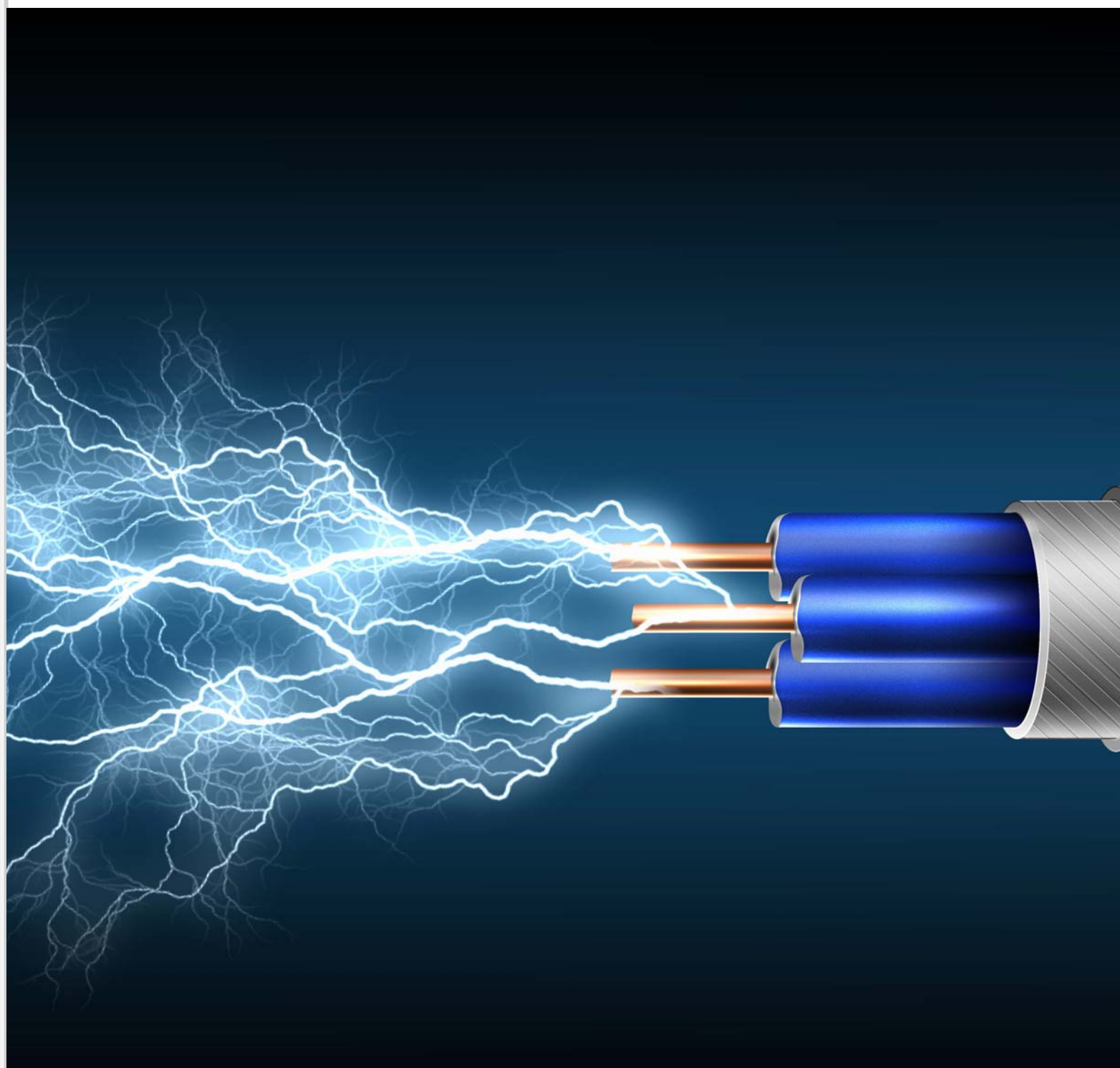


Виртуальный курс физики

Электричество и магнетизм

Постоянный электрический ток.
Задачи с решениями



ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Постоянный электрический ток

Задачи с решениями

З а д а ч а 1. Найти отношение масс медного и алюминиевого проводов одинаковой длины и электрического сопротивления. Плотность меди равна 8900 кг/м^3 , алюминия – 2700 кг/м^3 . Удельное сопротивление меди равно $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$, алюминия – $2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Дано:

$$\rho_{\text{элCu}} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м},$$
$$\rho_{\text{элAl}} = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м},$$
$$\rho_{\text{мехCu}} = 8900 \text{ кг/м}^3,$$
$$\rho_{\text{мехAl}} = 2700 \text{ кг/м}^3$$

$$\frac{m_{\text{Cu}}}{m_{\text{Al}}} = ?$$

Решение. Выразим массу проводов через их ПЛОТНОСТЬ:

$$m_{\text{Cu}} = \rho_{\text{мехCu}} V = \rho_{\text{мехCu}} l S_{\text{Cu}},$$

$$m_{\text{Al}} = \rho_{\text{мехAl}} V = \rho_{\text{мехAl}} l S_{\text{Al}},$$

где $\rho_{\text{мехCu}}$, $\rho_{\text{мехAl}}$ – плотность меди и алюминия соответственно; S_{Cu} , S_{Al} – площади поперечного сечения медного и алюминиевого проводов; l – их длина.

Площади поперечного сечения выразим с помощью формулы $R = \rho \frac{l}{S}$:

$$S_{\text{Cu}} = \frac{\rho_{\text{элCu}} l}{R}, \quad S_{\text{Al}} = \frac{\rho_{\text{элAl}} l}{R}.$$

Тогда

$$\frac{m_{\text{Cu}}}{m_{\text{Al}}} = \frac{\rho_{\text{мехCu}} l S_{\text{Cu}}}{\rho_{\text{мехAl}} l S_{\text{Al}}} = \frac{\rho_{\text{мехCu}} \rho_{\text{элCu}}}{\rho_{\text{мехAl}} \rho_{\text{элAl}}} = \frac{8900 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8}}{2700 \cdot 2,8 \cdot 10^{-8}} = 2.$$

Ответ: отношение масс равно 2.

З а д а ч а 2. Найти общее сопротивление цепи (рис. 11.11), если сопротивления всех резисторов одинаковы и равны R .

Решение. Так как схема обладает плоскостью симметрии, проходящей через точки A и B , потенциалы точек a и b , а также точек c и d одинаковы. Поэтому токи в ветвях $a-b$ и $c-d$ отсутствуют, и эти ветви можно исключить из схемы, которая приобретает вид, приведенный на рис. 10.1.

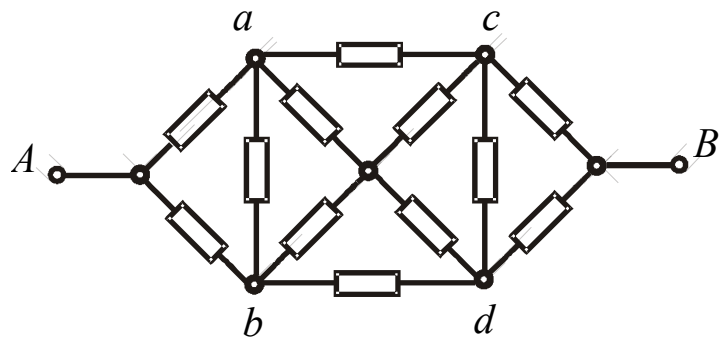


Рис. 10.2

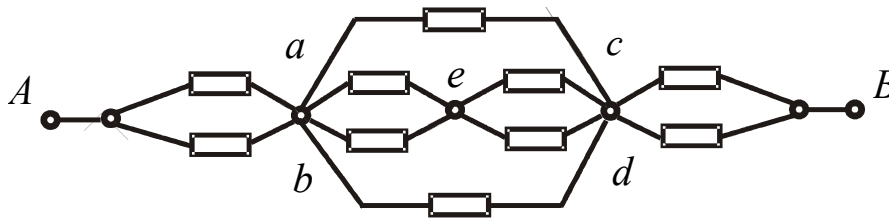


Рис. 10.2

Заменим в этой схеме резисторы, соединенные параллельно на участках $A-ab$, $ab-e$, $e-cd$ и $cd-B$, эквивалентными (рис. 10.3):

$$R_{A-ab} = \frac{RR}{R+R} = 0,5R,$$

$$R_{ab-e} = R_{e-cd} = R_{cd-B} = 0,5R.$$

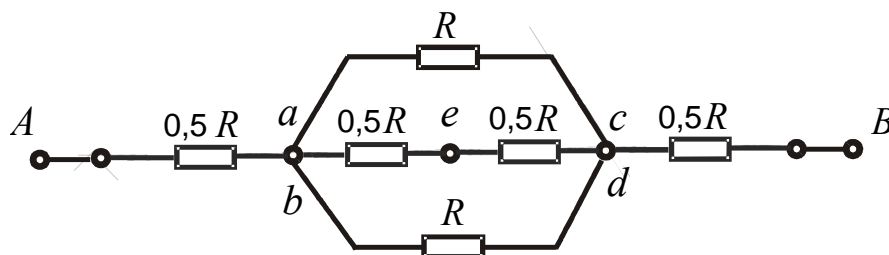


Рис. 10.3

Найдем эквивалентное сопротивление на участке $ab-cd$ (рис. 10.4):

$$R_{a-e-c} = 0,5R + 0,5R = R,$$

$$\frac{1}{R_{ab-cd}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_{a-e-c}} + \frac{1}{R}, \quad R_{ab-cd} = \frac{R}{3}.$$

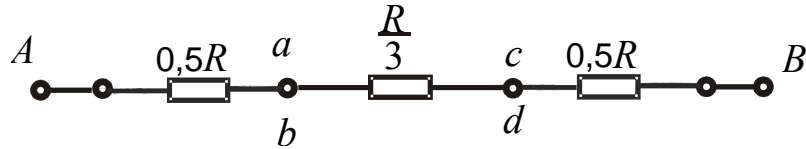


Рис. 10.4

Определим общее сопротивление цепи:

$$R_{AB} = 0,5R + \frac{R}{3} + 0,5R = \frac{4R}{3}.$$

Ответ: $\frac{m_{Cu}}{m_{Al}} = \frac{4}{3} R.$

З а д а ч а 3. Гальванометр с ценой деления 1 мкА и числом делений 100 имеет внутреннее сопротивление 50 Ом. Как приспособить этот гальванометр: а) для измерения токов до 10 мА; б) для измерения напряжений до 1 В?

Дано:

$$I = 10^{-6} \text{ А/дел}, R_{\Gamma} = 50 \text{ Ом},$$

$$N = 100 \text{ дел}, I_{\max} = 10 \text{ мА},$$

$$U_{\max} = 1 \text{ В}$$

$$R_{\text{ш}} = ? \quad R_{\text{доб}} = ?$$

Решение. Для того чтобы использовать гальванометр в качестве амперметра, необходимо параллельно ему подсоединить сопротивление $R_{\text{ш}}$ (шунт), величина которого может быть вычислена по формуле

$$R_{\text{ш}} = \frac{R_{\Gamma}}{n_A - 1},$$

где $n_A = \frac{I_{\max}}{I_{\Gamma}} = \frac{I_{\max}}{iN} = \frac{0,01}{10^{-6} \cdot 100} = 100$ – коэффициент, показывающий, во

сколько раз измеряемый ток I_{\max} больше тока I_{Γ} , на который рассчитан гальванометр.

Подставляя исходные данные, получаем

$$R_{\text{ш}} = \frac{50}{100 - 1} = \frac{50}{99} \text{ Ом}.$$

Если гальванометр требуется использовать как вольтметр, то к нему следует подключить последовательно добавочное сопротивление $R_{\text{доб}}$:

$$R_{\text{доб}} = R_{\Gamma} (n_V - 1),$$

где $n_V = \frac{U_{\text{max}}}{U_{\Gamma}} = \frac{U_{\text{max}}}{iNR_{\Gamma}} = \frac{1}{10^{-6} \cdot 100 \cdot 50} = 200$ – коэффициент, показывающий, во

сколько раз измеряемое напряжение U_{max} больше напряжения U_{Γ} , на которое рассчитан гальванометр.

С учетом исходных данных получаем

$$R_{\text{доб}} = 50 \cdot (200 - 1) = 9950 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R_{\text{ш}} = \frac{50}{99} \text{ Ом}, R_{\text{доб}} = 9950 \text{ Ом.}$

З а д а ч а 4. Дана схема электрической цепи (рис. 10.5), в которой $\varepsilon = 25 \text{ В}, r = 1, R_1 = 4, R_2 = 2, R_3 = 12, R_4 = 20 \text{ Ом}$. Определить показания амперметра и вольтметра, падение напряжения на каждом сопротивлении. Сопротивлением амперметра следует пренебречь, а сопротивление вольтметра считать бесконечно большим.

Дано:
 $\varepsilon = 25 \text{ В}, r = 1 \text{ Ом}, R_1 = 4 \text{ Ом},$
 $R_2 = 2 \text{ Ом}, R_3 = 12 \text{ Ом}, R_4 = 20 \text{ Ом}$

 $I = ? U = ? U_{1-4} = ?$

Решение. Найдем общее сопротивление цепи. Сопротивления R_1 и R_3 соединены параллельно, поэтому

$$R_{13} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = \frac{4 \cdot 12}{4 + 12} = 3 \text{ Ом.}$$

Сопротивления R_{13} и R_2 соединены последовательно:

$$R_{123} = R_{13} + R_2 = 3 + 2 = 5 \text{ Ом},$$

а сопротивления R_{123} и R_4 – параллельно:

$$R_{1234} = \frac{R_{123} R_4}{R_{123} + R_4} = \frac{5 \cdot 20}{5 + 20} = 4 \text{ Ом.}$$

Сила тока в цепи (показание амперметра)

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{1234} + r} = \frac{25}{4 + 1} = 5 \text{ А.}$$

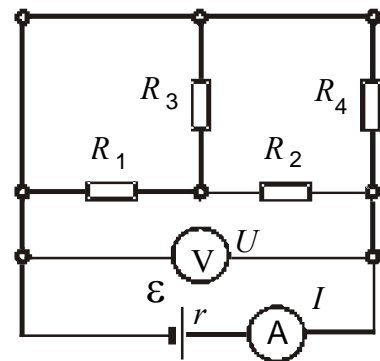


Рис. 10.5

Показание вольтметра равно падению напряжения на внешнем участке цепи:

$$U = IR_{1234} = 5 \cdot 4 = 20 \text{ В.}$$

Падение напряжения на резисторе R_4 составляет $U_4 = 20 \text{ В}$. Сила тока, протекающего через сопротивление R_2 ,

$$I_{123} = \frac{U}{R_{123}} = \frac{20}{5} = 4 \text{ А,}$$

а падение напряжения на этом сопротивлении –

$$U_2 = I_{123}R_2 = 4 \cdot 2 = 8 \text{ В.}$$

Так как резисторы R_1 и R_3 соединены параллельно, падение напряжения на них одинаково:

$$U_1 = U_3 = U_{13} = I_{123}R_{13} = 4 \cdot 3 = 12 \text{ В.}$$

Ответ: $I = 5 \text{ А}$, $U = 20$, $U_1 = 12$, $U_2 = 8$, $U_3 = 12$, $U_4 = 20 \text{ В}$.

З а д а ч а 5. Конденсаторы емкостью $C_1 = 2$ и $C_2 = 1$ мкФ и резисторы сопротивлением $R_1 = 100$, $R_2 = 40$, $R_3 = 60$ Ом подключены к источнику тока напряжением $U = 100 \text{ В}$ (рис. 10.6). Найти установившийся заряд на конденсаторе C_2 .

Дано:

$U = 100 \text{ В}$, $R_1 = 100 \text{ Ом}$,
 $R_2 = 40 \text{ Ом}$, $R_3 = 60 \text{ Ом}$, $C_1 = 2 \text{ мкФ}$,
 $C_2 = 1 \text{ мкФ}$

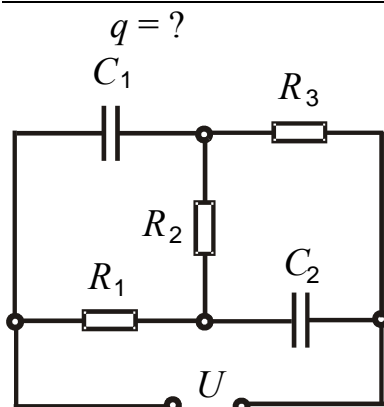


Рис. 10.6

Решение. В установившемся режиме ток будет протекать по ветвям, содержащим сопротивления R_1 , R_2 и R_3 , соединенные последовательно:

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{100}{100 + 40 + 60} = 0,5 \text{ А.}$$

На конденсаторе C_2 установится напряжение, равное падению напряжения на последовательно соединенных резисторах R_2 и R_3 :

$$U_{C_2} = I(R_2 + R_3) = 0,5 \cdot (40 + 60) = 50 \text{ В.}$$

Тогда установившийся заряд на конденсаторе C_2 составляет

$$q = C_2 U_{C_2} = 10^{-6} \cdot 50 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл.}$$

Ответ: $q = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$.

З а д а ч а 6. Три лампы мощностью 40, 60 и 100 Вт с номинальным напряжением 220 В включены в сеть с постоянным напряжением 380 В (рис. 10.7). Какую мощность потребляет каждая лампа?

Дано:
 $P_1 = 40$ Вт, $P_2 = 60$ Вт,
 $P_3 = 100$ Вт, $U_n = 220$ В,
 $U = 380$ В

$$P'_1 = ? \quad P'_2 = ? \quad P'_3 = ?$$

Решение. При решении подобных задач следует помнить, что номинальная и потребляемая мощности лампы отличаются друг от друга. Для вычисления потребляемых лампами мощностей необходимо определить их сопротивления:

$$R_1 = \frac{U_n^2}{P_1} = \frac{220^2}{40} = 1210,$$

$$R_2 = \frac{U_n^2}{P_2} = \frac{220^2}{60} = 806,7,$$

$$R_3 = \frac{U_n^2}{P_3} = \frac{220^2}{100} = 484 \text{ Ом.}$$

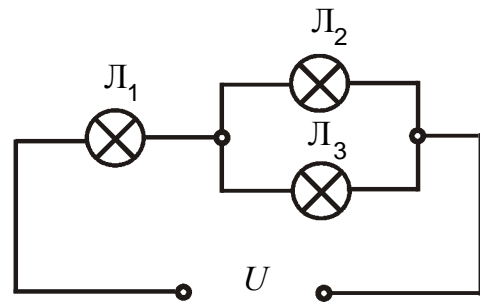


Рис. 10.7

При смешанном соединении резисторов общее сопротивление цепи составляет

$$R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 1210 + \frac{806,7 \cdot 484}{806,7 + 484} = 1512,5 \text{ Ом.}$$

Сила тока, протекающего через первую лампу,

$$I_1 = \frac{U}{R} = \frac{380}{1512,5} = 0,251 \text{ А.}$$

Мощность, потребляемая первой лампой,

$$P'_1 = I_1^2 R_1 = 0,251^2 \cdot 1210 = 76,4 \text{ Вт.}$$

Падение напряжения на первой лампе

$$U_1 = I_1 R_1 = 0,251 \cdot 1210 = 304 \text{ В.}$$

Напряжение на зажимах второй и третьей лампы, соединенных параллельно,

$$U_{23} = U - U_1 = 380 - 304 = 76 \text{ В.}$$

Теперь нетрудно найти мощности, потребляемые второй и третьей лампами:

$$P'_2 = \frac{U_{23}^2}{R_2} = \frac{76^2}{806,7} = 7,2 \text{ Вт}, \quad P'_3 = \frac{U_{23}^2}{R_3} = \frac{76^2}{484} = 11,9 \text{ Вт.}$$

Ответ: $P_1 = 76,4$, $P_2 = 7,2$, $P_3 = 11,9$ Вт.

З а д а ч а 7. Амперметр с сопротивлением 4 Ом, подключенный к источнику тока, показывает силу тока 2 А. Вольтметр с сопротивлением 200 Ом, подключенный к такому же источнику тока, показывает напряжение 10 В. Найти ток короткого замыкания источника.

Дано:
 $R_A = 4 \text{ Ом}$, $R_V = 200 \text{ Ом}$,
 $I = 2 \text{ А}$, $U = 10 \text{ В}$

$$I_{к.з} = ?$$

Решение. При подключении к источнику тока амперметра по нему течет ток

$$I = \frac{\varepsilon}{R_A + r},$$

где ε – ЭДС источника; r – его внутреннее сопротивление.

Если к источнику подключен вольтметр, напряжение на его зажимах равно

$$U = \frac{\varepsilon R_V}{R_V + r}.$$

Отсюда

$$\varepsilon = I(R_A + r), \quad \varepsilon R_V = U(R_V + r).$$

Решая эти уравнения совместно, получаем

$$r = \frac{(U - IR_A)R_V}{IR_V - U} = \frac{(10 - 2 \cdot 4) \cdot 200}{2 \cdot 200 - 10} = 1,026 \text{ Ом},$$

$$\varepsilon = I(R_A + r) = 2 \cdot (4 + 1,026) = 10,05 \text{ В.}$$

Ток короткого замыкания источника составляет

$$I_{к.з} = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{10,05}{1,026} = 9,8 \text{ А.}$$

Ответ: $I_{к.з} = 9,8 \text{ А}$.

З а д а ч а 8. Три одинаковых источника тока с ЭДС 2 В и внутренним сопротивлением 1 Ом включены в цепь по схеме, показанной на рис. 10.8. Амперметр показывает силу тока 0,2 А. Сопротивления резисторов $R_1 = 10$ и $R_2 = 15$ Ом. Какое напряжение показывает вольтметр? Сопротивление вольтметра очень велико, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

Дано:
 $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 15$ Ом,
 $I = 0,2$ А, $R = 1$ Ом, $\varepsilon = 2$ В

 $U = ?$

Решение. Так как резисторы R_1 и R_2 соединены параллельно, их эквивалентное сопротивление составляет

$$R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15} = 6 \text{ Ом.}$$

При смешанном соединении внутренних сопротивлений источников тока эквивалентное внутреннее сопротивление равно

$$r_0 = \frac{r r}{r + r} + r = 1,5r = 1,5 \text{ Ом.}$$

При параллельном соединении источников тока эквивалентная ЭДС равна ЭДС одного источника, а при последовательном их соединении ЭДС складываются. Поэтому эквивалентная ЭДС трех источников тока в цепи

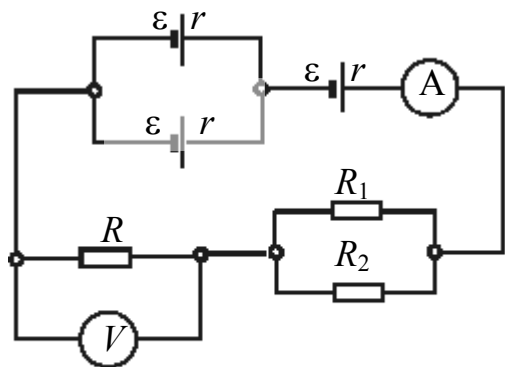


Рис. 10.8

$$\varepsilon_0 = \varepsilon + \varepsilon = 2 + 2 = 4 \text{ В.}$$

Из закона Ома для полной цепи следует

$$\varepsilon = U + U_0 + Ir_0,$$

где U – искомое падение напряжения на сопротивлении R ; $U_0 = IR_0$ – падение напряжения на сопротивлениях R_1 и R_2 . Отсюда

$$U = \varepsilon_0 - I(R_0 + r_0) = 4 - 0,2 \cdot (6 + 1,5) = 2,5 \text{ В.}$$

Ответ: $U = 2,5$ В.

Задача 9. В установившемся режиме работы кабина лифта массой 200 кг поднимается на 5 м за 50 с (рис. 10.9). Электродвигатель привода лифта питается от сети с напряжением 220 В. Сила сопротивления движению кабины 500 Н. Найти пусковой ток двигателя, если в установившемся режиме по его обмоткам течет ток 2 А.

Дано:
 $U = 220 \text{ В}$, $m = 200 \text{ кг}$, $h = 5 \text{ м}$,
 $t = 50 \text{ с}$, $I = 2 \text{ А}$, $F_c = 500 \text{ Н}$

$I_{\text{п}} = ?$

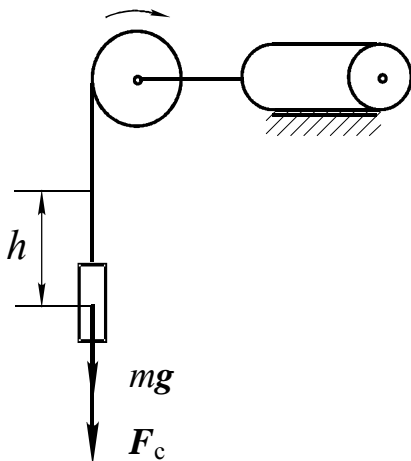
Решение. Электродвигатель
 потребляет от сети энергию, равную

$$A = UIt.$$

В установившемся режиме эта энергия расходуется на совершение механической работы $A_{\text{мех}}$ и преодоление потерь $A_{\text{дв}}$ на нагревание обмоток двигателя:

$$A = A_{\text{мех}} + A_{\text{дв}}.$$

Механическая работа $A_{\text{мех}}$ равна работе сил тяжести mg и сопротивления движению F_c , приложенных к кабине лифта:



$$A_{\text{мех}} = mgh + F_c h = 200 \cdot 9,8 \cdot 5 + 500 \cdot 5 = 12300 \text{ Дж}.$$

Энергия, расходуемая на нагревание обмоток двигателя, равна

$$A_{\text{дв}} = Q = I^2 R t,$$

где R – сопротивление обмоток двигателя, которое можно найти из выражения мощности, потребляемой двигателем в начальный момент.

Рис. 10.9

Так как в момент пуска ротор двигателя неподвижен, механическая мощность сил, приложенных к кабине лифта, равна нулю. Поэтому вся подводимая мощность $P = UI$ идет на нагревание обмоток двигателя:

$$P = P_{\text{дв}}, \quad UI_{\text{п}} = I_{\text{п}}^2 R.$$

Отсюда следует, что

$$R = \frac{U}{I_{\text{п}}}.$$

Тогда

$$A_{\text{дв}} = \frac{I^2 U t}{I_{\text{п}}}$$

В результате получаем

$$I U t = m g h + F_c h + \frac{I^2 U t}{I_{\text{п}}}$$

Из этого выражения легко получить формулу для определения пускового тока двигателя:

$$I_{\text{п}} = \frac{I^2 U t}{I U t - (m g + F_c) h}$$

Расчет позволяет установить, что

$$I_{\text{п}} = \frac{2^2 \cdot 220 \cdot 50}{2 \cdot 220 \cdot 50 - (200 \cdot 9,8 + 500) \cdot 5} = 4,5 \text{ А.}$$

Ответ: $I_{\text{п}} = 4,5 \text{ А.}$

З а д а ч а 10. Электровоз массой 400 т поднимается в гору с уклоном 0,01 со скоростью 72 км/ч (рис. 10.10). Коэффициент полезного действия электровоза 85 %, сопротивление его движению составляет 0,02 веса. Напряжение в линии 3000 В. Найти сопротивление обмотки двигателя электровоза.

<p>Дано:</p> <p>$M = 4 \cdot 10^5 \text{ кг}$, $\text{tg} \alpha = 0,01$, $v = 20 \text{ м/с}$,</p> <p>$\eta = 0,85$, $\mu = 0,02$, $U = 3000 \text{ В}$</p> <hr/> <p>$R = ?$</p>	<p><i>Решение.</i> Покажем силы, приложенные к электровозу, и запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси OX и OY:</p>
--	--

$$\begin{aligned} F - m g \sin \alpha - F_{\text{тр}} &= 0, \\ N - m g \cos \alpha &= 0, \end{aligned}$$

где F – сила тяги электровоза; $F_{\text{тр}}$ – сила сопротивления движению ($F_{\text{тр}} = \mu N$); N – реакция опоры.

Решая эту систему уравнений, получаем

$$F = m \sin \alpha + \mu \cos \alpha.$$

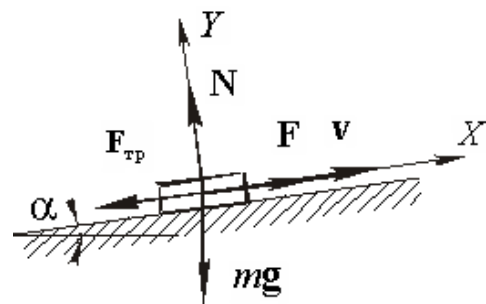


Рис. 10.10

Для малых углов $\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$, а $\cos\alpha \approx 1$, поэтому

$$F = mg(\operatorname{tg}\alpha + \mu) = 4 \cdot 10^5 \cdot 9,8 \cdot (0,01 + 0,02) = 117,6 \text{ кН.}$$

Мощность, потребляемая двигателем электровоза из сети (затраченная мощность), равна

$$P_{\text{затр}} = UI.$$

Эту мощность можно представить в виде суммы двух мощностей: полезной мощности $P_{\text{пол}} = Fv$ и мощности потерь на нагревание обмотки двигателя $P_{\text{дв}} = I^2R$:

$$P_{\text{затр}} = Fv + I^2R.$$

Учтем, что КПД двигателя определяется выражением

$$\eta = \frac{P_{\text{пол}}}{P_{\text{затр}}} = \frac{Fv}{UI}, \text{ или } \eta = \frac{Fv}{Fv + I^2R}.$$

Из этих уравнений получаем

$$I = \frac{Fv}{\eta U}, \quad R = \frac{\eta UI - Fv}{I^2}.$$

Отсюда

$$R = \frac{(1 - \eta)U^2\eta}{Fv}.$$

В результате расчетов находим

$$R = \frac{(1 - 0,85)(3 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,85}{117600 \cdot 20} = 0,49 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R = 0,49 \text{ Ом.}$

З а д а ч а 11. Найти КПД насоса, который за 1 с поднимает 100 л воды на высоту 10 м через трубу сечением 100 см^2 , если мотор насоса потребляет из сети мощность 20 кВт.

Дано: $V_t = 100 \text{ л/с}, H = 10 \text{ м}, S = 0,01 \text{ м}^2,$ $N = 20 \text{ кВт}, \rho = 1000 \text{ кг/м}^3$
$\eta = ?$

Решение. Коэффициент полезного действия насоса можно определить по формуле

$$\eta = \frac{N_{\text{пол}}}{N} \cdot 100 \%,$$

где $N_{\text{пол}}$ – полезная мощность насоса.

Для подачи воды на высоту H со скоростью v необходима мощность

$$N_{\text{пол}} = \frac{mgH + \Delta W_{\text{к}}}{\tau},$$

где $m = \rho V$ – масса поднятой воды; ρ , V – ее плотность и объем; τ – время подъема воды; $\Delta W_{\text{к}}$ – изменение кинетической энергии воды.

Поднимаемой воде необходимо сообщить некоторую скорость, чтобы обеспечить заданную производительность насоса

$$\Delta W_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}.$$

Поэтому

$$N_{\text{пол}} = m_t gH + 0,5m_t v^2,$$

где $m_t = \frac{m}{\tau} = \frac{\rho V}{\tau} = \rho V_t$ – масса воды, протекающей по трубе в единицу времени; $V_t = \frac{V}{\tau}$ – объем воды, протекающей по трубе в единицу времени.

Скорость течения воды по трубе с площадью поперечного сечения S вычисляются по формуле

$$v = \frac{h}{\tau} = \frac{V}{S\tau} = \frac{V_t}{S},$$

где $h = \frac{V}{S}$ – высота столба воды объемом V и площадью поперечного сечения S .

Таким образом, полезная мощность вычисляется по формуле

$$N_{\text{пол}} = \rho V_t \left(gh + \frac{V_t^2}{2S^2} \right),$$

а КПД насоса равен

$$\eta = \frac{\rho V_t}{N} \left(gH + \frac{V_t^2}{2S^2} \right) \cdot 100 \%.$$

Подстановка численных данных и расчет позволяют получить

$$\eta = \frac{1000 \cdot 0,1}{20000} \cdot \left(9,8 \cdot 5 + \frac{0 \cdot 1^2}{2 \cdot 0,01^2} \right) \cdot 100 \% = 49,5 \%$$

Ответ: $\eta = 49,5 \%$.

З а д а ч а 12. При электролизе раствора серной кислоты расходуется мощность 46 Вт. Найти сопротивление электролита, если за один час выделяется 0,4 г водорода. Молярная масса водорода 0,001 г/моль, а его валентность равна единице.

Дано:
 $N = 46$ Вт, $m = 0,4$ г,
 $\mu = 0,001$ г/моль,
 $n = 1$, $t = 1$ ч = 3600 с

 $R = ?$

Решение. Согласно закону Фарадея для электролиза масса водорода, выделившегося при электролизе, равна

$$m = \frac{\mu It}{nF}$$

Отсюда следует, что

$$I = \frac{mnF}{\mu t}$$

Так как потребляемая от сети мощность $N = I^2 R$, сопротивление электролита составляет

$$R = \frac{N}{I^2} = \frac{N \mu^2 t^2}{m^2 n^2 F^2} = \frac{46 \cdot 0,001^2 \cdot 3600^2}{0,0004^2 \cdot 1^2 \cdot 96484^2} = 0,4 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R = 0,4$ Ом.