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 зереца в глубину и ширину, 2 зереца 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 зереца, а 1 зерец равен 0,35 м.

Найдите количество блоков в основании пирамиды. Ответ дайте в тысячах штук с точностью до целого числа. ***(3 балла)***

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.

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 зереца, следовательно, сторона пирамиды равна 440 × 1,5 = 660 зереца. Ширина блока составляет 3,3 зереца. Тогда количество блоков в одном ряду основания:

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

Общее количество блоков в основании: 200 × 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 зереца, 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.

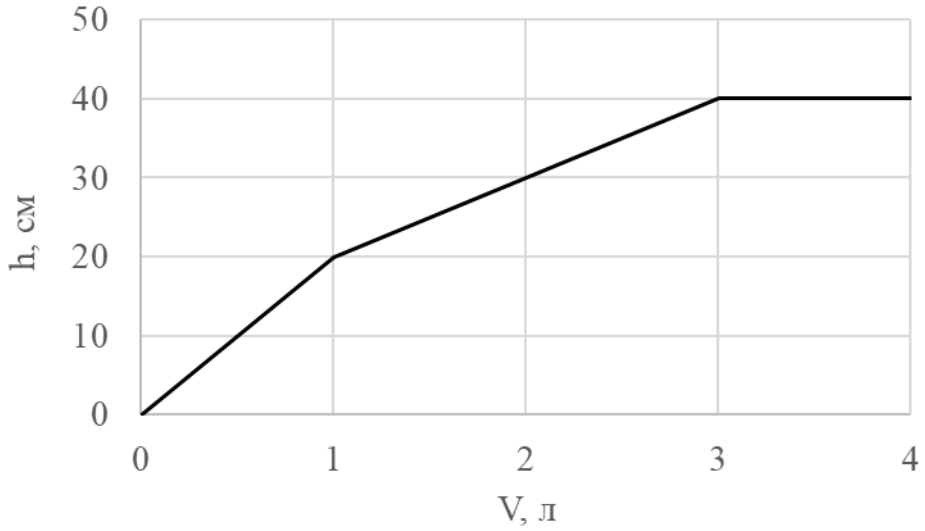
Матрица параметров и ответов к вариантам задачи 1

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 $S = 100$ 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.



Найдите насыпную плотность песка. Ответ дайте в г/см^3 с округлением до десятых долей. ***(3 балла)***

Найдите плотность песчинок. Ответ дайте в г/см^3 с округлением до десятых долей. ***(3 балла)***

Найдите среднюю плотность содержимого заполненного сосуда. Ответ дайте в г/см^3 с округлением до десятых долей. ***(2 балла)***

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, $V_{\text{п}} = 20 \times 100 = 2000$ см^3. Найдём насыпную плотность песка:

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

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 $V_{\text{с}} = 40 \times 100 = 4000$ см^3. К этому моменту в сосуде находится 3 кг воды и 3 кг песка. Тогда средняя плотность содержимого:

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

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.

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:

$$=$$

L4v1=24·1311v=911v=4,5 км/ч.

Между встречами с плотами пешеход прошёл

L4−L5=1120L.

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

L=vt, отсюда L=2011vt=20·5,511·59,460км=9,9 км.

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

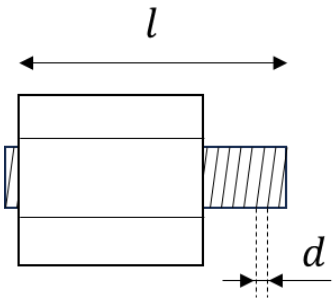
Вариант	v, км/ч	t, мин	τ, мин	Ответ на вопрос 8	Ответ на вопрос 9	Ответ на вопрос 10

1	5,5		2			
2		54	10			13
3		63	14			11
4		45	10		9,0	11
5		36	10	6,3		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:

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

$$=$$

$$ld=15 \text{ оборотов}.$$

Рассчитаем время, необходимое для этого:

$$=$$

$$\text{Итого: } t=1,5 \text{ с}.$$

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

$$N1=\tau n2=5 \text{ оборотов}.$$

Оставшееся время вращение будет происходить с постоянной скоростью:

$$t1=N-N1n=1 \text{ с}.$$

Итого общее время вращения в этом случае составит

$$t'=\tau+t1=2 \text{ с}.$$

Максимальная скорость движения гайки будет достигаться при максимальной скорости вращения. К этому моменту гайка проходит путь $N1=10$ *мм*. Оставшийся путь $h=l-dN1$. Время одного оборота с одной стороны можно рассчитать через скорость вращения, а с другой – через скорость гайки вдоль оси резьбы:

$$hv=1n.$$

Тогда скорость движения гайки составит

$$=$$

$$=$$

$$\text{мм/с}.$$

Матрица параметров и ответов к вариантам задачи 4

Вариант	n, об./н	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.