

11.8. Электродвижущая сила. Закон Ома для замкнутой цепи

11.8.1. ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 3,6$ В. Какой заряд переместился внутри источника от одного полюса к другому, если сторонние силы совершили работу $A = 72$ Дж?

11.8.2. При питании плеера от элемента с ЭДС $\mathcal{E} = 3$ В сила тока в цепи $I = 0,1$ А. Найдите работу сторонних сил в элементе за время $t = 10$ мин.

11.8.3. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 4,5$ В, внутреннее сопротивление $r = 2$ Ом. Батарейка замкнута на резистор сопротивлением $R = 7$ Ом. Найдите силу тока в цепи и напряжение на зажимах батарейки.

11.8.4. В проводнике сопротивлением $R = 2$ Ом, подключенном к источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 1,1$ В, сила тока $I = 0,5$ А. Определите силу тока при коротком замыкании источника.

11.8.5. Во сколько раз напряжение на зажимах источника тока отличается от его ЭДС, если внутреннее сопротивление источника в $n = 3$ раза меньше сопротивления внешней цепи?

• **11.8.6.** Какую допускают относительную ошибку в измерении ЭДС \mathcal{E} источника тока, если показания вольтметра, присоединенного к его полюсам, принимают за ЭДС? Сопротивление источника тока $r = 0,5$ Ом, сопротивление вольтметра $R = 200$ Ом.

• **11.8.7.** В схеме на рисунке 11.8.1 ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 5$ В, внутреннее сопротивление $r = 0,1$ Ом. Найдите силы токов I_1 и I_2 , текущих через резисторы сопротивлениями $R_1 = 4$ Ом и $R_2 = 6$ Ом.

11.8.8. Кусок проволоки сопротивлением $R = 10$ Ом свернули в кольцо и подключили к источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 1$ В и внутренним сопротивлением $r = 0,5$ Ом в двух точках, лежащих на противоположных сторонах диаметра кольца. Определите силу тока через источник.

11.8.9. Для измерения падения напряжения на резисторе сопротивлением R , подключенном к батарее с внутренним сопротивлением r , использовали вольтметр. Оказалось, что падение напряжения на резисторе R (до подключения вольтметра) больше показания прибора в n раз. Определите сопротивление вольтметра.

11.8.10. Цепь состоит из аккумулятора с внутренним сопротивлением r и нагрузки сопротивлением R . Вольтметр, подключенный последовательно, а затем параллельно к нагрузке, показывает одно и то же напряжение. Определите сопротивление вольтметра.

11.8.11. Сила тока в цепи, содержащей источник тока и сопротивление $R_1 = 4$ Ом, равна $I_1 = 0,2$ А. Если же внешнее сопротивление $R_2 = 7$ Ом, то сила тока в цепи $I_2 = 0,14$ А. Чему будет равна сила тока в цепи, если источник замкнуть накоротко?

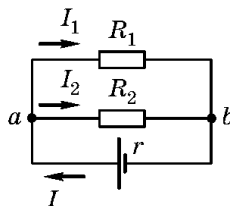


Рис. 11.8.1

11.8.12. При силе тока $I_1 = 1,5$ А напряжение на участке цепи $U_1 = 20$ В, а при силе тока $I_2 = 0,5$ А напряжение на том же участке $U_2 = 8$ В. Чему равна ЭДС, действующая на этом участке?

11.8.13. Определите внутреннее сопротивление аккумулятора, если известно, что при замыкании его на внешнее сопротивление $R_1 = 1$ Ом напряжение на зажимах аккумулятора равно $U_1 = 2$ В, а при замыкании на внешнее сопротивление $R_2 = 2$ Ом напряжение на зажимах $U_2 = 2,4$ В.

11.8.14. Когда внешнее сопротивление цепи уменьшили на 32%, сила тока стала на 20% больше. На сколько процентов увеличилась бы сила тока, если бы внешнее сопротивление уменьшилось на 60%?

11.8.15. При включении плеера напряжение на зажимах источника тока $U = 2,8$ В. ЭДС батареи элементов $\mathcal{E} = 3$ В, внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. Найдите силу тока. Какую работу совершают сторонние силы источника за время $t = 5$ мин? Какова работа тока во внешней и внутренней частях цепи?

11.8.16. ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 2$ В, внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. Определите силу тока, если во внешней цепи выделяется мощность $P = 0,75$ Вт. Почему получилось два ответа?

11.8.17. У аккумулятора с внутренним сопротивлением $r = 0,08$ Ом при силе тока $I_1 = 4$ А мощность во внешней цепи $P_1 = 8$ Вт. Какой будет мощность во внешней цепи при силе тока $I_2 = 6$ А?

11.8.18. При каком внешнем сопротивлении от источника тока, ЭДС которого $\mathcal{E} = 3$ В и внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, можно получить максимальную полезную мощность? Постройте график зависимости полезной мощности от внешнего сопротивления.

11.8.19. Какую наибольшую полезную мощность P_{\max} можно получить от источника тока с ЭДС $\mathcal{E} = 100$ В и внутренним сопротивлением $r = 20$ Ом? Какую наибольшую мощность $P_{\text{к.з.}}$ можно получить, если максимально допустимый ток через источник составляет $\eta = 0,1$ от тока короткого замыкания?

11.8.20. Источник тока с ЭДС $\mathcal{E} = 2,2$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом замкнут медной проволокой, масса которой $m = 30,3$ г. Сопротивление проволоки подобрано таким образом, что на ней выделяется максимальная мощность. Насколько нагреется проволока за время $t = 5$ мин?

• **11.8.21.** Источник постоянного тока замыкают на резистор: один раз — сопротивлением $R_1 = 4$ Ом, другой раз — сопротивлением $R_2 = 9$ Ом. В обоих случаях количество теплоты, выделяющееся на резисторах за одно и то же время, одинаково. Определите внутреннее сопротивление источника.

11.8.22. Сопротивление внешней цепи увеличили в $n = 2,25$ раза. При этом мощность, выделяющаяся на нем, осталась прежней. Найдите, во сколько раз внутреннее сопротивление r источника отличается от первоначального сопротивления R внешней цепи.

11.8.23. Определите силу тока короткого замыкания для аккумуляторной батареи, если при силе тока $I_1 = 5$ А она отдает во внешнюю цепь мощность $P_1 = 9,5$ Вт, а при $I_2 = 8$ А — $P_2 = 14,4$ Вт.

11.8.24. Какой силы ток пойдет по подводящим проводам при коротком замыкании источника напряжения, если на двух резисторах сопротивлениями $R_1 = 200$ Ом и $R_2 = 500$ Ом выделяется при поочередном включении одинаковая мощность $P = 200$ Вт?

11.8.25. К аккумулятору с внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили резистор сопротивлением $R = 8$ Ом. Затем параллельно с первым подключили второй такой же резистор. Найдите отношение мощностей, выделяющихся во внешней цепи в первом и втором случаях.

11.8.26. Замкнутая цепь состоит из источника тока с ЭДС $\mathcal{E} = 1,5$ В и внутренним сопротивлением $r = 0,5$ Ом и реостата, максимальное сопротивление которого $R_0 = 30$ Ом. При изменении сопротивления реостата изменяется сила тока в цепи. Выразите мощность, выделяемую на нагрузке, как функцию силы тока. При какой силе тока I_0 мощность, выделяемая на нагрузке, будет максимальной? Постройте график зависимости полезной мощности от силы тока в цепи.

Ответы:

11.8.1. $q = \frac{A}{\mathcal{E}} = 20$ Кл.

11.8.2. $A = \mathcal{E}It = 720$ Дж.

11.8.3. $I = \frac{\mathcal{E}}{r+R} = 0,5$ А;

$U = \frac{\mathcal{E}R}{r+R} = 3,5$ В.

11.8.4. $I_{к.з.} = \frac{\mathcal{E}I}{\mathcal{E}-IR} = 3,5$ А.

11.8.5. Меньше в $\frac{n+1}{n} = \frac{4}{3}$ раза.

11.8.8. $I = \frac{4\mathcal{E}}{R+4r} = 0,33$ А.

11.8.9. $R_V = \frac{rR}{(n-1)(r+R)}$.

11.8.10. $R_V = \frac{R^2}{r}$.

11.8.11. $I_{к.з.} = \frac{I_1I_2(R_2-R_1)}{I_2R_2-I_1R_1} = 0,47$ А.

11.8.12. $\mathcal{E} = \frac{I_1U_2-I_2U_1}{I_1-I_2} = 2$ В.

11.8.13. $r = \frac{R_1R_2(U_2-U_1)}{U_1R_2-U_2R_1} = 0,35$ Ом.

11.8.14. На 45%.

11.8.15. $I = \frac{\mathcal{E}-U}{r} = 0,2$ А;

$A_{ст} = I\mathcal{E}t = 180$ Дж; $A_{внеш} = UIt = 168$ Дж; $A_{вн} = 12$ Дж.

11.8.16. $I_{1,2} = \frac{\mathcal{E} \pm \sqrt{\mathcal{E}^2 - 4P}}{2r}$;

$I_1 = 0,5$ А; $I_2 = 1,5$ А.

11.8.17. $P_2 = \frac{(P_1+I_1^2r)I_2}{I_1} - I_2^2r \approx 11$ Вт.

11.8.18. $R = r = 1$ Ом; рис. 42.

11.8.19. $P_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r} = 125$ Вт;

$P_{к.з.} = \frac{\mathcal{E}^2\eta(\eta-1)}{r} = 45$ Вт.

11.8.20. $\Delta T = \frac{\mathcal{E}^2t}{4c_mmr} \approx 31,7$ К.

11.8.22. В $\sqrt{n} = 1,5$ раза.

11.8.23. $I_{к.з.} = \frac{P_1I_2^2 - P_2I_1^2}{P_1I_2 - P_2I_1} = 62$ А.

11.8.24. $I_{к.з.} = 2 \frac{\sqrt{P}(\sqrt{R_1} + \sqrt{R_2})}{\sqrt{R_1R_2}} = 5,16$ А.

11.8.25. $\frac{P_1}{P_2} = \frac{(R+2r)^2}{2(R+r)^2} \approx 0,62$.

11.8.26. $P = I(\mathcal{E} - rI) = T(1,5 - 0,5r)$;

$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{2r} = 1,5$ А; рис. 43.

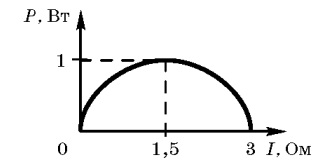


Рис. 43

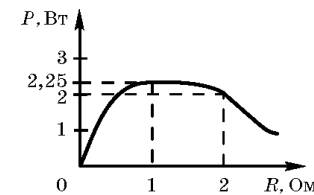


Рис. 42