

11.10. Соединение источников тока

11.10.1. Два гальванических элемента с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 12$ В и $\mathcal{E}_2 = 6$ В и одинаковым внутренним сопротивлением $r = 10$ Ом соединены последовательно и замкнуты на внешнее сопротивление $R = 10$ Ом. Определите силу тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении.

11.10.2. Имеется два последовательно соединенных гальванических элемента с одинаковыми ЭДС, но разными внутренними сопротивлениями r_1 и r_2 . При каком внешнем сопротивлении R разность потенциалов на зажимах одного из элементов равна нулю и на каком элементе?

11.10.3. Батарея для карманного фонаря имеет ЭДС $\mathcal{E} = 1,5$ В и внутреннее сопротивление $r = 0,5$ Ом. Сколько таких батареек надо соединить последовательно, чтобы питать лампу мощностью $P = 6$ Вт, рассчитанную на напряжение $U = 12$ В?

11.10.4. Два источника тока соединили последовательно и замкнули на внешнее сопротивление $R = 4$ Ом. При этом сила тока в цепи $I_1 = 1,83$ А. Затем один из источников перевернули, включив навстречу другому источнику. Сила тока в цепи стала $I_2 = 0,34$ А. Найдите ЭДС и внутреннее сопротивление каждого источника, если при замыкании каждого на внешнее сопротивление R через него текут токи $I_3 = 1$ и $I_4 = 1,3$ А соответственно.

• **11.10.5.** Батарея аккумуляторов состоит из $n = 8$ элементов, соединенных последовательно. ЭДС каждого элемента $\mathcal{E} = 1,5$ В, внутреннее сопротивление $r = 0,25$ Ом. Внешнюю цепь образуют два параллельно соединенных проводника сопротивлениями $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 50$ Ом. Определите напряжение на зажимах батареи.

11.10.6. Чему будет равна разность потенциалов между любыми двумя точками цепи, изображенной на рисунке 11.10.1? ЭДС каждого элемента \mathcal{E} , а внутреннее сопротивление r . Сопротивлением проводов пренебречь.

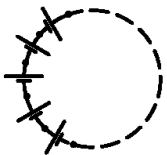


Рис. 11.10.1

• **11.10.7.** Батарея состоит из $n = 5$ последовательно соединенных источников тока с ЭДС $\mathcal{E} = 1,4$ В и внутренним сопротивлением $r = 0,3$ Ом каждого. При какой силе тока мощность, выделяющаяся во внешней цепи, $P = 8$ Вт? Чему равна наибольшая мощность P_{\max} во внешней цепи?

• **11.10.8.** Два источника тока с одинаковыми ЭДС $\mathcal{E} = 120$ В и внутренними сопротивлениями $r_1 = 0,5$ Ом и $r_2 = 0,6$ Ом соединены параллельно одинаковыми полюсами и замкнуты на резистор сопротивлением $R = 10$ Ом. Найдите мощность каждого источника и мощность, выделяющуюся на внешнем сопротивлении.

11.10.9. Батарея из N одинаковых аккумуляторов замкнута на внешнее сопротивление R . Чему равно внутреннее сопротивление r одного аккумулятора, если сила тока, текущего по внешнему сопротивлению, одинакова при параллельном и последовательном соединении аккумуляторов в батарею?

11.10.10. Как при последовательном, так и при параллельном соединении двух одинаковых батарей на внешнем сопротивлении выделилась мощность $P_0 = 160$ Вт. Какая мощность будет выделяться на внешнем сопротивлении, если замкнуть на него лишь одну батарею?

11.10.11. Из $N = 400$ одинаковых элементов составлена батарея так, что образовано n соединенных последовательно групп, в каждой из которых содержится m элементов, соединенных параллельно. Внутреннее сопротивление одного элемента $r = 1$ Ом; внешнее сопротивление $R = 100$ Ом. При каких значениях n и m сила тока во внешней цепи будет максимальна?

11.10.12. Десять источников тока с внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом каждый сначала соединили последовательно и замкнули на внешнее сопротивление R , а затем параллельно и замкнули на то же внешнее сопротивление. Определите сопротивление R , если выделившаяся на нем мощность изменилась в $\eta = 9$ раз.

11.10.13. Два аккумулятора с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 1,3$ В и $\mathcal{E}_2 = 2$ В и внутренними сопротивлениями $r_1 = 0,1$ Ом и $r_2 = 0,25$ Ом соединены параллельно одинаковыми полюсами. Найдите силу тока в цепи и напряжение на зажимах аккумуляторов.

11.10.14. Два гальванических элемента с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 1,5$ В и $\mathcal{E}_2 = 2$ В соединены параллельно одинаковыми полюсами. Вольтметр, подключенный к клеммам батареи, показал напряжение $U = 1,7$ В. Определите отношение внутренних сопротивлений элементов. Током через вольтметр пренебречь.

11.10.15. Два гальванических элемента с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 10$ В и $\mathcal{E}_2 = 6$ В и одинаковыми внутренними сопротивлениями $r = 1$ Ом соединены параллельно и замкнуты на внешнее сопротивление $R = 0,5$ Ом. Найдите количество теплоты, выделяющееся за 1 с в первом элементе.

Ответы:

$$11.10.1. I = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{R + 2r} = 1,5 \text{ A};$$

$$U = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{R + 2r} R = 15 \text{ В.}$$

11.10.2. При $R = r_1 - r_2$ на элементе сопротивлением r_1 , если $r_1 > r_2$; при $R = r_2 - r_1$ на элементе сопротивлением r_2 , если $r_2 > r_1$.

$$11.10.3. n \geq \frac{U^2}{\mathcal{E}U - rP} = 10.$$

$$11.10.4. \mathcal{E}_1 = 5,14 \text{ В}; r_1 = 1,14 \text{ Ом};$$

$$\mathcal{E}_2 = 7,5 \text{ В}; r_2 = 1,76 \text{ Ом}.$$

$$11.10.6. \Delta\varphi_{ij} = 0.$$

$$11.10.9. r = R.$$

$$11.10.10. P_1 = \frac{9}{16} P_0 = 90 \text{ Вт.}$$

$$11.10.11. n = 200; m = 2.$$

$$11.10.12. R_{\text{посл}} = r \frac{n\sqrt{\eta} - 1}{n - \sqrt{\eta}} \approx$$

$$\approx 4,14 \text{ Ом}; R_{\text{пар}} = r \frac{n - \sqrt{\eta}}{n\sqrt{\eta} - 1} = 0,24 \text{ Ом}.$$

$$11.10.13. I = \frac{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}{r_1 + r_2} = 2 \text{ А};$$

$$U = \frac{\mathcal{E}_1 r_2 + \mathcal{E}_2 r_1}{r_1 + r_2} = 1,5 \text{ В.}$$

$$11.10.14. \frac{r_1}{r_2} = \frac{\mathcal{E}_1 - U}{U - \mathcal{E}_2} = \frac{2}{3}.$$

11.10.15.

$$P = r \left[\frac{\mathcal{E}_1 r - (\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1) R}{r(r + 2R)} \right]^2 \approx 36 \text{ Вт.}$$

11.11.2. Слева направо,

$$I = \frac{\mathcal{E}_2 R_2 - \mathcal{E}_1 R_1}{R_1 R_2 + R(R_1 + R_2)} = 0,02 \text{ А.}$$

11.11.3. Положительный полюс источника подключить к точке B;

$$\mathcal{E} = \frac{I(R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3) - \mathcal{E}_1 R_2}{R_1 + R_2} =$$

$$= 3,6 \text{ В.}$$

$$11.11.4. I = \frac{\mathcal{E}_2 R_2 + (\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2) R_3}{R(R_2 + R_3) + R_2 R_3}.$$