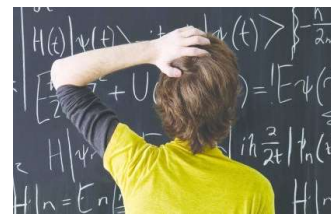


**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

8 класс, 2025/2026 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Задача № 1. Эстафетная тренировка.

Тренер Сан Саныч готовит команду бегунов к соревнованиям. Однажды он устроил эстафету, в которой первый бегун пробежал первую треть всей дистанции со скоростью 8 м/с, второй бегун пробежал половину дистанции со скоростью 6 м/с, а третий бегун пробежал оставшуюся часть пути со скоростью в 1,5 раза большей, чем первый бегун.

- 1) Какой вклад в общее время внес каждый бегун (в процентах)?
- 2) Определите среднюю скорость команды.
- 3) Тренер начал движение с постоянной скоростью по параллельной дорожке одновременно с первым бегуном. Чему должна быть равна скорость тренера, чтобы поравняться с очередным бегуном в момент времени $4t/5$, где t – это полное время движения команды?

Возможное решение:

Внимание! Если участник решает задачу для какого-то конкретного S , взятого произвольно, то баллы за все части решения и все ответы, полученные для этого конкретного S , умножаются на 0,5. Т.е. максимальный балл за задачу, решенную на основании конкретного значения S , не может превышать 7 баллов (при условии наличия всех необходимых общих формул и размышлений).

Для начала определим часть пути, пройденную третьим бегуном.

$$S_3 = S - S/3 - S/2 = S/6. \text{ (0,5 балла)}$$

Теперь вспомним, что согласно условию $v_3 = 1,5v_1 = 12$ м/с. (0,5 балла)

Пусть t – общее время движения команды, $t = t_1 + t_2 + t_3$. Подставим времена:

$$t = \frac{S}{3v_1} + \frac{S}{2v_2} + \frac{S}{6v_3} = S \frac{2v_2v_3 + 3v_1v_3 + v_1v_2}{6v_1v_2v_3} = S \frac{2 \cdot 6 \cdot 12 + 3 \cdot 8 \cdot 12 + 8 \cdot 6}{6 \cdot 8 \cdot 6 \cdot 12} = \frac{5S}{36}.$$

(2 балла).

Определим вклад каждого бегуна.

$$\text{Вклад первого бегуна: } \frac{t_1}{t} = \frac{S/24}{5S/36} = \frac{36}{120} = 0,3 \text{ или } 30\%. \text{ (0,5 балла)}$$

$$\text{Вклад второго бегуна: } \frac{t_2}{t} = \frac{S/12}{5S/36} = \frac{36}{60} = 0,6 \text{ или } 60\%. \text{ (0,5 балла)}$$

$$\text{Вклад третьего бегуна: } \frac{t_3}{t} = \frac{S/72}{5S/36} = \frac{36}{360} = 0,1 \text{ или } 10\%. \text{ (0,5 балла)}$$

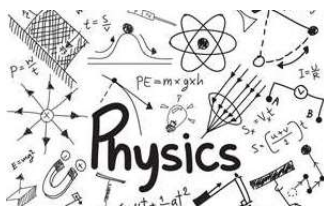
Средняя скорость определяется следующим образом: $v_{\text{ср}} = \frac{S}{t}$. (0,5 балла)

Тогда (1 балл):

$$v_{\text{ср}} = \frac{36S}{5S} = 7,2 \text{ м/с.}$$

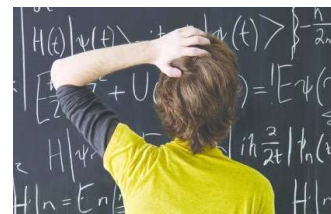
Теперь ответим на последний вопрос. Для этого нам нужно определить, кто бежит в момент времени $4t/5$.

Первый бегун бежит от 0 до $3t/10$.



Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

8 класс, 2025/2026 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Второй бегун бежит от $3t/10$ до $9t/10$. Так что в нужный нам момент бежит второй бегун. **(0,5 балла за обоснование выбора + 0,5 балла за указание на второго бегуна).**

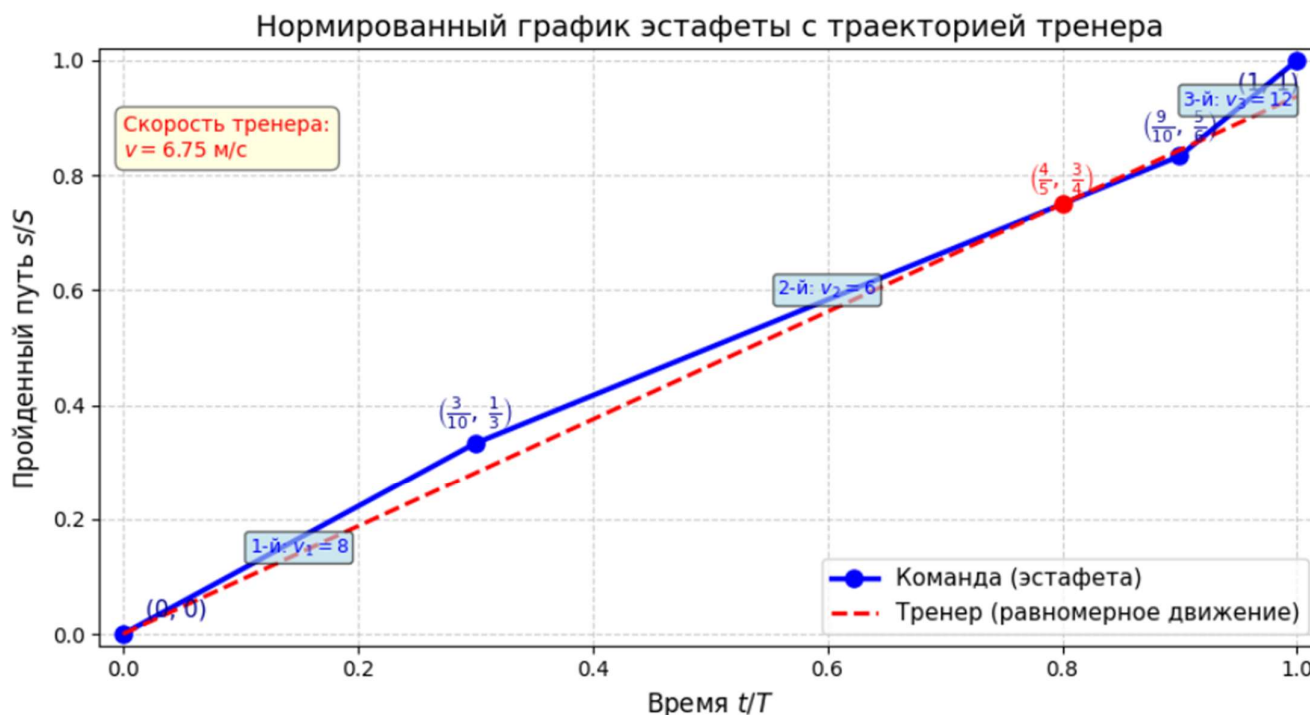
К моменту времени $4t/5$ команда пройдет следующее расстояние: $S/3$ пробежал первый бегун, а второй бегун к нужному моменту двигается в течение $t_2 = 4t/5 - 3t/10 = t/2$ и пробежал $S_4 = v_2 \cdot t/2 = 6 \cdot 5S/72 = 5S/12$.

Тогда к рассматриваемому моменту команда пробежала $S/3 + 5S/12 = 3S/4$. **(2 балла)**

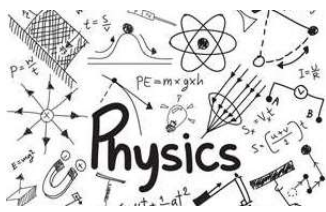
Столько же должен пробежать и тренер. Тогда его скорость **(1 балл)**:

$$v_T = \frac{3S/4}{4t/5} = 0,9375v_{cp} = 6,75 \text{ м/с.}$$

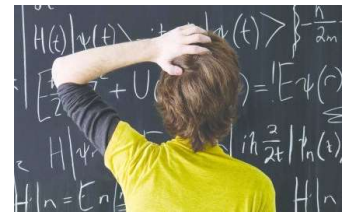
Также решение может быть получено графически. Для этого нужно построить график зависимости расстояния, пройденного командой, от времени (на рис. ниже построен нормированный график). На графике отмечена точка, соответствующая требуемому моменту времени. График движения тренера – прямая, проходящая через точку 0,0 и через отмеченную точку. Коэффициент наклона этой прямой и определяет скорость тренера. При этом способе решения оценивание должно быть таким: **2 балла** за построение графика, **1 балл** за верное построение прямой, соответствующей движению тренера, и **1 балл** за получение верного ответа через угловой коэффициент.



Итого максимум 10 баллов за задачу.



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике
8 класс, 2025/2026 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Задача № 2. Ледяной пассажир.

В калориметр, содержащий $m_{\text{в}} = 200$ г воды при температуре $t_{\text{в}} = 30^\circ\text{C}$, бросают кусок льда массой $m_{\text{л}} = 50$ г, в котором находится стальная шайба массой $m_{\text{ш}} = 10$ г. Температура льда и шайбы $t_{\text{л}} = 0^\circ\text{C}$. Удельная теплоемкость воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг·°C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг, удельная теплоемкость стали $c_{\text{ст}} = 500$ Дж/(кг·°C). Теплоемкостью калориметра пренебречь.

1) Какая температура установится в калориметре?

2) На сколько изменится уровень воды в калориметре после установления теплового равновесия?

Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³, плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900$ кг/м³, плотность стали $\rho_{\text{ст}} = 7800$ кг/м³, площадь дна калориметра $S = 56$ см².

Возможное решение:

1) Найдем количество теплоты, которое может отдать при остывании вода:

$$Q_{\text{вод}} = m_{\text{в}} c_{\text{в}} (t_{\text{в}} - 0) = 0.2 \cdot 4200 \cdot 30 = 25200 \text{ Дж}.$$

Количество теплоты, необходимое для того, чтобы весь лед растаял:

$$Q_{\text{пл}} = m_{\text{л}} \lambda = 0.05 \cdot 330000 = 16500 \text{ Дж}.$$

Так как $Q_{\text{вод}} > Q_{\text{пл}}$, лёд плавится полностью.

$$\text{Избыток тепла: } Q_{\text{ост}} = 25200 - 16500 = 8700 \text{ Дж}.$$

Можно считать, что он пойдет на нагрев системы после плавления льда и остывания воды до 0 градусов. Т.е. имевшаяся вода + вода из льда + шайба будут нагреваться:

$$Q_{\text{ост}} = (m_{\text{в}} + m_{\text{л}}) c_{\text{в}} \Delta T + m_{\text{ш}} c_{\text{ст}} \Delta T.$$

Тогда:

$$8700 = (0.25 \cdot 4200 + 0.01 \cdot 500) \Delta T = 1055 \Delta T \Rightarrow \Delta T \approx 8.25^\circ\text{C}.$$

Установившаяся температура: $\approx 8.25^\circ\text{C}$.

2) Определим теперь, как изменится уровень воды.

Найдем начальные объемы.

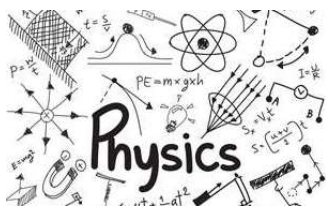
$$\text{Вода: } V_{\text{в}} = \frac{m_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}} = \frac{0.2}{1000} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$$

$$\text{Лёд: } V_{\text{л}} = \frac{m_{\text{л}}}{\rho_{\text{л}}} = \frac{0.05}{900} \approx 5,56 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

$$\text{Шайба: } V_{\text{ш}} = \frac{m_{\text{ш}}}{\rho_{\text{ст}}} = \frac{0.01}{7800} \approx 1,28 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

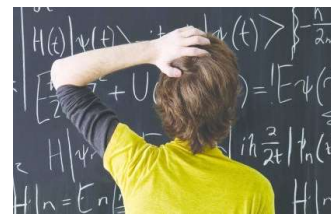
Определим, в каком состоянии находился лед с шайбой в воде – плавал с частичным погружением или был погружен полностью. Это можно сделать разными способами – например, можно определить среднюю плотность системы «лед+шайба» и сравнить ее с плотностью воды. Либо найти максимальную силу Архимеда и сравнить ее с силой тяжести. Оба способа равнозначны и оцениваются одинаково. Покажем здесь второй способ.

$$F_A = \rho_{\text{в}} (V_{\text{л}} + V_{\text{ш}}) g = 1000 (5,56 \cdot 10^{-5} + 1,28 \cdot 10^{-6}) \cdot 10 = 0,5688 \text{ Н}.$$



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

8 класс, 2025/2026 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Сила тяжести этой системы:

$$F_T = (m_{\text{ш}} + m_{\text{л}})g = (0,05 + 0,01) \cdot 10 = 0,6 \text{ Н.}$$

Так как сила тяжести больше максимальной силы Архимеда, то система будет тонуть и опустится на дно. Тогда она будет вытеснять воду в объеме, равном объему льда и шайбы.

Теперь найдем конечный объём.

$$\text{Вода: } V_{\text{в кон}} = \frac{(m_{\text{в}} + m_{\text{л}})}{\rho_{\text{в}}} = \frac{0,25}{1000} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$$

$$\text{Шайба: } V_{\text{ш}} = 1,28 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

$$\text{Изменение: } \Delta V = (2,5 \cdot 10^{-4} + 1,28 \cdot 10^{-6}) - (2 \cdot 10^{-4} + 5,56 \cdot 10^{-5} + 1,28 \cdot 10^{-6}) \approx -5,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Так как площадь дна калориметра $S = 56 \text{ см}^2$, то уровень понизится на $\Delta h = \Delta V/S \approx 1 \text{ мм}$.

Критерии оценивания:

1) Пункт оценивается в 4 балла.

Расчет количества теплоты, необходимого для плавления всего льда – **1 балл**.

Расчет количества теплоты, которое может отдать вода, охлаждаясь до 0°C – **1 балл**.

Сравнение количеств теплоты и вывод о том, что лед плавится полностью – **1 балл**.

Нахождение конечной температуры смеси – **1 балл**.

Примечание: участник может сразу написать уравнение теплового баланса в предположении, что лед полностью расплавится и конечная температура будет больше нуля. При правильном уравнении и правильном ответе пункт оценивается полностью.

2) Пункт оценивается в 6 баллов.

Расчет начального объема воды, льда и шайбы – **1,5 балла (по 0,5 балла за каждый)**

Проверка того, плавает ли лед с шайбой или тонет (либо через среднюю плотность, либо через силу Архимеда) и правильный вывод – **1,5 балла за анализ + 1 балл за вывод**.

Расчет конечного объема содержимого (вода + шайба) – **1 балл**

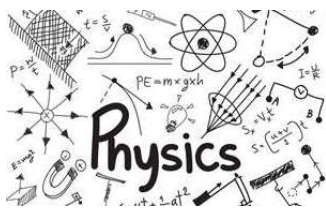
Правильное нахождение изменения уровня воды – **1 балл**.

Внимание! При отсутствии проверки, плавает ли лед с шайбой или тонет, участник может получить за задачу не более 7,5 баллов!

Итого максимум 10 баллов за задачу.

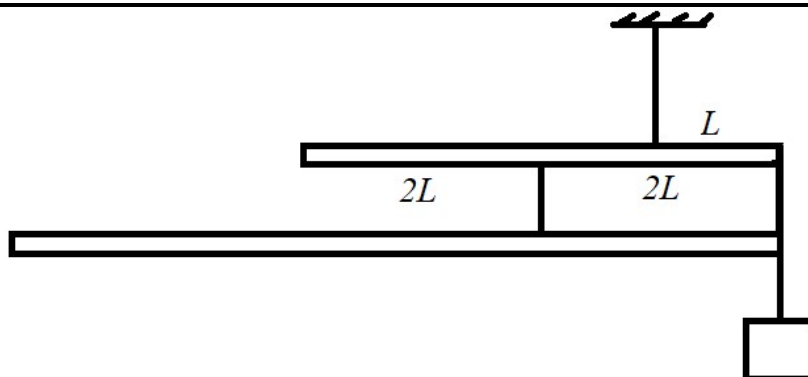
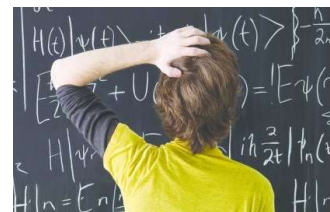
Задача № 3. Стержни и нитки.

Из двух однородных стержней, четырех невесомых нитей и одного груза массой m собрали систему (см. рисунок). Стержни сделаны из одного материала, имеют одинаковое сечение и длины $4L$ и $6L$. Система находится в равновесии, стержни горизонтальны и сделаны из одного материала. Определите: 1) массу каждого стержня; 2) силы натяжения нитей.



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

8 класс, 2025/2026 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Возможное решение:

Обозначим массы стержней верхнего $4M$, нижнего $6M$ (поскольку они одинакового сечения и однородные, то их массы пропорциональны длинам). Силы натяжения нитей: верхняя T , левая T_1 , правая T_2 , нижняя T_3 .

Запишем условия равновесия для верхнего стержня.

Сумма сил равна нулю: $T = 4Mg + T_1 + T_2$.

Сумма моментов сил относительно точки крепления верхней нити равна нулю:

$$4MgL + T_1L = T_2L, \text{ т.е. } 4Mg = T_2 - T_1.$$

Тогда $T = 2T_2$.

Аналогично запишем условия равновесия для нижнего стержня.

Сумма сил равна нулю: $T_3 + 6Mg = T_1 + T_2$.

Сумма моментов сил относительно точки крепления левой нити равна нулю:

$$6MgL + T_2 \cdot 2L = T_3 \cdot 2L, \text{ т.е. } 3Mg = T_3 - T_2.$$

Тогда $T_1 = 9Mg$.

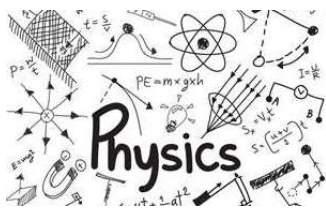
Значит $T_2 = 4Mg + T_1 = 13Mg$, $T = 26Mg$, $T_3 = 16Mg$.

При этом для груза можно записать: $T_3 = mg$, значит $M = m/16$.

Значит масса верхнего стержня $m_{\text{в}} = m/4$.

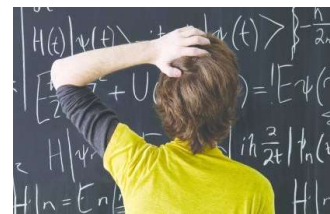
Масса нижнего стержня $m_{\text{н}} = 3m/8$.

Сила натяжения верхней нити $T = 26mg/16 = 13mg/8$.



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

8 класс, 2025/2026 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Сила натяжения левой нити: $T_1 = 9mg/16$.

Сила натяжения правой нити: $T_2 = 13mg/16$.

Сила натяжения нижней нити: $T_3 = mg$.

Критерии оценивания:

- 1) Верно записана сумма сил для верхнего стержня – **1 балл**.
- 2) Верно записано правило моментов для верхнего стержня относительно любой точки (точка указана) – **2 балла**.
- 3) Верно записана сумма сил для нижнего стержня – **1 балл**.
- 4) Верно записано правило моментов для нижнего стержня относительно любой точки (точка указана) – **2 балла**.
- 5) Верно найдена масса верхнего стержня – **1 балл**
- 6) Верно найдена масса нижнего стержня – **1 балл**
- 7) Верно найдены силы натяжения нитей – **2 балла (по 0,5 балла за каждую)**.

Итого максимум 10 баллов за задачу.

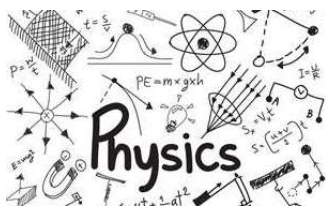
Задача № 4. Эксперименты с морсом (Псевдоэксперимент)

Оборудование: один лист миллиметровой бумаги формата А4.

На своём дне рождения Коля, помимо всего прочего, подготовил кувшин с морсом. Когда Коля разливал содержимое кувшина по стаканчикам, он забыл, сколько морса в кувшине было в самом начале. Для того, чтобы выяснить начальный уровень морса опытным путём, Коля решил сделать таблицу значений текущего уровня морса и количества стаканчиков, по которым разлит морс. Кувшин тонкостенный и имеет форму цилиндра. Для измерения уровня морса в цилиндре Коля использует линейку и измеряет расстояние от дна кувшина до текущего уровня морса. Объём стаканчика равен $V_0 = 200$ мл.

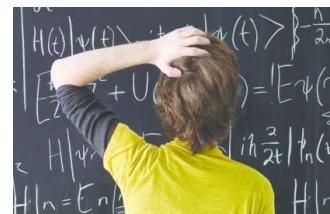
N, шт	6	8	10	12
H, мм	204	154	106	52

- 1) Постройте график зависимости высоты уровня морса от числа налитых стаканчиков.
- 2) Определите с помощью графика начальную высоту уровня морса в кувшине.



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

8 класс, 2025/2026 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



3) Определите с помощью графика, какой объем морса нужно долить, чтобы у Коли получилось разлить весь морс по 18 стаканчикам. Каждый стаканчик Коля заполняет одинаково до объема $V_0 = 200$ мл.

Возможное решение:

1) Построен график зависимости высоты уровня морса от числа налитых стаканчиков.

Если построен другой график (например, график зависимости N от H), то баллы за данный пункт умножаются на 0,5. Т.е. участник может получить не более 1,5 баллов за данный пункт.

График оценивается максимум в **3 балла**. Для выставления балла должны выполняться ВСЕ требования в соответствующем пункте (а, б или в).

а) Размер осей и масштаб графика – 1 балл

Требования: длина любой оси не должна быть меньше 12 см; полезная часть графика не должна быть меньше 50% от длины соответствующей оси.

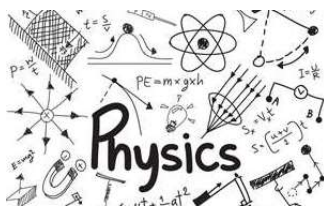
б) Подписанные оси, на всех осях правильно нанесена шкала – 1 балл

Требования: около осей должны быть указаны откладываемые величины и единицы их измерения (допускается не писать единицы измерения у физических величин, измеряемых в штуках); цена деления (размер самой маленькой клеточки в единицах откладываемой величины) координатной сетки на каждой из осей должна быть равна $a \cdot 10^n$, где $a = 1$, или 2, или 5, а n – целое число; штрихи на осях должны наноситься через равные интервалы и попадать на основные линии миллиметровой бумаги; оцифровка штрихов должна быть сделана через равные интервалы; на каждой оси должны быть подписаны не менее 5 масштабных делений; смещение начальной точки по осям относительно нуля должно быть кратно шагу оцифровки.

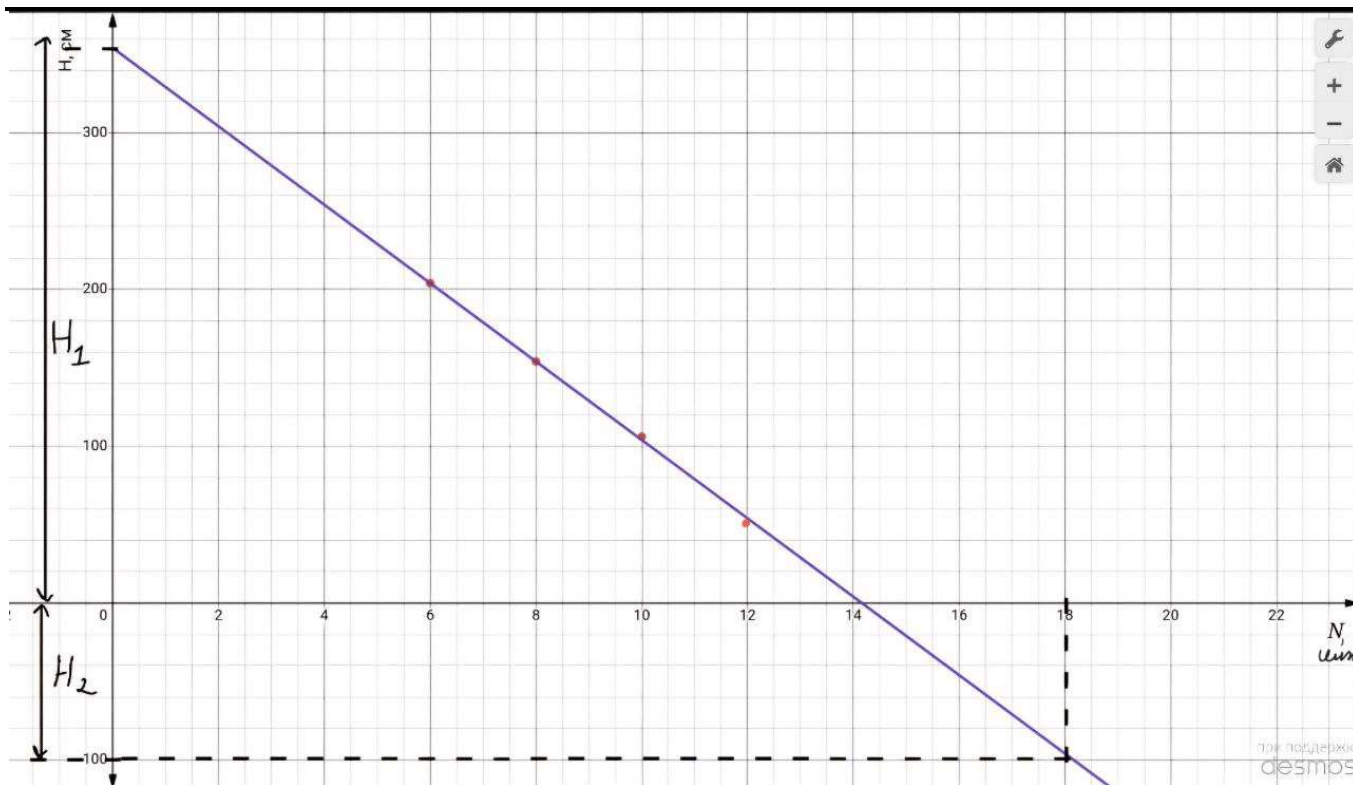
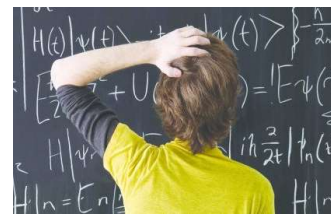
в) Нанесены все точки из таблицы и проведена оптимальная прямая (точки НЕ соединены ломаной) – 1 балл.

Требования: точки должны быть четко видны на фоне линии; положение точек должно соответствовать таблице измерений (отклонение не более двух точек не более, чем на 2 деления мелкой сетки миллиметровой бумаги); не следует указывать на осях значения экспериментальных точек и проводить перпендикуляры к осям (исключением являются случаи, когда точки используются для определения каких-либо параметров – например, коэффициента наклона или свободного члена); линия графика должна быть одинарной, на ее фоне должны быть видны экспериментальные точки; линейный участок графика должен строиться по линейке.

Примечание: *Если график отсутствует (не нанесены точки, линии нет, есть только координатные оси), то ставится 0 баллов за весь пункт.*



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**
8 класс, 2025/2026 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



2) Продолжим прямую до пересечения с осью H , по точке пересечения найдем первоначальную высоту уровня моря в кувшине:

$$H_1 = 350 \text{ мм} = 35 \text{ см}$$

(1 балл за описание способа нахождения + 0,5 балла за ответ).

В качестве верного засчитывается ответ в диапазоне 35-36 см.

Примечание: Если участник выполняет задание № 2 без использования графика (например, проводит какие-то расчеты на основании таблицы), то при попадании H_1 в ворота этот пункт оценивается не более чем в 0,5 балла.

3) Для того чтобы найти сколько морса нужно долить продолжим график и найдем значение H , соответствующее 18 стаканам: $H_2 = 100 \text{ мм} = 10 \text{ см}$ (1 балл за описание способа нахождения + 0,5 балла за ответ).

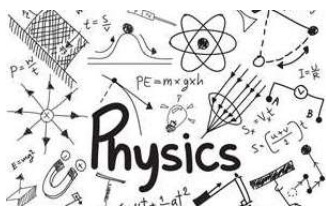
В зависимости от построенной прямой, результат может отличаться от представленного. Предлагается в качестве достоверной оценки засчитывать значение в диапазоне 9,5-10 см.

Примечание: Если участник находит H_2 без использования графика (например, проводит какие-то расчеты на основании таблицы), то при попадании H_2 в ворота эта часть решения оценивается не более чем в 0,5 балла.

Объем морса в 18 стаканчиках равен:

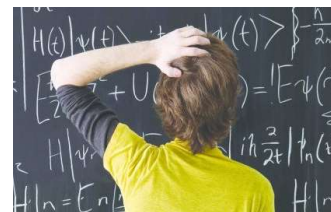
$$18V_0 = S(H_1 + H_2)$$

(1 балл)



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

8 класс, 2025/2026 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



$S = 18V_0/(H_1+H_2)=18 \cdot 200/(35+10) = 80 \text{ см}^2$ (1 балл, значение может в зависимости от полученных ранее значений H_1 и H_2 лежать в диапазоне 78-81 см^2)

Было первоначально $V_1=SH_1=80 \cdot 35=2800 \text{ см}^3=2,8 \text{ л}$ (1 балл, значение может отличаться в зависимости от полученных ранее значений H_1 и H_2)

Нужно долить $V_2=S \cdot H_2=80 \cdot 10=800 \text{ см}^3=0,8 \text{ л}$ (1 балл, значение может отличаться в зависимости от полученных ранее значений H_1 и H_2).

Примечание 1. Конечный ответ может лежать в диапазоне от 0,74 л до 0,81 литра (возможно даже в чуть более широком диапазоне). Обязательно учитывайте полученные участником значения!

Примечание 2. Если участник выполняет задание № 2 без использования графика (например, проводит какие-то расчеты на основании таблицы), то за решение задачи он может получить **не более 8 баллов**.

Итого максимум 10 баллов за задачу.
