

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МАРАФОН ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ.  
ФИНАЛЬНЫЙ ЭТАП. 2024 ГОД.  
7 КЛАСС**

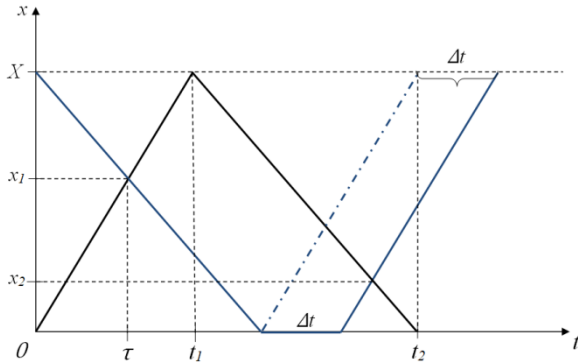
Уважаемые семиклассники, хотим обратить ваше внимание на то, что в финальном туре требуется не только получить ответы на поставленные в задачах вопросы. Для получения баллов за задания необходимо написать полное решение, содержащее поясняющие рисунки (при необходимости), исходные уравнения, рассуждения, вывод необходимых формул и расчеты.

**№1.** Два круизных теплохода, проводя речную экскурсию, vyplывают навстречу друг другу с причалов А и Б, находящихся на расстоянии 54 км. Собственная скорость движения теплоходов 27 км/ч. Первый теплоход движется от причала А к причалу Б по течению реки, разворачивается и плывет обратно к причалу А. Второй теплоход vyplывает от причала Б, достигает причала А, производит высадку и посадку пассажиров и отправляется к причалу Б. Теплоходы во время своего рейса встречаются дважды на расстоянии 8 км и 30 км от причала А. Ответьте на следующие вопросы:

1. Чему равна скорость течения реки?
2. Определите время движения первого теплохода от А к Б.
3. Сколько всего времени двигался второй теплоход?
4. Сколько времени ему потребовалось для посадки и высадки пассажиров?

**Решение:**

1. Построим график зависимости положения тел  $x$  от времени  $t$ . По графику определим моменты встречи теплоходов.



В момент первой встречи время движения первого и второго теплохода равны  $\tau_1 = \tau_2 = \tau$

Так как первый теплоход движется по течению, то его скорость  $v_1 = v + u$ , второй – против течения  $v_2 = v - u$ , где  $v$  – собственная скорость теплохода,  $u$  – скорость течения реки.

Тогда,  $\tau_1 = \frac{x_1}{v_1} = \frac{x_1}{v+u}$ ;  $\tau_2 = \frac{X-x_1}{v_2} = \frac{X-x_1}{v-u}$ ,  $\frac{x_1}{v+u} = \frac{X-x_1}{v-u}$ .

Отсюда следует  $u = v \cdot \frac{2x_1 - X}{X} = 3 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$

2. Определим время движения первого теплохода от пристани А к пристани Б:  $t_1 = \frac{X}{v_1} = \frac{X}{v+u} = \frac{X^2}{2vx_1} = 1,8 \text{ ч}$

3. Определим время движения второго теплохода от пристани А к пристани Б и обратно:  $t_2 = \frac{X}{v_2} + \frac{X}{v_1} = \frac{X}{v+u} + \frac{X}{v-u} = \frac{X^3}{2vx_1(X-x_1)} = 4,05 \text{ ч}$

4. Определим время стоянки (посадки-высадки пассажиров) второго теплохода:  $\Delta t = \Delta t_2 - \Delta t_1$ , где  $\Delta t_1$  – время движения первого теплохода от второй точки встречи до пристани А,  $\Delta t_2$  – время движения второго теплохода от второй точки встречи до пристани Б.

$$\Delta t_1 = \frac{x_2}{v-u} = \frac{X \cdot x_2}{2v(X-x_1)} = 20 \text{ мин}$$

$$\Delta t_2 = \frac{X-x_2}{v+u} = \frac{X(X-x_2)}{2vx_1} = 92 \text{ мин}$$

$$\Delta t = \frac{X^2(X-x_1-x_2)}{2vx_1(X-x_1)} = 1,2 \text{ ч}$$

**Критерии оценивания**

№	Критерий	Балл
1	Построен график зависимости координаты тела от времени	1

2	Определено время встречи теплоходов	0,5
3	Определена скорость движения первого и второго теплохода в момент первой встречи	0,5
4	Получено значение скорости течения реки: а) формула б) значение	а) 1 б) 0,5
5	Определено время движения первого теплохода от А к Б а) формула б) значение	а) 1 б) 0,5
6	Определено время движения второго теплохода от А к Б и обратно (без учета остановки): а) формула б) значение	а) 1 б) 0,5
7	Определено время движения первого теплохода от второй точки встречи до пристани А	1
8	Определено время движения второго теплохода от второй точки встречи до пристани Б	1
9	Определено время стоянки второго теплохода: а) формула б) значение	а) 1 б) 0,5

**№2.** В ртутном термометре Фаренгейта температура таяния льда ( $0^{\circ}\text{C}$ ) равна  $32^{\circ}\text{F}$ , а температура кипения воды ( $100^{\circ}\text{C}$ ) равна  $212^{\circ}\text{F}$ . Интервал между этими температурами разделен не на 100 частей, как в термометре Цельсия, а на 180 частей.

Ответьте на следующие вопросы:

- 1) Температура в комнате повысилась на 1 градус по шкале Цельсия. На сколько градусов при этом повысилась температура по шкале Фаренгейта?
- 2) Какова нормальная температура человеческого тела  $36,6^{\circ}\text{C}$  по Фаренгейту?
- 3) Работа термометра основана на явлении теплового расширения тел при нагревании. Если при  $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$  объём спирта равен  $V_0$ , то при другой температуре  $t$  объём спирта даётся формулой  $V = V_0(1+kt)$ , где  $k$  коэффициент, который в условиях задачи можно считать постоянным. Известно, что объём спирта в термометре равен  $V_1 = 0,45$  мл при  $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$  и  $V_2 = 0,62$  мл при  $t_2 = 100^{\circ}\text{C}$ . По этим данным определите объём спирта  $V_0$  и коэффициент  $k$ .

**Возможное решение:**

$$1) \Delta T = \frac{212^{\circ}\text{F} - 32^{\circ}\text{F}}{100} = 1,8^{\circ}\text{C}$$

2) Если изменение температуры на 1 градус по шкале Цельсия соответствует изменению температуры на 1,8 градусов по шкале Фаренгейта, то искомая температура равна:

$$T = T_0 + \Delta T \cdot 36,6 = 32^{\circ}\text{F} + 1,8^{\circ}\text{F} \cdot 36,6 = 97,9^{\circ}\text{F}$$

3) Используя зависимость данную в условии, записываем систему уравнений:

$$V_1 = V_0(1 + kt_1)$$

$$V_2 = V_0(1 + kt_2)$$

Решаем эту систему и получаем искомые ответы:

$$V_0 = \frac{V_2 - V_1}{V_1 t_2 - V_2 t_1} = 0,41 \text{ мл}$$

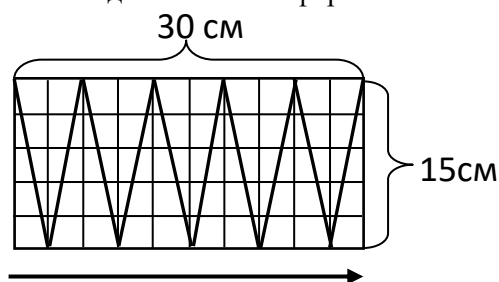
$$k = \frac{V_1 t_2 - V_2 t_1}{t_2 - t_1} = 5,2 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

**Критерии оценивания:**

№	Критерий	Балл
1	Вычислено верное значение $\Delta T$	2
2	Вычислено верное значение $T$	2
3	Записана система уравнений	2

	$V_1 = V_0(1 + kt_1)$ $V_2 = V_0(1 + kt_2)$	
4	Верно определен объем $V_0$	2
5	Верно определен коэффициент $k$ (в случае отсутствия единицы измерения у коэффициента $k$ )	2 (1)

**№3.** При печати детали с помощью 3D принтера, его платформа движется с постоянной скоростью относительно стола. Для печати вертикальных перегородок детали, расположенных в виде зигзага, из печатающей головки тонкой струей выдавливается расплавленный пластик со скоростью 0,5 г в секунду. Печатающая головка совершает возвратно-поступательное движение (туда-обратно) в направлении перпендикулярном движению платформы со скоростью 3 см/с относительно стола. Размер детали 15 см в ширину и 30 см в длину. Головка во время своего движения не выходит за пределы детали. Схема детали (вид сверху) с перегородками (жирные линии) приведена на рисунке на фоне масштабной сетки (тонкие линии). Стрелкой указано направление движения платформы.



1. Какова скорость движения платформы? Ответ дайте в см/с.
2. Сколько времени тратится на нанесение одного слоя пластика? Ответ дайте в секундах.
3. Какая масса пластика тратится на печать одного слоя? Ответ дайте в граммах.

В начале печати следующего слоя программа дала сбой, и платформа стала двигаться рывками – 5 секунд движется с той же скоростью, 10 секунд – с удвоенной. Какая масса пластика будет теперь тратиться на один слой детали. Ответ дайте в граммах.

### Возможное решение.

Вопрос №1.

В системе отсчёта платформы скорость головки равна  $v_r = \frac{s_r}{t}$ , тогда время за которое головка сделает один проход от края до края детали равно:  $t = \frac{s_r}{v_r} = \frac{15}{3} = 5$  с

Из рисунка следует, что длина стороны квадрата масштабной сетки равна 3 см, и за один проход головки платформа сдвигается на одну клетку.

Тогда скорость платформы равна:  $v_n = \frac{s_n}{t} = \frac{3}{5} = 0,6$  см/с

Вопрос №2.

Время прохождения головкой одного отрезка 5 с. На схеме видно, что один слой состоит из 10 таких отрезков. Тогда общее время, которое тратится на один слой  $t_0 = 10t = 50$  с

Вопрос №3.

Так как скорость расхода пластика  $\mu = 0,5$  г/с, то масса пластика, которая тратится на печать одного слоя равна  $m_1 = \mu t_0 = 0,5 * 50 = 25$  г

Вопрос №4.

Пока головка движется с обычной скоростью она за 5 с проходит один отрезок. Следующие 10 с, двигаясь с удвоенной скоростью она пройдёт уже 4 отрезка. Таким образом, за 15 с головка пройдёт 5 отрезков. Значит на прохождении 10 отрезков, из которых состоит слой, головке потребуется  $t_1 = 30$  с. Так как пластик льётся с постоянной скоростью, то новая масса равна:  $m_2 = \mu t_1 = 0,5 * 30 = 15$  г.

Распределение баллов.

- Ответ на первый вопрос – 2 балла

- Правильно определён и использован масштаб координатной сетки – 1 балл
- Получен ответ на первый вопрос – 1 балл
- Ответ на второй вопрос – 2 балл
- Ответ на третий вопрос – 3 балла
- Ответ на четвёртый вопрос – 3 балла
- Правильно рассчитано новое время движения головки – 2 балла
- Получен ответ на четвёртый вопрос – 1 балл