

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. 2025–2026 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 7 КЛАСС

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальный балл за работу – 40.

Задача 1. Вопросы 1-3

Пирамида Хеопса – самая большая из египетских пирамид. Средний размер наблюдаемых каменных блоков черновой кладки – 3,3 зерца в глубину и ширину, 2 зерца в высоту. Конструкция пирамиды такая, что блоки уложены со сдвигом на половину блока по отношению к ряду, лежащему ниже. Длина сторон основания пирамиды – около 440 королевских локтей. Известно, что 1 королевский локоть равен 1,5 зерца, а 1 зерц равен 0,35 м.

1. Найдите количество блоков в основании пирамиды. Ответ дайте в тысячах штук с точностью до целого числа. *(3 балла)*
2. Рассчитайте высоту пирамиды. Ответ дайте в метрах с округлением до целого числа. *(3 балла)*

Мальчик Дима решил собрать модель пирамиды Хеопса из пластикового конструктора. Размер одной детали 2 см × 2 см × 0,8 см. Поняв, что дома ограниченное количество деталей, он сделал основание со стороной в 10 деталей.

3. Сколько деталей для строительства ему потребовалось? Дайте ответ в виде целого числа. *(4 балла)*

Решение:

1. Длина стороны основания 440 королевских локтей. Известно, что 1 королевский локоть = 1,5 зерца, следовательно, сторона пирамиды равна $440 \times 1,5 = 660$ зерца. Ширина блока составляет 3,3 зерца. Тогда количество блоков в одном ряду основания:

$$\frac{660}{3,3} = 200.$$

Общее количество блоков в основании: $200 \times 200 = 40\,000$ блоков = 40 тыс. блоков.

2. Каждый следующий ряд уменьшается на 1 блок в длину и ширину (из-за сдвига на полблока с каждой стороны). Тогда высота пирамиды составляет 200 блоков. Высота одного блока равна 2 зерца, или 0,7 м. Получаем, что высота пирамиды:

$$200 \times 0,7 \text{ м} = 140 \text{ м}.$$

3. Количество деталей в первом ряду $10 \times 10 = 100$, во втором $9 \times 9 = 81$ и т.д. Общее количество деталей 385.

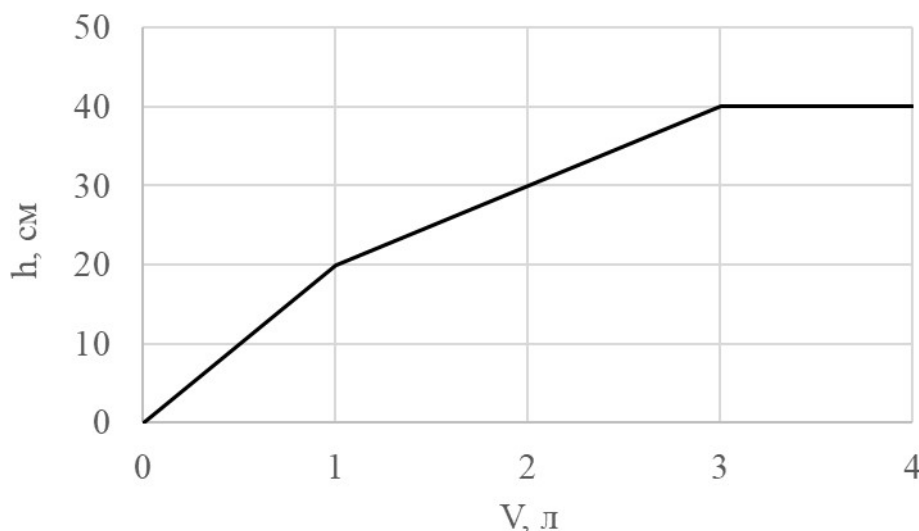
Матрица параметров и ответов к вариантам задачи 1

Вариант	Длина стороны, королевские локти	Основание из деталей, шт	Ответ на вопрос 1	Ответ на вопрос 2	Ответ на вопрос 3
1	440	10	40	140	385
2	484	8	48	154	204
3	429	12	38	136-137	650
4	462	11	44	147	506
5	451	9	42	143-144	285

Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 2. Вопросы 4-7

В цилиндрическом сосуде находится песок массой $m = 3$ кг. Площадь основания сосуда $S = 100 \text{ см}^2$. Сосуд медленно наполнили водой. Зависимость высоты уровня воды h в сосуде от налитого объёма V представлена на рисунке. Плотность воды 1 г/см^3 .



4. Найдите насыпную плотность песка. Ответ дайте в г/см^3 с округлением до десятых долей. (3 балла)
5. Найдите плотность песчинок. Ответ дайте в г/см^3 с округлением до десятых долей. (3 балла)
6. Найдите среднюю плотность содержимого заполненного сосуда. Ответ дайте в г/см^3 с округлением до десятых долей. (2 балла)

7. На сколько опустится уровень воды в заполненном сосуде, если убрать из него весь песок? Ответ дайте в см с округлением до десятых долей.
(2 балла)

Решение:

4. Из условия задачи известно, что масса песка $m = 3$ кг. Объём песка можно вычислить, зная площадь основания сосуда и высоту песка. Высоту песка найдём из графика. Видно, что на высоте 20 см наклон графика меняется, — это означает, что вода полностью покрыла песок. Объём, занимаемый песком, $V_{\text{п}} = 20 \times 100 = 2000 \text{ см}^3$. Найдём насыпную плотность песка:

$$\rho_{\text{п}} = \frac{m}{V_{\text{п}}} = \frac{3000 \text{ г}}{2000 \text{ см}^3} = 1,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

5. Плотность песчинок $\rho_{\text{п}}$ определяется как отношение массы песка к объёму песчинок. Для её определения нужно найти истинный объём песка без учёта промежутков между песчинками. Объём воды, который покрыл весь песок, составляет 1 л или 1000 см^3 . Тогда объём песчинок:

$$V_{\text{и}} = 2000 - 1000 = 1000 \text{ см}^3.$$

Получаем, что

$$\rho_{\text{п}} = \frac{m}{V_{\text{и}}} = \frac{3000 \text{ г}}{1000 \text{ см}^3} = 3,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

6. По графику определяем, что уровень перестал меняться при отметке 40 см. Это и есть высота сосуда. Тогда объём сосуда $V_{\text{с}} = 40 \times 100 = 4000 \text{ см}^3$. К этому моменту в сосуде находится 3 кг воды и 3 кг песка. Тогда средняя плотность содержимого:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{2m}{V_{\text{с}}} = \frac{6000 \text{ г}}{4000 \text{ см}^3} = 1,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

7. Зная истинный объём песка, можно найти изменение уровня:

$$h = \frac{V_{\text{и}}}{S} = \frac{1000 \text{ см}^3}{100 \text{ см}^2} = 10,0 \text{ см}.$$

Матрица параметров и ответов к вариантам задачи 2

Вариант	m , кг	S , см^2	Ответ на вопрос 4	Ответ на вопрос 5	Ответ на вопрос 6	Ответ на вопрос 7
1	3	100	1,5	3,0	1,5	10,0
2	3,8	120	1,6	2,7	1,4	11,7
3	2,8	95	1,6	3,1	1,5	9,5
4	3,2	115	1,4	2,5	2,7	11,3
5	3,6	105	1,7	3,3	1,6	10,5

Максимум за задачу 10 баллов*.

**Задача автоматически засчитана всем участникам, так как угловой коэффициент графика не соответствует площадям поперечного сечения сосуда, указанным в 2-5 вариантах.*

Задача 3. Вопросы 8-10

Из пункта A в пункт B сплавляют по реке плоты, отправляя их через равные промежутки времени. Скорости всех плотов относительно берега реки постоянны и равны скорости течения реки. Пешеход, идущий из A в B по берегу реки, прошёл треть пути от A до B к моменту отплытия первого плота. Дойдя до B , пешеход сразу отправился в A и встретил первый плот, пройдя четверть пути от B до A , а последний плот он встретил, не доходя до A одну пятую часть расстояния между A и B . Скорость пешехода постоянна и равна $v = 5,5$ км/ч, участок реки от A до B – прямолинейный.

8. Найдите скорость течения реки. Ответ дайте в км/ч с точностью до десятых долей. (3 балла)
9. Найдите расстояние от пункта A до пункта B , если от встречи пешехода с первым плотом до встречи его с последним плотом прошло $t = 59,4$ мин. Ответ дайте в км с точностью до десятых долей. (3 балла)
10. Сколько плотов отправлено из A в B , если их отправляли с интервалом времени $\tau = 12$ мин? Дайте ответ в виде целого числа. (4 балла)

Решение:

Обозначим L – расстояние между пунктами A и B , u – скорость течения реки.

8. Путь, пройденный пешеходом до встречи с первым плотом: $\frac{2}{3}L + \frac{1}{4}L = \frac{11}{12}L$, а время движения $t_1 = \frac{11L}{12v}$. За это же время плот проплыл расстояние $\frac{3}{4}L$. Тогда скорость реки:

$$u = \frac{3L}{4t_1} = \frac{3}{4} \cdot \frac{12}{11} v = \frac{9}{11} v = 4,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

9. Между встречами с плотами пешеход прошёл

$$L - \frac{L}{4} - \frac{L}{5} = \frac{11}{20}L.$$

По условию задачи время движения $t = 59,4$ мин. Тогда

$$\frac{11}{20}L = vt, \text{ отсюда } L = \frac{20}{11}vt = \frac{20 \cdot 5,5}{11} \cdot \frac{59,4}{60} \text{ км} = 9,9 \text{ км}.$$

10. Найдём время $t_1 = \frac{11L}{12v} = 1,65 \text{ ч} = 99 \text{ мин}$. Последний плот до встречи с пешеходом плыл $t_2 = \frac{L}{5u} = 26,4 \text{ мин}$. Получается, что после отплытия первого плота прошло времени $T = t_1 + t - t_2 = 99 + 59,4 - 26,4 = 132 \text{ мин}$. За это время отплыло N плотов.

$$N = \frac{T}{\tau} = \frac{132}{12} = 11$$

С учётом первого плота отплыло всего 12 плотов.

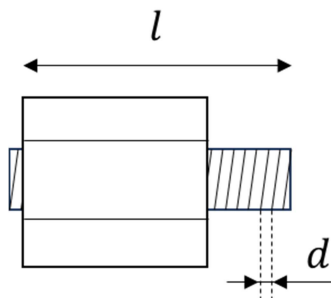
Матрица параметров и ответов к вариантам задачи 3

Вариант	v , км/ч	t , мин	τ , мин	Ответ на вопрос 8	Ответ на вопрос 9	Ответ на вопрос 10
1	5,5	59,4	12	4,5	9,9	12
2	3,3	54	10	2,7	5,4	13
3	4,4	63	14	3,6	8,4	11
4	6,6	45	10	5,4	9,0	11
5	7,7	36	10	6,3	8,4	9

Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 4. Вопросы 11-13

Гайковёрт развивает скорость вращения $n = 600$ оборотов в минуту. Гайка крепления колеса при этом имеет шаг резьбы $d = 2$ мм. Глубина посадки гайки составляет $l = 3$ см.



11. Рассчитайте, за какое время гайковёрт откручивает гайку, считая скорость вращения постоянной. Ответ дайте в секундах с точностью до десятых долей. **(3 балла)**
12. Рассчитайте, за какое время гайковёрт открутит гайку, если на то, чтобы полностью раскрутиться, у гайковёрта уходит $\tau = 1$ с, а скорость вращения возрастает пропорционально времени. Ответ дайте в секундах с точностью до десятых долей. **(4 балла)**
13. Какую максимальную скорость вдоль оси резьбы при этом приобретает гайка? Ответ дайте в мм/с с округлением до целого числа. **(3 балла)**

Решение:

11. Рассчитаем, какое количество оборотов должна сделать гайка, чтобы полностью сойти с резьбы:

$$N = \frac{l}{d} = 15 \text{ оборотов.}$$

Рассчитаем время, необходимое для этого:

$$t = \frac{N}{n} = \frac{l}{dn} = 1,5 \text{ с.}$$

12. Видно, что расчётное время превышает время разгона гайковёрта. Значит, за время откручивания гайки он успеет раскрутиться полностью. За время разгона гайковёрта его средняя скорость вращения будет в два раза меньше максимальной, тогда в этот промежуток времени гайка совершит

$$N_1 = \tau \frac{n}{2} = 5 \text{ оборотов.}$$

Оставшееся время вращения будет происходить с постоянной скоростью:

$$t_1 = \frac{N-N_1}{n} = 1 \text{ с.}$$

Итого общее время вращения в этом случае составит

$$t' = \tau + t_1 = 2 \text{ с.}$$

13. Максимальная скорость движения гайки будет достигаться при максимальной скорости вращения. К этому моменту гайка проходит путь $dN_1 = 10 \text{ мм}$. Оставшийся путь $h = l - dN_1$. Время одного оборота с одной стороны можно рассчитать через скорость вращения, а с другой – через скорость гайки вдоль оси резьбы:

$$\frac{h}{v} = \frac{1}{n}.$$

Тогда скорость движения гайки составит

$$v = hn = 20 \frac{\text{мм}}{\text{с}}.$$

Матрица параметров и ответов к вариантам задачи 4

Вариант	n , об./мин.	d , мм	l , см	Ответ на вопрос 11	Ответ на вопрос 12	Ответ на вопрос 13
1	600	2	3	1,5	2,0	20
2	720	3	4	1,1	1,6	36
3	480	3	3	1,3	1,8	24
4	480	2	4	2,5	3,0	16
5	600	2	4	2,0	2,5	20

Максимум за задачу 10 баллов.

Максимальный балл за работу – 40.