

## Задание 11-02 ПОСТОЯННЫЙ ТОК. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа. Сложные цепи

° - задачи с рисунком, \* - задачи для решения дома

### Задачи простые

A1\*. Три элемента питания с ЭДС  $1.5\text{ В}$  каждый и внутренним сопротивлением по  $0.05\text{ Ом}$  соединены последовательно. Найдите ЭДС всей батареи и её внутреннее сопротивление.

A2\*. Пять элементов питания с ЭДС  $1.5\text{ В}$  каждый и внутренним сопротивлением по  $0.05\text{ Ом}$  соединены параллельно. Найдите ЭДС и внутреннее сопротивление батареи. Каким будет напряжение на ее полюсах при силе тока в цепи  $10\text{ А}$ ?

A3°. Какое напряжение показывает вольтметр, включенный в схему, как показано на рисунке? ЭДС и внутренние сопротивления обоих элементов равны.

A4\*. К батарейке с ЭДС  $4.5\text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $1\text{ Ом}$  подключили резистор сопротивлением  $8\text{ Ом}$ . Какой силы ток течет в цепи? Чему равно напряжение на внешнем сопротивлении?

A5\*. После включения внешней цепи разность потенциалов на зажимах батареи оказалась равной  $18\text{ В}$ . Чему равно внутреннее сопротивление батареи, если ЭДС батареи  $30\text{ В}$ , а сопротивление внешней цепи  $6\text{ Ом}$ ?

### Задачи средние

B1. Три одинаковых батареи с внутренним сопротивлением  $r = 6\text{ Ом}$  замкнули, один раз соединив параллельно, а другой раз - последовательно на некоторое внешнее сопротивление. При этом сила тока в обоих случаях была одинакова. Определите внешнее сопротивление.

B2\*. В цепи батареи с ЭДС равной  $30\text{ В}$  течёт ток равный  $3\text{ А}$ . Напряжение на зажимах батареи равно  $18\text{ В}$ . Найдите сопротивление нагрузки цепи и внутреннее сопротивление батареи.

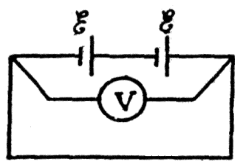
B3. При подключении к источнику ЭДС внешнего сопротивления  $1\text{ Ом}$  в цепи идет ток  $5\text{ А}$ . При внешнем сопротивлении  $2\text{ Ом}$  сила тока равна  $3\text{ А}$ . Найдите величину ЭДС и внутреннее сопротивление источника.

B4\*. В цепи, состоящей из источника тока с ЭДС  $6\text{ В}$ , внутренним сопротивлением  $2\text{ Ом}$  и внешним сопротивлением, идет ток силой  $1\text{ А}$ . Какой силы ток пойдет в цепи, если внешнее сопротивление увеличить в  $2\text{ раза}$ ?

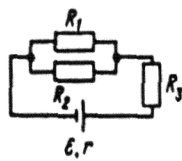
B5. К батарейке с ЭДС  $3\text{ В}$  подключили резистор сопротивлением  $20\text{ Ом}$ . Падение напряжения на резисторе оказалось  $2\text{ В}$ . Найдите внутреннее сопротивление батарейки и ток короткого замыкания.

B6\*. При замыкании батареи питания на сопротивление  $R_1 = 1.8\text{ Ом}$  в цепи идет ток  $I_1 = 0.7\text{ А}$ , а при замыкании на сопротивление  $R_2 = 2.3\text{ Ом}$  - ток  $I_2 = 0.56\text{ А}$ . Чему равен ток короткого замыкания?

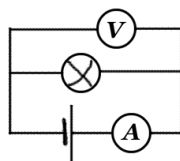
B7\*. К электрогенератору подключено  $100$  ламп, соединенных параллельно и имеющих сопротивление  $1.2\text{ кОм}$  каждая. Напряжение на лампах  $220\text{ В}$ . Внутреннее сопротивление генератора  $6\text{ Ом}$ . Определите ЭДС генератора.



К задаче A3



К задаче B8



К задаче B9

B8°. Определите падение напряжения на резисторах и источнике тока, а также силы токов через них, если  $R_1 = 6\text{ Ом}$ ,  $R_2 = 12\text{ Ом}$ ,  $R_3 = 5\text{ Ом}$ ,  $r = 3\text{ Ом}$ , ЭДС =  $12\text{ В}$ .

B9. Какова ЭДС элемента питания, если при измерении напряжения на его зажимах вольтметром с внутренним сопротивлением  $90\text{ Ом}$  получим напряжение  $10.8\text{ В}$ , а при замыкании элемента на сопротивлении  $2\text{ Ом}$  получим ток  $0.4\text{ А}$ ?

B10°. Найдите сопротивление нити лампы накаливания, если вольтметр показывает  $50\text{ В}$ , амперметр показывает  $0.5\text{ А}$  и внутреннее сопротивление вольтметра равно  $40\text{ кОм}$ .

B11. Вольтметр, подключенный к источнику тока с ЭДС  $120\text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $50\text{ Ом}$ , показывает  $118\text{ В}$ . Определите внутреннее сопротивление вольтметра.

B12\*. Вольтметр, внутреннее сопротивление которого  $50\text{ кОм}$ , подключенный к источнику тока вместе с дополнительным резистором сопротивлением  $120\text{ кОм}$ , показывает  $100\text{ В}$ . Определите напряжение на зажимах источника.

B13\*. Постройте для цепи, состоящей из внешнего сопротивления  $R$  и батареи питания с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$ , графики зависимостей тока в цепи и напряжения на зажимах батареи от величины внешнего сопротивления.

B14°. К точке  $A$  однородного проволочного кольца, имеющего значительное сопротивление; присоединён провод; а к диаметрально противоположной точке  $B$  - скользящий контакт. Как будут меняться показания вольтметра при движении контакта?

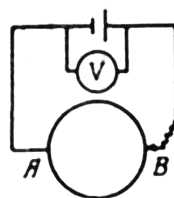
### Задачи сложные

B1. Во сколько раз внешнее сопротивление источника тока должно быть больше внутреннего, чтобы при расчетах (пренебрегая внутренним сопротивлением источника) ошибка не превышала  $1\%$ .

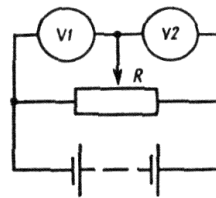
B2. Цепь состоит из аккумулятора с внутренним сопротивлением  $r = 5\text{ Ом}$  и нагрузки  $R = 15\text{ Ом}$ . При подключении к нагрузке некоторого резистора параллельно или затем последовательно ток через него не меняется. Каково сопротивление резистора?

B3\*. В цепь, состоящую из аккумулятора и резистора сопротивлением  $10\text{ Ом}$ , включают вольтметр сначала последовательно, а затем параллельно резистору. Оба показания вольтметра одинаковы: Сопротивление вольтметра  $1000\text{ Ом}$ . Каково внутреннее сопротивление аккумулятора?

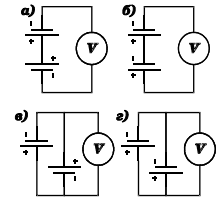
B4. Амперметр с внутренним сопротивлением  $2\text{ Ом}$ , подключенный к зажимам батареи питания, показывает силу тока  $5\text{ А}$ . Вольтметр с внутренним сопротивлением  $150\text{ Ом}$ , подключенный к той же батарее, показывает напряжение  $12\text{ В}$ . Найдите силу тока короткого замыкания батареи.



К задаче B14



К задаче B5



К задаче B12

B5°. В схеме, изображенной на рисунке, сопротивления вольтметров равны  $2\text{ кОм}$  и  $3\text{ кОм}$ , сопротивление потенциометра и источника соответственно  $0.5\text{ кОм}$  и  $0.1\text{ кОм}$ . При каком соотношении плеч потенциометра показания первого вольтметра в два раза больше показаний второго?

B6\*. Если к аккумулятору подключить последовательно амперметр и вольтметр, то они покажут соответственно  $0.1\text{ А}$  и  $10\text{ В}$ . Если приборы соединить параллельно и подключить к источнику, то их показания будут равны  $1\text{ А}$  и  $1\text{ В}$ . Определите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора.

B7. Батарею с ЭДС  $\mathcal{E} = 3\text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $r = 5\text{ Ом}$  подключили к клеммам  $A$  и  $B$  некоторого устройства. Плюс источника присоединили к клемме  $B$ , а минус - к клемме  $A$ . При этом через источник от клеммы  $A$  к клемме  $B$  пошел ток  $I_1 = 1\text{ А}$ . Когда полярность подключения поменяли, то через источник пошел ток  $I_2 = 0.2\text{ А}$  в том же направлении. Определите напряжение на источнике тока в первом и втором случаях.

B8\*. Определить ЭДС и внутреннее сопротивление устройства, описанного в задаче B7.

B9. Три источника ЭДС  $\mathcal{E}_1 = 1\text{ В}$ ,  $\mathcal{E}_2 = 2\text{ В}$  и  $\mathcal{E}_3 = 3\text{ В}$  и внутренними сопротивлениями соответственно  $r_1 = 1\text{ Ом}$ ,  $r_2 = 2\text{ Ом}$  и  $r_3 = 3\text{ Ом}$  соединены последовательно и замкнуты накоротко. Определите силу тока в цепи и падение напряжения на каждом из источников. Чему равны сила тока и падение напряжения, если все три источника тока имеют одинаковую ЭДС  $\mathcal{E} = 2\text{ В}$ ?

B10. Две батареи с ЭДС  $1.5\text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $0.05\text{ Ом}$  каждая соединены один раз последовательно, а другой раз параллельно. Внешняя цепь в обоих случаях - резистор сопротивлением  $1.4\text{ Ом}$ . Найдите значения силы тока в цепи.

B11. Два источника с одинаковыми ЭДС  $2\text{ В}$  и внутренними сопротивлениями  $0.4\text{ Ом}$  и  $0.2\text{ Ом}$  соединены последовательно. При каком внешнем сопротивлении на зажимах одного из источников напряжение станет равным нулю?

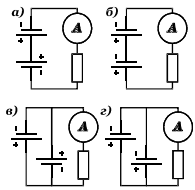
B12°. Два одинаковых гальванических элемента соединили в батарею. Какое напряжение покажет вольтметр в каждой из схем а) - г), если ЭДС одного элемента  $\mathcal{E}$ ? Внутренние сопротивления

## Задание 11-02 ПОСТОЯННЫЙ ТОК. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа. Сложные цепи

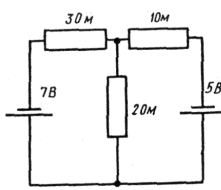
° - задачи с рисунком, \* - задачи для решения дома

элементов считать нулевым, а внутреннее сопротивление вольтметра очень большим.

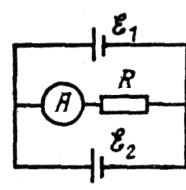
B13°. Два одинаковых идеальных гальванических элемента соединили в батарею. Каковы показания идеальных амперметров в каждой из схем а) - г), если ЭДС одного элемента  $\mathcal{E}$ , а внешнее сопротивление равно  $R$ ?



К задаче B13



К задаче B14

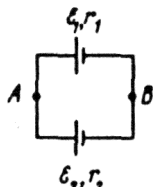


К задаче B15

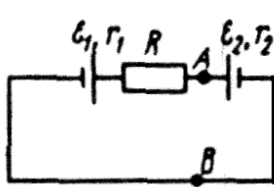
B14°. Найдите распределение сил токов и напряжений в цепи, изображённой на рисунке.

B15°. Источники тока с ЭДС  $\mathcal{E}_1 = 2 \text{ В}$  и  $\mathcal{E}_2 = 3 \text{ В}$ , внутренними сопротивлениями  $r_1 = 2 \text{ Ом}$  и  $r_2 = 1 \text{ Ом}$  подключены к резистору сопротивлением  $R = 10 \text{ Ом}$ . Определите ток  $I$ , идущий через амперметр, и разность потенциалов  $U$  на первом источнике тока.

B16°. Какое сопротивление  $R$  надо подключить между точками  $A$  и  $B$ , чтобы ток через батарею с ЭДС  $\mathcal{E}_2 = 4 \text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $r_2 = 3 \text{ Ом}$  был равен нулю?  $\mathcal{E}_1 = 6 \text{ В}$ ,  $r_1 = r_2$ .



К задаче B16



К задаче B17



К задаче B19

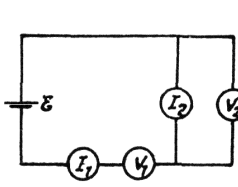
B17°. Определите разность потенциалов между точками  $A$  и  $B$ . ЭДС источника тока  $\mathcal{E}_1 = 1 \text{ В}$  и  $\mathcal{E}_2 = 1.3 \text{ В}$ , внутренние сопротивления  $r_1 = 3 \text{ Ом}$  и  $r_2 = 5 \text{ Ом}$ , внешнее сопротивление  $R = 7 \text{ Ом}$ .

B18°. Даны два источника тока с ЭДС  $\mathcal{E}_1 = 4 \text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $r_1 = 2 \text{ Ом}$  и  $\mathcal{E}_2 = 5 \text{ В}$ ,  $r_2 = 4 \text{ Ом}$ . При каком внешнем сопротивлении ток через это сопротивление не зависит от способа соединения элементов? Какую максимальную силу тока можно получить через резистор сопротивлением  $R = 12 \text{ Ом}$ ?

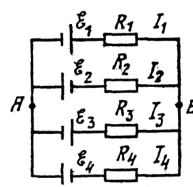
B19°. В цепи, показанной на рисунке, ток через гальванометр не течёт. Определите, чему равно сопротивление  $R_x$ , если  $R = 9 \text{ Ом}$ ,  $\mathcal{E}_1 = 15 \text{ В}$ ,  $r_1 = 23 \text{ Ом}$ ,  $\mathcal{E}_2 = 2.7 \text{ В}$ .

B20°. В цепи с внешним сопротивлением  $2 \text{ Ом}$ , необходимо обеспечить силу тока  $2 \text{ А}$ . Какое наименьшее число элементов потребуется для этого, и как они должны быть соединены в батарею? ЭДС каждого элемента  $2 \text{ В}$ , внутреннее сопротивление  $1 \text{ Ом}$ .

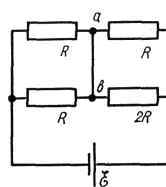
B21°. В схему включены два микроамперметра и два одинаковых вольтметра. Показания микроамперметров  $I_1 = 100 \text{ мкА}$  и  $I_2 = 99 \text{ мкА}$ , показание вольтметра  $V_1 = 10 \text{ В}$ , найдите показание вольтметра  $V_2$ .



К задаче B21



К задаче B22



К задаче B25

B22°. Определите разность потенциалов  $U_{AB}$  между точками  $A$  и  $B$  в цепи, показанной на рисунке, где  $\mathcal{E}_1 = 1 \text{ В}$ ,  $R_1 = 1 \text{ Ом}$ ,  $\mathcal{E}_2 = 2 \text{ В}$ ,  $R_2 = 2 \text{ Ом}$ ,  $\mathcal{E}_3 = 3 \text{ В}$ ,  $R_3 = 3 \text{ Ом}$  и  $\mathcal{E}_4 = 4 \text{ В}$ ,  $R_4 = 4 \text{ Ом}$  и токи идущие через резисторы.

B23. Динамо-машина питает током  $100$  ламп, соединённых параллельно. Лампы имеют сопротивление  $1200 \text{ Ом}$  каждая и рассчитаны на напряжение  $220 \text{ В}$ . Сопротивление линии  $4 \text{ Ом}$ . Внутреннее сопротивление машины  $0.8 \text{ Ом}$ . Найдите ЭДС машины и напряжение на ее зажимах.

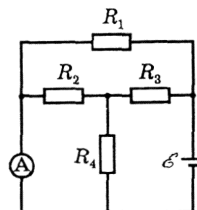
B24. Чтобы определить место повреждения изоляции двухпроводной телефонной линии длиной  $4 \text{ км}$ , к одному её концу присоединили батарею с ЭДС равной  $15 \text{ В}$ . При этом

оказалось, что если провода у другого конца линии разомкнуты, сила тока, идущего через батарею, равна  $1 \text{ А}$ , а если замкнуты накоротко, то сила тока равна  $1.8 \text{ А}$ . Найдите место повреждения и сопротивление изоляции в месте повреждения. Сопротивление каждого провода линии равно  $5 \text{ Ом}$ , сопротивлением батареи пренебречь.

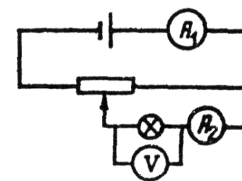
B25°. Найдите силу тока в перемычке  $ab$ . Считайте, что сопротивление перемычки равно нулю. Сопротивлением подводящих проводов и внутренним сопротивлением источника можно пренебречь.

B26°. Найдите силу тока  $I_A$  через амперметр, если сопротивления резисторов равны  $R_1 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = R_4 = 8 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 1 \text{ Ом}$ . ЭДС источника  $\mathcal{E} = 50 \text{ В}$ , его внутреннее сопротивление  $r = 1 \text{ Ом}$ . Сопротивлением амперметра можно пренебречь.

B27°. Как будут меняться напряжение на зажимах лампы и ток через амперметры  $A_1$  и  $A_2$  при движении ползунка реостата из среднего положения, до: а) крайнего левого положения; б) крайнего правого?



К задаче B26



К задаче B27

### Теория

- Г.Я. Мякишев - Электродинамика. §§ 2.11-2.18.
- Б.М. Яворский, А.А. Пинский - Основы физики Т.1. §§ 39.1-39.9.
- Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев - Физика для углублённого изучения. Т.2. Электродинамика. Оптика. §§ 12-13.
- Г.С. Ландсберг - Элементарный учебник физики Т.2. §§ 39-55.
- Д. Джанколи - Физика. Т.2. §§ 26.1-27.9.