

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
2019-2020 УЧ. ГОД
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. КАЛУЖСКАЯ ОБЛАСТЬ
9 КЛАСС

Задание составлено доцентом кафедры физики и математики Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского Красиным М.С.

1. «Свободное падение 9». С уступа скалы начал падать камень, за две последние секунды своего падения он пролетел расстояние 100 м. С какой высоты падал камень? Ускорение свободного падения принять равным $10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

1. «Свободное падение 9». Возможное решение.

$$\text{Пройденный путь } s = \frac{g \cdot t^2}{2} - \frac{g \cdot (t - \Delta t)^2}{2} \quad (1)$$

$$\text{откуда } t = \frac{s}{g \Delta t} + \frac{\Delta t}{2} \quad (2)$$

Подставив числовые данные $t = 6 \text{ с}$

$$\text{Высота падения } H = \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (3)$$

Подставив числовые данные $H = 180 \text{ м}$

1. «Свободное падение 9» (10 баллов). Рекомендательные критерии оценки.

За соотношение типа (1) добавить 2 балла

За вывод соотношения типа (2) добавить 2 балла

За использование соотношения (3) добавить 2 балла

За вычисление итогового ответа добавить 4 балла

2. «Бегун 9». Девятиклассник очень постарался и пробежал 100 метров за одну пятую минуты. С какой скоростью он бежал? За какое время он пробежит 3 километра?

2. «Бегун 9» (10 баллов). Возможное решение.

Ответ на первый вопрос $v = \frac{s}{t}$, $v = \frac{100 \text{ м}}{12 \text{ с}} = 8,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, или $v = \frac{100 \text{ м}}{12 \text{ с}} = 8,33 \frac{\text{м}}{\text{с}}$,
или $v = \frac{100 \text{ м}}{\frac{1}{5} \text{ мин}} = 500 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$, или $v = \frac{100}{12} \cdot 3,6 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 30 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Ответ на второй

вопрос. С такой скоростью девятиклассник долго бежать не сможет, поэтому точное время забега определить нельзя, исходя из условий задачи, но оно наверняка будет больше, чем 6 минут (3 км разделить на скорость на стометровке).

2. «Бегун 9» (10 баллов). Рекомендательные критерии оценки. За ответ на первый вопрос 7 баллов. Если ответ дан $v = \frac{100 \text{ м}}{12 \text{ с}} = 8,333 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ или с большим числом цифр, то снизить оценку на 2 балла, из-за нарушения правил арифметических действий с приближенными числами.

За ответ на второй вопрос добавить 3 балла. Если дан ответ 6 минут, то баллов не добавлять.

3. «Снег 9». На улице при нулевой температуре набрали некоторое количество мокрого снега, поместили его в контейнер и стали его нагревать. Сначала, в течение времени $\tau_1 = 6$ мин 48 с, температура снега не изменялась, а через интервал времени с начала нагрева $\tau_2 = 17$ мин 18 с, температура содержимого контейнера повысилась до 100°C . Считая, что всё это время тепло равномерно подводилось к содержимому контейнера, выясните отношение массы кристаллической части снега (льда) к массе жидкой части снега (воды) в начальный момент. Удельную теплоту плавления принять равной $\lambda = 3,4 \text{ Дж} \cdot 10^5 / \text{кг}$, удельную теплоту парообразования равной $L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж} / \text{кг}$, удельную теплоёмкость льда равной $c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельную теплоёмкость воды равной $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$,

3. «Снег 9». Возможное решение. Пусть P - величина, равная количеству теплоты, которое подводили к содержимому контейнера за единицу времени. Тогда для стадии таяния снега (плавления кристаллической части воды) можно записать $\lambda \cdot m_{\text{л}} = P \cdot \tau_1$. (1)

Для стадии нагрева воды $c_{\text{в}} \cdot m \cdot \Delta t = P \cdot (\tau_2 - \tau_1)$ (2)

Разделив (1) на (2), получаем

$$\frac{m_{\text{л}}}{m} = \frac{c_{\text{в}} \cdot \Delta t}{\lambda} \cdot \frac{\tau_1}{(\tau_2 - \tau_1)} \quad (3)$$

Подставив числовые данные, получаем $\frac{m_{\text{л}}}{m} = 0,8$. Значит $\frac{m_{\text{в}}}{m} = 0,2$,

Следовательно, $\frac{m_{\text{л}}}{m_{\text{в}}} = 4$

3. «Снег 9» (10 баллов). Рекомендуемые критерии оценки.

За учёт, что сначала снег таял, а затем уже нагревался добавить 1 балл.

За понимание, что таял не весь мокрый снег, а только та часть, которая была в кристаллическом состоянии, добавить 1 балл.

За перевод интервалов времени в минуты или в секунды добавить 1 балл

За запись соотношения типа (1) добавить 1 балл

За учёт, что время увеличения температуры надо вычислять как разность интервалов времени добавить 1 балл.

За запись соотношения типа (2) добавить 1 балла

За запись соотношения типа (3) добавить 1 балл

За наличие расчётов, учитывающих взаимосвязь между жидкой, твёрдой и общей массой мокрого снега, добавить 2 балла.

За правильное вычисление добавить 1 балл.

4. «Зеркальце 9». Игрушечный автомобиль движется по полу со скоростью $0,5 \text{ км/ч}$. Ему навстречу со скоростью $0,1 \text{ м/с}$ движется плоское зеркало, располагающееся так, что плоскость зеркала перпендикулярна направлению

движения автомобиля. С какой скоростью автомобиль приближается к своему изображению в зеркале? Ответ обоснуйте.

4. «Зеркальце 9». Возможное решение. Скорость зеркала равна 0,36 км/ч. Автомобиль приближается к зеркалу со скоростью 0,86 км/ч. С такой же скоростью к плоскости зеркала приближается изображение автомобиля. Поэтому автомобиль приближается к своему изображению со скоростью 1,72 км/ч или 0,48 м/с.

4. «Зеркальце 9» (10 баллов). Рекомендуемые критерии оценки.

За единообразие единиц измерения скорости добавить 2 балла.

За определение скорости сближения автомобиля с зеркалом добавить 2 балла.

За понимание, что скорость приближения изображения автомобиля к зеркалу равна скорости сближения автомобиля и зеркала добавить 2 балла

За итоговый правильный ответ добавить 4 балла. Если скорости выражаются в м/с и при этом их числовые значения для промежуточных расчётов округляются, то итоговую оценку снизить на 2 балла за неточность результата. Если промежуточные результаты не округляются, а учитываются в виде дробей, и округляется только итоговый результат, то оценку не снижать.

5. «Чёрный ящик 9». Девятиклассникам Черновой и Ящикову предложили исследовать устройство, структура которого неизвестна («чёрный ящик»). Известно только, что в нём содержится простейшая электрическая цепь с двумя одинаковыми резисторами (проводниками с постоянным сопротивлением) и соединительными проводами. Из «чёрного ящика» выходят четыре контактных провода (см. рис.1.). В распоряжение школьников предоставили источник тока (батарейка), амперметр, вольтметр и соединительные провода. Надо было определить схему соединения резисторов и их сопротивления. Вольтметр и амперметр можно было считать идеальными.

Для решения данной проблемы школьники сначала определили ток короткого замыкания I_K (силу тока, которая будет идти через источник, если его клеммы соединить проводом с очень малым сопротивлением) Для этого они собрали схему согласно рис. 2. Ток короткого замыкания оказался равным $I_K = 8,00$ А

Затем они приступили к исследованию электрической схемы «чёрного ящика». Для упрощения систематизации сведений они обозначили контактные провода буквами А, В, С, D (см. рис. 3.).

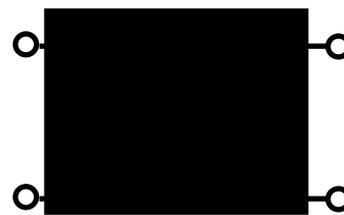


Рис. 1. «Чёрный ящик с неизвестной схемой подключения двух резисторов

Затем провели систему измерений, поочерёдно подключая источник тока, амперметр и вольтметр к клеммам А и В, В и С, С и D, А и D. (Вариант подключения к клеммам А и В изображён на рис. 4.).

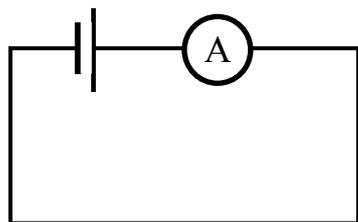


Рис. 2. Измерение тока короткого замыкания

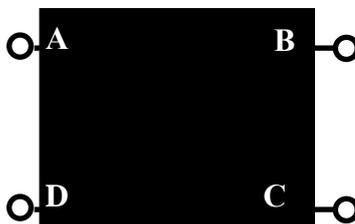


Рис. 3. «Чёрный ящик» с помеченными контактными проводами

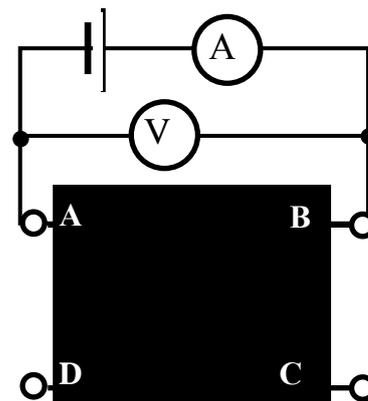


Рис 4. Измерение сопротивления участка А-В

Результаты их измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерений параметров «чёрного ящика».

Измеряемый участок	Показания вольтметра	Показания амперметра
А-В	6,0 В	0,40 А
В-С	6,0 В	0,40 А
С-D	0,0 В	8,00 А
А-D	6,0 В	0,20 А

На основании полученных данных школьники смогли определить способ соединения резисторов в «чёрном ящике». Нарисуйте и Вы схему соединения резисторов. Обоснуйте свои выводы. Определите сопротивление этих резисторов.

4. «Чёрный ящик 9» (10 баллов). Возможное решение. Заметим, что при подключении измерительной схемы к участку С-D через него идёт ток короткого замыкания, следовательно, клеммы С-D соединены проводом. Сопротивления участков А-В и В-С равны, а сопротивление участка А-D вдвое больше сопротивлений этих участков, следовательно, при подключении к этому участку ток идёт сразу через оба резистора, включенных последовательно. На основе проведённого анализа делаем заключение, что схема включения резисторов в «чёрном ящике» имеет вид, указанный на рисунке 9.1. Сопротивления резисторов приближённо равны

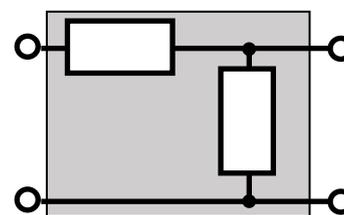


Рис. 9.1.Схема соединения резисторов в «чёрном ящике»

$$R = \frac{6 \text{ В}}{0,4 \text{ А}} = 15 \text{ Ом}$$

4. «Чёрный ящик 9» (10 баллов). Рекомендуемые критерии оценки. За вывод, что клеммы С-D соединены проводом добавить 2 балла.

За правильную схему соединения добавить 2 балла.

За наличие обоснования к приведённой правильной схеме соединения добавить 4 балла (Не следует сильно «придираться» к подробности обоснований, но если какой-либо элемент не обоснован, то за такое обоснование ставить 2 балла. Решение о снятии баллов за недостаточно корректное обоснование желательно принимать коллегиально).

За вычисление сопротивления резистора добавить 2 балла.

За наличие неправильной схемы соединения ставить 1 балл, при наличии попытки обоснования неправильной схемы добавить 1 балл.

За неправильное вычисление сопротивления резистора, но правильное использование закона Ома добавить 1 балл.