

Олимпиада «Ломоносов» 2024/25

Инженерные науки

6-8 классы

Задача 1.

Двоечник Петя хвастается, что может разогнаться на велосипеде до V м/мин. Его одноклассники ему не верят, и правильно – Петя перепутал единицы измерения и считает, что в одном метре – 60 см, а в одной минуте – 100 с. С какой настоящей скоростью ездит Петя на велосипеде? Ответ укажите в км/ч.



Требования к ответу

Ответ выразите в км/ч и представьте в виде числа, округлив до десятых, без указания единиц измерения.

Возможное решение

1. Исходя из Петиней системы пересчета единиц измерения, его скорость V м/мин составляет $\frac{v \cdot 60}{100}$ см/с, что в переводе на м/мин составит $0.6v \cdot \frac{60}{100} = 0.36v$ м/мин.
2. Пересчитаем в км/ч: $V = 0.36V \cdot \frac{60}{1000} = 0.0216V$

Критерии:

1. Правильно перевёл скорость в корректные единицы измерения – 15 баллов;
 2. Правильно перевёл скорость в км/ч – 10 баллов.
- Максимум баллов за эту задачу: 25 баллов.

Задача 2.

Туристический теплоход проходит от Казани до Самары за n суток, а в обратном направлении – 7 суток. Как долго будет плыть плот из Казани в Самару?

Требования к ответу

Ответ выразите в сутках и представьте в виде числа, округляя до целых всегда в большую сторону, без указания единиц измерения.

Возможное решение

1. Обозначим, что плоту потребуется пройти X суток, тогда за одни сутки он будет проходить $\frac{1}{X}$ пути.

2. Теплоход проходит по течению реки Волги от Казани до Самары за сутки $\frac{1}{y}$ части пути, а в обратном направлении, против течения - $\frac{1}{x}$ части пути.
3. Составим уравнение: $\frac{1}{n} - \frac{1}{x} = \frac{1}{7} + \frac{1}{x}$, отсюда $X = \frac{n \cdot 7 \cdot 2}{7 - n} = 14n / 7 - n$

Критерии:

1. Правильно составлена система уравнений и/или выведено общее – 15 баллов.
2. Правильно выполнены расчеты и приведен ответ – 10 баллов.

Максимум баллов за эту задачу: **25** баллов.

Задача 3.

7-классник Ваня заболел и отправился к врачу, который выписал ему сироп «Неболеин». В инструкции к сиропу написано следующее:

Принимать по 2 раза в день, по 5 мг/кг веса в течение 7 дней. Концентрация действующего вещества в сиропе составляет 25 мг/мл. Ваня весит m кг. Какой объем сиропа ему необходимо купить?

Возможное решение:

Формула: $V = x \cdot y \cdot z \cdot m / C$

X – сколько вещества на кг веса нужно

Y – количество раз в день

z – количество дней

m – масса Вани

C – концентрация вещества в сиропе

Ответ: $m_1=40$ $V_1=112$ мл,

$m_2=45$ кг $V_2=126$ мл,

$m_3=50$ кг $V_3=140$ мл,

$m_4=55$ $V_4=154$ мл,

$m_5=60$ кг $V_5=168$ мл.

Критерии:

1. Правильно получена формула объема сиропа, необходимого Ване по рекомендации врача или приведены пошаговые рассуждения для расчета объема лекарства – 15 баллов.
2. Правильно выполнены расчеты и приведен ответ – 10 баллов.

Максимум баллов за эту задачу: **25** баллов.

Задача 4. Калориметр со льдом и водой.

В калориметр с нагревателем постоянной мощности поместили m_b кг воды и 0,4 кг льда, взятых при температуре 0°C . После того, как включили нагреватель, лёд полностью растаял через 2 минуты. Пренебрегая теплоёмкостью калориметра и нагревателя, найдите, через какое время вода в калориметре нагреется на 20°C ? Ответ запишите в секундах.

Справочные данные: Удельная теплоёмкость воды $c_b = 4200$ Дж/(кг·°C). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 336$ кДж/кг.



Для получения наивысшего балла за решение задачи допускается отклонение от правильного значения ± 5 .

Возможное решение:

Количество теплоты, переданное системе, пока в калориметре происходило плавление льда:

$$P\tau_1 = \lambda m_{\text{л}}, \quad (1)$$

где P – мощность нагревателя калориметра, $\tau_1 = 2 \text{ мин} = 120 \text{ с}$, $m_{\text{л}} = 0,4 \text{ кг}$ (масса льда).

После того, как весь лёд растаял, для нагревания воды на 20°C , системе было передано количество теплоты:

$$P\tau_2 = c_{\text{в}}(m_{\text{в}} + m_{\text{л}}) \cdot \Delta T, \quad (2)$$

где τ_2 – время нагрева воды на 20°C , $m_{\text{л}} = 0,4 \text{ кг}$, $m_{\text{в}} = 1,6 \text{ кг}$, $\Delta T = 20^\circ\text{C}$.

Разделив (1) на (2), получим следующее выражение:

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{\lambda m_{\text{л}}}{c_{\text{в}}(m_{\text{в}} + m_{\text{л}}) \cdot \Delta T}, \quad (3)$$

Из которого найдём время τ_2 :

$$\tau_2 = \tau_1 \cdot \frac{c_{\text{в}}(m_{\text{в}} + m_{\text{л}}) \cdot \Delta T}{\lambda m_{\text{л}}}$$

Подставляя численные данные, получаем окончательный ответ:

Окончательная формула с вариативными переменными:

$$\tau_2 = 75 \cdot (m_{\text{в}} + 0,4)$$

Ответ: Для $m_{\text{в}} = 1,6 \text{ кг}$ и $m_{\text{л}} = 0,4 \text{ кг}$:

$$\tau_2 = 120 \cdot \frac{4200 \cdot (1,6 + 0,4) \cdot 20}{336 \cdot 10^3 \cdot 0,4} = 150 \text{ с}$$

Критерии.

- 1) Запись выражения (1) для количества теплоты, переданного системе при плавлении льда – 10 баллов.
- 2) Запись выражения (2) для количества теплоты, переданного системе при нагревании воды на 20°C – 10 баллов.
- 3) Решение системы уравнений (1)-(2) и нахождение τ_2 – 5 баллов.

Итого: 25 баллов