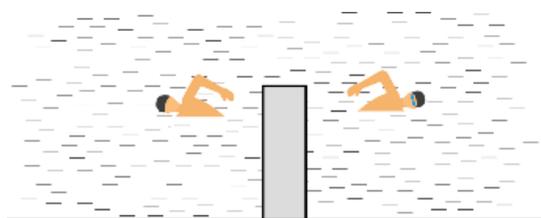


**Задача 2.7.1. На речке (10 баллов).** Петя и Вася решили выяснить кто быстрее плавает. Для этого они одновременно прыгнули с мостка в речку и поплыли вдоль берега в разные стороны. Через некоторое время  $t$ , по сигналу с берега они развернулись и поплыли обратно. В результате, Вася вернулся к месту старта через время  $t/2$  после разворота, а Петя потратил на обратный путь время  $2t$ . Кто из мальчиков плавает быстрее? Во сколько раз отличаются скорости мальчиков от скорости течения реки?



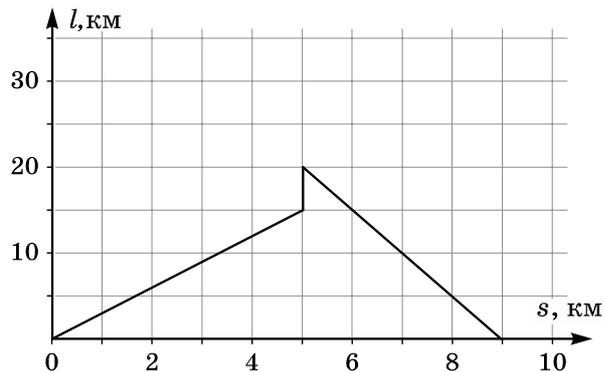
**Возможное решение (М. Замятнин).** Тот из мальчиков, который после старта поплыл по течению успел удалиться от мостка на расстояние  $L_1 = (v_1 + v)t$ , где  $v$  – скорость течения реки, и на обратный путь ему требуется больше времени, так как теперь приходится плыть против течения (это сценарий плавания Пети). Тогда  $2t = L_1/(v_1 - v)$ . Подставляя в полученную формулу  $L_1$ , находим, что скорость Пети  $v_1 = 3v$ .

Вася сместился за время  $t$  на расстояние  $L_2 = (v_2 - v)t$ , и на обратный путь по течению ему потребовалось  $t/2 = L_2/(v_2 + v)$ . Откуда получим, что  $v_2 = 3v$ . Следовательно мальчики одинаково хорошо плавают и их скорость в 3 раза больше скорости реки.

№	Задача 2.7.1. Критерии оценивания (10 баллов)	Баллы
1	Выражение $L_1 = (v_1 + v)t$ для расстояния, на которое Петя отплыл от мостка	1,5
2	Выражение для времени $2t = L_1/(v_1 - v)$ , которое Петя затратил на обратный путь	1,5
3	Скорость плавания Пети в стоячей воде выражена через скорость течения реки: $v_1 = 3v$	1
4	Выражение $L_2 = (v_2 - v)t$ для расстояния, на которое Вася отплыл от мостка	1,5
5	Выражение для времени $t/2 = L_2/(v_2 + v)$ , которое Вася затратил на обратный путь	1,5
6	Найдено отношение скорости плавания мальчиков в стоячей воде и скорости течения реки: $v_1 = v_2 = 3v$	2
7	Сделан вывод, что мальчики одинаково хорошо плавают	1

**Задача 2.7.2. Дорога до канала (10 баллов).**

Глеб и Вова после кружка по физике отправились вдоль берега длинного прямого канала на прогулку. Вова поехал на велосипеде, а Глеб пошел в ту же сторону пешком. График зависимости расстояния  $l$  между ними от перемещения  $s$  Глеба приведен на рисунке.



Все время мальчики двигались с постоянными скоростями, но устав, Глеб сделал привал, в конце которого позвонил Вове и попросил его подъехать к нему, после чего продолжил движение в прежнем направлении. В результате ребята встретились через 2 часа после того как расстались. Определите:

- какой путь проехал Вова за всю прогулку до встречи с Глебом;
- сколько времени Глеб отдыхал на привале;
- чему равны скорости мальчиков.

**Возможное решение (М. Замятнин).** Глеб сделал привал через 5 км, так как до этого момента удаление Вовы увеличивалось пропорционально пройденному Глебом расстоянию, что соответствует движению с постоянными скоростями. Заметим, что к этому времени Вова удалился от Глеба на 15 км, а от места старта на 20 км. Следовательно, скорость Вовы в 4 раза больше скорости Глеба.

Пока Глеб отдыхал, Вова проехал еще 5 км, после чего по звонку друга развернулся и поехал навстречу. Глеб успел пройти вперед еще 4 км, а Вова проехать 16 км. Это соответствует условию сохранению их скоростей.

Всего путь Вовы составил  $20+5+16 = 41$  км, а его скорость  $41 \text{ км}/2 \text{ ч} = 20,5 \text{ км/ч}$ . Скорость Глеба равна  $20,5/4 \approx 5,1 \text{ км/ч}$ .

Время привала можно найти по расстоянию, на которое за это время уехал Вова:  $t = 5 \text{ км}/20,5 \text{ км/ч} \approx 14,6 \text{ мин}$ .

№	Задача 2.7.2. Критерии оценивания (10 баллов)	Баллы
1	Правильно объяснен излом графика на 5-м километре	1
2	Найден путь Вовы на каждом из участков (по 1 баллу)	3
3	Найдена скорость Вовы	2
4	Установлено, что скорость Глеба меньше в 4 раза	1
5	Найдена скорость Глеба	1
6	Найдено время привала (способ и численный ответ)	2

**Задача 2.7.3. Две кастрюли под дождём (10 баллов).** Две цилиндрические кастрюли стояли под дождём. Первая наполнилась за время  $T_1 = 4$  ч, а вторая – за  $T_2 = 2$  ч. Если бы вода из второй кастрюли перетекала в первую с постоянным объемным расходом, то они наполнились бы одновременно за  $T = 2,5$  ч.

Определите отношение высот  $h_1/h_2$ , площадей  $S_1/S_2$  и объёмов  $V_1/V_2$  кастрюль. Интенсивность дождя считайте постоянной.

*Примечание:* под интенсивностью дождя понимается объём осадков, выпадающих за единицу времени на единичную площадку.

**Возможное решение (К. Кутелев).** Объем воды, которая попадает в кастрюлю в единицу времени, пропорционален площади кастрюли. Тогда условие заполнения кастрюль можно описать системой уравнений:

$$\begin{cases} uS_1T_1 = h_1S_1; \\ uS_2T_2 = h_2S_2; \end{cases} \quad (1)$$

где интенсивность  $u$  дождя – имеет размерность скорости (типичные значения интенсивности дождя 1 – 10 мм/ч).

Из системы (1) получаем 
$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{T_1}{T_2} = 2.$$

Обозначим символом  $V$  объём воды, перекачиваемый между кастрюлями в единицу времени. Тогда условие заполнения кастрюль можно описать системой уравнений:

$$\begin{cases} (uS_1 + V)T = h_1S_1; \\ (uS_2 - V)T = h_2S_2. \end{cases} \quad (2)$$

Подставим объёмы кастрюль из системы (1):

$$\begin{cases} (uS_1 + V)T = uS_1T_1; \\ (uS_2 - V)T = uS_2T_2; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \left(S_1 + \frac{V}{u}\right)T = S_1T_1; \\ \left(S_2 - \frac{V}{u}\right)T = S_2T_2. \end{cases}$$

После суммирования системы уравнений (3) получим:

$$(S_1 + S_2)T = S_1T_1 + S_2T_2; \Rightarrow \left(\frac{S_1}{S_2} + 1\right)T = \frac{S_1}{S_2}T_1 + T_2; \Rightarrow \frac{S_1}{S_2} = \frac{T_2 - T}{T - T_1} = \frac{1}{3}.$$

Найдём отношение объёмов:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{h_1}{h_2} \frac{S_1}{S_2} = \frac{T_1(T_2 - T)}{T_2(T - T_1)} = \frac{2}{3}.$$

№	Задача 2.7.3. Критерии оценивания (10 баллов)	Баллы
1	Отмечено, что объем воды, попадающей в кастрюлю в единицу времени, пропорционален площади кастрюли	1
2	Записана система уравнений (1) или приведены рассуждения, показывающие, что $h_1 / h_2 = T_1 / T_2$	2
3	Получено соотношение $h_1 / h_2 = T_1 / T_2 = 2$	1
4	Записана система уравнений (2) или аналог	2
5	Найдено соотношение $S_1 / S_2$	3
6	Найдено соотношение $V_1 / V_2$	1

### Примечания к критериям

1. Если в п.п. 3, 5 и 6 критериев найдены обратные отношения, то баллы ставятся полностью.
2. В п.3 и п.6 по 1 баллу ставится за правильную формулу с правильным численным ответом.
3. В п.5 ставится по 1 баллу за правильную формулу и 1 балл за правильный численный ответ.
4. Если какие-то критерии не выполнены явно (кроме требуемых в условии задачи п.п. 3,5,6), но косвенно используются в решении, то баллы за них должны быть выставлены полностью.

**Задача 2.7.4. Северный экспресс (20 баллов).** Экспериментатор Глюк во время поездки на экспрессе из Долгопрудного в Дубну записал показания  $T$  термометра за окном в зависимости от пройденного расстояния  $s$ . В пути поезд двигался почти с постоянной скоростью и сделал только одну остановку в Дмитрове. Узнав позже на сайте гидрометцентра как в этот день в течение времени  $t$  изменялась температура, Глюк рассчитал:

- время отправления экспресса из Долгопрудного;
- скорость экспресса;
- расстояние от Дмитрова до Дубны;
- примерную длительность остановки в Дмитрове.

Постройте графики зависимостей, приведенных в таблицах, и с их помощью получите зависимость пройденного экспрессом расстояния от времени. Постройте её график и определите то, что смог рассчитать экспериментатор.

*Примечание:* в одно и то же время на всем маршруте следования экспресса температура воздуха одинаковая.

$s$ , км	0	8	12	24	32	41	48	55	60
$T$ , °C	10,0	10,1	10,2	10,4	10,4	10,6	10,7	11,3	11,6

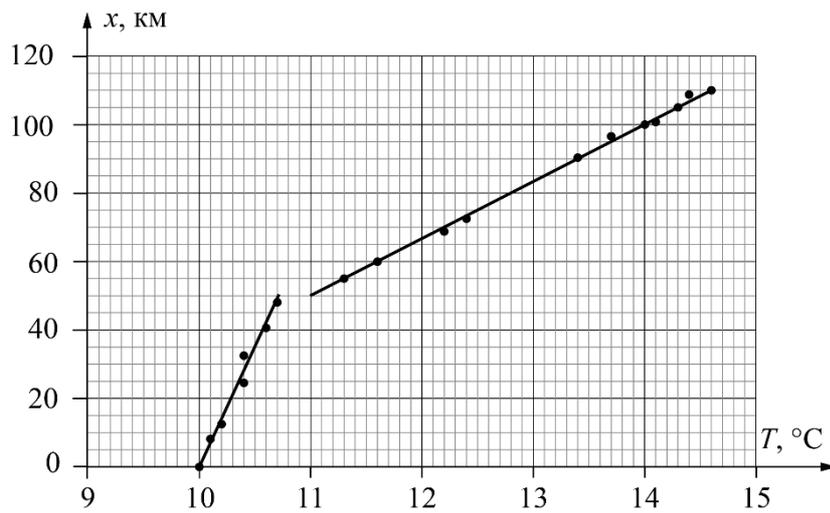
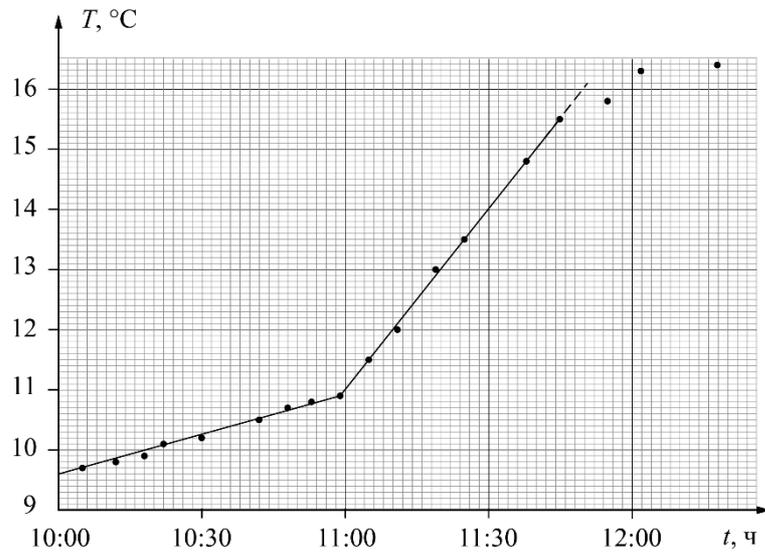
$s$ , км	69	73	90	96	100	101	105	108	110
$T$ , °C	12,2	12,4	13,4	13,7	14,0	14,1	14,3	14,4	14,6

$t$ , ч:мин	10:05	10:12	10:18	10:22	10:30	10:42	10:48	10:53	10:59
$T$ , °C	9,7	9,8	9,9	10,1	10,2	10,5	10,7	10,8	10,9

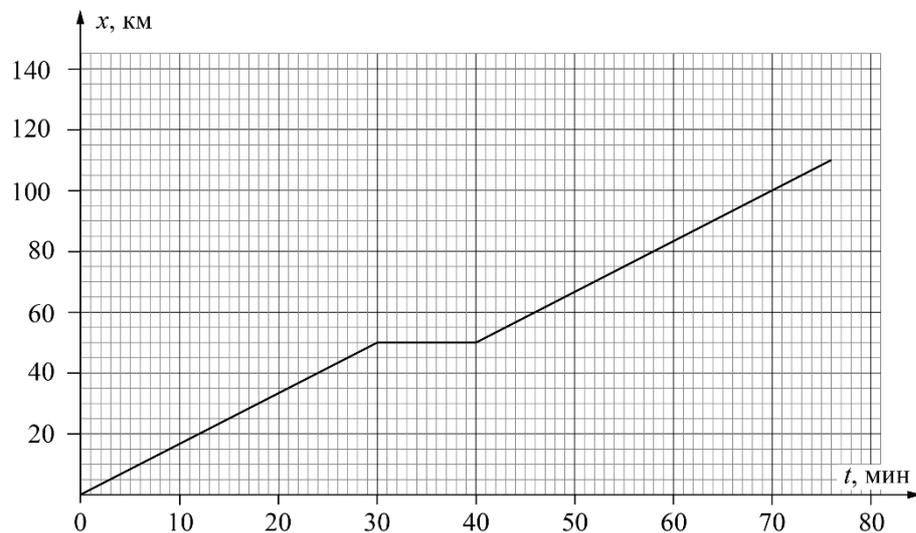
$t$ , ч:мин	11:05	11:11	11:19	11:25	11:38	11:45	11:55	12:02	12:18
$T$ , °C	11,5	12,0	13,0	13,5	14,8	15,5	15,8	16,3	16,4

LV Всероссийская олимпиада школьников по физике. Региональный этап.  
Второй тур. 25 января 2021 г.

**Возможное решение (М. Замятнин).** По графику зависимости температуры от времени находим время, когда температура была  $10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  – это 10:20 – время начала движения.



По графику зависимости координаты от температуры получаем зависимость координаты от времени



## LV Всероссийская олимпиада школьников по физике. Региональный этап.

Второй тур. 25 января 2021 г.

Из которого находим остальные ответы на вопросы задачи

- скорость поезда 100 км/ч;
- от Дмитрова до Дубны 60 км;
- стоянка в Дмитрове длилась 10 мин.

№	Задача 2.7.4. Критерии оценивания (10 баллов)	Баллы
1	Построен график зависимости температуры от времени	4
	Подписаны оси и указаны единицы измерения	1 балл
	Выбран разумный масштаб координатных осей	1 балл
	Нанесены все экспериментальные точки	1 балл
	Проведена линия графика	1 балл
2	По графику находим время, когда температура была 10,0 °С	1
3	Построен график зависимости координаты от температуры	4
	Подписаны оси и указаны единицы измерения	1 балл
	Выбран разумный масштаб координатных осей	1 балл
	Нанесены все экспериментальные точки	1 балл
	Проведена линия графика	1 балл
4	Установлено соответствие между координатами $x$ и временем $t$	2
5	Построен график зависимости координаты от времени	4
	Подписаны оси и указаны единицы измерения	1 балл
	Выбран разумный масштаб координатных осей	1 балл
	Нанесены все экспериментальные точки	1 балл
	Проведена линия графика	1 балл
6	Из графика находим скорость поезда (100 км/ч)	1
	Из графика находим расстояние от Дмитрова до Дубны (60 км)	2
	Из графика находим длительность стоянки в Дмитрове (10 мин)	2