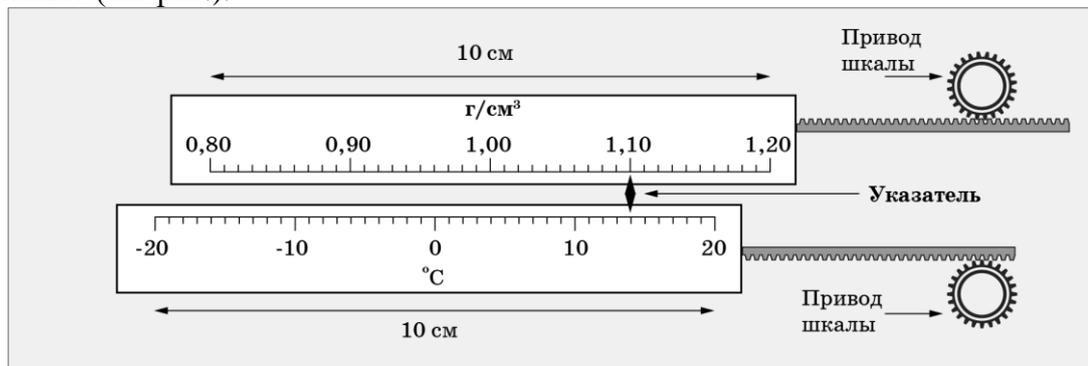


7 класс

Задача 1. Термоареометр. Однажды экспериментатору Глюку понадобилось одновременно измерять температуру и плотность исследуемой жидкости. Он разработал универсальный прибор, в котором указатель неподвижен, а шкалы перемещаются независимо (см. рис.).



Глюк снял показания, которые занёс в таблицу.

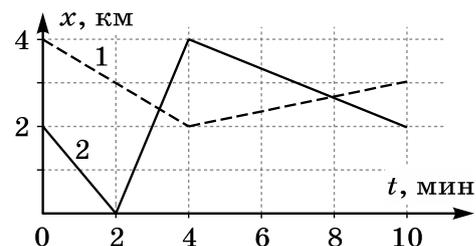
Температура, $T, ^\circ\text{C}$	20	18	16	12	8	7	6	4
Плотность, $\rho, \text{г/см}^3$	1,01	1,02	1,03	1,05	1,08	1,11	1,14	1,20

Известно, что температура жидкости изменялась на одинаковую величину за равные промежутки времени. Длины шкал $L = 10$ см, а весь эксперимент длился $\Delta t = 5$ минут.

Постройте график полученной зависимости $\rho(T)$ и определите, с какой максимальной скоростью перемещались шкалы друг относительно друга в ходе эксперимента.

Задача 2. Каникулы в Простоквашино (1). От станции Простоквашино до дома, в котором живёт кот Матроскин, расстояние $s = 1,2$ км. Дядя Фёдор с Шариком приехал на станцию Простоквашино и пошёл домой со скоростью $v_\phi = 4$ км/ч, а Шарик побежал со скоростью $v_{\text{Ш}} = 12$ км/ч. Добежав до дома Шарик повернул обратно, навстречу дяде Фёдору, и так бегал вперед и назад между дядей Фёдором и домом вплоть до момента прибытия мальчика домой. Какой путь больше: суммарный путь S_1 , который Шарик пробежал, перемещаясь в сторону дома, или S_2 , который он пробежал, перемещаясь в обратном направлении. На сколько один путь длиннее другого? Определите S_1 и S_2 .

Задача 3. Усреднение. На рисунке приведены графики зависимости от времени координат двух машин, ехавших по одной прямой дороге. Определите среднюю путевую скорость v_{10} второй машины за 10 минут движения с точки зрения наблюдателя, находящегося в первой. В какие моменты времени движения, кроме конечного, средняя скорость второй машины относительно первой также была равна v_{10} ?



Какого максимального значения достигала средняя путевая скорость второй машины в процессе движения.

Задача 4. Кубический коктейль. Если в стакан, доверху заполненный жидкостью с плотностью $\rho = 1,2$ г/см³, погрузить кубик, то средняя плотность содержимого станет равна $\rho_1 = 1,4$ г/см³, если вместо этого кубика поместить другой кубик такого же объема, то средняя плотность содержимого станет равна $\rho_2 = 1,6$ г/см³. Какой окажется средняя плотность ρ_3 содержимого, если в стакан поместить сразу оба кубика? Внутренний объем стакана в 5 раз больше объема кубика.

22 января на портале <http://abit.net/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени):

7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.

Чтобы при разборе задач вы могли задать вопросы, необходима регистрация на портале.

7 класс

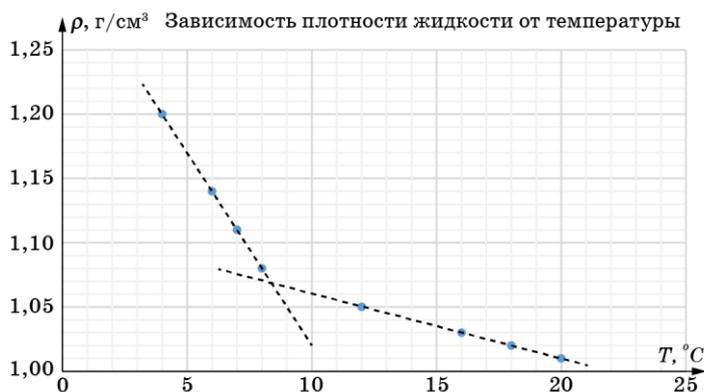
Возможное решение

Задача 1. Термоариометр. Длина шкалы температур $L = 10$ см. Её пределы измерения от -20°C до $+20^\circ\text{C}$. В ходе эксперимента показания шкалы температур изменялись от $+20^\circ\text{C}$ до $+4^\circ\text{C}$. Значит, шкала сместилась на $\Delta x_T = \frac{20^\circ\text{C} - 4^\circ\text{C}}{20^\circ\text{C} - (-20^\circ\text{C})} 10 \text{ см} = 4,0 \text{ см}$.

По условию она смещалась равномерно в течение $\Delta \tau = 5$ мин, значит скорость её движения относительно указателя $v_T = \frac{\Delta x_T}{\Delta \tau} = \frac{4 \text{ см}}{5 \text{ мин}} = 0,8 \frac{\text{см}}{\text{мин}}$.

1) Скорость остывания $\frac{\Delta T}{\Delta \tau} = 3,2 \frac{^\circ\text{C}}{\text{мин}}$.

2) Построим график $\rho(T)$:



Из него видно, что изменение плотности линейно зависит от температуры (и значит от времени, так как температура изменяется равномерно) на двух участках. На первом

участке модуль скорости изменения равен $\left| \frac{\Delta \rho}{\Delta \tau} \right| = \left| \frac{\Delta \rho}{\Delta T} \frac{\Delta T}{\Delta \tau} \right| = \frac{1,20 - 1,08}{8 - 4} 3,2 = 0,096 \frac{\text{г/см}^3}{\text{мин}}$, а на

втором $\left| \frac{\Delta \rho}{\Delta \tau} \right| = \left| \frac{\Delta \rho}{\Delta T} \frac{\Delta T}{\Delta \tau} \right| = \frac{1,05 - 1,01}{20 - 12} 3,2 = 0,016 \frac{\text{г/см}^3}{\text{мин}}$. Это меньше чем на первом участке.

Длина шкалы плотностей $L = 10$ см. Её пределы измерения от $0,8 \text{ г/см}^3$ до от $1,2 \text{ г/см}^3$. Значит, максимальная по модулю скорость смещения шкалы плотностей относительно указателя будет на первом участке:

$$v_\rho = \frac{\Delta x_\rho}{\Delta \tau} = \frac{|\Delta \rho| \frac{10 \text{ см}}{(1,2 - 0,8) \text{ г/см}^3}}{\Delta \tau} = \frac{|\Delta \rho|}{\Delta \tau} 25 \frac{\text{см}}{\text{мин}} = 2,4 \frac{\text{см}}{\text{мин}}$$

Так как шкалы двигаются в противоположные стороны, то их относительная скорость

$$v = v_\rho + v_T = 3,2 \frac{\text{см}}{\text{мин}}$$

22 января на портале <http://abitunet/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени):

7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.

Чтобы при разборе задач вы могли задать вопросы, необходима регистрация на портале.

Критерии оценивания

1	График а) Не подписаны оси (величины и ед. измерения): - 1 балл б) Неудачный масштаб (график занимает по одной из осей менее половины): - 1 балл в) Нанесены не все точки (или есть ошибки в их положении): - 1 балл	4 балла
2	Правильно определена скорость $v_{\text{дв}} \text{ шкалы } T$	1
3	Правильно определена скорость остывания	1
4	Указано, что на двух участках скорость изменения плотности равномерна (так как равномерно изменяется температура)	1
5	Правильно найдена максимальная скорость изменения плотности	1
6	Правильно определена скорость движения шкалы ρ	1
7	Правильно определена относительная скорость движения шкал	1

Задача 2. Каникулы в Простоквашино (1).

$S_{\downarrow} \equiv S_1 = s_1 + s_3 + s_5 + s_7 + \dots$ (1), $S_{\uparrow} \equiv S_2 = s_2 + s_4 + s_6 + \dots$ (2) – см. рис.2. $s_1 = s$ (путь, который преодолел Шарик от станции до дома, $s_2 = s_3, s_4 = s_5, s_6 = s_7, \dots$ (Шарик пробежал от дома до Дяди Фёдора, а потом пробежал обратно до дома; причем так много-много раз).

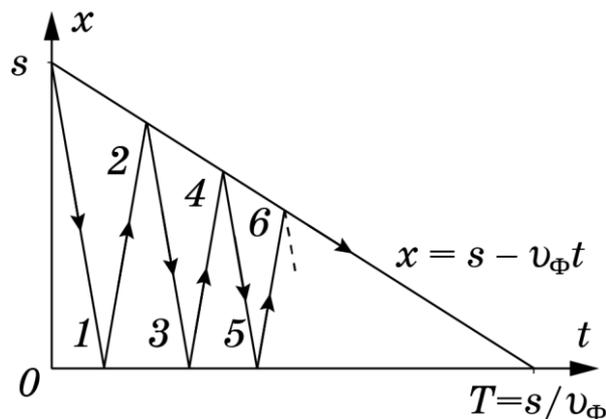


Рис. 2

В итоге, в сумме (1) первое слагаемое равно s (расстоянию от станции до дома), а сумма остальных слагаемых в точности равна сумме всех слагаемых в (2), т.е. $S_1 - S_2 = s$, или

$$v_{\text{ш}} T_1 - v_{\text{ш}} T_2 = s, \text{ или еще иначе } T_1 - T_2 = \frac{s}{v_{\text{ш}}} \quad (1)$$

$$\text{Сумма времен } T_1 \text{ и } T_2 \text{ дает общее время движения дяди Фёдора: } T_1 + T_2 = \frac{s}{v_{\text{Ф}}}, \quad (2)$$

которое, разумеется, совпадает с полным временем движения Шарика.

Решая систему уравнений (1-2), находим:

$$T_1 = \frac{v_{\text{ш}} + v_{\text{Ф}}}{v_{\text{ш}} v_{\text{Ф}}} \frac{s}{2} = 0,2 \text{ часа}, \quad T_2 = \frac{v_{\text{ш}} - v_{\text{Ф}}}{v_{\text{ш}} v_{\text{Ф}}} \frac{s}{2} = 0,1 \text{ часа}.$$

$$S_1 = s \frac{v_{\text{ш}} + v_{\text{Ф}}}{2v_{\text{Ф}}} = 2,4 \text{ км}, \quad S_2 = s \frac{v_{\text{ш}} - v_{\text{Ф}}}{2v_{\text{Ф}}} = 1,2 \text{ км}.$$

22 января на портале <http://abitunet/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени):

7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.

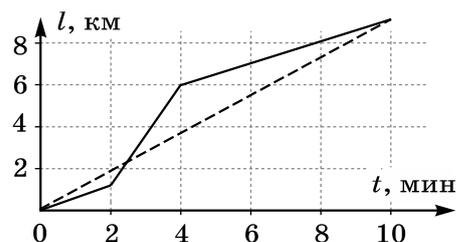
Чтобы при разборе задач вы могли задать вопросы, необходима регистрация на портале.

Критерии оценивания

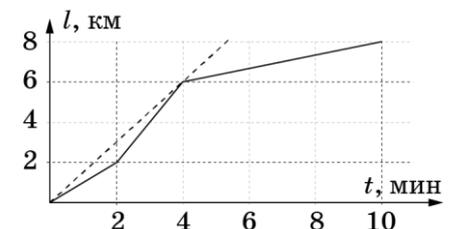
1	Указано, что $S_1 - S_2 = s = 1,2$ км.	2 балла
2	Указано, что $T_1 + T_2 = s/v_{\text{ф}}$	2 балла
3	Найдено время T_1 (не обязательно в числах)	2 балла
4	Найдено время T_2 (не обязательно в числах)	2 балла
5	Найден путь S_1	1 балл
6	Найден путь S_2	1 балл

Задача 3. Усреднение. Построим график зависимости пути от времени для второй машины относительно первой. За $t_0 = 10$ минут она проехала относительно первой путь $l_0 = 9$ км, следовательно, ее средняя скорость $v_0 = 0,9$ км/мин.

Пунктирная линия на графике соответствует движению со средней скоростью $0,9$ км/мин. Видно, что график зависимости пути от времени пересекается пунктирной линией один раз, через $t_x \approx 2,5$ мин после старта.



Построим для второй машины график зависимости пути от времени (движение относительно дороги). Максимальная средняя скорость $v_{\text{max}} = 1,5$ км/мин была через 4 мин после старта (на рисунке ей соответствует пунктирная линия).



Примечание. Если ученик находил среднюю путевую скорость второй машины относительно первой, то такое решение тоже считать верным.

Критерии оценивания

1	Построен график пути от времени для второй машины относительно первой или аналитически найден путь $l_0 = 9$ км	3 балла
2	Найдена относительная путевая скорость за 10 мин движения	2 балла
3	Найден момент времени, когда средняя скорость второй машины относительно первой была равна v_{10}	2 балла
4	Построен график пути от времени для второй машины или аналитически показано, что максимальное значение скорости будет достигнуто через 4 минуты на пути $l_2 = 6$ км	2 балла
5	Найдено максимальное значение путевой скорости	1 балл

Задача 4. Кубический коктейль. Запишем выражения для средних плотностей содержимого:

$$\begin{aligned} \rho_1 &= ((V_0 - V)\rho + V\rho_{01})/V_0 = (4\rho + \rho_{01})/5; \\ \rho_2 &= ((V_0 - V)\rho + V\rho_{02})/V_0 = (4\rho + \rho_{02})/5; \\ \rho_3 &= ((V_0 - 2V)\rho + V\rho_{01} + V\rho_{01})/V_0 = (3\rho + \rho_{01} + \rho_{02})/5. \end{aligned}$$

22 января на портале <http://abitunet/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени):

7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.

Чтобы при разборе задач вы могли задать вопросы, необходима регистрация на портале.

ЛШ Всероссийская олимпиада школьников по физике. Региональный этап.
Теоретический тур. 21 января 2019 г.

Здесь ρ_1 и ρ_2 – неизвестные плотности первого и второго кубиков, V_0 – объем стакана, V – объем кубика. Решая систему уравнений, получим:

$$\rho_3 = \rho_1 + \rho_2 - \rho = 1,8 \text{ г/см}^3.$$

Критерии оценивания

1	Записано уравнение для ρ_1	2 балла
2	Записано уравнение для ρ_2	2 балла
3	Записано уравнение для ρ_3	3 балла
4	Решена система уравнений и найдено выражение для плотности ρ_3	2 балла
5	Получен численный ответ для ρ_3	1 балл

22 января на портале <http://abitunet/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени):

7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.

Чтобы при разборе задач вы могли задать вопросы, необходима регистрация на портале.