

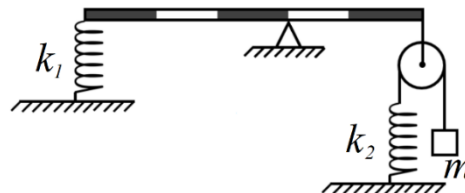
ОТВЕТЫ

Время выполнения заданий – 180 мин.

Максимальное количество первичных баллов – 100, итоговых – 100.

Задача 1. Опять равновесие выводит из душевного равновесия

Легкий длинный стержень разделён на пять участков одинаковой длины. Стержень расположили горизонтально на опоре так, как это показано на рисунке, к левому концу стержня присоединили пружину жёсткости $k_1 = 500$ Н/м, к правому концу стержня прикрепили невесомый блок, через который перекинули нить, к правому концу которой прикрепили груз массой $m = 15$ кг, а к левому концу нити – пружину жесткости $k_2 = 400$ Н/м. Все нити невесомы и нерастяжимы. Стержень находится в положении равновесия. Принимая $g = 10$ м/с², определите:



силу натяжения нити, на которой подвешен груз; силу упругости правой пружины; удлинение правой пружины; силу упругости левой пружины; удлинение левой пружины; на сколько опустится блок, если на груз подвесить перегрузок массы $\Delta m = 15$ г.

Решение и критерии оценки

Критерий оценивания/этап решения	Баллы
Вопрос первый. Определить силу натяжения нити, на которой подвешен груз	
1) Из условия равновесия для груза $T_1 = mg = 150$ Н.	3
Вопрос второй определить силу упругости правой пружины	
2) Поскольку нить невесома, силы трения в блоке нет, то её сила натяжения всюду постоянна. Тогда сила упругости правой пружины: $F_2 = T_1 = 150$ Н	3
Вопрос третий определить удлинение правой пружины	
3) Согласно закону Гука: $\Delta x_2 = \frac{F_2}{k_2} = \frac{150}{400} = 37.5$ см	3
Вопрос четвёртый определить силу упругости левой пружины	
4) Из условия равновесия для блока определим силу натяжения нити, связывающей блок и правый конец стержня: $T_2 = 2T_1 = 2mg$	
5) Условие равновесия для стержня: $F_1 3L = T_2 2L$	
6) Тогда сила упругости левой пружины: $F_1 = \frac{2}{3}T_2 = \frac{4}{3}mg = 200$ Н	5
Вопрос пятый определить удлинение левой пружины	
7) Согласно закону Гука: $\Delta x_1 = \frac{F_1}{k_1} = \frac{200}{500} = 40$ см	5
Вопрос шестой определить на сколько опустится блок, если на груз подвесить перегрузок массы $\Delta m = 15$ г.	
8) Ответ в 7) в общем виде имеет вид: $\Delta x_1 = \frac{F_1}{k_1} = \frac{4mg}{3k_1}$. При добавлении к массе m перегрузка Δm левая пружина дополнительно опустится на величину: $dx_1 = \frac{4\Delta mg}{3k_1}$.	
9) При этом для перемещений правого и левого концов стержня справедливо: $\frac{dx_2}{2L} = \frac{dx_1}{3L}$	
10) Из 9) найдём смещение блока:	6

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
в Томской области в 2025-2026 учебном году
8 класс**

$dx_2 = \frac{2}{3} dx_1 = \frac{8\Delta mg}{9k_1} = \frac{8 \cdot 0.015 \cdot 10}{9 \cdot 500} = 0.27 \text{ мм}$	
Итого за задачу	25

Задача 2. Что ж теперь, чаю не пить?

Для того, чтобы остудить чай, температура которого была $t_1 = 74^\circ\text{C}$, школьник добавил в него порцию холодной воды с температурой $t_2 = 18^\circ\text{C}$. После установления теплового равновесия температура чая в чашке составила $t_3 = 67^\circ\text{C}$. Считая удельные теплоёмкости чая и воды одинаковыми и равными $c = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$ и пренебрегая потерями тепла во окружающую среду, определите:

- 1) отношение количества теплоты, отданного чаем, к количеству теплоты, полученному водой.
- 2) отношение массы чая к массе холодной воды.
- 3) сколько таких же порций холодной воды необходимо добавить в чай, чтобы после установления теплового равновесия температура содержимого станет меньше $t_0 = 50^\circ\text{C}$.

Решение и критерии оценки

Критерий оценивания/этап решения	Баллы
Первый вопрос (2 балла)	
1) По закону сохранения энергии, количество теплоты, отданное чаем, равно количеству теплоты, полученному водой. Отношение этих количеств теплоты равно 1.	2
Второй вопрос (8 баллов)	
Пусть m_1 – масса чая, m_2 – масса порции холодной воды.	
2) Уравнение теплового баланса при первом вливании холодной воды: $m_1 c(t_1 - t_3) = m_2 c(t_3 - t_2)$	4
3) Из 2) можно найти искомое отношение: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{t_3 - t_2}{t_1 - t_3} = \frac{67 - 18}{74 - 67} = 7$	4
Третий вопрос (15 баллов)	
Пусть N – количество порций холодной воды.	
4) Уравнение теплового баланса при вливании N порций холодной воды: $m_1 c(t_1 - t_0) = N m_2 c(t_0 - t_2)$	5
5) Решая совместно 3) и 4), получим: $N = \frac{m_1(t_1 - t_0)}{m_2(t_0 - t_2)} = 7 \frac{74 - 50}{50 - 18} = 5.25$	5
6) Количество не может быть дробным, поэтому ответ 6	5
Итого за задачу	25

Задача 3. Это задача Зуса

Высота водопроводной башни в городе Гравити Фолз над землей составляет 85 футов. Стенфорд установил манометр на систему водоснабжения на уровне пола третьего этажа в Хижине Чудес.

- 1) Какое дополнительное (к атмосферному) давление измерит манометр?
- 2) Какое давление в трубах на уровне земли?

Плотность воды 1000 кг/м^3 . Ускорение свободного падения 10 Н/кг . Манометр проградуирован в атмосферах (атм). $1 \text{ атм} = 100 \text{ кПа}$. $1 \text{ фут} = 30.5 \text{ см}$. Высота одного этажа 4 метра.

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
в Томской области в 2025-2026 учебном году
8 класс**

Решение и критерии оценки

Критерий оценивания/этап решения	Баллы
Первый вопрос (15 баллов)	
1) Пол третьего этажа находится на высоте $h = 8$ м	5
2) Высота водонапорной башни $H = 0.305 \cdot 85 = 25.925$ м	5
3) Манометр измерит дополнительное к атмосферному давление: $\Delta P = \rho g(H - h) = 1000 \cdot 10 \cdot (25.925 - 8) = 179.25$ кПа	5
Второй вопрос (10 баллов)	
4) Давление в трубах на уровне земли, возникающее за счёт давления столба воды высотой H : $\rho g H = 1000 \cdot 10 \cdot 25.925 = 259.25$ кПа	5
5) К этому добавляется атмосферное давление, тогда итоговое давление в трубах на уровне земли: $P = \rho g H + P_a = 359.25$ кПа	5
Итого за задачу	25
Примечание. Критерий 2) может быть выполнен участником при ответе на второй вопрос. Этот критерий засчитывается один раз.	

Задача 4. Кубик Одина 2

В сосуде постоянного сечения с прозрачными вертикальными стенками находится два металлических кубика. Один кубик стоит на дне сосуда, второй – на первом. В ходе эксперимента в сосуд наливают воду с постоянной скоростью (объём воды в секунду). Высота сосуда $H = 12$ см. В таблице 1 представлены результаты измерений высоты уровня воды в сосуде h от времени t с начала эксперимента.

Таблица 1. Высота уровня воды в сосуде от времени

t , с	4	10	12	18	19	20	21	24	30
h , см	1.0	2.5	3.0	6.0	7.0	8.0	9.0	9.3	10.0

Задание:

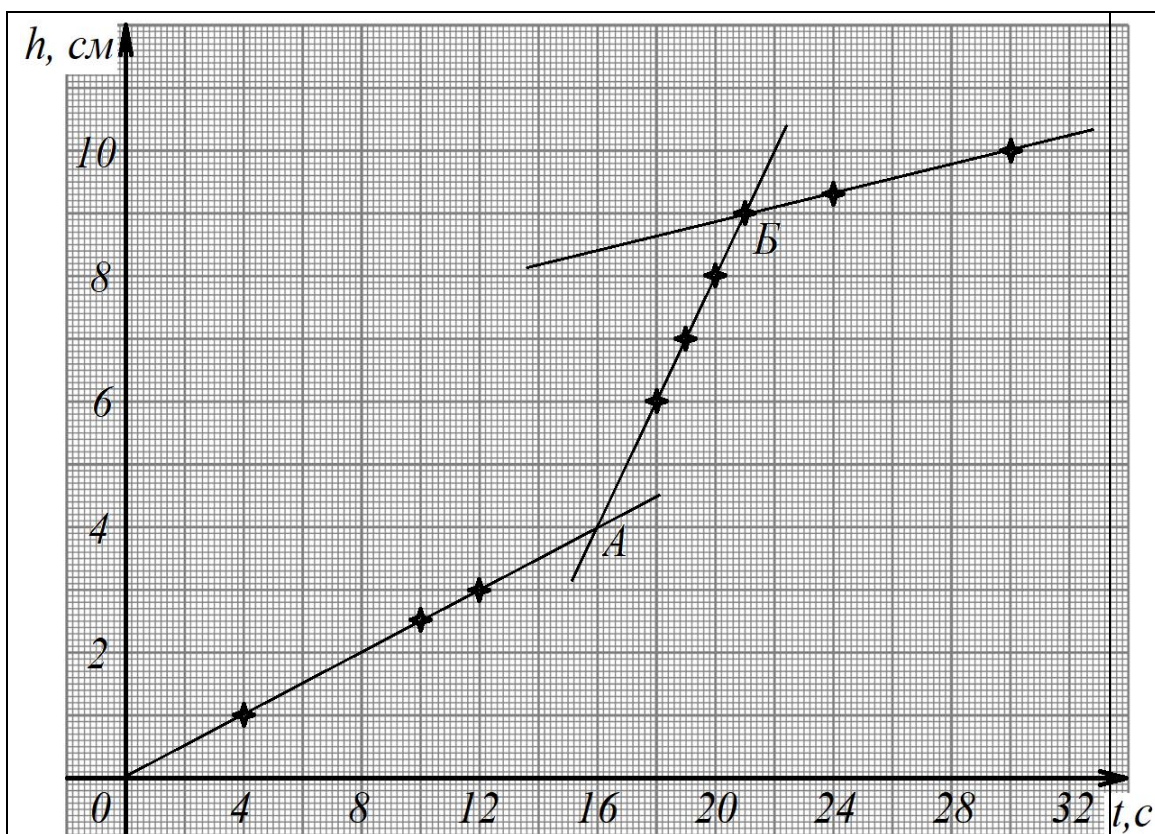
- По указанным в Таблице 1 данным на прилагаемом к заданию листе с распечатанной масштабной сеткой постройте график зависимости высоты уровня воды в сосуде h от времени t с начала эксперимента
- Определите длину ребра нижнего кубика a_1 .
- Определите длину ребра верхнего кубика a_2 .
- Определите площадь поперечного сечения сосуда S_0
- Определите в какой момент времени с начала эксперимента сосуд заполнится полностью.
- Определите скорость заполнения сосуда водой в мл/с

Примечание. Объём куба со стороной a равен a^3

Решение и критерии оценки

Критерий оценивания/этап решения	Баллы
Первый вопрос (10 баллов)	
1) Построен график:	10=2.5* 4

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
в Томской области в 2025-2026 учебном году
8 класс



Подписаны оси (указана величина и размерность) – 2.5 балла,

Оформлен равномерный масштаб по осям – 2.5 балла,

Нанесены точки, соответствующие таблице – 2.5 балла,

Проведены **ясно** различные **три** прямые линии – 2.5 балла.

Участникам выдавался лист условий с распечатанной миллиметровкой. По плану график должен быть на нём. Рисунки участников, сделанные на других листках, **тоже проверяются**.

Второй вопрос (3 балла)

2) Поскольку по условию скорость набора воды постоянна, изменение скорости роста высоты уровня воды в сосуде в точках А и Б можно объяснить тем, что на этих высотах изменяется площадь поперечного сечения того объёма сосуда, который заполнен водой. Тогда по графику $a_1 = 4$ см.

3

Третий вопрос (3 балла)

3) Аналогично 2), по графику $a_2 = 9 - 4 = 5$ см.

3

Четвёртый вопрос (3 балла)

4) Продлевая последнюю прямую до пересечения с осью высоты, получим пересечение $h_0 = 6.67$ см. Можно считать, что объём сосуда $h_0 S_0$ заполнен материалом, из которого состоят два кубика. Объём этого материала – это суммарный объём двух кубиков:

$$h_0 S_0 = a_1^3 + a_2^3$$

5) Площадь сосуда:

$$S_0 = \frac{a_1^3 + a_2^3}{h_0} = \frac{4^3 + 5^3}{6.67} = \frac{64 + 125}{6.67} = \frac{189}{6.67} = 28.35 \text{ см}^2$$

3

Пятый вопрос (3 балла)

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
в Томской области в 2025-2026 учебном году
8 класс**

6) Продлевая последнюю прямую до высоты сосуда $H = 12$ см получим время заполнения 48 с.	3
Шестой вопрос (3 балла)	
7) Зная площадь сосуда, по последнему участку прямой определим скорость заполнения сосуда водой: $v = \frac{\Delta h}{\Delta t} S_0 = \frac{1}{9} 28.35 = 3.15 \text{ мл/с}$	3
Итого за задачу	25
Примечание 1. В силу того, что задача подразумевает графическую обработку данных, то при корректном решении попадание в авторский ответ с отклонением в 10% засчитывается. Примечание 2. Ответы на Вопросы 2.-6. засчитываются при корректном аналитическом решении без графика.	