

Решения и критерии оценивания заданий
муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников
Камчатского края в 2020 – 2021 учебном году.

Время выполнения – 180 минут (3 астрономических часа).

Максимальное количество баллов – 40 б.

8 класс

Задача 1. Поход (10 баллов) Турист проходит маршрут и возвращается обратно за 3 часа 41 мин. Дорога идет сначала в гору, потом по ровному месту, а затем с горы. На каком протяжении дорога идет по ровному месту, если скорость туриста составляет: в гору – 4 км/ч, по ровному месту – 5 км/ч, с горы – 6 км/ч, а длина маршрута (расстояние в одну сторону) составляет 9 км?

Возможное решение:

Обозначим длину участка «в гору» как S_1 , «по ровному месту» – S_2 , «с горы» - S_3 . На обратном пути длина участка «в гору» будет равна S_3 , «с горы» - S_1 , а длина ровного участка останется прежней. Тогда общее время движения туриста будет равно:

$$t = \frac{S_1}{4 \text{ км/ч}} + \frac{S_2}{5 \text{ км/ч}} + \frac{S_3}{6 \text{ км/ч}} + \frac{S_3}{4 \text{ км/ч}} + \frac{S_2}{5 \text{ км/ч}} + \frac{S_1}{6 \text{ км/ч}}$$
$$t = \frac{S_1 + S_3}{4 \text{ км/ч}} + \frac{2S_2}{5 \text{ км/ч}} + \frac{S_1 + S_3}{6 \text{ км/ч}}$$

Заметим, что $S_1 + S_3 = S - S_2$, где $S = 9$ км – длина маршрута. Тогда

$$t = \frac{S - S_2}{4 \text{ км/ч}} + \frac{2S_2}{5 \text{ км/ч}} + \frac{S - S_2}{6 \text{ км/ч}}$$

Решим полученное уравнение, выразив время в часах $t = 3 \text{ ч } 41 \text{ мин} = 221/60$ ч

$$\frac{221}{60} \text{ ч} = \frac{S - S_2}{4 \text{ км/ч}} + \frac{2S_2}{5 \text{ км/ч}} + \frac{S - S_2}{6 \text{ км/ч}}$$

Умножив уравнение на 60 км/ч, получим

$$221 \text{ км} = 15(S - S_2) + 24S_2 + 10(S - S_2)$$

Откуда

$$221 \text{ км} = 135 \text{ км} - 15S_2 + 24S_2 + 90 \text{ км} - 10S_2$$

$S_2 = 4$ км.

Критерии оценивания:

Установлено соответствие длин участков при движении в прямом и обратном направлении	2 балла
Составлено уравнение для времени движения туриста	3 балла
Указано соотношение $S_1 + S_3 = S - S_2$	2 балла
Время движения выражено в часах	1 балл
Решено уравнение, получен верный ответ	2 балла

Задача 2. Разные плотности (10 баллов) Для плоских однородных тел постоянной толщины удобной характеристикой является поверхностная плотность (масса единицы площади) σ , измеряемая в $\text{кг}/\text{м}^2$. Для однородных протяжённых тел часто применяется линейная плотность (масса единицы длины) λ , измеряемая в $\text{кг}/\text{м}$. На строительном рынке покупают линолеум в виде прямоугольника и для удобства транспортировки его сворачивают в рулон. Если линолеум свернуть вдоль короткой стороны, то линейная плотность рулона получается равной $\lambda_1 = 6,4 \text{ кг}/\text{м}$, а если вдоль длинной – $\lambda_2 = 5 \text{ кг}/\text{м}$. Известно, что поверхностная плотность линолеума $\sigma = 2,5 \text{ кг}/\text{м}^2$. Какова масса купленного линолеума?

Возможное решение:

Масса линолеума равна $m = \sigma \cdot S = \sigma \cdot a \cdot b$

Размеры линолеума можно выразить с помощью линейных плотностей:

$$a = \frac{m}{\lambda_1}, b = \frac{m}{\lambda_2}$$

Тогда

$$m = \sigma \cdot \frac{m}{\lambda_1} \cdot \frac{m}{\lambda_2} = \sigma \cdot \frac{m^2}{\lambda_1 \lambda_2}$$

Откуда

$$m = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\sigma} = \frac{6,4 \cdot 5 \text{ кг}^2/\text{м}^2}{2,5 \text{ кг}/\text{м}^2} = 12,8 \text{ кг}$$

Критерии оценивания:

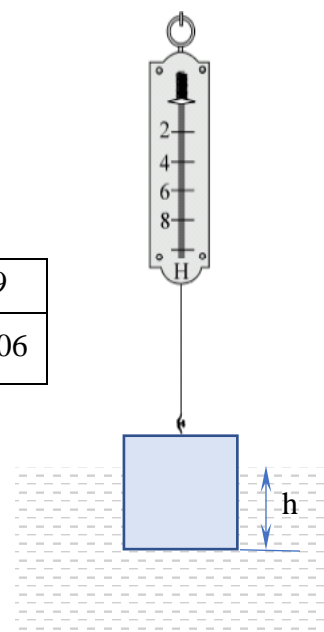
Записана формула поверхностной плотности	2 балла
Выражена ширина линолеума	2 балла
Выражена длина линолеума	2 балла
Получена формула для массы линолеума	3 балла
Получен правильный ответ	1 балл

Задача 3. Забывчивый экспериментатор (10 баллов) Школьник проводил опыт по погружению кубика, изготовленного из неизвестного материала, в жидкость неизвестной плотности (см. рисунок). Показания динамометра, соответствующие различным глубинам погружения кубика, он заносил в таблицу. Однако, некоторые значения силы он забыл и не стал их вносить в таблицу.

h, см	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, Н	9,73	9,09						5,25	5,06	5,06

Помогите школьнику определить плотность кубика и жидкости по результатам этих измерений. Принять $g = 10 \text{ Н}/\text{кг}$.

Возможное решение:



По имеющимся измерениям можно понять, что первое значение силы F_0 соответствует силе тяжести, действующей на кубик (пока он еще не погружен в жидкость), а значение F_9 - полностью погруженному в жидкость кубику (за вычетом действующей на кубик силы Архимеда $F_A = \rho_{\text{ж}} g a^3$, где a – ребро куба).

$$F_0 = \rho_{\text{т}} g a^3$$

$$F_0 - F_9 = F_A = \rho_{\text{ж}} g a^3$$

Тогда

$$\frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{т}}} = \frac{F_0 - F_9}{F_0} = \frac{9,73 - 5,06}{9,73} = 0,48$$

Для кубика, неп полностью погруженного в жидкость имеем:

$$F_A = \rho_{\text{ж}} g a^2 h - \text{сила Архимеда, действующая на погруженную часть кубика.}$$

Тогда

$$F_1 = \rho_{\text{т}} g a^3 - \rho_{\text{ж}} g a^2 h_1$$

$$F_7 = \rho_{\text{т}} g a^3 - \rho_{\text{ж}} g a^2 h_7$$

$$F_1 - F_7 = \rho_{\text{ж}} g a^2 (h_7 - h_1)$$

$$\frac{F_1 - F_7}{F_0} = \frac{\rho_{\text{ж}} g a^2 (h_7 - h_1)}{\rho_{\text{т}} g a^3} = \frac{\rho_{\text{ж}} (h_7 - h_1)}{\rho_{\text{т}} a}$$

Откуда

$$a = \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{т}}} \cdot \frac{F_0}{F_1 - F_7} \cdot (h_7 - h_1) = \frac{F_0 - F_9}{F_0} \cdot \frac{F_0}{F_1 - F_7} \cdot (h_7 - h_1) = \frac{F_0 - F_9}{F_1 - F_7} \cdot (h_7 - h_1)$$

$$a = \frac{9,73 - 5,06}{9,09 - 5,25} \cdot 6 \text{ см} = 7,3 \text{ см}$$

Теперь можно посчитать плотности:

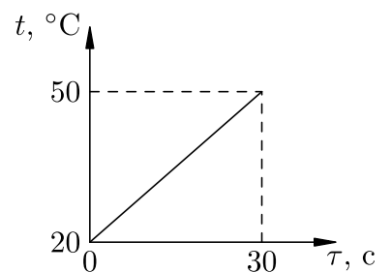
$$\rho_{\text{т}} = \frac{F_0}{g a^3} = \frac{9,73 \text{ Н}}{(0,073)^3 \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 2500 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{ж}} = 0,48 \cdot 2500 \text{ кг/м}^3 = 1200 \text{ кг/м}^3$$

Критерии оценивания:

Указано, что значение силы F_0 соответствует силе тяжести	1 балл
Указано, что значение силы F_9 соответствует полностью погруженному кубику	1 балл
Найдена сила Архимеда, действующая на весь кубик	1 балл
Найдено отношение плотностей	1 балл
Записана формула силы Архимеда для части кубика $F_A = \rho_{\text{ж}} g a^2 h$ (1 случай) ...	1 балл
Записана формула силы Архимеда для части кубика $F_A = \rho_{\text{ж}} g a^2 h$ (2 случай) ...	1 балл
Найдено ребро куба	2 балла
Вычислена плотность тела	1 балл
Вычислена плотность жидкости	1 балл

Задача 4. Неизвестная теплоемкость (10 баллов) В печи мощностью 2 кВт нагревают образец из неизвестного материала. График зависимости температуры образца от времени приведён на рисунке. Масса образца равна 2 кг . Определите удельную теплоёмкость материала.



Возможное решение:

За время нагрева выделится $Q = P\tau = 2000 \text{ Вт} \cdot 30 \text{ с} = 60000 \text{ Дж}$ теплоты. Температура образца увеличилась на $30 \text{ }^\circ\text{C}$.

Тогда удельная теплоемкость образца

$$c = \frac{Q}{m\Delta t} = \frac{60000 \text{ Дж}}{2 \text{ кг} \cdot 30^\circ\text{C}} = 1000 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

Критерии оценивания:

Найдено количество теплоты	3 балла
Найдено изменение температуры образца	2 балла
Формула теплоемкости	3 балла
Сделан расчет, получен правильный ответ	2 балла