

+

×

—

÷

Измерительные приборы в цепях

Замечание: Все измерительные приборы показывают собственные параметры, т.е.:

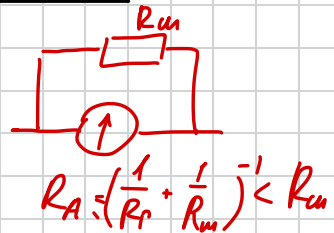
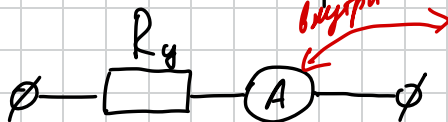
термометр - свою температуру (вспомните задачу с копией)

амперметр - ток через себя

вольтметр - свое напряжение

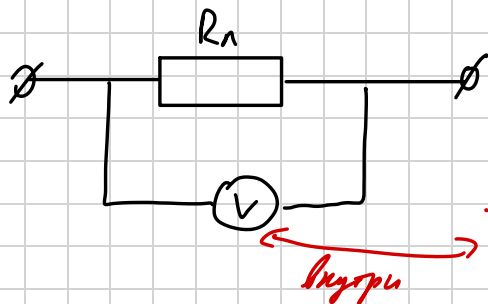
Прибор	идеальный	реальный
амперметр	$R_A = 0$	$R_A \neq 0$
вольтметр	$R_V = \infty$	$R_V \neq \infty$

Амперметр:

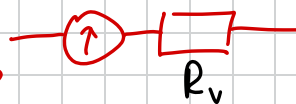


$$R = R_y \left(1 + \frac{R_A}{R_y} \right), \text{ т.е. нужно } \frac{R_A}{R_y} \ll 1$$

Вольтметр:



$$U_v = I_v R_v$$



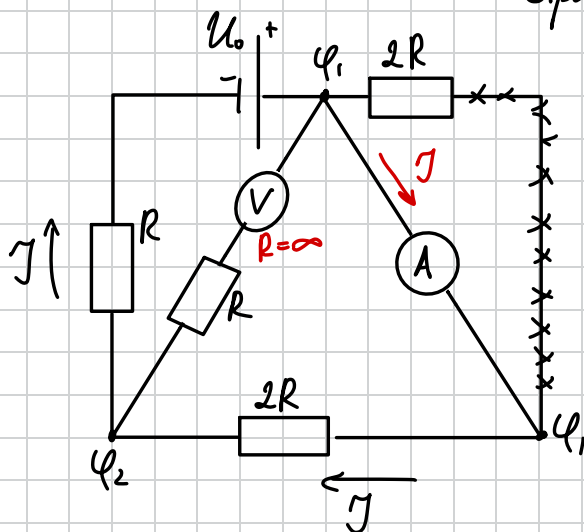
$$R = R_n \frac{R_v}{R_n + R_v} \Rightarrow \text{нужно, чтобы } \frac{R_v}{R_n} \gg 1$$

М1

$$U_0 = 24 \text{ В}, R = 2 \text{ Ом}, I, U - ?$$

показания приборов

Приборы и переключки идеальные



1) Найдём ток через (V):

$$\varphi_1 - \varphi_2 = i (R_v + R)$$

$$i = \frac{\Delta \varphi}{R_v + R} \approx 0 \quad (R_v \rightarrow \infty)$$

2) Тогда:

$$3IR = U_0 \Rightarrow I = \frac{U_0}{3R} \text{ — показания (А)}$$

3) Показания вольтметра:

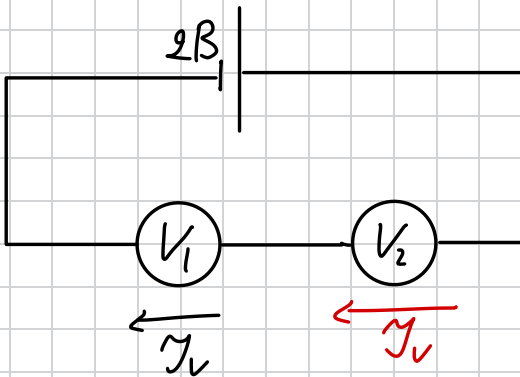
$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2IR = \frac{2}{3}U_0$$

№2

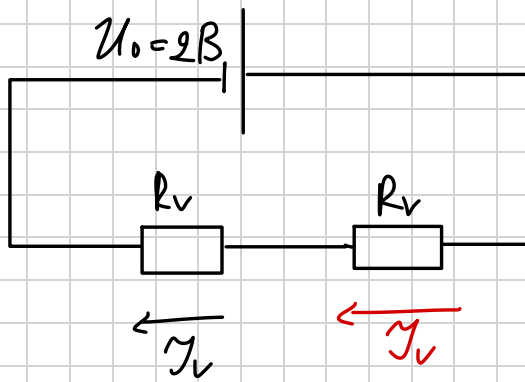
2. Определите показания одинаковых измерительных приборов в каждой из цепей (см. рисунок). Сопротивления амперметров гораздо меньше сопротивлений резисторов, а сопротивления вольтметров — гораздо больше сопротивлений резисторов. Сопротивления проводов гораздо меньше сопротивлений амперметров.

т.е. $R_A \ll R \leftarrow \text{перемычки!!!}$
 $R_V \gg R$

1



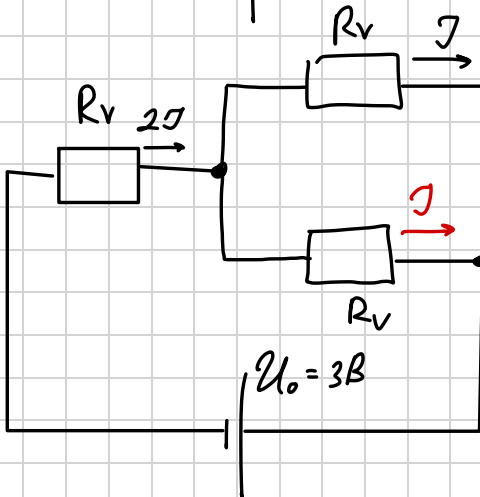
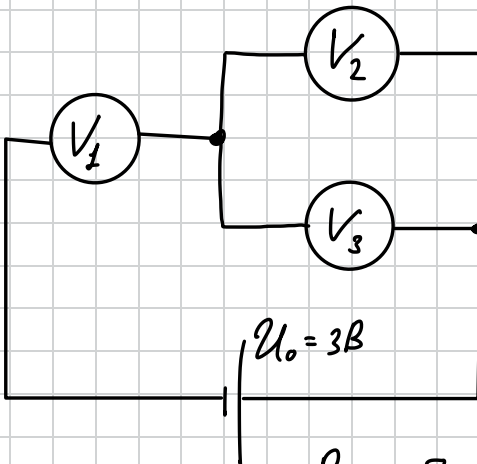
1) Вольтметры показывают $U_V = I_V R_V \Rightarrow$ их можно заменить резисторами и напр-я как резисторах будут показаниями



Поэтому:

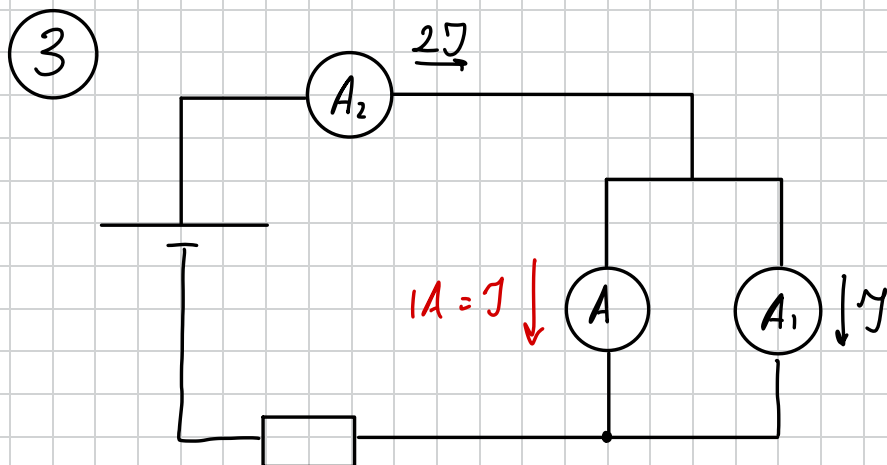
$$U_0 = 2 \gamma_v R_v \Rightarrow \gamma_v R_v = \frac{U_0}{2}$$

2

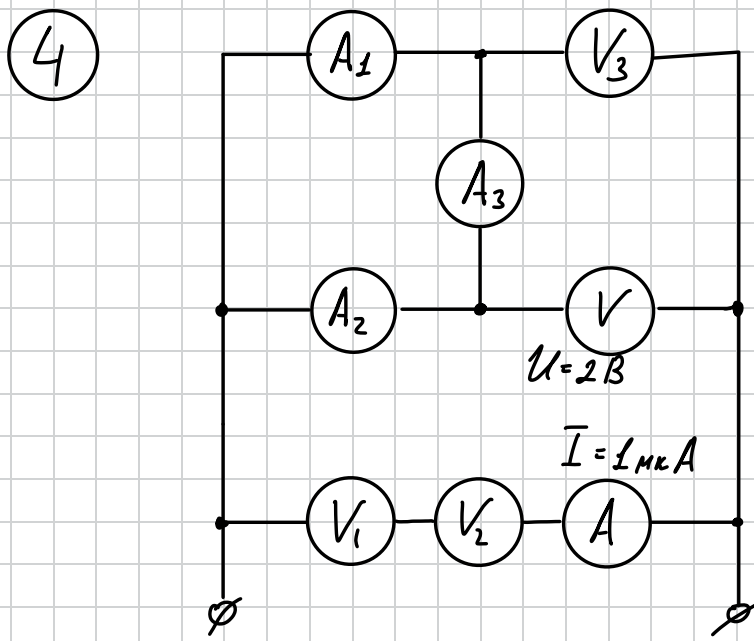


Заменяем
резисторами

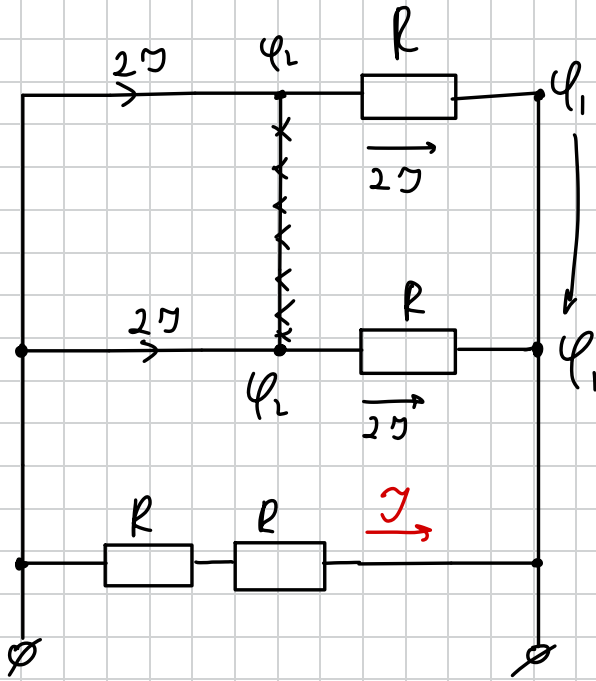
$$U_0 = 2IR_V + IR_V \Rightarrow IR_V = \frac{1}{3}U_0$$



1) Как и у перемычек, сопротивление амперметров мало, но оно есть \Rightarrow можно расставлять токи



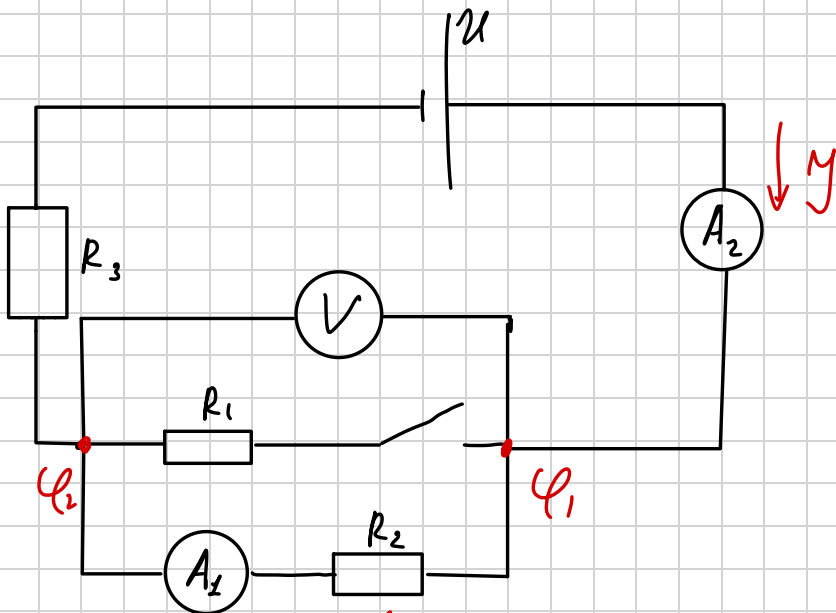
1) Перерисуем схему:



2) Переносим токи на исходную схему и находим показатели

№3

Как изменятся показания приборов при замыкании ключа.



1) До замыкания ключа:

$$A_1: I$$

$$A_2: I, \quad I = \frac{U}{R_2 + R}$$

$$V: IR_2$$

2) После замыкания:

$$A_2: I' = \frac{U}{R_{\text{общ}}} : R_{\text{общ}} < R_2 \Rightarrow I \uparrow$$

$$V: \varphi_2 - \mathcal{I}R + \mathcal{U} = \varphi_1$$

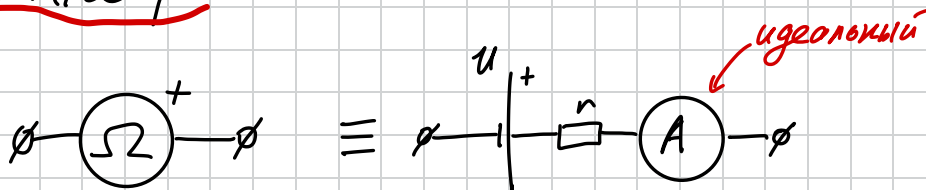
$$\varphi_1 - \varphi_2 = \mathcal{U} - \mathcal{I}R$$

$\mathcal{I} \uparrow \Rightarrow \Delta \varphi \downarrow \Rightarrow$ показания уменьшаются

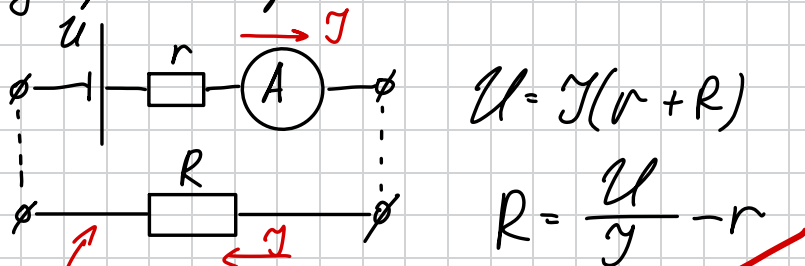
$$A_1: \mathcal{I}_1 = \frac{\Delta \varphi}{R_2}$$

$\Delta \varphi \downarrow \Rightarrow \mathcal{I}_1 \downarrow \Rightarrow$ показания уменьшаются

Омметр:

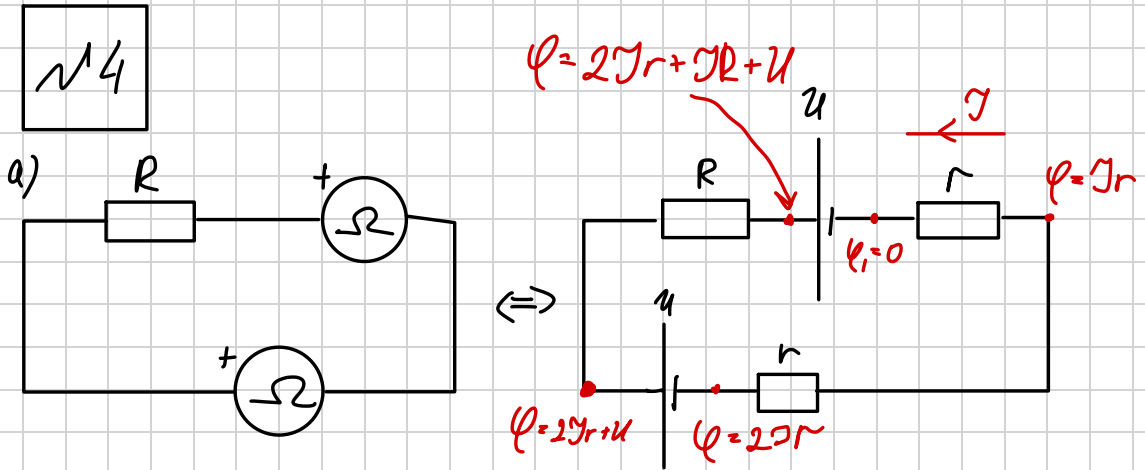


Как он измеряет сопротивление?



Если поставить тут батарейку с \mathcal{U}_1 , то все сломается

П.к. Омметр берет 2U

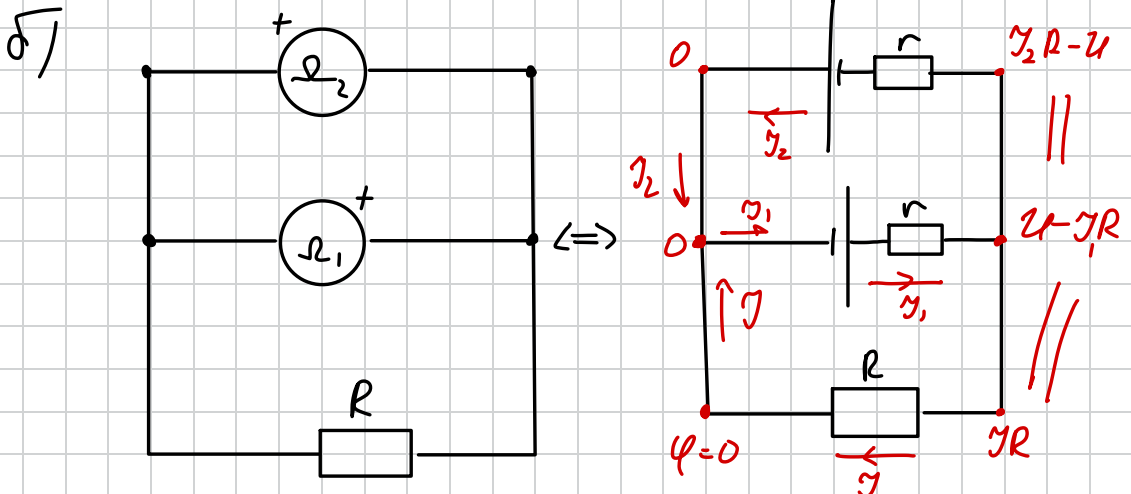


Поэтому:

$$2U + U_1 + U_1 - 0 = 2U$$

$$U_1 = 0$$

Показания омметра: $\frac{\text{const}}{0} - r = \infty$ (разрыв цепи)



Поэтому:

$$\begin{cases} \mathcal{I}R = \mathcal{U} - \mathcal{I}_1 R \\ \mathcal{U} - \mathcal{I}_1 R = \mathcal{I}_2 R - \mathcal{U} \\ \mathcal{I} + \mathcal{I}_2 = \mathcal{I}_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \mathcal{I} + \mathcal{I}_1 = \frac{\mathcal{U}}{R} \\ \mathcal{I}_1 + \mathcal{I}_2 = \frac{2\mathcal{U}}{R} \oplus \\ \mathcal{I}_1 = \mathcal{I} + \mathcal{I}_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overbrace{\mathcal{I} + \mathcal{I}_2}^{\mathcal{I}_1} + 2\mathcal{I}_1 = \frac{3\mathcal{U}}{R} \\ \mathcal{I}_1 + \mathcal{I}_2 = \frac{2\mathcal{U}}{R} \\ \mathcal{I}_1 = \mathcal{I} + \mathcal{I}_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \mathcal{I}_1 = \frac{\mathcal{U}}{R} \\ \mathcal{I}_2 = \frac{\mathcal{U}}{R} \\ \mathcal{I} = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Omega_1: \frac{\mathcal{U}}{\mathcal{I}_1} - r = R - r$$

$$\Omega_2: \frac{\mathcal{U}}{\mathcal{I}_2} - r = R - r$$

Правила Кирхгофа:

1) Сумма сил всех токов, втекающих в произвольный узел, равно сумме сил всех токов, вытекающих из узла — Первое правило Кирхгофа

2) Алгебраическая сумма ЭДС источников в произвольном контуре равна алгебраической сумме напряжений на всех остальных эл-тах контура

↑
Второе правило Кирхгофа

Правило знаков:

→ Для источников: Если направление обхода контура совпадает с "направлением действия" источника, то перед его ЭДС ставится плюс, иначе — минус

→ Для резисторов: Если напр-е обхода контура совпадает с выбранным направлением тока через резистор, то $U = IR$, иначе $U = -IR$