LVI Всероссийская олимпиада школьников по физике. Региональный этап.
Экспериментальный тур. 24 января 2022 г.
11класс

Задание 11.1. «Серый» ящик (из 20 баллов). «Серый» ящик с тремя выводами содержит источник с постоянной ЭДС $\mathcal{E}$ и два резистора. Указанные элементы соединены по одной из трёх возможных схем, представленных на рис. 1.

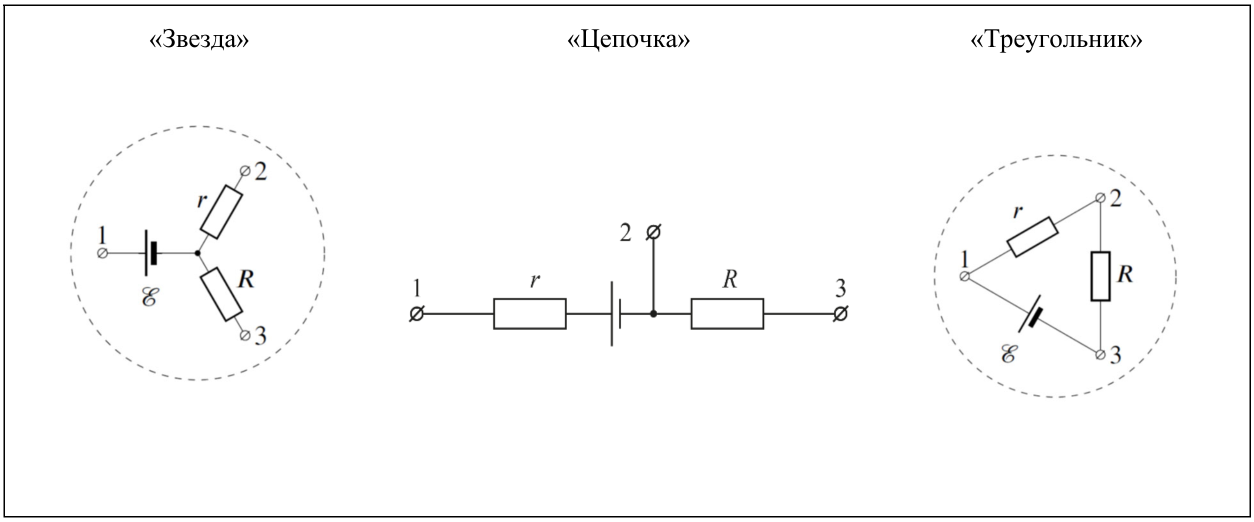


Рис. 1

На крышке ящика выводы в произвольном порядке помечены буквами «*A*», «*B*» и «*C*» (см. фотографию). Внутреннее сопротивление источника ЭДС, находящегося в «сером ящике», пренебрежимо мало по сравнению с r и R.

1. Выясните, по какой из трёх возможных схем («звезда», «цепочка» или «треугольник») соединены элементы.
2. Установите соответствие между точками «1», «2», «3» и выводами «*A*», «*B*» и «*C*», считая, что $r < R$.
3. Определите значение ЭДС $\mathcal{E}$, и сопротивления резисторов r и R.

Из-за ограниченного времени выполнения задания погрешности оценивать не требуется, однако точность полученных вами промежуточных и конечных результатов будет учитываться при выставлении баллов.

Оборудование. «Серый» ящик, мультиметр со щупами.

***Внимание*!**

1) В начале своего решения обязательно укажите номер выданного вам «серого» ящика (на фото это № 36).

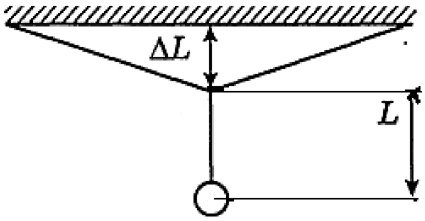
2) Запрещается закорачивать выводы «серого» ящика (например, с помощью проводов мультиметра, его щупа и т.д.).

3) Внутреннее сопротивление мультиметра в режиме измерения напряжения может значительно отличаться от стандартного.

Начало онлайн-разбора решений заданий экспериментального тура (по московскому времени) будет: 24 января *по адресу* https://youtu.be/AanAYIhjAT0 *7 класс – 16.00; 9 класс – 17.00;*
25 января *по адресу* https://youtu.be/zTTmmnl-NSs *8 класс – 13.00; 10 класс – 14.00;* ***11 класс – 15.30****.*

Э-11.2. Изменяющаяся траектория (из 20 баллов). Оборудование. Гайка М10; нить длиной 2,5 – 3 м; секундомер; линейка длиной 50 см, два канцелярских зажима (клипсы 51 мм); лист бумаги А4, два листа миллиметровой бумаги А4 для построения графиков.

Укрепите зажимы на краю стола на расстоянии 40 – 45 см друг от друга. Привяжите концы нити к проволочным «лапкам» зажимов так, чтобы прогиб ΔL составлял 2 – 3 см. К середине этой нити привяжите другую нить длиной около 60 см с гайкой. У вас должна получиться система из нитей и гайки, представленная на рис. 1. Изменяя расстояние между зажимами, вы можете регулировать величину «прогиба» ΔL.



Обозначим вертикальную плоскость, в которой находятся нити и гайка в положении равновесия (плоскость рисунка), символом P.

Задание. На листе бумаги проведите прямую линию. Положите лист на пол так, чтобы нарисованная прямая находилась строго под краем стола и была ему параллельна.

1) Измерьте период T_1 колебаний математического маятника, совершаемых в плоскости P, параллельной краю стола. Маятник должен перемещаться над нарисованной прямой.

2) Измерьте период T_2 колебаний математического маятника, совершаемых в вертикальной плоскости (S), перпендикулярной краю стола. Чтобы контролировать движение маятника, расположите на полу лист бумаги так, чтобы нарисованная прямая была перпендикулярна краю стола.

3) Расположите лист на полу так, чтобы нарисованная прямая составляла угол приблизительно 45° с плоскостью P. Отклоните гайку вдоль нарисованной прямой на несколько см в вертикальной плоскости S, и отпустите её. Гайка начнёт совершать движение по медленно изменяющейся траектории. Проекция траектории на горизонтальную плоскость сначала близка к прямой, затем постепенно превращается в эллиптическую, круговую и т.д. Вы можете заметить, что движение гайки является циклическим, то есть через некоторое время τ движение гайки вернется в исходную плоскость S, и её траектории будет близка к первоначальной прямой. Измерьте период τ.

4) Экспериментально исследуйте зависимость $\tau(\Delta L)$, изменяя ΔL в диапазоне 2-7 см (не менее 5 точек) при постоянном значении L (50 см). Результаты измерений запишите в таблицу.

5) Экспериментально исследуйте зависимость $\tau(L)$, изменяя L в диапазоне 25 – 60 см (не менее 5 точек) при постоянном значении ΔL (2,5-4 см). Результаты измерений запишите в таблицу.

6) При $\frac{\Delta L}{L} \ll 1$ зависимость $\tau(\Delta L, L)$ может быть описана формулой $\tau = A \cdot L^{\alpha} \cdot \Delta L^{\beta}$.

Используя графическую обработку экспериментальных результатов, определите значения α и β.

7) Предложите теоретическое обоснование зависимости $\tau = A \cdot L^{\alpha} \cdot \Delta L^{\beta}$, получите теоретическое значение параметров этой зависимости (A, α и β). Сравните теоретические результаты для α и β с экспериментальными.

Примечание. При работе над п. 4 вы можете использовать приближение

$$(1 + x)^n \approx 1 + nx, \text{ справедливое при } x \ll 1.$$

Внимание! Из-за ограниченного времени выполнения задания погрешности определения α и β оценивать не требуется, однако точность полученных вами промежуточных и конечных результатов будет учитываться при выставлении баллов!

Начало онлайн-разбора решений заданий экспериментального тура (по московскому времени) будет: 24 января *по адресу* https://youtu.be/AanAYIhjAT0 *7 класс – 16.00; 9 класс – 17.00;*
25 января *по адресу* https://youtu.be/zTTmmnl-NSs *8 класс – 13.00; 10 класс – 14.00;* ***11 класс – 15.30***.