

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП 2023
8 класс
КЛЮЧИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Задача 1. Восьмиклассник Юра выехал из поселка на велосипеде по шоссе со скоростью 15 км/ч. Через час после него со скоростью 10 км/ч из того же поселка в том же направлении отправилась его одноклассница Лена, а еще через час после этого — старшеклассник Василий. Найдите скорость Василия, если сначала он догнал Лену, а через 2 часа 20 минут после этого догнал Юру.

Возможное решение.

Пусть v (км/ч) — скорость велосипедиста Василия, а t (ч) — время, которое понадобилось ему, чтобы догнать Лену. Таким образом,

$$vt = 10 \cdot (t + 1) \Leftrightarrow v = \frac{10 \cdot (t + 1)}{t}.$$

А через 2 часа 20 минут после этого Василий велосипедист догнал Юру. Таким образом,

$$\begin{aligned} v \cdot \left(t + \frac{7}{3}\right) &= 15 \cdot \left(t + \frac{7}{3} + 2\right) \Leftrightarrow \frac{10 \cdot (t + 1) \cdot (3t + 7)}{3t} = \frac{15}{3} \cdot (3t + 13) \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow 6t^2 + 20t + 14 = 9t^2 + 39t \Leftrightarrow 3t^2 + 19t - 14 = 0 \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \begin{cases} t = \frac{-19 + \sqrt{19^2 + 4 \cdot 3 \cdot 14}}{6} = \frac{2}{3}; \\ t = \frac{-19 - \sqrt{19^2 + 4 \cdot 3 \cdot 14}}{6} = -7 \end{cases} \Leftrightarrow_{t > 0} t = \frac{2}{3}. \end{aligned}$$

Таким образом,

$$v = \frac{10 \cdot \frac{5}{3}}{\frac{2}{3}} = 25 \text{ км/ч}$$

Критерии оценивания

- Найдена зависимость скорости Василия от времени t – 3 балла.
- Получено квадратное уравнение для t – 3 балла.
- Найдено время t – 2 балла.
- Определена скорость Василия – 2 балла.

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 2. Двигаясь вверх по реке, рыбак проплыл на лодке $S=6$ км за $t_1=6$ ч. Потом он заснул и, проснувшись через $t_2=3$ ч, обнаружил, что находится в том самом месте, с которого он начал движение. Какой была скорость лодки относительно воды, когда рыбак работал вёслами?

Возможное решение.

1. Пусть v – собственная скорость рыбака, u – скорость течения. Тогда вверх по реке рыбак движется со скоростью $v-u$, а пока он спит со скоростью $-u$

2. Для движения вверх по реке верно равенство

$$v-u=St_1,$$

а во время сна скорость равна

$$u=St_2.$$

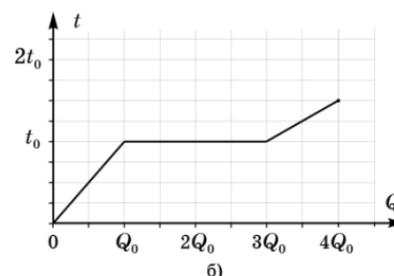
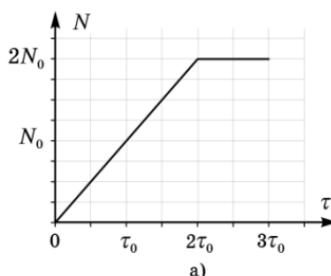
3. Складывая данные равенства, получаем, что

$$v=St_1+St_2=3 \text{ км/ч.}$$

Критерии оценивания

- Определены скорость лодки против течения относительно берега - 2 балла
- И скорость по течению - 2 балла
- Получены уравнения движения лодки против и по течению реки - 2 балла
- Найдена собственная скорость рыбака – 4 балла
- **ВСЕГО: 10 баллов.**

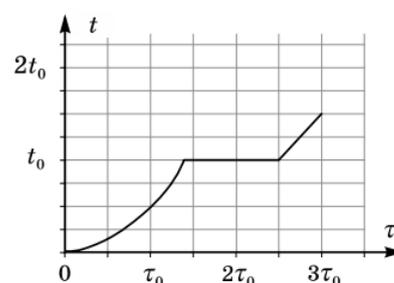
Задача 3. В калориметре со встроенным нагревателем расплавили некоторое вещество. На рисунке приведены графики зависимости мощности N



нагревателя от времени τ его работы и температуры t вещества от переданного ему количества теплоты Q . Найдите отношение теплоемкостей вещества в твердом и жидком состоянии. Определите, сколько времени длился процесс плавления t_p , считая известным время t_0 . Постройте график зависимости температуры вещества от времени, указав на нем величины τ и t в характерных точках.

Возможное решение.

Теплоемкость вещества $C = Q/t$. С помощью графика (рис. б) находим: для твёрдой фазы $CT_{тв} = Q_0/t_0$;



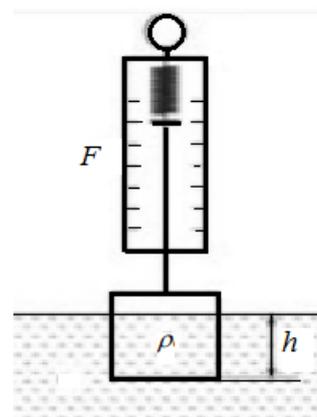
для жидкой фазы $CЖ = Q_0/(t_0/2) = 2CТв$. Следовательно, $CТв/CЖ = 1/2$. За время работы нагревателя ($3\tau_0$) выделилось $4Q_0$ теплоты. Площадь под графиком (а) соответствует выделившемуся количеству теплоты: $4N_0\tau_0 = 4Q_0$. Таким образом $N_0\tau_0 = Q_0$. Вещество нагреется до точки плавления за время $\sqrt{2}\tau_0$. При этом мощность нагревателя возрастёт до $\sqrt{2}N_0$. Для плавления вещества потребуется количество теплоты $2Q_0$. На это потребуется время: $tп = 0,5\tau_0 + (2 - \sqrt{2})\tau_0 = (2,5 - \sqrt{2})\tau_0 \approx 1,1\tau_0$. Критерии оценивания

Критерии оценивания

- Найдена теплоёмкость твёрдой фазы - 1 балл
- Найдена теплоёмкость жидкой фазы - 1 балл
- Найдено отношение теплоёмкостей - 1 балл
- Установлена связь $4N_0\tau_0 = 4Q_0$ - 2 балла
- Построен график и найдено время нагрева вещества до точки плавления - 3 балла
- Найдено время плавления вещества - 2 балла

ВСЕГО: 10 баллов.

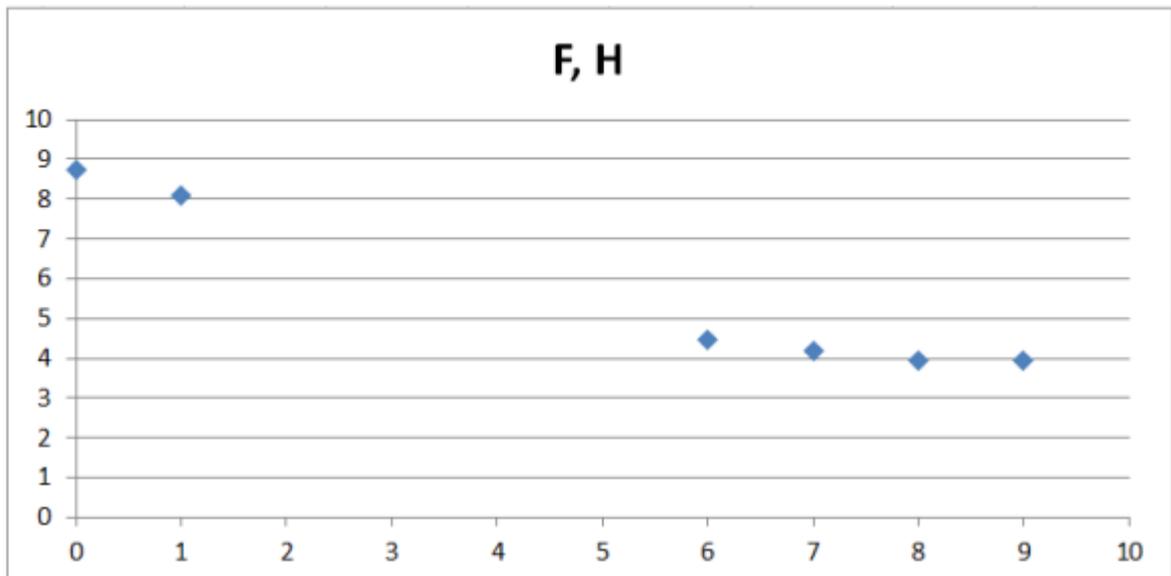
Задача 4. Экспериментатор Глюк проводил опыт по погружению кубика изготовленного из неизвестного материала в жидкость неизвестной плотности (рис.). В таблицу он занёс показания динамометра, соответствующие различным глубинам погружения кубика. Некоторые значения силы он забыл и не стал их вносить в таблицу. По результатам измерений определите плотность кубика и плотность жидкости.



<i>h</i> , см	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>F</i> , Н	8,74	8,09					4,48	4,19	3,93	3,93

Решение.

Построим график $F(h)$



Показания динамометра перестают меняться при $a = 7,4$ см – это длина ребра кубика.

При $h = 0$ динамометр показывает вес кубика: $F_0 = \rho a^3 g$.

$$\rho = F_0 / (a^3 g) = 2,2 \text{ г/см}^3 \text{ – плотность кубика.}$$

В конце кубик полностью погружен в жидкость. Сила Архимеда

$$F_A = F_0 - F_1 = 8,74 - 3,93 = 4,81 \text{ Н}$$

Т.к. $F_A = \rho_{ж} a^3 g$

$$\rho_{ж} = F_A / (a^3 g) = 1,21 \text{ г/см}^3$$

Критерии оценивания

- Построен график $F(h)$ – 2 балла
- Определили длину ребра кубика – 1 балл
- Определили вес кубика – 1 балл
- Нашли плотность кубика – 2 балла
- Вычислили силу Архимеда – 2 балла
- Вычислили плотность жидкости – 2 балла

ВСЕГО: 10 баллов.