 3.8.

3.9. Два источника тока с $\varepsilon_1=8$ В, $\varepsilon_2=6$ В с внутренними сопротивлениями $r_1=2,0$ Ом и $r_2=1,0$ Ом и реостат с $R=10$ Ом соединены, как показано на рис. 3.9. Определите: 1) силу тока, текущего через реостат; 2) работу, совершенную двумя источниками за промежуток времени $\Delta t=0,1$ с. Ответ: $I_R=0,625$ А, $A_1=0,7$ Дж, $A_2=0,15$ Дж.

3.10. Три сопротивления $R_1=5$ Ом, $R_2=1$ Ом и $R_3=3,0$ Ом, а так же источник тока с ЭДС $\varepsilon_1=1,4$ В соединены, как показано на рис. 3.10. Определите: 1) ЭДС ε источника тока, который надо подключить в цепь между точками А и В, чтобы в сопротивлении R_3 шел ток силой $I=1$ А в направлении, указанном стрелкой; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении R_2 . Внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы. Ответ: $U=3,6$ В, $P_2=0,36$ Вт.

3.11. Два источника с ЭДС $\varepsilon_1=30$ В, $\varepsilon_2=16$ В и внутренними сопротивлениями $r_1=1,0$ Ом и $r_2=2,0$ Ом включены параллельно сопротивлению с $R=25$ Ом (рис.3.11.) Определите: 1) величины токов во всех ветвях; 2) мощность, потребляемую нагрузкой. Ответ: $I_1= 5,32$ А, $I_2= 4,34$ А, $I= 1,0$ А, $P=24,2$ Вт.

3.12. Определите величины токов в отдельных ветвях (рис.3.12.) и напряжение на сопротивлении R , если $\varepsilon_1=5$ В, $\varepsilon_2=4$ В, $R=3$ Ом, $r_1=0,5$ Ом и $r_2=1,0$ Ом. Чему равна работа, совершенная источниками за промежуток времени $\Delta t=0,1$ с? Ответ: $I_1= 1,6$ А, $I_2= 0,2$ А, $I= 1,4$ А, $U=4,2$ В, $A_1=0,8$ Дж, $A_2=0,08$ Дж.

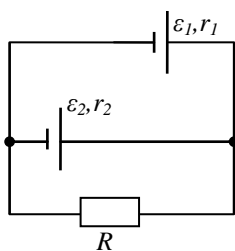


рис. 3.9.

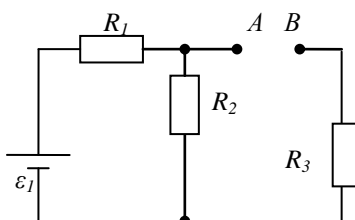


рис. 3.10.

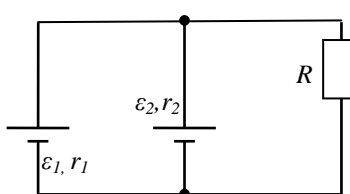


рис. 3.11.

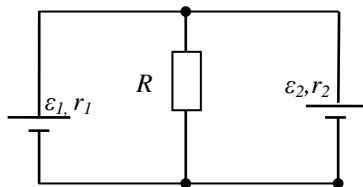


рис. 3.12.

3.13. Два источника с ЭДС $\varepsilon_1=1,5$ В и $\varepsilon_2=2,0$ В внутренними сопротивлениями $r_1=r_2=0,5$ Ом и сопротивления $R_1=R_2=2$ Ом, $R_3=1$ Ом соединены, как показано на рис. 3.13. Сопротивление гальванометра $R_g=3$ Ом. Определите: 1) величину тока, проходящего через гальванометр; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении R_1 . Ответ: $I=0,088$ А, $P=0,245$ Вт.

3.14. Определите величины токов во всех участках цепи (рис.3.14.), если $\varepsilon_1=20$ В, $\varepsilon_2=33$ В, $r_1=0,2$ Ом, $r_2=0,5$ Ом, $R_1=0,8$ Ом, $R_2=2,0$ Ом. Какое количество теплоты, выделяется в сопротивлениях R_1 и R_2 за интервал времени $\Delta t=1$ с? Ответ: $I_1= 4,6$ А, $I_2= 16,9$ А, $I_3= 12,3$ А, $Q_1=16,7$ Дж, $Q_2= 302,6$ Дж.

3.15. Определите величины токов во всех участках цепи (рис.3.15.), если $\varepsilon_1=24$ В, $\varepsilon_2=18$ В, $r_1=0,2$ Ом, $r_2=0,5$ Ом, $R_1=20$ Ом, $R_2=R_3=2,0$ Ом. Внутренними сопротивлениями источников пренебречь. Чему равна работа, совершенная источниками за промежуток времени $\Delta t=0,1$ с? Ответ: $I_1= 0,75$ А, $I_2= 3,67$ А, $I_3= 4,42$ А, $A_1=1,8$ Дж, $A_2=6,6$ Дж

3.16. Определите величины токов во всех участках цепи (рис.3.16.) и мощность, развиваемую источниками тока, если $\varepsilon_1=6$ В, $\varepsilon_2=10$ В, $\varepsilon_3=20$ В, $r_1=r_2=0,2$ Ом, $r_3=0,4$ Ом, $R_1=19,8$ Ом, $R_2=45,8$ Ом, $R_3=100$ Ом, $R_4=99,6$ Ом. Ответ: $I_1= 0,1$ А, $I_2= 0,04$ А, $I_3= 0,06$ А, $P_1=2,1$ мВт, $P_2=0,36$ мВт, $P_3=1,44$ мВт.

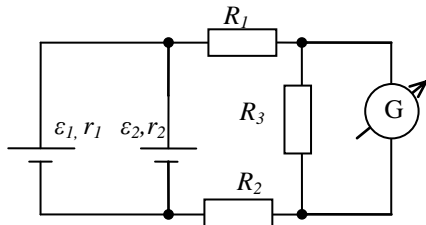


рис. 3.13.

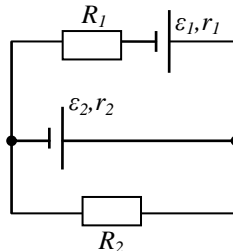


рис. 3.14.

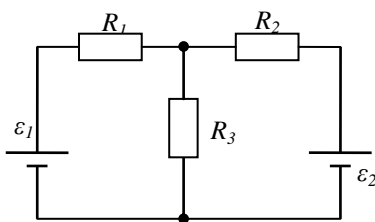


рис. 3.15.

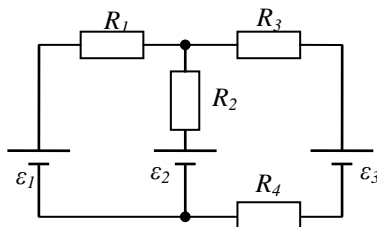


рис. 3.16.

3.17. Определите силу тока, текущего через сопротивление R_1 , и мощность, развиваемую первым источником тока. В схеме, изображенной на рис. 3.17. $\varepsilon_1=27$ В, $\varepsilon_2=30$ В, $r_1=30,0$ мОм, $r_2=50,0$ мОм, $R_1=R_2=R_5=8$ Ом, $R_3=1,97$ Ом, $R_4=2,95$ Ом, $R_6=12$ Ом, $R_7=1,2$ Ом. Ответ: $I_1=0,44$ А, $P_1=23,63$ Вт.

3.18. Три источника с ЭДС $\varepsilon_1=10$ В, $\varepsilon_2=5$ В, $\varepsilon_3=6$ В и внутренними сопротивлениями $r_1=0,1$ Ом, $r_2=0,2$ Ом, $r_3=0,1$ Ом соединены, как показано на рисунке 3.18. Определите: 1) напряжения на сопротивлениях $R_1=5$ Ом, $R_2=1$ Ом, $R_3=3$ Ом; 2) мощность, развиваемую первым источником тока. Ответ: $U_1=4$ В, $U_2=0,8$ В, $U_3=35$ мВ, $P_1=8,1$ Вт.

3.19. Определите величину тока, проходящего через гальванометр, включенный в цепь (рис.3.19.), пренебрегая внутренними сопротивлениями элементов, если $\varepsilon_1=2$ В, $\varepsilon_2=1$ В, $R_1=1$ кОм, $R_2=500$ Ом, $R_3=R_g=0,2$ кОм. Какое количество теплоты, выделяется в сопротивлении R_3 за промежутки времени $\Delta t=100$ с? Ответ: $I=0,46$ мА, $Q_3=4,2$ мДж.

3.20. Определите величины токов во всех участках цепи (рис.3.20.) и мощность, развиваемую первым источником тока, если $\varepsilon_1=130$ В, $\varepsilon_2=117$ В, $R_1=1$ Ом, $R_2=0,6$ Ом, $R_3=24$ Ом. Ответ: $I_1=10$ А, $I_2=I_3=5$ А, $P_1=1300$ Вт.

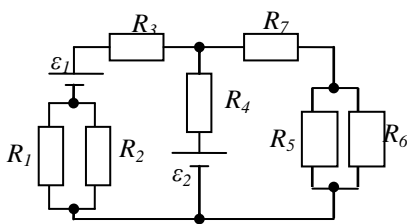


рис. 3.17.

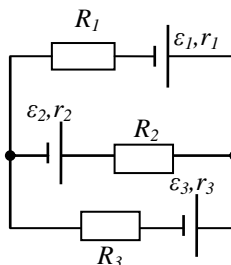


рис. 3.18.

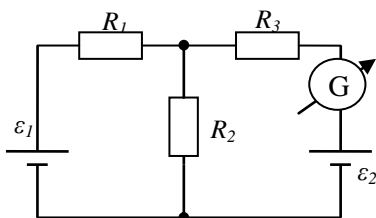


рис. 3.19.

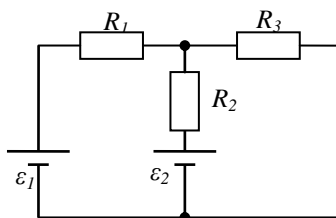


рис. 3.20.

3.21. Три сопротивления $R_1=6$ Ом, $R_2=8$ Ом и $R_3=2$ Ом, а так же два источника тока с ЭДС $\varepsilon_1=3$ В и $\varepsilon_2=1$ В соединены, как показано на рис.3.21. Внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы.

Определите: 1) величины токов в отдельных сопротивлениях; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении R_1 . Ответ: $I_1 = 14/38 \text{ A}$, $I_2 = 1/38 \text{ A}$, $I_3 = 15/38 \text{ A}$, $P_1 = 0,814 \text{ Вт}$.

3.22. Определите величину тока, текущего через амперметр в цепи (рис.3.22.) и количество теплоты, выделившееся в сопротивлении R_1 за интервал времени $\Delta t = 10 \text{ с}$, если у каждого элемента ЭДС $\varepsilon = 2,2 \text{ В}$ и внутреннее сопротивление $r = 20,0 \text{ мОм}$, а $R_1 = R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 6 \text{ Ом}$, $R_4 = 40 \text{ Ом}$ и $R_A = 0,9 \text{ Ом}$. Ответ: $I = 1,016 \text{ А}$, $Q_1 = 5,16 \text{ Дж}$.

3.23. В схеме, изображенной на рис.3.23, $\varepsilon_1 = 1,0 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 2,0 \text{ В}$, $\varepsilon_3 = 3,0 \text{ В}$, $\varepsilon_4 = 4,0 \text{ В}$, $R_1 = 1,0 \text{ Ом}$, $R_2 = 2,0 \text{ Ом}$, $R_3 = 3,0 \text{ Ом}$, $R_4 = 4,0 \text{ Ом}$. Внутреннее сопротивление источников пренебрежимо мало. Определите: 1) величины токов, текущие через сопротивления; 2) количество выделившейся в сопротивлении R_1 теплоты за интервал времени $\Delta t = 100 \text{ с}$. Ответ: $I_1 = I_3 = 1 \text{ А}$, $I_2 = I_4 = 1 \text{ А}$, $Q_1 = 100 \text{ Дж}$

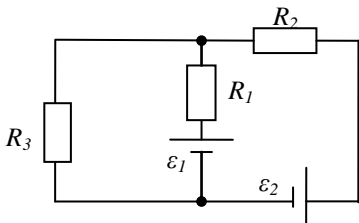


рис. 3.21.

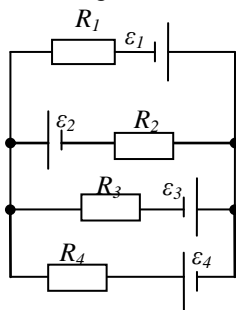


рис. 3.23.

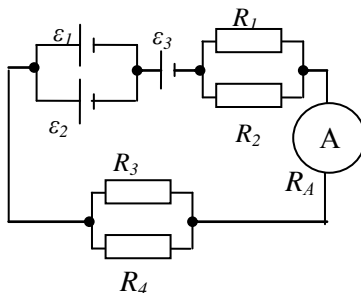


рис. 3.22.

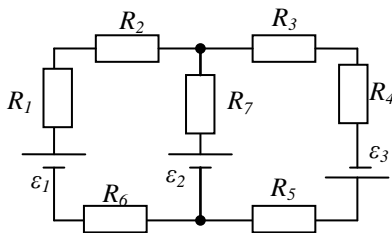


рис. 3.24.

3.24. В схеме, изображенной на рис. 3.24, $\varepsilon_1 = 10,0 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 20,0 \text{ В}$, $\varepsilon_3 = 30,0 \text{ В}$, $R_1 = 1,0 \text{ Ом}$, $R_2 = 2,0 \text{ Ом}$, $R_3 = 3,0 \text{ Ом}$, $R_4 = 4,0 \text{ Ом}$, $R_5 = 5,0 \text{ Ом}$, $R_6 = 6,0 \text{ Ом}$ и $R_7 = 7,0 \text{ Ом}$. Внутреннее сопротивление источников пренебрежимо мало. Определите: 1) величины токов во всех участках цепи; 2) работу, совершенную вторым источником за промежуток времени $\Delta t = 0,1 \text{ с}$. Ответ: $I_1 = 0,6 \text{ А}$, $I_2 = 2,2 \text{ А}$, $I_3 = 2,8 \text{ А}$, $A_2 = 4,4 \text{ Дж}$.

3.25. Элементы схемы, изображенной на рис.3.25, имеют следующие значения: $\varepsilon_1=1$ В, $\varepsilon_2=2$ В, $\varepsilon_3=3$ В, $R_1=100$ Ом, $R_2=200$ Ом, $R_3=300$ Ом, $R_4=400$ Ом. Определить: 1) токи, текущие через сопротивления; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении R_3 . Внутренним сопротивлением источников тока и соединительных проводов пренебречь. Ответ: $I_1=4,5$ мА, $I_2=12,7$ мА, $I_3=8,2$ мА, $I_4=0$, $P_3=20,2$ мВт.

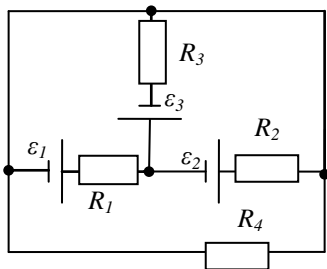


рис. 3.25.