



Республиканская физическая олимпиада 2022 года (3 этап)

Экспериментальный тур

Решения задач 9 класс (для жюри)

Задания экспериментального тура данной олимпиады предоставляют для участников большие возможности для самостоятельного выбора параметров установок, диапазонов исследования, методов измерений. Иными словами – проявить свои творческие способности. Кроме того, результаты измерений сильно зависят от предоставленного оборудования, которое может различаться в разных областях нашей Республики.

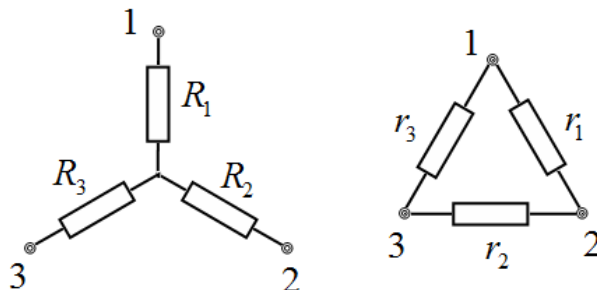
Поэтому, относитесь к приведенным ниже результатам, как к ориентировочным. Желательно (или даже обязательно) провести собственные измерения. Поэтому здесь приводятся только основные теоретические положения и результаты некоторых измерений, полученные авторами данных заданий. Методы обработки результатов измерений являются в большинстве своем, стандартными, поэтому подробно не описываются.



Задание 9-1. «Звезда» и «треугольник».

Часть 1. Схемы по отдельности.

1.1 Расчет схем проводится элементарно с использованием законов параллельного и последовательного соединения проводников.



Так сопротивления между выводами подчиняются соотношениям:

$$R_{12} = R_1 + R_2, \quad R_{23} = R_2 + R_3, \quad R_{31} = R_3 + R_1$$

$$r_{12} = \frac{r_1(r_2 + r_3)}{r_1 + r_2 + r_3}, \quad r_{23} = \frac{r_2(r_1 + r_3)}{r_1 + r_2 + r_3}, \quad r_{31} = \frac{r_3(r_1 + r_2)}{r_1 + r_2 + r_3}$$
(1)

1.2 Экспериментальные измерения в данном случае предельно просты. Однако, численные значения зависят от сопротивлений предоставленных приборов. Результаты измерений соответствуют записанным теоретическим зависимостям, поэтому их легко проверять «на глаз». Незначительные отклонения от теоретических зависимостей могут быть обусловлены сопротивлением соединительных проводов. Поэтому желательно их проверить, перед тем как выдавать участникам олимпиады.

Часть 2. Эквивалентность схем.

2.1 Формулы для пересчета «треугольника» в «звезду» следуют из определения эквивалентности, приведенными в условии задачи. После небольших алгебраических усилий, можно получить формулы пересчета:

$$R_1 = \frac{r_1 r_3}{r_1 + r_2 + r_3}, \quad R_2 = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2 + r_3}, \quad R_3 = \frac{r_2 r_3}{r_1 + r_2 + r_3}.$$
(2)

2.2 Вариантов подбора необходимых сопротивлений бесконечно много, поэтому следует просто приведенные участниками олимпиады данные проверить по формулам (2), соответствуют ли они им. Заметим, что подобрать нужные сопротивления схем методом «научного тыка» достаточно сложно, необходимы предварительные теоретические оценки.

Задание 9-2. Конструирование весов.

Часть 1. Без воды и гвоздя.

1.1 Объяснение эффекта стабилизации заключается в том, что при повороте коромысла правое и левое плечи сил тяжести изменяются по-разному. Чем меньше угол изгиба спицы, тем больше чувствительность весов, но тем меньше диапазон измеряемых масс. Поэтому нужно выбрать разумный компромисс.

1.2 Вариантов построение великое множество, т.к. можно варьировать:

- место и угол изгиба;
- массу балансирующих грузов;
- точку подвеса измеряемых масс;
- положение линейки.

Понятно, что угол отклонения спицы не должен быть слишком велик. Допустимый диапазон отклонения конца спицы вдоль линейки не более 10 см.

1.3 Практически во всех случаях (но может, кто-то придумает экзотический случай, градуировочный график (зависимость отклонения конца спицы по линейке–шкале) линейный. Критерием оценивания может служить измерение зависимости показаний весов от массы подвешенных скрепок: уместились ли все данные в один диапазон, насколько точно измерена масса скрепки: они тоже бывают разные. Взвесьте скрепки, которые Вы выдали ученикам.

1.4 При разумно собранной установке зависимость показаний весов от числа скрепок линейная, что позволяет провести графическую обработку.

Часть 2. Дополнительная стабилизация.

2.1-2.4 Выполняется аналогично первой части. При оговоренных условиях коэффициент наклона градуировочного графика должен быть меньше.