

**Задача 1. Шестиугольник в сером ящике**

Измерив омметром сопротивление между соседними выходами ( $R_{12}$  между выводами 1–2, ...,  $R_{61}$  между выводами 6–1), можно заметить, что сопротивление  $R_{12} \ll R_{23}, \dots, R_{61}$ , значит, можно пренебречь влиянием остальной схемы и считать, что  $R_{12} = R_2 = 0$  (с точностью в несколько Ом).

Зная сопротивления  $R_{12}, \dots, R_{61}$  можно рассчитать все искомые сопротивления  $R_1, \dots, R_6$ , однако, для этого придётся численно решать систему из шести уравнений. Рациональнее упростить схему, соединив некоторые выводы между собой. Например, можно действовать таким образом:

1. Соединим выводы 1 и 4 и будем исследовать треугольник из резисторов  $R_1, R_5, R_6$ .
2. Соединим выводы 1 и 6 (рис. 5), и измерим сопротивление между выводами 5 и 6  $r_a = (R_6^{-1} + R_5^{-1})^{-1}$ .
3. Аналогично измерим сопротивление  $r_b = (R_5^{-1} + R_1^{-1})^{-1}$  (рис. 6) и сопротивление  $r_c = (R_1^{-1} + R_6^{-1})^{-1}$  (рис. 7).

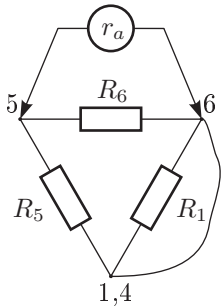


Рис. 5

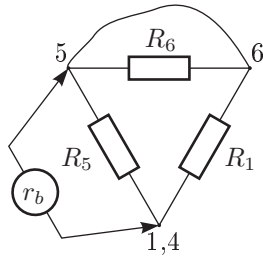


Рис. 6

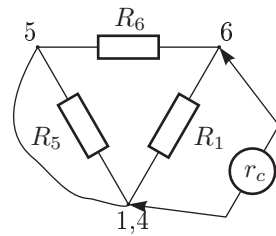


Рис. 7

4. Выразим неизвестные значения  $R_1, R_5$  и  $R_6$  через известные  $r_a, r_b$  и  $r_c$ :

$$\begin{cases} R_6^{-1} + R_5^{-1} = r_a^{-1} = a, \\ R_5^{-1} + R_1^{-1} = r_b^{-1} = b, \\ R_1^{-1} + R_6^{-1} = r_c^{-1} = c; \end{cases} \quad \text{откуда,} \quad \begin{cases} R_1 = \frac{2}{b + c - a}, \\ R_5 = \frac{2}{a + b - c}, \\ R_6 = \frac{2}{c + a - b}. \end{cases}$$

Осталось найти сопротивления  $R_3$  и  $R_4$ , что можно легко сделать, соединив каждое из них параллельно с резистором известного ненулевого сопротивления. Полученные значения сопротивлений находятся в следующем отношении:

$$R_1 : R_2 : R_3 : R_4 : R_5 : R_6 = 1 : 0 : 1 : 2 : 1 : 2.$$

*Примечание.* Приведённое решение является лишь одним из многих возможных.

*Критерии оценивания*

Показано, что  $R_2 = 0$  (с точностью в несколько Ом) ..... 2,5  
 Предложен метод, принципиально позволяющий определить искомые величины (даже если метод предполагает решение системы из 6 уравнений и сама система не решена, но записана, метод всё же оценивается) ..... 4  
 Приведены результаты измерений, требующихся для выбранного метода (измерений не меньше, чем искомых величин) ..... 6  
 Найдены значения сопротивлений  $R_1, R_3, \dots, R_6$  (по 1,5 баллу за каждое верное значение) ..... 7,5

**Задача 2. Воздухоплавание**

Привязываем к одному концу нити скрепку и от неё отмеряем вдоль нити 2 м. К другому концу нити привязываем скрепку. Мы получили эталон длины. Надуваем шарик до  $P_{\max}$ . Проводим точное измерение периметра. Проводим три броска, измеряя соответствующее время падения. Бросаем без начальной скорости. Результаты усредняем и заносим в таблицу.

Немного сдуваем шарик и повторяем эксперимент три раза. Вновь усредняем полученные значения и заносим их в таблицу. Проводим ещё восемь серий измерений при разных значениях  $P$ .

Строим два графика:  $t(P)$  и  $t(P^2)$ .

Результаты наших измерений:

№	$P$ , см	$P^2$ , см <sup>2</sup>	$t$ , с
1	97,5	9506	2,06
2	86	7396	1,82
3	75	5625	1,52
4	71	5054	1,39
5	52	2704	1,26
6	45	2025	1,03
7	30	900	0,92
8	24	576	0,72

*Критерии оценивания*

Заполнена таблица 2 (не менее 8 измерений) ..... 5  
 от 6 до 7 измерений ..... 3  
 меньше 6 измерений ..... 1  
 Построен график  $t(P)$  ..... 2  
 Построен график  $t(P^2)$  ..... 2  
 Вывод ..... 1

*Примечание 1.* При построении графика в логарифмическом масштабе  $\alpha = 1,3$ , то есть ближе к 1 чем к 2, но результат может зависеть от формы шарика. Мы рекомендуем провести самостоятельные измерения.

*Примечание 2.* Спряmlённые графики должны пересекать ось времени в окрестности точки  $t_0 = \sqrt{2H/g} \approx 0,6$  с. При отклонении от этой точки больше, чем на 30%, оценка уменьшается вдвое.