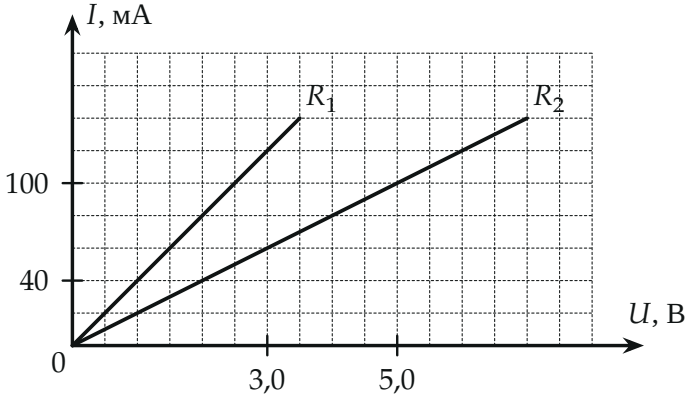
Резисторы по графикам I–U

Задача 5. [Физтех 2023/24, 9 класс, варианты 09-03–09-04, задача 5] На графике к задаче представлены зависимости силы тока от напряжения для двух резисторов.



1. По графикам определите сопротивления R_1 и R_2 резисторов.

Резисторы соединяют параллельно и подключают к сети постоянного напряжения $U = 50$ В.

2. Какая мощность P будет рассеиваться в такой цепи?

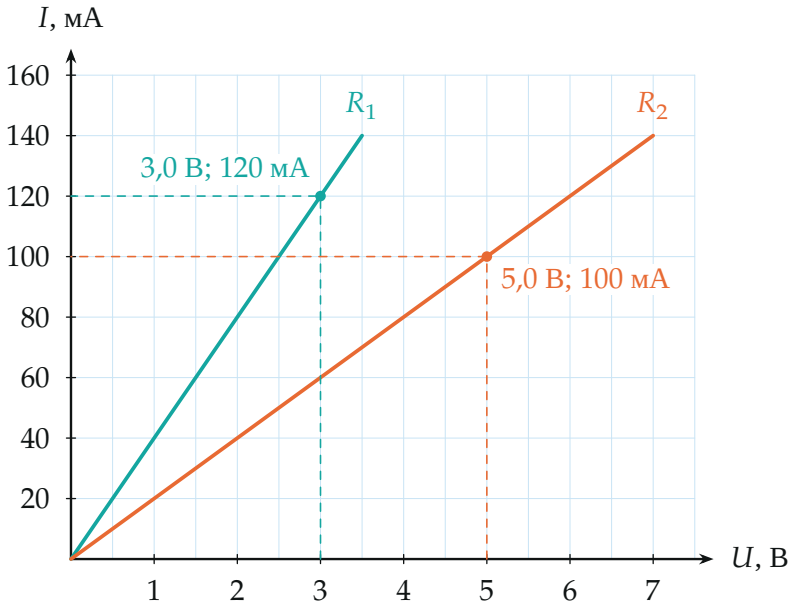
▲ **Решение. Что происходит.** Для обычного резистора ток пропорционален напряжению (закон Ома для участка цепи), поэтому график $I(U)$ — прямая, выходящая из начала координат, а её наклон равен $1/R$: чем круче прямая, тем *меньше* сопротивление. Прямая R_1 круче, значит $R_1 < R_2$. Это задача на закон Ома и на правила параллельного соединения: напряжение на ветвях одно, а токи складываются.

Обозначения. U_1, I_1 — напряжение и ток, снятые с графика резистора R_1 (аналогично для R_2); U — напряжение сети; I — общий ток цепи; P — мощность, рассеиваемая во всей цепи.

Пункт 1.

1. Как читать график. Пунктирная сетка — «клетки». Цена клетки по оси напряжения — 0,5 В (отметка 3,0 В отстоит от нуля на шесть клеток), по оси тока — 20 мА (на оси подписаны отметки 40 и 100 мА —

это две и пять клеток). Сопротивление найдём по закону Ома для участка цепи $R = U/I$, взяв на каждой прямой точку, которая лежит точно в узле сетки: так отсчёт напряжения и тока не содержит погрешности.



Пунктиром отмечены узлы сетки на каждой прямой: у R_1 — 3,0 В и 120 мА, у R_2 — 5,0 В и 100 мА.

2. Резистор R_1. Узел сетки на его прямой: $U_1 = 3{,}0$ В, $I_1 = 120$ мА $= 0{,}120$ А. Закон Ома для участка цепи:

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{3{,}0\ \text{В}}{0{,}120\ \text{А}} = 25\ \text{Ом}.$$

3. Резистор R_2. Узел сетки на его прямой: $U_2 = 5{,}0$ В, $I_2 = 100$ мА $= 0{,}100$ А:

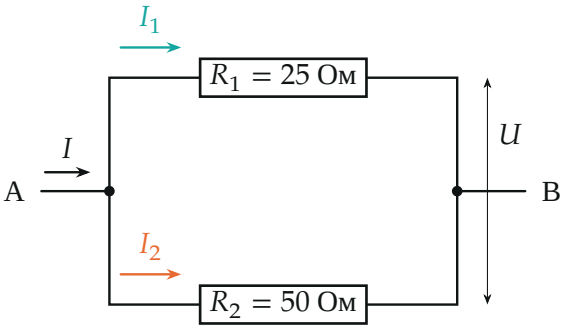
$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{5{,}0\ \text{В}}{0{,}100\ \text{А}} = 50\ \text{Ом}.$$

Обратите внимание: ток на графике в миллиамперах, а сопротивление в омах получается только при токе в амперах. Если подставить 120 вместо 0,120, получится 0,025 — ответ в тысячу раз меньше верного.

Проверка по второй точке: на конце прямой R_1 при 3,5 В ток 140 мА, $3{,}5/0{,}140 = 25$ Ом; на конце R_2 при 7,0 В ток тоже 140 мА, $7{,}0/0{,}140 = 50$ Ом. Прямая идёт через начало координат, так что отношение U/I одно и то же во всех точках.

Пункт 2.

4. Что значит «параллельно». Оба резистора присоединены к одним и тем же двум узлам, поэтому напряжение на каждом равно напряжению сети $U = 50$ В. Токи в ветвях зависят от своего сопротивления.

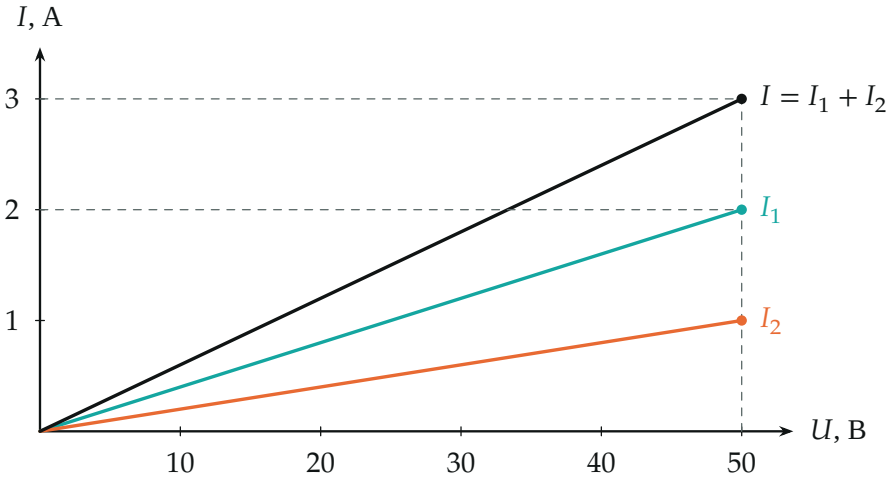


Параллельное соединение: общее напряжение U, токи ветвей I_1 и I_2 складываются в общий ток I.

5. Токи ветвей. Закон Ома для участка цепи, отдельно для каждого резистора при напряжении $U = 50$ В:

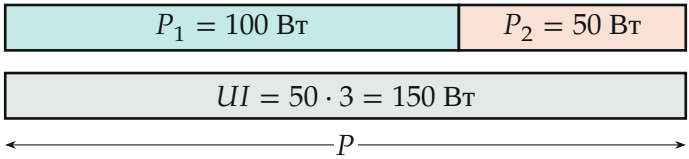
$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{50}{25} = 2 \text{ А}, \qquad I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{50}{50} = 1 \text{ А}.$$

6. Общий ток. Заряд в узле не накапливается, поэтому ток, пришедший в узел, равен сумме токов, ушедших из него (первое правило Кирхгофа, закон сохранения заряда): $I = I_1 + I_2 = 3$ А.



При каждом напряжении токи ветвей складываются, поэтому график тока параллельной цепи — сумма графиков: его наклон равен $1/R_1 + 1/R_2$.

7. Мощность двумя способами. Первый — по общему току и напряжению сети (работа электрического поля за единицу времени): $P = UI = 50 \cdot 3 = 150$ Вт. Второй — как сумма мощностей ветвей, $P = P_1 + P_2 = \dfrac{U^2}{R_1} + \dfrac{U^2}{R_2} = 100 + 50 = 150$ Вт.



Две длины совпадают: сумма мощностей резисторов равна произведению напряжения сети на общий ток.

Проверка. Размерность: В·А = Вт. Третий способ — через эквивалентное сопротивление: при параллельном соединении $\dfrac{1}{R} = \dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2}$, откуда $R = \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \dfrac{50}{3}$ Ом, и $P = \dfrac{U^2}{R} = \dfrac{2500 \cdot 3}{50} = 150$ Вт, как и выше. Смысл: меньший резистор забирает вдвое больший ток и вдвое

большую мощность, а цепь в целом потребляет больше, чем любой из резисторов в отдельности.

Ответ. 1) $R_1 = 25$ Ом, $R_2 = 50$ Ом; 2) $P = 150$ Вт.