

**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников по физике
10 класс, 2020-2021 учебный год**

Задание 1.

Для нагревания сосуда с жидкостью на 1°C на электроплитке требуется 20 с. Сосуд нагрели до 30°C и поместили в жидкость кусочек металла, который находился в другом сосуде в тепловом равновесии со смесью воды и льда. Температура в сосуде с жидкостью и металлом установилась равной 25°C . Какое время потребуется для нагревания на той же электроплитке этого сосуда на 1°C , если не вынимать из него металл? Потерями энергии пренебречь, жидкость из сосуда в данном процессе не выливалась.

Решение.

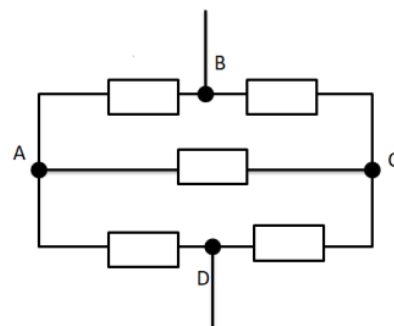
$Q = Pt_1 = mc\Delta t$ – количество теплоты, необходимое для нагревания жидкости на $\Delta t = 1^\circ\text{C}$, здесь $t_1 = 20$ с, и P – мощность нагревателя. Уравнение теплового баланса жидкости с погруженным металлом $mc(30^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) = m_m c_m(25^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})$, отсюда $m_m c_m = \frac{mc}{5}$. Уравнение теплового баланса для нагревания жидкости с металлом $mc\Delta t + m_m c_m \Delta t = Pt_2$, $mc\Delta t + \frac{mc\Delta t}{5} = Pt_2$. Следовательно $t_2 = t_1 + \frac{t_1}{5} = 24$ с.

Критерии оценивания

Записано количество теплоты, необходимое для нагревания жидкости на 1°C	2 балла
Определена температура кусочка металла	2 балла
Записано уравнение теплового баланса для жидкости с металлом	2 балла
Определено время, необходимое для нагревания жидкости с металлом	4 балла
Всего	10 баллов

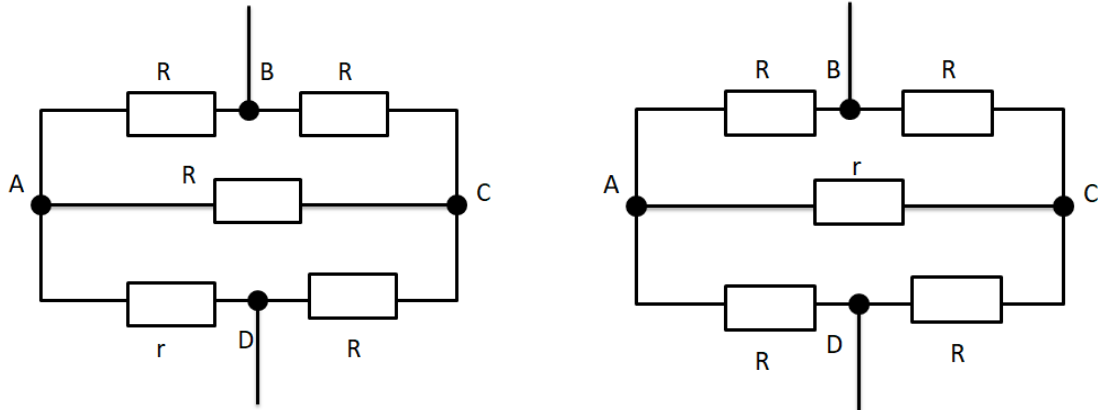
Задание 2.

В черном ящике расположена схема, состоящая из 5 резисторов. Сопротивление четырех из них известно и равно R , сопротивление пятого $r=2R$. Были произведены измерения $R(AB) = R(AD) = R(BC) = R(DC) = 6$ Ом. Определить положение пятого резистора относительно клемм, найти r и R .

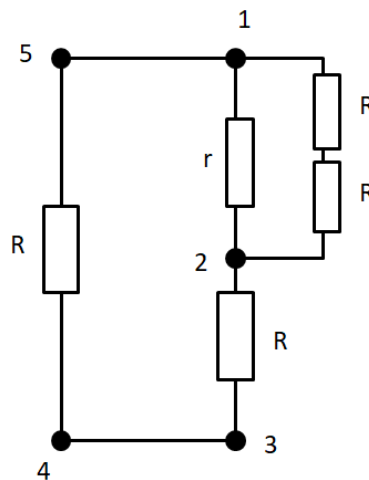


Решение.

Возможны два варианта расположения резистора r . при первом варианте сопротивления $R(AB)$, $R(AD)$, $R(BC)$, $R(AC)$ были бы разными. Значит, реализован второй вариант.



Рассмотрим более подробно случай подключения омметра к клеммам АВ. Можем составить для него эквивалентную схему.



Проведем расчет сопротивления между точками 1 и 2, обозначив это сопротивление R_1 : $\frac{1}{R_1} = \frac{1}{r} + \frac{1}{2R}$. Между точками 1 и 3 сопротивление обозначим R_2 : $R_2 = R + R_1$. Тогда сопротивление между точками АВ можно найти по формуле: $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_2}$. Учитывая, $r=2R$, получаем $R = \frac{3}{2}R_{AB} = 9 \text{ Ом}$ и $r=2R=18 \text{ Ом}$.

Критерии оценивания

Определено расположение резистора r	2 балла
Определена эквивалентная схема для одного из подключений, например, к клеммам АВ	3 балла

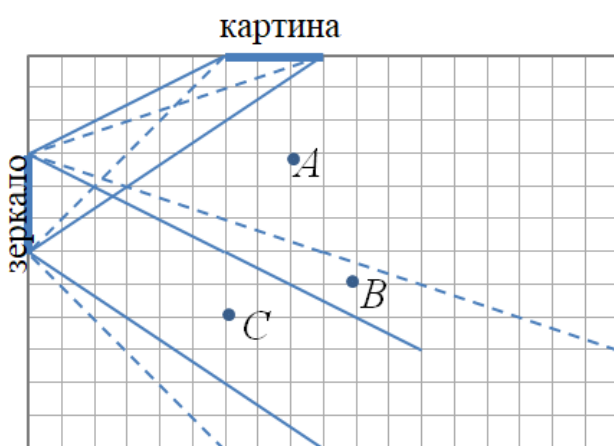
Определены соотношения для определения сопротивления R_{AB}	3 балла
Найдены сопротивления r и R	2 балла
Всего	10 баллов

Задание 3.

В комнате на одной из стен висит плоское зеркало, а на другой – картина (см. рисунок). Из какой точки (А, В, С) можно полностью увидеть отражение картины в зеркале?



Решение.



Из точки С отражение картины видно полностью.

Критерии оценивания

Построен ход лучей	8 баллов
Выбрана точка С	2 балла
Всего	10 баллов

Задание 4.

Ядро, вылетевшее из ствола орудия под углом 45° к горизонту, дважды был на одной высоте h : спустя 4 с и 6 с после начала движения. Определите высоту h и удаление ядра от точки вылета в эти моменты.

Решение.

Обозначим $\alpha = 45^\circ$, $t_1 = 4$ с, $t_2 = 6$ с, $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. уравнения движения $x(t) = v_0 \cos \alpha \cdot t$, $y(t) = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$. Камень побывал на одной высоте $y_1(t_1) = y_2(t_2) = h$, $v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$, отсюда $v_0 = \frac{g(t_1 + t_2)}{2 \sin \alpha}$. Тогда $h = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{g}{2} (t_1 + t_2) \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{gt_1 t_2}{2} = 120$ м,

$$x(t_1) = v_0 \cos \alpha \cdot t_1 = \frac{g(t_1+t_2)}{2 \sin \alpha} \cos \alpha \cdot t_1 = \frac{g(t_1+t_2)t_1}{2 \tan \alpha} = 200 \text{ м},$$

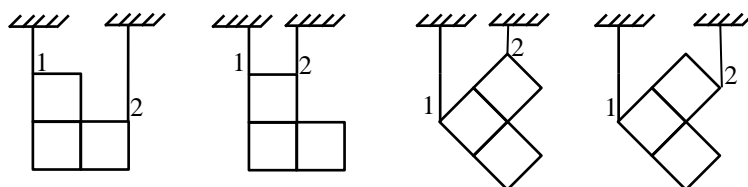
$$x(t_2) = \frac{g(t_1+t_2)t_2}{2 \tan \alpha} = 300 \text{ м}.$$

Критерии оценивания

Записаны уравнения движения и скорости	2 балла
Определена начальная скорость	2 балла
Определена высота h	3 балла
Определены координаты $x(t_1)$ и $x(t_2)$	3 балла
Всего	10 баллов

Задание 5.

Из квадратной пластинки массой 400 г вырезали $\frac{1}{4}$ часть и подвесили на двух вертикальных нитях 1 и 2. Определите силы натяжения нитей T_1 и T_2 в случаях, изображенных на рисунке.



Решение.

Обозначим массу полной плитки через m , ее сторону через $2a$ и диагональ через $2b$.

Случай на 1 рисунке.

Сумма моментов относительно точки 1: $\frac{2}{4}mg \cdot \frac{1}{2}a + \frac{1}{4}mg \cdot \frac{3}{2}a = T_2 \cdot 2a \Rightarrow T_2 = \frac{5}{16}mg = 1,25 \text{ Н}$. Сумма моментов относительно точки 2: $\frac{2}{4}mg \cdot \frac{3}{2}a + \frac{1}{4}mg \cdot \frac{1}{2}a = T_1 \cdot 2a \Rightarrow T_1 = \frac{7}{16}mg = 1,75 \text{ Н}$.

Случай на 2 рисунке.

Сумма моментов относительно точки 1: $\frac{2}{4}mg \cdot \frac{1}{2}a + \frac{1}{4}mg \cdot \frac{3}{2}a = T_2 \cdot a \Rightarrow T_2 = \frac{5}{8}mg = 2,5 \text{ Н}$. Сумма моментов относительно точки 2: $\frac{2}{4}mg \cdot \frac{3}{2}a = T_1 \cdot 2a + \frac{1}{4}mg \cdot \frac{1}{2}a \Rightarrow T_1 = \frac{1}{8}mg = 0,5 \text{ Н}$.

Случай на 3 рисунке.

Сумма моментов относительно точки 1: $\frac{2}{4}mg \cdot b + \frac{1}{4}mg \cdot \frac{1}{2}b = T_2 \cdot b \Rightarrow T_2 = \frac{5}{8}mg = 2,5 \text{ Н}$. Сумма моментов относительно точки 2: $\frac{1}{4}mg \cdot \frac{1}{2}b = T_1 \cdot b \Rightarrow T_1 = \frac{1}{8}mg = 0,5 \text{ Н}$.

Случай на 4 рисунке.

Сумма моментов относительно точки 1: $\frac{2}{4}mg \cdot b + \frac{1}{4}mg \cdot \frac{1}{2}b = T_2 \cdot \frac{3}{2}b \Rightarrow T_2 = \frac{5}{12}mg = 1,7 \text{ Н}$. Сумма моментов относительно точки 2: $\frac{2}{4}mg \cdot \frac{1}{2}b + \frac{1}{4}mg \cdot b = T_1 \cdot \frac{3}{2}b \Rightarrow T_1 = \frac{1}{3}mg = 1,3 \text{ Н}$.

Критерии оценивания

Определены силы, действующие на части плитки и их плечи	2 балла
Определены T_1 и T_2 для 1 случая	2 балла
Определены T_1 и T_2 для 2 случая	2 балла
Определены T_1 и T_2 для 3 случая	2 балла
Определены T_1 и T_2 для 4 случая	2 балла
Всего	10 баллов