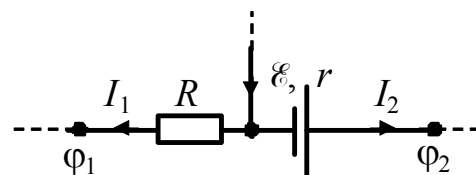


Электрический ток

(Примеры решения задач)

Пример 1.

На рисунке изображен фрагмент электрической цепи. Известны ЭДС источника $\mathcal{E} = 10$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, сопротивление резистора $R = 10$ Ом и токи $I_1 = 2$ А, $I_2 = 3$ А. Определите разность потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2$.



Решение.

Перемещаясь от точки с потенциалом φ_1 к точке с потенциалом φ_2 , на основании закона Ома для неоднородного участка цепи запишем

$$\varphi_1 + I_1 R + \mathcal{E} - I_2 r = \varphi_2.$$

Подставляя числа, получим $\varphi_1 - \varphi_2 = -27$ В.

Пример 2.

В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС $\mathcal{E} = 5$ В, сопротивление $r = 1$ Ом, ток $I_1 = 3$ А. Определите ток I_2 .

Решение.

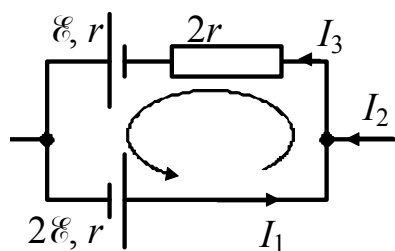
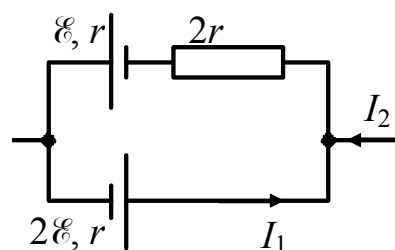
Ток через резистор $2r$ обозначим I_3 , выбрав его направление «против часовой стрелки». Тогда в соответствии с первым правилом Кирхгофа:

$$I_3 = I_1 + I_2.$$

Выбирая направление обхода замкнутого контура «против часовой стрелки», запишем второе правило Кирхгофа (сумма напряжений в контуре равна сумме ЭДС):

$$I_3 2r + I_3 r + I_1 r = \mathcal{E} + 2\mathcal{E}.$$

Слагаемые в левой части взяты со знаками «+», поскольку токи в соответствующих ветвях контура протекают в направлении обхода. Решая систему, получим ответ $I_2 = 1$ А.



Пример 3.

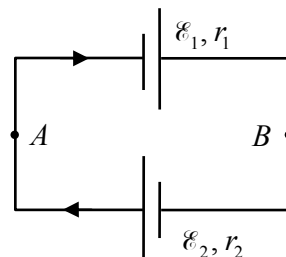
ЭДС и внутренние сопротивления источников в схеме, изображенной на рисунке, известны. Найдите разность потенциалов $\varphi_A - \varphi_B$ в точках A и B.

Решение.

Выбирая направление обхода контура «по часовой», запишем второе правило Кирхгофа:

$$I r_1 + I r_2 = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2.$$

Кроме того, воспользуемся законом Ома для участка цепи «A - \mathcal{E}_1 - B»:

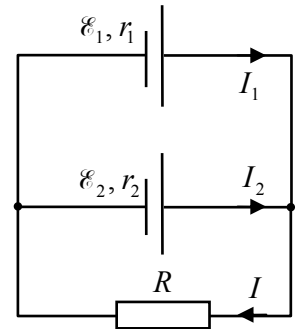


$$\varphi_A - Ir_1 + \mathcal{E}_1 = \varphi_B.$$

Решая систему уравнений, получим ответ: $\varphi_A - \varphi_B = \frac{\mathcal{E}_2 r_1 - \mathcal{E}_1 r_2}{r_1 + r_2}.$

Пример 4.

В схеме на рис. 9.19 ЭДС источников $\mathcal{E}_1 = 3$ В, $\mathcal{E}_2 = 6$ В, их внутренние сопротивления $r_1 = 1$ Ом, $r_2 = 2$ Ом. Определите ЭДС \mathcal{E} и внутреннее сопротивление r источника, эквивалентного двум параллельно соединенным источникам.



Решение.

Обозначим токи в ветвях цепи, как показано на рисунке. В соответствии с первым правилом Кирхгофа:

$$I = I_1 + I_2.$$

Запишем уравнения, выражающие второе правило Кирхгофа для контуров « $\mathcal{E}_1 - R$ » и « $\mathcal{E}_2 - R$ »:

$$I_1 r_1 + IR = \mathcal{E}_1,$$

$$I_2 r_2 + IR = \mathcal{E}_2.$$

Решая записанную систему уравнений относительно токов I , I_1 и I_2 , получим:

$$I = \frac{\mathcal{E}_1 r_2 + \mathcal{E}_2 r_1}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2}.$$

Представим последнее уравнение в виде:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$$

где $\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_1 r_2 + \mathcal{E}_2 r_1}{r_1 + r_2}$, $r = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$. Но уравнение $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ выражает ток в цепи с одним источником ЭДС, подключенным к резистору R . Величина ЭДС эквивалентного источника \mathcal{E} и его внутренне сопротивление r , определены выше.