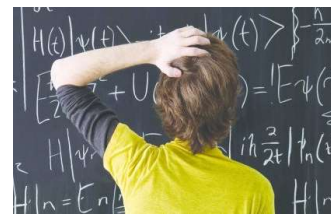


**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

10 класс, 2025/2026 учебный год

Длительность 3 часа 50 минут

Максимум 50 баллов.



Задача № 1. Две пушки

Из пушки, наклоненной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, производят выстрел в сторону точно такой же пушки, наклоненной под углом $\beta = 60^\circ$ к горизонту и находящейся на расстоянии $L = 1$ км от первой.

- 1) Чему равна дальность полета каждого из снарядов?
- 2) Чему равны высота и время полета каждого из снарядов?
- 3) Через какой промежуток времени надо выстрелить из второй пушки, чтобы снаряды столкнулись в полете?

Начальная скорость снарядом $v_0 = 120$ м/с, сопротивление воздуха не учитывать. Пушки закреплены.

Возможное решение:

Так как $\alpha + \beta = 90^\circ$, то дальность полета обоих снарядов будет одинаковой (**1 балл**):

$$S_1 = S_2 = S = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g} = \frac{v_0^2 \sin(2\beta)}{g} \approx 1247 \text{ м.}$$

Высота и время полета каждого снаряда (**2 балла – по 0,5 балла за каждое из 4 значений**):

$$H_1 = \frac{v_0^2 \sin^2(\alpha)}{2g} = 180 \text{ м,}$$

$$H_2 = \frac{v_0^2 \sin^2(\beta)}{2g} = 540 \text{ м,}$$

$$t_1 = \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g} = 12 \text{ с,}$$

$$t_2 = \frac{2v_0 \sin(\beta)}{g} \approx 20,8 \text{ с.}$$

Уравнения траектории каждого снаряда (**1 балл, по 0,5 баллов за каждое**):

$$y_1 = x_1 \operatorname{tg}(\alpha) - \frac{gx_1^2}{2v_0^2 \cos^2(\alpha)},$$

$$y_2 = x_2 \operatorname{tg}(\beta) - \frac{gx_2^2}{2v_0^2 \cos^2(\beta)}.$$

Рассмотрим сначала ситуацию, когда вторая пушка выпускает снаряд в сторону первой пушки.

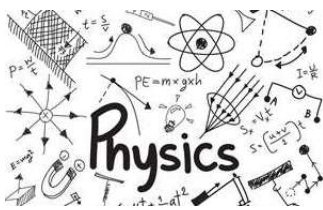
Так как пушки находятся на расстоянии $L = O_1O_2$, то $x_1 + x_2 = L$, а при столкновении снарядов $y_1 = y_2$ (**1 балл**).

Таким образом, получаем квадратное уравнение для координаты x_1 (**1 балл**):

$$\frac{g}{2v_0^2} \left(\frac{1}{\cos^2(\alpha)} - \frac{1}{\cos^2(\beta)} \right) x_1^2 + \left(\frac{gL}{v_0^2 \cos^2(\beta)} - \operatorname{tg}(\alpha) - \operatorname{tg}(\beta) \right) x_1 = \frac{gL^2}{2v_0^2 \cos^2(\beta)} - L \cdot \operatorname{tg}(\beta).$$

Корни уравнения $x_{11} \approx 912,3$ м, $x_{12} \approx -406,4$ м (**1 балл**). Второй корень не имеет физического смысла.

Время полета до столкновения снарядов (**1 балл – по 0,5 балла за каждое значение**):

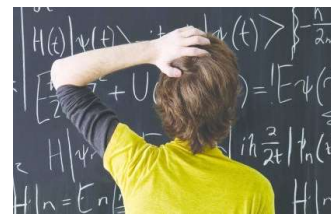


**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

10 класс, 2025/2026 учебный год

Длительность 3 часа 50 минут

Максимум 50 баллов.



$$t_1 = \frac{x_{11}}{v_0 \cos(\alpha)} \approx 8,78 \text{ с};$$

$$t_2 = \frac{L - x_{11}}{v_0 \cos(\beta)} \approx 1,46 \text{ с}.$$

Промежуток времени между выстрелами $\Delta t = t_1 - t_2 \approx 7,32 \text{ с}$ (**1 балл**).

Рассмотрим теперь ситуацию, когда вторая пушка стреляет не в сторону первой пушки, а в противоположную сторону. Так как пушки находятся на расстоянии $L = O_1O_2$, то теперь $x_1 - x_2 = L$, а при столкновении снарядов по-прежнему $y_1 = y_2$. Получим квадратное уравнение, аналогичное предыдущему, но с другими знаками перед некоторыми слагаемыми:

$$\frac{g}{2v_0^2} \left(\frac{1}{\cos^2(\alpha)} - \frac{1}{\cos^2(\beta)} \right) x_1^2 + \left(\frac{gL}{v_0^2 \cos^2(\beta)} - tg(\alpha) + tg(\beta) \right) x_1 = \frac{gL^2}{2v_0^2 \cos^2(\beta)} + L \cdot tg(\beta).$$

Данное уравнение не имеет корней, поэтому при таком выстреле (если вторая пушка стреляет позже первой) столкновение снарядов невозможно. Можно было также сделать вывод про невозможность столкновения при выстреле в другую сторону на основе анализа горизонтальных составляющих скоростей снарядов (**1 балл за анализ полета в другую сторону и вывод, что при выстреле в другую сторону столкновение невозможно; если участник просто утверждает, что столкновение в этом случае невозможно, никак не аргументируя свой ответ, то ставится 0,5 балла**).

Примечание: участник может решать задачу другими способами. В таком случае баллы выставляются пропорционально его продвижению по аналогии с представленным решением.

Итого максимум 10 баллов за задачу.

Задача № 2. Ледяной пассажир, v2.0.

В калориметр, содержащий $m_{\text{в}} = 200 \text{ г}$ воды при температуре $t_{\text{в}} = 30^\circ\text{C}$, бросают кусок льда массой $m_{\text{л}} = 90 \text{ г}$, в котором находится стальная шайба массой $m_{\text{ш}} = 10 \text{ г}$. Температура льда и шайбы $t_{\text{л}} = -5^\circ\text{C}$. Удельная теплоемкость воды $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$, удельная теплоемкость стали $c_{\text{ст}} = 500 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, удельная теплоемкость льда $c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$. Теплоемкостью калориметра пренебречь.

1) Какая температура установится в калориметре?

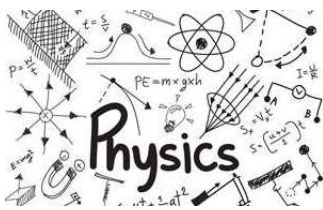
2) На сколько изменится уровень воды в калориметре после установления теплового равновесия? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг}/\text{м}^3$, плотность стали $\rho_{\text{ст}} = 7800 \text{ кг}/\text{м}^3$, площадь дна калориметра $S = 100 \text{ см}^2$.

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, требуемое для нагрева системы «лед + шайба» от -5°C до 0°C :

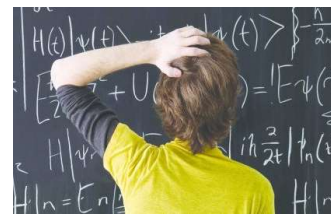


**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

10 класс, 2025/2026 учебный год

Длительность 3 часа 50 минут

Максимум 50 баллов.



$$Q_1 = m_{\text{л}} c_{\text{л}} (0 - t_{\text{л}}) + m_{\text{ш}} c_{\text{ст}} (0 - t_{\text{л}}) = 0,09 \cdot 2100 \cdot 5 + 0,01 \cdot 500 \cdot 5 = 970 \text{ Дж.}$$

Поскольку $Q_{\text{вод}} > Q_1$, то лед начнет плавиться.

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

$$Q_{\text{пл}} = m_{\text{л}} \lambda = 0,09 \cdot 330000 = 29700 \text{ Дж.}$$

Так как $Q_{\text{пл}} > (Q_{\text{вод}} - Q_1)$, то лед растает не полностью.

Плавление части льда массой m_x :

$$Q_2 = \lambda m_x, \Rightarrow m_x = \frac{Q_2}{\lambda} = \frac{(Q_{\text{вод}} - Q_1)}{\lambda} = \frac{25200 - 970}{330000} \approx 0,07342 \text{ кг} = 73,42 \text{ г.}$$

Тогда останется нерасплавленным $m_1 = 90 - 73,42 = 16,58 \text{ г}$ льда, а конечная температура в калориметре будет **0 градусов Цельсия**.

2) Определим теперь, как изменится уровень воды.

Найдем начальные объемы.

$$\text{Вода: } V_{\text{в}} = \frac{m_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}} = \frac{0,2}{1000} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$$

$$\text{Лёд: } V_{\text{л}} = \frac{m_{\text{л}}}{\rho_{\text{л}}} = \frac{0,09}{900} = 0,0001 \text{ м}^3.$$

$$\text{Шайба: } V_{\text{ш}} = \frac{m_{\text{ш}}}{\rho_{\text{ст}}} = \frac{0,01}{7800} \approx 1,28 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

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. Максимальная сила Архимеда (если лед с шайбой целиком погружены в воду):

$$F_{\text{Аmax}} = \rho_{\text{в}} (V_{\text{л}} + V_{\text{ш}}) g = 1000 (0,0001 + 1,28 \cdot 10^{-6}) \cdot 10 = 1,0128 \text{ Н.}$$

Сила тяжести этой системы:

$$F_{\text{т}} = (m_{\text{ш}} + m_{\text{л}}) g = (0,09 + 0,01) \cdot 10 = 1 \text{ Н.}$$

Так как сила тяжести меньше максимальной силы Архимеда, то лед с шайбой будет плавать и система будет не полностью погружена в воду.

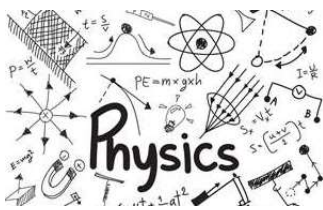
Найдем объем погруженной части тела:

$$(m_{\text{ш}} + m_{\text{л}}) g = \rho_{\text{в}} V_1 g, \Rightarrow V_1 = \frac{(m_{\text{ш}} + m_{\text{л}})}{\rho_{\text{в}}} = \frac{0,1}{1000} = 0,0001 \text{ м}^3.$$

Тогда высота уровня воды: $H_1 = (V_{\text{в}} + V_1) / S = 0,03 \text{ м} = 30 \text{ мм}$.

Теперь рассмотрим, что произойдет, когда часть льда растает.

Из растаявшего льда образуется вода объемом:

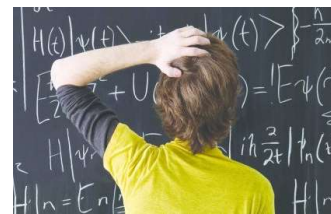


**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

10 класс, 2025/2026 учебный год

Длительность 3 часа 50 минут

Максимум 50 баллов.



$$V_{в1} = \frac{m_{в1}}{\rho_{в}} = \frac{0.07342}{1000} = 7,342 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

Оставшийся лед имеет объем:

$$V_{л1} = \frac{m_1}{\rho_{л}} = \frac{0.01658}{900} \approx 1,842 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

Пока лед тает, шайба может либо оставаться внутри (будучи покрытая «ледяной» оболочкой), либо может выпасть и опуститься на дно. Изменение уровня воды в том и в другом случае будет разным.

Вариант 1. Шайба остается внутри льда. Нужно проверить, будет ли система плавать.

$$F_{A1} = \rho_{в}(V_{л1} + V_{ш})g = 1000(1,842 \cdot 10^{-5} + 1,28 \cdot 10^{-6}) \cdot 10 = 0,197 \text{ Н}.$$

Сила тяжести этой системы:

$$F_{Т1} = (m_{ш} + m_1)g = (0,01658 + 0,01) \cdot 10 = 0,2658 \text{ Н}.$$

Сила тяжести больше, поэтому лед с замороженной в него шайбой будет тонуть.

Теперь найдем конечный объём.

$$\text{Вода: } V_{\text{вкон}} = (2 \cdot 10^{-4} + 7,342 \cdot 10^{-5}) \text{ м}^3.$$

$$\text{Оставшийся лед: } V_{л1} = \frac{m_1}{\rho_{л}} = \frac{0.01658}{900} \approx 1,842 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

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

$$\text{Изменение: } \Delta h = \frac{\Delta V}{S} = \frac{(2 \cdot 10^{-4} + 7,342 \cdot 10^{-5} + 1,842 \cdot 10^{-5} + 1,28 \cdot 10^{-6})}{0,01} - (0,03) \approx -0,000688 \text{ м} = -0,688 \text{ мм}.$$

Уровень понизится на 0,688 мм.

Вариант 2. В процессе таяния льда шайба выскальзывает из него и опускается на дно.

В этом случае оставшийся лед вытесняет при плавании воду:

$$V_{л2} = \frac{m_1}{\rho_{в}} = \frac{0.01658}{1000} \approx 1,658 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

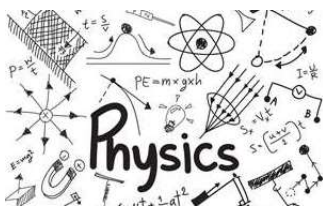
$$\text{Вода: } V_{\text{вкон}} = (2 \cdot 10^{-4} + 7,342 \cdot 10^{-5}) \text{ м}^3.$$

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

Изменение уровня:

$$\begin{aligned} \Delta h &= \frac{\Delta V}{S} = \frac{(2 \cdot 10^{-4} + 7,342 \cdot 10^{-5} + 1,658 \cdot 10^{-5} + 1,28 \cdot 10^{-6})}{0,01} - (0,03) \approx -0,000872 \text{ м} \\ &= -0,872 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Уровень понизится на 0,872 мм.

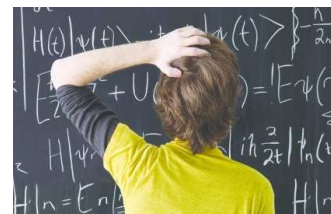


Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

10 класс, 2025/2026 учебный год

Длительность 3 часа 50 минут

Максимум 50 баллов.



Критерии оценивания:

1) Пункт оценивается в 4 балла.

Посчитаны количества теплоты (выделяющиеся при остывании воды, поглощаемое при нагревании льда и шайбы, требуемое для плавления льда) – **1,5 балла (по 0,5 балла за каждое)**.

Показано, что лед растает не весь – **0,5 балла**.

Найдена конечная температура в калориметре – **1 балл**.

Найдено количество растаявшего льда и оставшегося льда – **1 балл (по 0,5 балла за каждое)**.

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 определение начального уровня воды – **1 балл за анализ + 0,5 балла за начальный уровень воды**.

Указание на то, что возможны два варианта развития событий – **1 балл**.

Найдено изменение уровня воды в первом случае (шайба не выпадает из оставшегося льда) – **1 балл**

Найдено изменение уровня воды во втором случае (шайба отдельно оказывается на дне) – **1 балл**

Внимание! При отсутствии проверки, плавает ли лед с шайбой или тонет, участник может получить за задачу **не более 9 баллов!** Если рассмотрен только один вариант развития событий (и про второй не упоминается), то участник может получить **не более 8 баллов**.

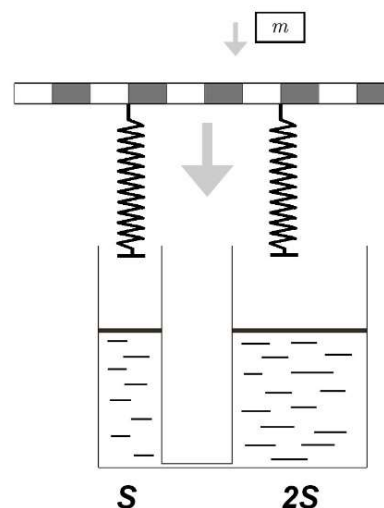
Итого максимум 10 баллов за задачу.

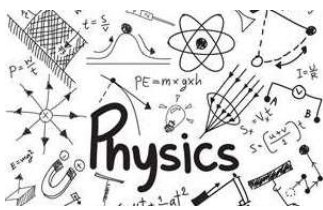
Задача № 3. Балансир Гука-Паскаля

Две внешне неотличимые пружины, имеющие жесткости k и $2k$, прикрепили к однородной массивной балке, как показано на рисунке. Конструкцию устанавливают на тонкие легкие поршни сообщающихся сосудов, сечения которых отличаются в 2 раза (S и $2S$), при этом балка принимает горизонтальное положение. После чего на балку кладут небольшой груз, в результате чего балка, не меняя горизонтальной ориентации, опускается на h .

Определите:

- 1) Какая из пружин имеет меньшую жесткость?
- 2) Плотность жидкости в сообщающихся сосудах ρ .
- 3) Массу груза m .



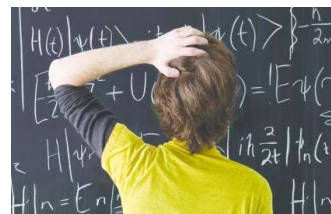


Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

10 класс, 2025/2026 учебный год

Длительность 3 часа 50 минут

Максимум 50 баллов.



Возможное решение:

Пружины закреплены на балке симметрично. Значит при горизонтальном положении балки силы упругости обеих пружин должны быть одинаковы и равны $\frac{1}{2}Mg$, где M – масса балки.

В виду равенства сил давление под левым поршнем будет выше, чем под правым (из-за разных площадей). Значит левый поршень опустится, а правый – поднимется, то есть правая пружина сожмется сильнее. Раз так, можно сделать вывод, что правая пружина имеет жесткость k , а левая - $2k$.

Введем обозначения: l – длина пружин, Δl_1 и Δl_2 – деформации левой и правой пружин соответственно, Δh – разница высот между поршнями.

Из равенства сил:

$$k\Delta l_2 = 2k\Delta l_1 \quad (1)$$

$$\Delta l_2 = 2\Delta l_1$$

Из закона сообщающихся сосудов:

$$\frac{2k\Delta l_1}{S} = \frac{2k\Delta l_1}{2S} + \rho g\Delta h. \quad (2)$$

Поскольку балка горизонтальна:

$$l - \Delta l_1 = l - \Delta l_2 + \Delta h.$$

Откуда:

$$\Delta h = \Delta l_2 - \Delta l_1 = \Delta l_1. \quad (3)$$

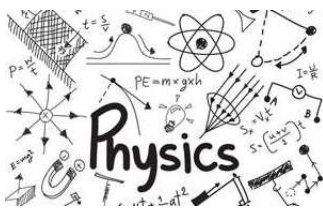
Подставив (3) в (2), получим:

$$\frac{2k\Delta l_1}{2S} = \rho g\Delta l_1,$$

откуда:

$$\rho = \frac{k}{gS}.$$

После того, как на балку помещают груз m , силы упругости пружин меняются, однако остаются равными (в предыдущих рассуждениях мы ни разу не использовали массу балки,

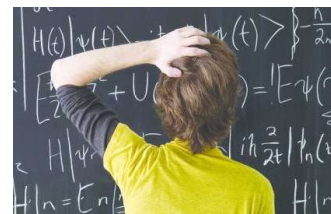


**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

10 класс, 2025/2026 учебный год

Длительность 3 часа 50 минут

Максимум 50 баллов.



то есть от нагрузки результат не зависел, и для горизонтального положения балки необходимо было сохранение распределения нагрузки по пружинам). Под тяжестью груза левой пружине придется сжаться еще на Δl , правой – на $2\Delta l$, а поршням дополнительно сместиться друг относительно друга – на Δl .

При этом левый поршень опустится на $\frac{2}{3}\Delta l$, а правый поднимется на $\frac{1}{3}\Delta l$. Откуда:

$$\Delta l + \frac{2}{3}\Delta l = h \quad ; \quad \Delta l = \frac{3}{5}h. \quad (4)$$

Тогда:

$$mg = 2 \cdot 2k \cdot \frac{3}{5}h$$

Откуда:

$$m = \frac{12kh}{5g}$$

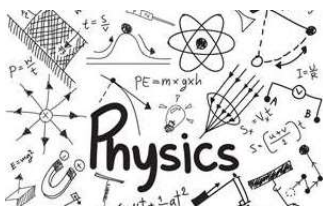
Критерии оценивания:

- Правильно описана физика процесса. Аргументировано, что правая пружина имеет меньшую жесткость (1 балл)
- Записан закон Гука в виде уравнения 1 (1 балл)
- Записан закон сообщающихся сосудов в виде уравнения 2 (1 балл)
- Записано условие на связь сжатий и смещения поршней 3 (1 балл)
- Получено выражение для ρ (1 балл)
- Смещения поршней во втором случае выражены через сжатие пружин (1 балл)
- Найдено соотношение 4 или его аналог (2 балла)
- Получено выражение для m (2 балла)

Итого максимум 10 баллов за задачу.

Задача № 4. Электрические эксперименты.

Пять резисторов сопротивлениями $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, $R_4 = 4$ Ом, $R_5 = 5$ Ом соединены с источником постоянного напряжения $U_0 = 9$ В. К резисторам подключили два амперметра и вольтметр. Определите их показания I_1 , I_2 , U . Приборы считайте идеальными. Провода, идущие к амперметрам, в месте касания друг с другом не имеют электрического контакта (см. верхнюю часть схемы).

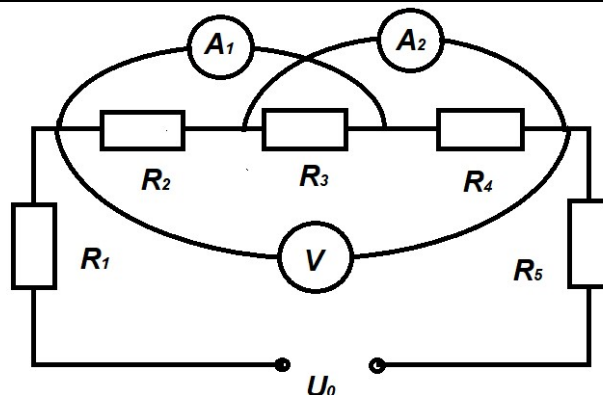
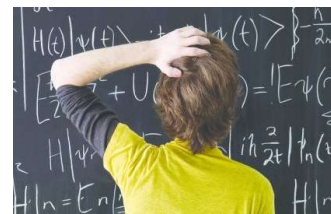


**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

10 класс, 2025/2026 учебный год

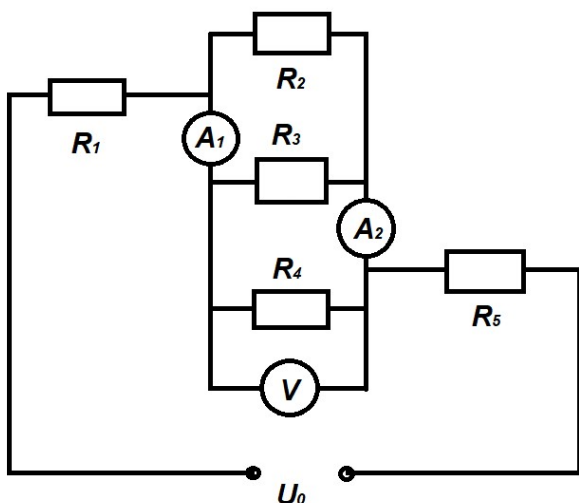
Длительность 3 часа 50 минут

Максимум 50 баллов.



Возможное решение:

Пусть полный ток в цепи I_0 , токи через резисторы I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 , токи через амперметры i_1, i_2 . Так как приборы идеальные, то сопротивление амперметров равно нулю, сопротивление вольтметра – бесконечность. Тогда можем нарисовать эквивалентную цепь:



Рассчитаем полное сопротивление цепи. Резисторы R_2, R_3 и R_4 соединены параллельно, поэтому

$$R_{234} = \frac{R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4} = \frac{24}{26} = \frac{12}{13} \text{ Ом.}$$

Сопротивление всей цепи:

$$R_0 = R_1 + R_5 + R_{234} = \frac{90}{13} \text{ Ом.}$$

Общий ток:

$$I_0 = U_0 / R_0 = 1,3 \text{ А.}$$

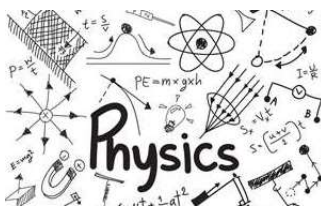
Показание вольтметра: $U = I_0 R_{234} = 1,2 \text{ В.}$

Токи через резисторы: $I_1 = I_5 = I_0 = 1,3 \text{ А; } I_2 = U/R_2 = 0,6 \text{ А; } I_3 = U/R_3 = 0,4 \text{ А, } I_4 = U/R_4 = 0,3 \text{ А.}$

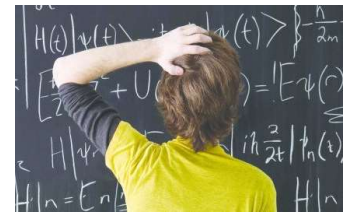
Показания амперметров: $i_1 = I_0 - I_2 = 0,7 \text{ А; } i_2 = I_0 - I_4 = 1 \text{ А.}$

Критерии оценивания:

- 1) В явном виде указано (или явно используется в задаче), что сопротивление амперметров равно 0, а сопротивление вольтметра – бесконечности – **1 балл.**
- 2) Приведена эквивалентная схема – **2 балла.**
- 3) Найдено общее сопротивление всей цепи – **2 балла.**



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**
10 класс, 2025/2026 учебный год
Длительность 3 часа 50 минут
Максимум 50 баллов.



- 4) Определен общий ток в цепи – **1 балл**.
- 5) Найдены показания амперметров – **2 балла (по 1 баллу за каждое)**.
- 6) Найдено показание вольтметра – **2 балла**.

Примечание: в случае, если задача решается с помощью правил Кирхгофа или любым другим альтернативным методом, то пункты 2-4 засчитываются в зависимости от правильности написания уравнений в выбранном методе.

Итого максимум 10 баллов за задачу.

Задача № 5. Температурный коэффициент (Псевдоэксперимент)

Оборудование: один лист миллиметровой бумаги формата А4.

Экспериментально было показано, что сопротивление металлов зависит от температуры следующим образом:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t + \beta t^2 + \gamma t^3 + \dots),$$

где R_t – сопротивление металлического проводника при температуре t , R_0 – сопротивление металлического проводника при температуре 0°C ; α, β, γ – эмпирические коэффициенты, зависящие от природы металла. В интервале температур от 0 до 100°C можно ограничиться первым членом степенного ряда, то есть считать, что сопротивление проводника в первом приближении изменяется по закону

$$R_t = R_0(1 + \alpha t).$$

Коэффициент α называют температурным коэффициентом сопротивления. Он показывает относительное изменение первоначального сопротивления при нагревании его на один градус по шкале Цельсия.

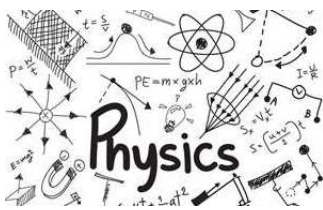
В таблице приведены измерения сопротивления куска проволоки при комнатной температуре и дальнейшем ее нагревании.

$t, ^\circ\text{C}$	22	23	30	35	40	45	50	55	60	65	70
$R, \text{Ом}$	79	79	82	83	85	87	88	90	91	93	95

Задание:

- 1) Построить график зависимости сопротивления от температуры.
- 2) С помощью графика определить значение температурного коэффициента сопротивления α .
- 3) Определить удельное сопротивление куска проволоки длиной 15 м при 20°C . Диаметр проволоки измеряли микрометром (погрешность $\pm 0,01$ мм) в разных местах, результаты измерений были записаны в таблицу:

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$d, \text{мм}$	0,39	0,35	3,5	0,36	0,36	0,34	0,36	0,38	0,36	0,35	0,35

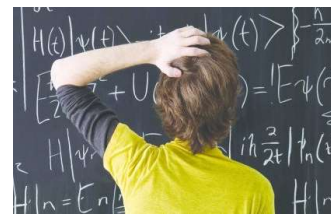


**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

10 класс, 2025/2026 учебный год

Длительность 3 часа 50 минут

Максимум 50 баллов.



Возможное решение:

1) Построен график зависимости сопротивления от температуры.

*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.

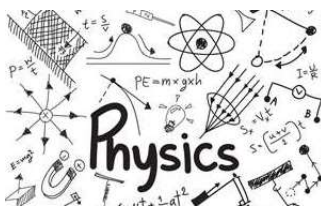
б) Подписанные оси, на всех осях правильно нанесена шкала – 1 балл

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.*

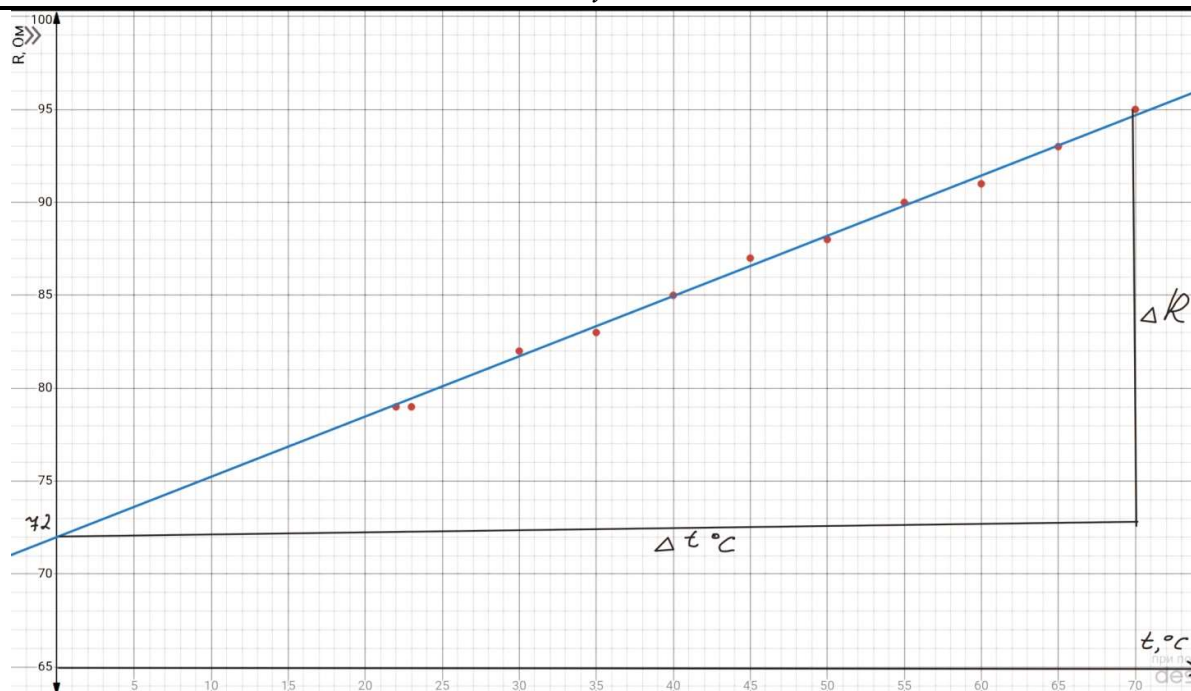
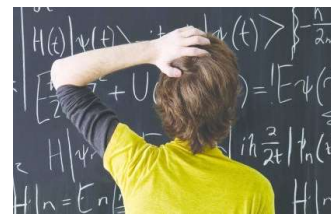


**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

10 класс, 2025/2026 учебный год

Длительность 3 часа 50 минут

Максимум 50 баллов.



2) Продолжим прямую до пересечения с осью R , по точке пересечения найдем значение $R_0 = 72$ Ом (засчитывается в диапазоне от 70 до 75 Ом) **(1 балл за описание способа нахождения + 0,5 балл за ответ)**.

Записано выражение для температурного коэффициента:

$$\alpha = \frac{R - R_0}{\Delta t R_0} = \frac{\Delta R}{\Delta t R_0}, \quad \text{(0,5 балла)}$$

где $\frac{\Delta R}{\Delta t}$ – угловой коэффициент прямой. Из графика найдено значение углового коэффициента **(1 балл)**.

Найдено значение температурного коэффициента (засчитываем в диапазоне 0,0037 – 0,0051 1/°C) – **(0,5 балла)**.

Примечание: Если участник находит R_0 и α без использования графика (например, проводит какие-то расчеты на основании таблицы), то при попадании R_0 и α в ворота эта часть решения оценивается в случае вычисления по одной паре значений **в 0,5 балла + 0,5 балла**, в случае вычисления по трем и более парам значений с последующим усреднением – **в 1 балл + 1 балл**.

3) Указано, что значение №3 является промахом **(0,5 балла)**. По остальным значениям таблицы найдено среднее значение диаметра проволоки $d = 0,36$ мм **(0,5 балл)**.

Из графика найдено и записано значение R при 20°C (диапазон $R = 77-80$ Ом) **(0,5 балла)**.

Записано выражение для нахождения удельного сопротивления $\rho = \frac{R \pi d^2}{4l}$ **(1 балл)** и правильно найдено его значение (диапазон от 0,50 до 0,55 $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$) – **(1 балл)**

Итого максимум 10 баллов за задачу.