

**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**
7 класс, 2022/2023 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Задача 1. Снегурочка и лужа.

В одной из сказок бездетные старики-крестьяне Иван да Марья вылепили из снега девочку и назвали ее Снегурочкой. Однажды в ожидании родителей она решила растопить для них печь в доме. Но пока она разводила огонь, то успела подтаять и уменьшится в объеме. Когда родители вернулись, они определили, что Снегурочка стала ниже на $1/6$ часть своего обычного роста, но форма осталась прежней. Лужу какого объема пришлось вытирать Марье? Считать, что до ухода родителей масса Снегурочки была равна 54 кг, а плотность Снегурочки не менялась в процессе таяния. Также считайте, что лужа образовалась именно из-за подтаивания Снегурочки, а к приходу родителей половина воды из лужи успела испариться. Плотность воды 1000 кг/м^3 .

Возможное решение:

После подтаивания рост Снегурочки уменьшился от начального L до $5L/6$. **(1 балл)**

Так как ее форма не поменялась, то ширина и толщина Снегурочки тоже уменьшились таким же образом. С уменьшением линейных размеров тела в k раз его объем уменьшается в k^3 раз. Поэтому если начальный объем Снегурочки был V , то после таяния он стал равен $(5/6)^3 V$. **(3 балла)**

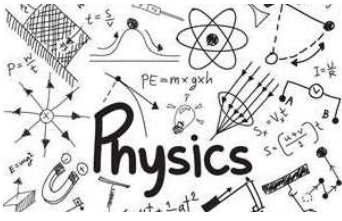
Ну а так как плотность Снегурочки не изменилась, то ее масса уменьшилась так же, как и объем, и стала равна $(5/6)^3 m$ **(2 балла)**.

Тогда масса вытекшей из Снегурочки воды:

$$\Delta m = m - (5/6)^3 m = m \cdot (1 - 125/216) = 91m/216 = 22,75 \text{ кг. (2 балла)}$$

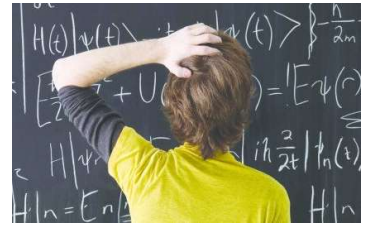
Так как плотность воды 1000 кг/м^3 , то объем первоначально образовавшейся лужи $V_0 = m/\rho = 22,75$ литра, а объем лужи после испарения $V = 0,5 \cdot 22,75 = 11,375$ литра. **(2 балла)**

*Если участник считает, что объем Снегурочки после таяния составляет $5/6V$, то за нахождение конечных объема и массы Снегурочки баллы не ставятся, однако за нахождение массы вытекшей воды и объема лужи можно поставить **по одному баллу** (если действия логически верные, а ошибка в расчетах связана с ошибочным определением конечного объема). В этом случае за задачу участник может получить максимум 3 балла.*



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

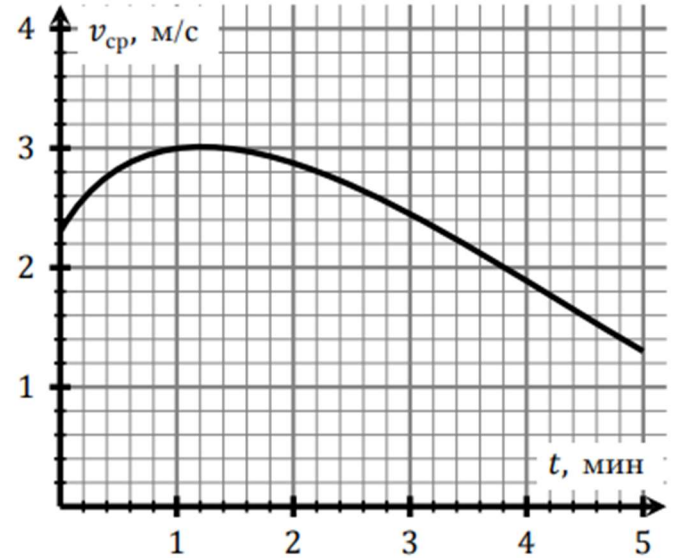
7 класс, 2022/2023 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Задача 2. Догонялки (10 баллов).

Артур и Тимур после уроков бегали друг за другом по прямой дороге. В момент старта мальчики находились в одной точке, затем Артур побежал с постоянной скоростью 2 м/с. Тимур стартовал одновременно с Артуром, но бежал с переменной скоростью. На графике показана зависимость средней скорости Тимура от времени с момента старта мальчиков.

- 1) Определите, на каком расстоянии от старта Артур догонит Тимура.
- 2) Сколько времени длилась погоня?



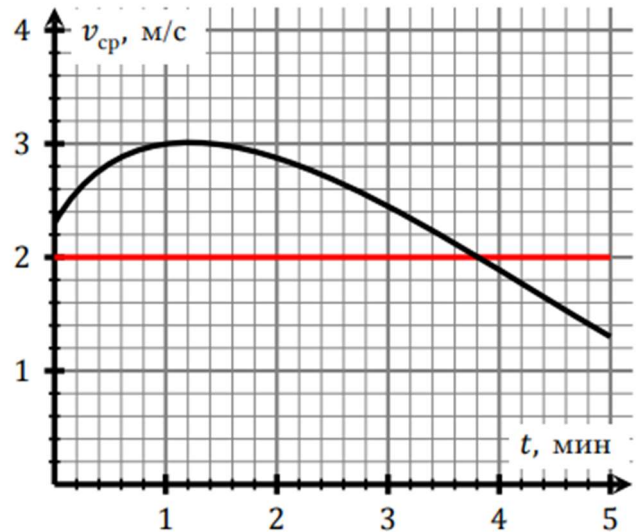
Возможное решение:

Средняя скорость за какой-то промежуток времени t равна расстоянию S , пройденному за это время, деленному на t (1 балл за определение средней скорости – словесное или в виде формулы).

Когда мальчики встретились, они прошли одинаковые расстояния за одинаковое время, поэтому в момент встречи равны их средние скорости (2 балла)

Найдем момент встречи мальчиков по графику.

У Артура постоянная скорость, поэтому его средняя скорость равна 2 м/с. (1 балл)

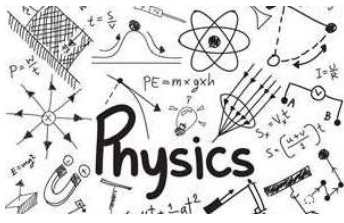


Построим на графике горизонтальную линию на уровне 2 м/с. Точка, в которой график пересекает горизонтальную линию на уровне 2 м/с и будет соответствовать моменту встречи Артура и Тимура. (3 балла за построение линии или словесное описание поиска нужной точки).

По графику получается, что время встречи $t \approx 3,8$ мин (1 балл).

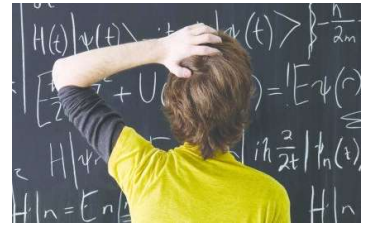
Тогда пройденное мальчиками расстояние можно вычислить так:

$$S = vt = 2 \text{ м/с} \cdot 3,8 \cdot 60 \text{ с} = 456 \text{ м} \text{ (2 балла)}.$$



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

7 класс, 2022/2023 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Задача 3. Листопад.

Школьный дворник Афанасий Евгеньевич зимой чистит от снега дорожки на территории школы, а осенью сгребает с них листья. Вдоль дорожек растут клены, поэтому листьев падает много. Однажды семиклассники заметили, что Афанасий Евгеньевич начинает сгребать листья с самой длинной дорожки от входа в школу точно по графику – в 8.00, в 9.00, в 10.00 и так далее до конца рабочего дня. Дворник выполняет работу точно по алгоритму – сначала проходит по дорожке в одну сторону, затем разворачивается и идет обратно, после чего переключается на другие участки территории. При этом Афанасий Евгеньевич убирает перед собой все встретившиеся листья и движется с постоянной скоростью. Самый дотошный семиклассник Юра посчитал, что каждый раз по пути туда с дорожки убирается полторы тысячи листьев, а на пути обратно всего полторы сотни. Листья при этом падают с кленов равномерно.

1) Допустим Афанасий Евгеньевич вышел на дорожку в 13.00 и приступил к своему обычному алгоритму работы. Во сколько точно он вернется к моменту старта?

2) Семиклассница Вика пошла собирать букет из листьев, а заодно посчитала, сколько листьев остается на дорожке после того, как Афанасий Евгеньевич прошел по ней туда и обратно. Какое количество получила Вика?

Возможное решение:

Пусть на всю дорожку в единицу времени падает n листьев. А поскольку они падают равномерно и дворник ходит с постоянной скоростью, при проходе по всей дорожке на ней остается половина того количества листьев, которые упали за время прохода, а половину этих листьев он сметет.

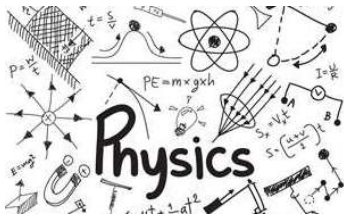
Действительно, пусть к моменту начала прохода вся дорожка была чистая. Тогда в каждой точке дорожки дворник сможет смести те листья, которые упадут от начала его прохода до того времени, как он в этой точке оказался. То есть в течение небольшого времени в начале дорожки, половины времени в середине, почти полное время – в конце. А останутся – почти все листья в начале дорожки, упавшие в течение половины времени в середине, и ничего в конце. Поэтому если дворник проходит по дорожке в течение времени t , на ней остаются к моменту окончания прохода

$$\frac{1}{2}nt$$

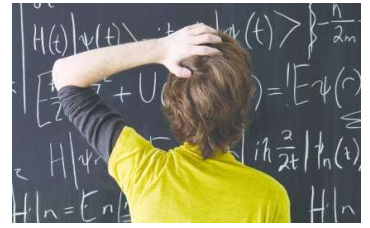
листьев и столько же листьев он сметает. Учтем теперь вышеизложенное и составим систему уравнений для определения искомых величин.

Итак, пусть к моменту начала прохода на дорожке лежат N листьев. Тогда дворник, пройдя до конца дорожки в одну сторону сметет с нее эти листья и половину того количества, которое упало за время прохода. Или $N + 0,5nt = 1500$ листьев. При этом половина листьев, упавших за время прохода, останется. Когда дворник пройдет в обратную сторону, он сметет эти листья и еще $nt/2$ листьев, которые упадут на дорожку за время обратного прохода. Поэтому $nt = 150$.

А $nt/2$ листьев, которые упадут на дорожку за время обратного прохода, на ней останутся. А поскольку до начала следующего прохода пройдет время $t_0 - 2t$ ($t_0 = 60$ минут), то к началу следующего прохода на дорожке будут лежать



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**
7 класс, 2022/2023 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



$$N = n(t_0 - 2t) + \frac{1}{2}nt$$

листьев. Отсюда и предыдущих формул получаем $n(t_0 - 2t) + nt = 1500$; $nt = 150$.

Решая эту систему уравнений, найдем

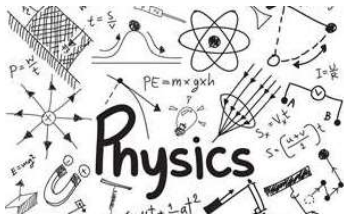
$$t = \frac{t_0}{11} = 5,45 \text{ минут}$$

Значит, проход в обе стороны дворник делает за 10,9 минуты. Поэтому к месту старта он вернется в 13 часов 10 минут 54 секунды (или 55 секунд в зависимости от округления на предыдущем этапе). Это ответ на первый вопрос.

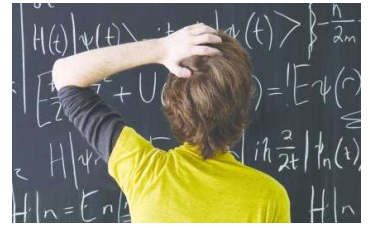
А после того, как дворник возвращается, на дорожке останется $nt / 2 = 75$ листьев. Именно столько считает Вика.

Разбалловка:

	Этапы решения	Соотношения	Балл
1.	Сформулирована правильная идея – учесть, что в процессе прохода дворника листья продолжают падать.		1
2.	Обосновано, что если дорожка в начальный момент была чистой, то после ее прохода будет собрана половина упавших листьев, а половина останется		1
3.	Правильно записано выражение для количества листьев, сметаемый на пути туда	$N + 0,5nt = 1500$	2
4.	Правильно записано выражение для количества листьев, которые будут лежать на дорожке к моменту следующего прохода	$N = n(t_0 - 2t) + \frac{1}{2}nt$	2
5.	Правильно записано выражение для количества листьев, сметаемых по пути обратно	$nt = 150$	1
6.	Получен верный ответ на первый вопрос (если получено время 10,9 минут, но ответ на поставленный вопрос о моменте времени не дан, то ставится 1 балл)	13 часов 10 минут 54 секунды (или 55 секунд).	2
7.	Получен ответ на второй вопрос	$nt / 2 = 75$	1
	Сумма за задачу:		10



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике
7 класс, 2022/2023 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Задача 4. Пористость гречки.

Оборудование: два листа миллиметровки (попросите у организаторов!)

Пористость – доля пустот в общем объёме. Экспериментатор Глюк решил определить долю пустот в общем объёме гречневой крупы. Для этого он взял мерный цилиндр объёмом 100 мл и наполнил водой до отметки 50 мл. Затем он бросал в цилиндр по 50 крупинок и каждый раз записывал значение, на котором остановился уровень жидкости. Результаты измерений приведены в таблице справа.

N	V, мл
0	50
50	51
110	52
175	53
227	54
279	55
320	56
370	57

Далее в пустой мерный цилиндр экспериментатор Глюк добавил сразу 500 зёрен гречневой крупы и заметил, что верхняя граница крупы в цилиндре находится на отметке 13 мл.

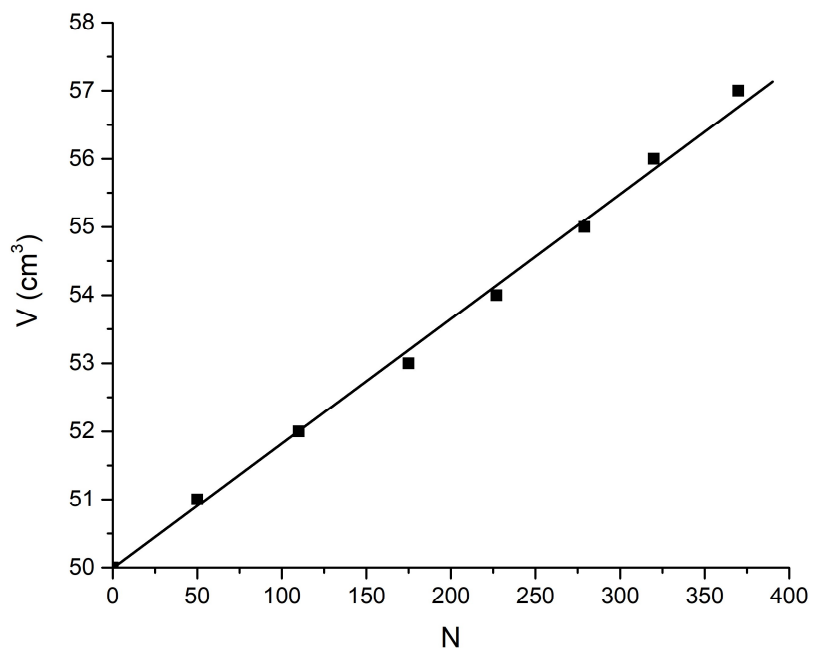
- 1) Постройте зависимость объёма жидкости от количества крупинок в соответствии с приведенной таблицей.
- 2) Определите **по графику** объём одной крупинки.
- 3) Определите пористость крупы, то есть отношение объёма воздуха между крупинками к объёму, занимаемому сухой крупой.

Возможное решение:

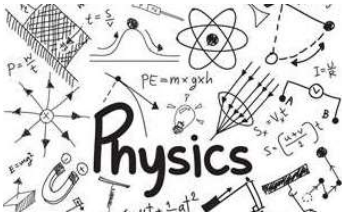
1) График оценивается максимум **в 4 балла**. По 1 баллу за адекватный масштаб, чтобы все оси были подписаны, на всех осях нанесена шкала, точки не соединены ломаной линией, а проведена оптимальная прямая.

2) Цена деления мерного цилиндра довольно велика, чем и можно объяснить разброс точек от линейной зависимости. На графике объёму одного зерна соответствует угловой коэффициент прямой. Тогда выбрав удобную точку **на прямой** найдем (2 балла):

$$\Delta V = \frac{56,8\text{см}^3 - 50,0\text{см}^3}{374} \approx 0,018\text{см}^3.$$



Если использовалось значение объёма из таблицы, а не точка на прямой, то ставится 1 балл. Если отклонение превышает $0,001\text{ см}^3$ – минус 1 балл, если превышает $0,003\text{ см}^3$, то баллов за этот пункт не ставить.



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике
7 класс, 2022/2023 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Тогда объём 500 крупинок $V = 500 * 0,018\text{см}^3 \approx 9,0 \text{ см}^3$ (**1 балл**)

Объём воздуха, находящегося между 500 крупинками

$V_1 = 13,0\text{см}^3 - 9,0 \text{ см}^3 = 4,0\text{см}^3$ (**1 балл**) (объём можно не вычислять, а найти долю объёма гречки и вычесть ее из единицы, в этом случае тоже ставится 1 балл за этот подпункт решения)

Окончательно пористость получается $\alpha = \frac{V_1}{V} \approx 0,308$ или приблизительно 31% (**2 балла**).

Если отклонение пористости более 0,02, то ставить один балл, если отклонение 0,05 – 0 баллов.