

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП)
возрастная группа (7 класс)

ЗАДАНИЕ 1.

Известно, что каждая физическая величина может измеряться в разных единицах. Например, длина пути может измеряться в дюймах, морских и сухопутных милях и метрах. Между этими единицами имеются определенные соотношения, так $1 \text{ дюйм} = 0,0254 \text{ м}$.

Температура может измеряться в Кельвинах (К), в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$) или Фаренгейта ($^{\circ}\text{F}$). На рис.1 изображён термометр с двумя шкалами температур слева шкала Цельсия, а справа шкала Кельвина.

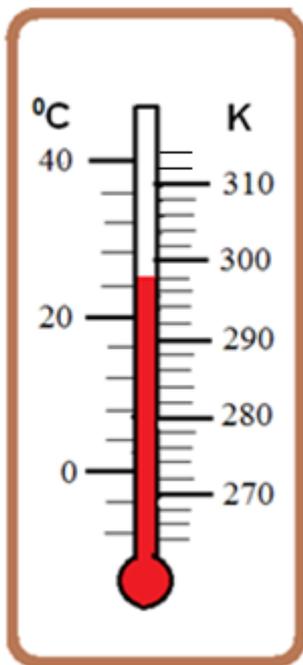


рис. 1

- определите цену деления шкалы Цельсия;
- определите цену деления шкалы Кельвина;
- определите температуру, которую показывает термометр по шкале Цельсия и по шкале Кельвина;
- сравнивая, данные шкалы температур, придумайте формулу, которая позволит пересчитывать температуру по шкале Цельсия (t) в температуру по шкале Кельвина (T);
- температура поверхности Солнца по шкале Кельвина составляет 5772 К , по придуманной Вами формуле переведите эту температуру в градусы Цельсия.

Решение.

а) определите цену деления шкалы Цельсия: цена деления равна $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 $\left(\frac{20-0}{5} = 4\right)$.

б) определите цену деления шкалы Кельвина: цена деления равна 2 К
 $\left(\frac{280-270}{5} = 2\right)$

в) по шкале Цельсия 25°C , по шкале Кельвина 298 K ,

г) для сравнения составим таблицу

температуре по шкале Цельсия $t^{\circ}\text{C}$	соответствует температура по шкале Кельвина T, K	$T - t^{\circ}\text{C}$
0	273	273
20	293	273
40	313	273

Таким образом, $T - t = 273$ и искомая формула перевода:

$$T = 273 + t^{\circ}\text{C} . (1)$$

д) Из (1) $t = T - 273 = 5772 - 273 = 5499^{\circ}\text{C}$

Критерии оценивания

1) Обоснованно и правильно определены цена делений по шкала Цельсия и Кельвина	2 балла
2) Верно определена температура, которую показывает термометр по обоим шкалам, допускается погрешность по шкале Цельсия $\pm 2^{\circ}\text{C}$, по шкале Кельвина $\pm 1\text{ K}$	2 балла
3) Обоснованно получена формула (1), допускается погрешность по шкале Цельсия $\pm 2^{\circ}\text{C}$, по шкале Кельвина $\pm 1\text{ K}$	4 балла
4) Обосновано и правильно рассчитана температура Солнца по шкале Цельсия, допускается погрешность по шкале Цельсия $\pm 2^{\circ}\text{C}$.	2 балла
Всего	10 баллов

ЗАДАНИЕ 2

Две моторные лодки одновременно начали движение по озеру в одном направлении. По данным, полученным со спутника, были построены графики: зависимости пути, пройденный первой лодкой, от времени (рис.2), и частичный график (диаграмма) зависимости пути, пройденный второй лодкой, от её скорости (рис. 3). Используя данные, которые содержат графики, ответьте на следующие вопросы:

а) опишите характеристики движения лодок (вид движения, скорость, время движения);

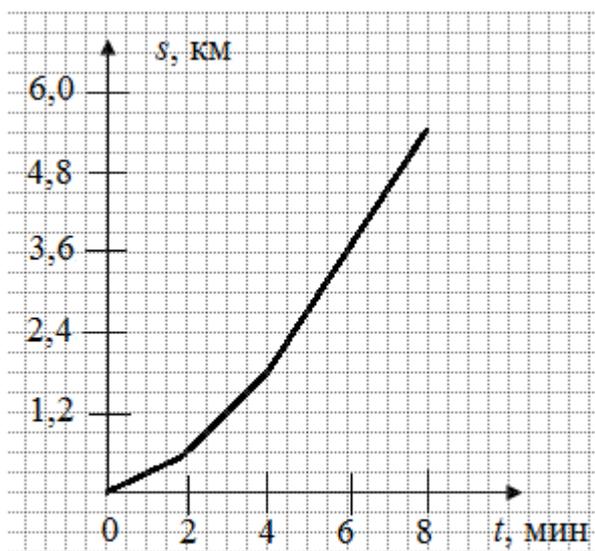


Рис. 2

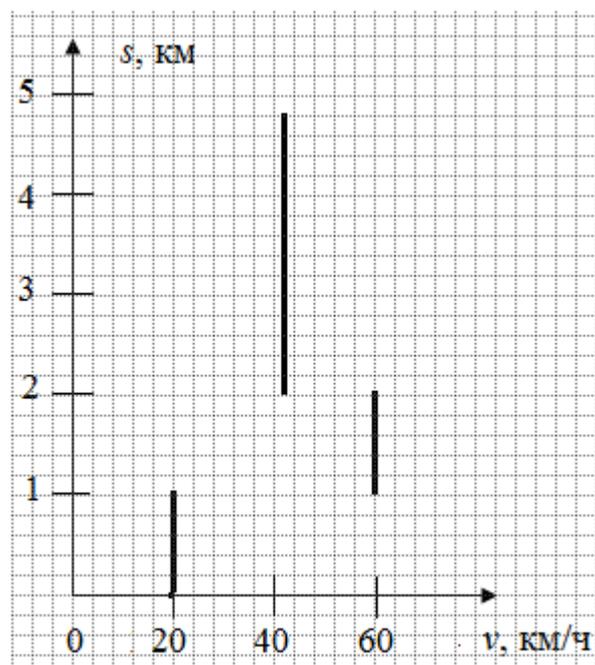


Рис. 3

б) рассчитайте скорость второй лодки относительно первой в начале четвёртой минуты сначала движения лодок (ответ выразить в км/мин, округлив до десятых);

в) какое расстояние будет между лодками через 420 секунд с начала движения (ответ выразить в километрах, округлив до десятых);

г) рассчитайте средние скорости лодок за 8 минут их движения (ответ выразить в км/ч, округлив до десятых).

Решение

а) описание движения первой лодки: из графика (рис.1) видно, что лодка движется не равномерно, но можно выделить три интервала времени когда она движется равномерно и её скорость можно определить по формуле $v = \frac{s}{t}$. Можно составить такую таблицу 1.

Таблица 1.

интервал времени в минутах	от 0 до 2	от 2 до 4	от 4 до 8
вид движения	равномерное	равномерное	равномерное
время движения t , мин	2	2	4
путь s , км	0,6	1,2	3,6
скорость v_1 , км/мин	0,3	0,6	0,9

Вторая лодка тоже движется неравномерно, но как видно из графика можно выделить три участка пути, на которых она движется равномерно, но с разными скоростями: на первом участке лодка движется со скоростью 20 км/ч, на втором – со скоростью 60 км/ч, на третьем – 42 км/ч. Время движения на этих участках рассчитываем по формуле $t = \frac{s}{v}$. (2)

Для второй лодки анализ движения приведен в таблице 2.

Таблица 2

участок пути	первый	второй	третий
вид движения	равномерное	равномерное	равномерное
скорость v_2 , км/ч	20	60	42
путь s , км	1	1	2,8
время движения t , мин	3	1	4

б) Из таблицы 1 следует, что первая лодка в начале четвертой минуты имела скорость $v_1 = 0,6$ км/мин, вторая $v_2 = 60$ км/ч = 1,0 км/мин. Лодки движутся в одном направлении, поэтому $v_{\text{отн}} = v_2 - v_1 = 0,4$ км/мин.

в) $t = 420$ с = 7 мин.

По графику для первой лодки находим, что её путь за 7 мин $s_1 = 4,5$ км.

Путь, пройденный второй лодкой (данные берём из таблицы 2) равен:

$s_2 = 2$ км + $0,7 \frac{\text{км}}{\text{мин}} \cdot 3$ мин = 4,1 км . Расстояние между лодками составит:

$$L = s_1 - s_2 = 0,4 \text{ км}$$

г) Средняя скорость движения при неравномерном движении определяется, как $v_{\text{ср}} = \frac{s}{t}$, где s – путь, пройденный телом за время t .

Для первой лодки: $s = 5,4$ км, $t = 8$ мин $= \frac{8}{60}$ ч, $v_{1\text{ср}} = \frac{5,4}{8} 60 = 40,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$

Для второй: $s = 4,8$ км, $t = 8$ мин $= \frac{8}{60}$ ч и, $v_{2\text{ср}} = 36,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$

Критерии оценивания

Проведён обоснованный анализ движения 1-ой лодки и рассчитаны скорости её движения на трёх этапах	2 балла
Проведён обоснованный анализ движения 2-ой лодки и рассчитаны время её движения на трёх этапах	2 балла
Обоснована и правильно рассчитана относительная скорость	2 балла
Обоснована и правильно рассчитано расстояние между лодка	2 балла
Обоснована и правильно рассчитана средняя скорость лодок, выраженная в км/ч	2 балла
Всего	10 баллов

ЗАДАНИЕ 3

Коля был в гостях у Саши. После ухода Коли Саша замечает через $t_1 = 10$ минут, что его друг забыл смартфон, и тут же убегает за Колей, чтобы отдать ему смартфон.

а) Условие: Коля идет по прямой улице со скоростью $v_1 = 3$ км/ч. Саша бежит за ним с такой скоростью v_2 относительно дороги, чтобы догнать друга за $t_2 = 10$ минут. Определите Сашину скорость v_2 . (Ответ выразить в м/мин, округлив до целых);

б) Условие: не дойдя до Коли $s_2 = 200$ м, Саша остановился у светофора, так, как зажёгся красный свет. На каком расстоянии находится этот светофор от дома Саши?

в) Условие: красный свет горел $\tau_1 = 2$ мин. Когда для Саши зажёгся зеленый свет, Коля поворачивает назад (он обнаружил, что забыл смартфон) и идет, той же скоростью $v_1 = 3$ км/ч на встречу Саши, который бежит на

встречу Коли с прежней скоростью v_2 . Через сколько минут после зажигания зелёного света друзья встретятся?

г) Условие: успеет ли Саша добежать до дома той же скоростью v_2 к началу его любимого фильма, который должен начаться по телевизору через $\tau_2 = 0,15$ часа, после того как они встретились и он отдал смартфон?

Максимальный балл – 10

Решение

Рассматривать движение мальчиков будем в инерциальной системе отсчёта, связанной с Колей, который через $t_1 = 10$ минут будет находиться от дома Саши на расстоянии $s_1 = v_1 t_1 = 500$ м т. е. Саша относительно Коли находится на расстоянии 500 м. В дальнейшем отсчёт времени начнём с момента движения Саши.

а) Скорость Саши относительно Коли (скорость сближения)

$$v_{\text{отн}} = \frac{s_1}{t_2} = 50 \text{ м/мин}, \quad v_{\text{отн}} = v_2 - v_1, \quad (1) \quad \text{тогда скорость Саши}$$

относительно дороги $v_2 = v_{\text{отн}} + v_1 = 100$ м/мин.

б) Добежать до светофора Саше потребовалось времени

$$t_3 = \frac{s_1 - s_3}{v_{\text{отн}}} = 6 \text{ мин}, \quad \text{расстояние от дома Саши до светофора } L_1:$$

$$L_1 = v_2 t_3 = 600 \text{ м}.$$

в) В течение $\tau_1 = 2$ мин Саша двигался относительно Коли в обратную сторону с относительной скоростью $v'_{\text{отн}} = v_1$ или $v'_{\text{отн}} = 50$ м/мин и удалился от Коли на расстояние $s_4 = v'_{\text{отн}} \tau_1 = 100$ м.

В момент зажигания зелёного света светофора расстояние между ребятами составило $L_2 = s_3 + s_4 = 300$ м. После зажигания зелёного света мальчики движутся на встречу друга и скорость сближения (относительная скорость) равна $v''_{\text{отн}} = v_1 + v_2 = 150$ м/мин. Они встретятся через

$$t_4 = \frac{L_2}{v''_{\text{отн}}} = 2 \text{ мин}.$$

г) Расстояние от места встречи до дома Саша пройдёт за

$t_6 = t_3 + t_4 = 8$ мин, $t_6 < \tau_1$ или 8 мин < 9 мин на 1 минуту, значит успеет.

Критерии оценивания

Выбор системы отсчёта, связанной с Колей, правильный расчет s_1 и определения начала отсчёта времени	2 балла
а) Рассчитана скорость сближения, и скорость Саши относительно дороги	2 балла
б) обоснованно и правильно рассчитано расстояние L_1	1 балла
в) обосновано и правильно рассчитано время встречи	4
г) обоснован и получен правильный ответ: успеет	1
Всего	10 баллов

ЗАДАНИЕ 4 (псевдоэксперимент). «Исчезновение воды» из стакана

В цилиндрический стакан наливается вода до уровня $H = 85,0$ мм (рис.4). Наблюдения, начатые 5 октября в 9 часов и закончившиеся 9 октября в 13 ч., показывают, что уровень воды уменьшается. Температура воздуха в комнате не изменяется. В таблице 1 приведены даты, время и результаты измерений высоты уровня воды H в миллиметрах.

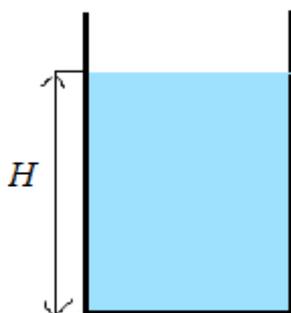


Рис. 4

Таблица 1.

Дата и время измерения	5.10 в 9 ч утра	6.10 в 15 ч	7.10 в 11 ч	8.10 в 17 ч	9.10 в 13 ч
Количество часов, прошедших сначала наблюдения на момент времени следующего измерения t , ч	0				
Уровень воды H , мм	85,0	79,0	75,0	69,0	65,0

1. Вычислите количество часов, прошедших с начала наблюдения до момента следующего измерения H и заполните вторую строку в таблице.
2. По данным эксперимента постройте график зависимости H от t , высоту H выразите в миллиметрах, а время t в часах.
3. По графику определите скорость понижения уровня воды в стакане в мм/ч.
4. Определите через, сколько часов вся вода испарится, двумя способами: расчётным и графическим, используя график.
5. Предположив, что в комнате, где находится стакан с водой с уровнем воды 85 мм, повысилась температура, и скорость понижения уровня увеличилась в 1,5 раза. На осях графика, который Вы построили, нарисуйте график H от t , в соответствии с новыми условиями. Каким минимальным количеством точек для построения этого графика можно обойтись.
6. На сколько часов раньше испарится вода во втором случае по сравнению с первым, определить по построенным графикам.

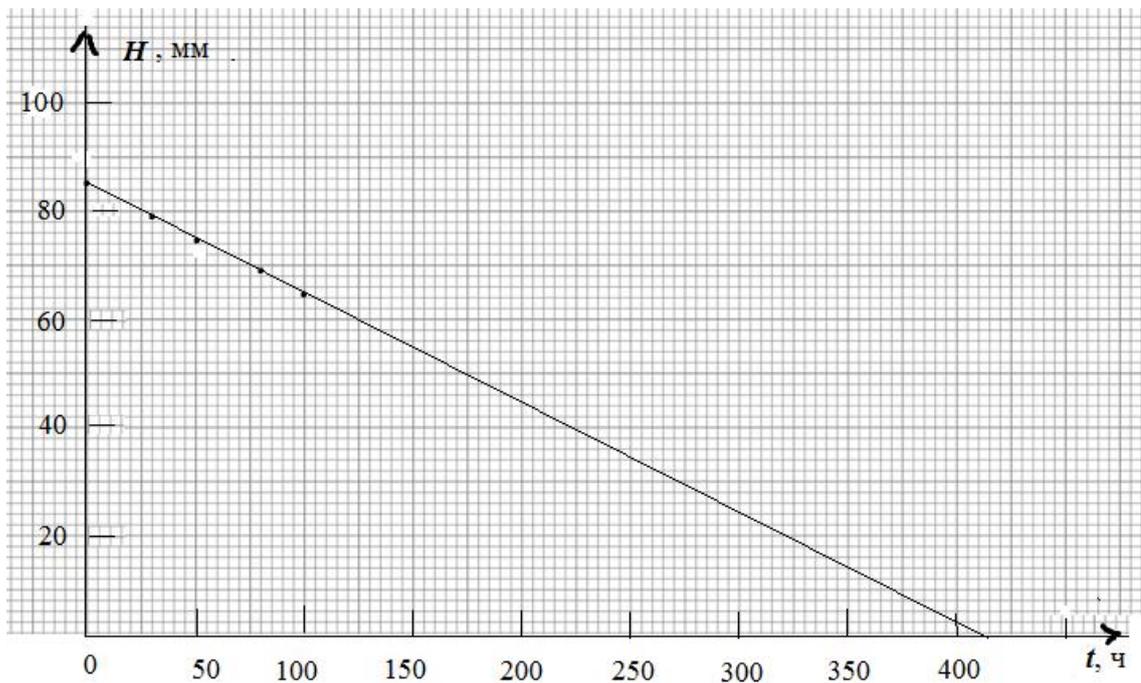
Приложение 1 сдается вместе с решениями.

Решение

1. При заполнении второй строки в таблице надо помнить, что в сутках 24 часа.

Дата и время измерения	5.10 в 9 ч утра	6.10 в 15 ч	7.10 в 11 ч	8.10 в 17 ч	9.10 в 13 ч
Количество часов, прошедших сначала наблюдения на момент времени следующего измерения t , ч	0	30	50	80	100
Уровень воды H , мм	85,0	79,0	75,0	69,0	65,0

2. График



3. Скорость понижения уровня воды в стакане, например

$$v = \frac{\Delta H}{\Delta t} = \frac{85 \text{ мм} - 79 \text{ мм}}{79 \text{ ч} - 75 \text{ ч}} = 0,20 \frac{\text{мм}}{\text{ч}}, \text{ то же результат мы получим и для}$$

других пар точек.

$$4. \text{ Расчетный способ: } t = \frac{H}{v} = \frac{85 \text{ мм}}{0,20 \frac{\text{мм}}{\text{ч}}} = 425 \text{ ч.}$$

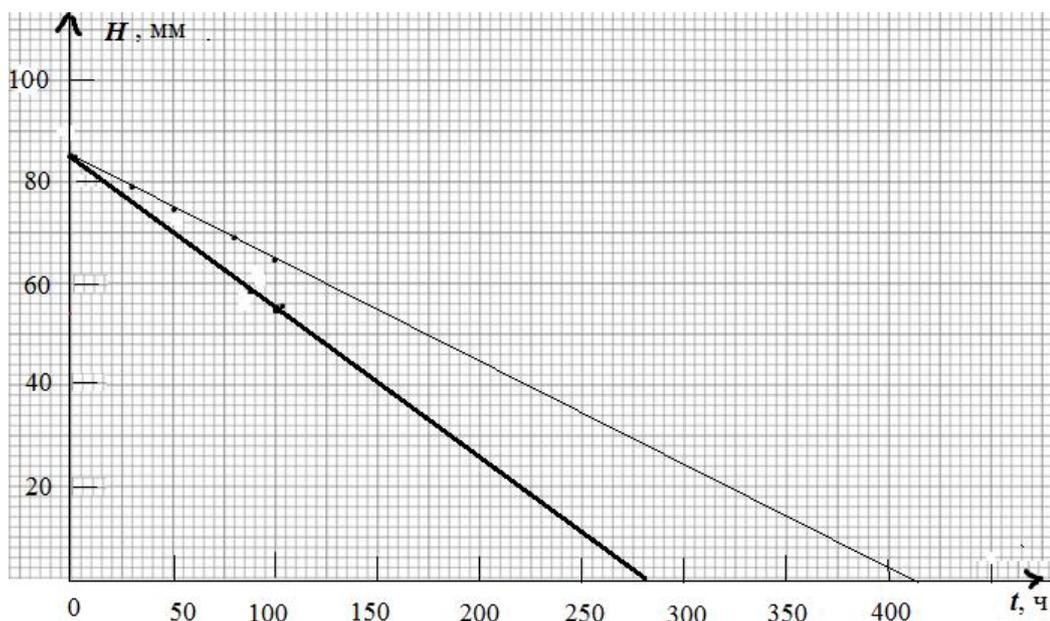
Графический способ: продолжить прямую, проходящую через четыре точки, до пересечения с осью времени, в нашем случае это точка с координатами: $H=0$ и $t = 415$ ч.

Расхождение обусловлено погрешностями при построении графика и могут отличаться от расчетного значения $t = (425 \pm 10)$ ч.

Расчёт погрешностей в этом задании не требуется.

5. Так как зависимость H от t прямо пропорциональная, то достаточно двух точек: координаты первой точки $t = 0$ ч и $H = 85$ мм. Координаты второй точки можно вычислить, зная скорость понижения уровня из условия задания, получим, $v = 1,5 \cdot 0,20 \frac{\text{мм}}{\text{ч}} = 0,30 \frac{\text{мм}}{\text{ч}}$. Пусть координата второй точки $t = 100$ ч, то за это время уровень понизится на

$$\Delta H = 100 \text{ ч} \cdot 0,30 \frac{\text{мм}}{\text{ч}} = 30 \text{ м, а высот уровня составит } H = 55 \text{ мм.}$$



6. Второй график (жирная линия) пересекает ось времени в точке 285 ч, во втором случае вода испариться раньше на $\Delta t = 415 - 285 = 130$ ч. Результат может отличаться на ± 10 ч .

Критерии оценивания

1. Правильно заполнена вторая строка	1 балл
2. Построен по четырём точкам график в заданных осях.	2 балла
3. Обоснованно определена скорость понижения уровня воды.	2 балла
4. Двум способами определено время испарения всей воды.	2 балла
5. Рассчитаны координаты двух точек и по ним построен 2-ой график	2 балла
6. Определена разность во времени испарения	1 балл
Всего	10 баллов