

РЕШЕНИЯ И ОТВЕТЫ К ЗАДАНИЯМ
Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
ФИЗИКА
2020-2021 уч. год
8 класс

Время проведения – **3 часа (180 минут)**.

Максимальное количество баллов – **40**.

Рекомендации по оцениванию выполненных заданий

1. Жюри олимпиады оценивает записи, приведенные в чистовике. Черновики не проверяются.
2. Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.
3. Не допускается снятие баллов за «плохой почерк» и неаккуратное оформление записей.
4. Решения и подходы школьников могут отличаться от решений, предложенных методической комиссией, быть не рациональными.
5. Если задача решена не полностью, то этапы ее решения оцениваются в соответствии с критериями оценок.

Критерии оценивания решений

| Баллы | Правильность (ошибочность) решения |
|--------------|--|
| 10 | Полное верное решение |
| 9 | Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение |
| 6-8 | Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические). |
| 5 | Найдено решение одного из двух возможных случаев |
| 3-4 | Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение. |
| 1-2 | Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении). |
| 0 | Решение неверное или отсутствует |

Задача 1. В двух одинаковых бочках находится одинаковое количество воды. Температура воды в первой бочке $t_1 = 20^\circ\text{C}$, а во второй бочке $t_2 = 60^\circ\text{C}$. Из первой бочки перелили некоторое количество воды во вторую, и в ней установилась температура $t = 50^\circ\text{C}$. Затем из второй бочки перелили такое же количество воды в первую так, что воды в бочках снова стало поровну. Какая температура установится в первой бочке? Всеми потерями тепла во внешнюю среду и механической работой, совершенной при переливании воды, пренебречь.

Возможное решение

Количество теплоты, которое идет на нагревание некоторой массы воды из первой бочки до температуры $t = 50^\circ\text{C}$

$$Q_1 = c_B m_x (t - t_1),$$

где m_x – масса перелитой воды.

Количество теплоты, которое отдает вода при остывании во второй бочке до температуры $t = 50^\circ\text{C}$

$$Q_2 = c_B m (t_1 - t).$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$c_B m_x (t - t_1) = c_B \cdot m (t_1 - t),$$

откуда

$$m_x = m \frac{(t_2 - t)}{(t - t_1)} = \frac{m}{3}.$$

После переливания в первой бочке осталось воды $m - m_x = \frac{2}{3}m$.

Количество теплоты, которое отдает вода, перелитая из второй бочки в первую

$$Q_3 = c_B m_x (t - t_x),$$

где t_x – равновесная температура в первой бочке.

Количество теплоты, которое идет на нагревание воды в первой бочке до температуры t_x

$$Q_4 = c_B \frac{2}{3} m (t_x - t_1).$$

$$Q_3 = Q_4$$

$$c_B \frac{m}{3} (t - t_x) = c_B \frac{2}{3} m (t_x - t_1),$$

откуда

$$t_x = \frac{t + 2t_1}{3} = 30^\circ\text{C}$$

Ответ: 30°C

Критерии оценивания:

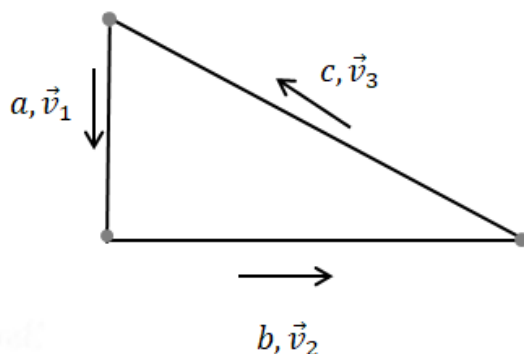
| | | |
|----|--|-----------|
| 1. | Верно записано выражение теплового баланса в 1-м случае | 3 балла |
| 2. | Верно определено соотношение между массами воды | 2 балла |
| 3. | Верно записано выражение теплового баланса во 2-м случае | 3 балла |
| 4. | Получен правильный ответ | 2 балла |
| | Всего | 10 баллов |

Задача 2. Дима первую треть всего времени шел по лесу на юг со скоростью $v_1 = 3$ км/ч, затем треть всего пути двигался по полю на восток со скоростью v_2 , и, наконец, по кратчайшему пути по просеке вернулся в начальное положение. Вычислите среднюю (путевую) скорость мальчика v_0 . Найдите минимальное возможное значение скорости v_2 .

Возможное решение

Пусть a – расстояние, пройденное Димой по лесу, b – по полю (смотри рисунок). Тогда по теореме Пифагора мальчик проходит по просеке расстояние $c = \sqrt{a^2 + b^2}$. По условию задачи полный путь, пройденный Димой, $S = a + b + c = 3b$, отсюда $c = 2b - a$:

$$a^2 + b^2 = 4b^2 - 4ba + a^2, \quad b = \frac{4}{3}a, \quad c = \frac{5}{3}a$$



Время, в течении которого мальчик шел по лесу $t_1 = a/v_1$.

Обозначим полное время движения через T . По условию $T = 3t_1$. Тогда средняя (путевая) скорость:

$$v_0 = \frac{a + b + c}{T} = \frac{4}{3} \cdot \frac{a}{t_1} = \frac{4}{3} v_1 = 4 \text{ км/ч.}$$

При этом время, которое Дима проходит по полю $t_2 < T - t_1 = 2t_1$.

Поскольку $t_2 = b/v_2$, то

$$v_2 = \frac{b}{t_2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{a}{t_2} > \frac{4}{3} \cdot \frac{a}{2t_1} = \frac{2}{3} \cdot v_1 = 2 \text{ км/ч.}$$

Ответ: 4 км/ч; 2 км/ч

Критерии оценивания:

| | | |
|----|--|-----------|
| 1. | Нахождение соотношений между сторонами треугольника | 2 балла |
| 2. | Идея нахождения v_0 | 2 балла |
| 3. | Численное значение v_0 | 2 балла |
| 4. | Идея нахождения минимального значения v_2 | 2 балла |
| 5. | Численный ответ для минимального возможного значения v_0 | 2 балла |
| | Всего | 10 баллов |

Задача 3. Из пункта A в пункт B выехал автомобиль «Волга» со скоростью 100 км/ч. В то же время навстречу ему из пункта B выехал автомобиль «Жигули». В 12 часов дня машины проехали мимо друг друга. В 12:32 «Волга» прибыла в пункт B , а ещё через 18 минут «Жигули» прибыли в A . Вычислите скорость «Жигулей».

Возможное решение

«Волга» проехала путь от пункта A до места встречи с «Жигулями» за время t_x , а «Жигули» этот же участок проехали за $t_1 = 50$ мин. В свою очередь, «Жигули» проехали путь от пункта B до места встречи с «Волгой» за время t_x , а «Волга» этот же участок проехала за $t_2 = 32$ мин. Запишем эти факты в виде уравнений:

$$v_2 t_x = v_1 t_1 \quad \text{и} \quad v_1 t_x = v_2 t_2,$$

где v_1 – скорость «Жигулей», а v_2 – скорость «Волги».

Поделив почленно одно уравнение на другое, получим:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{t_2}{t_1}} = 0,8.$$

Отсюда $v_1 = 0,8 \cdot v_2 = 80$ км/ч.

Ответ: 80 км/ч

Критерии оценивания

| | | |
|----|-----------------------------------|-----------|
| 1. | Нахождение t_1 и t_2 | 2 балла |
| 2. | Составление системы уравнений | 4 балла |
| 3. | Выражение для отношения скоростей | 2 балла |
| 4. | Получен численный ответ | 2 балла |
| | Всего | 10 баллов |

Задача 4. Какое наименьшее количество бревен длиной 10 метров и площадью сечения 300 см^2 надо взять для плоты, на котором можно переправить через реку грузовой автомобиль массой 7 тонн? Плотность дерева $0,6 \text{ г/см}^3$.

Возможное решение

Чтобы переправить автомобиль через реку с помощью плоты из минимального числа бревен, будем считать, что плот будет весь находиться в воде. Тогда вес плоты и автомобиля уравновешивается силой Архимеда.

Вес плоты определяется формулой

$$P_{\text{пл}} = \rho_{\text{д}} S l g N, \quad (1)$$

где $\rho_{\text{д}}$ – плотность дерева, S – площадь сечения, l – длина бревна, g – ускорение свободного падения, N – число бревен.

Сила Архимеда рассчитывается по формуле

$$F_A = \rho_{\text{в}} S l g N, \quad (2)$$

где $\rho_{\text{в}}$ – плотность воды.

Вес грузового автомобиля находится по формуле

$$P_{\Gamma} = M g, \quad (3)$$

где M – масса грузового автомобиля.

Учитывая баланс сил, получаем выражение для определения числа бревен

$$N = \frac{M}{(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{д}}) S l}, \quad (4)$$

Подставляя численные данные, получаем результат $N \approx 58,3$.

Но с учетом условия задачи, правильный ответ $N = 59$ бревен.

Ответ: 59 бревен

Критерии оценивания

| | | |
|----|------------------------------------|-----------|
| 1. | Записана формула (1) | 2 балла |
| 2. | Записана формула для силы Архимеда | 2 балла |
| 3. | Записана формула (3) | 2 балла |
| 4. | Выведена формула для числа бревен | 3 балла |
| 5. | Дан правильный ответ | 1 балла |
| | Всего | 10 баллов |