

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ФИЗИКА. 2023–2024 уч. г.

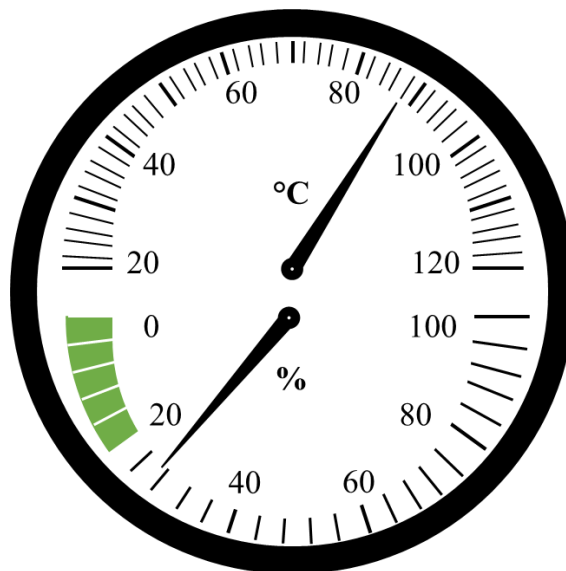
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 7 КЛАСС

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальный балл за работу – 50.

Тестовые задания

1. На рисунке изображён комбинированный прибор для сауны – термометр, совмещённый с гигрометром. Кроме температуры в градусах Цельсия, он показывает ещё и относительную влажность воздуха в процентах. Определите показания этого прибора с учётом погрешности, если она равна половине цены деления.



- 1) $(84 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}; (22 \pm 2) \%$
- 2) $(84 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}; (28 \pm 4) \%$
- 3) $(88 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}; (24 \pm 1) \%$
- 4) $(88 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}; (28 \pm 2) \%$
- 5) $(84 \pm 10) \text{ }^\circ\text{C}; (22 \pm 20) \%$

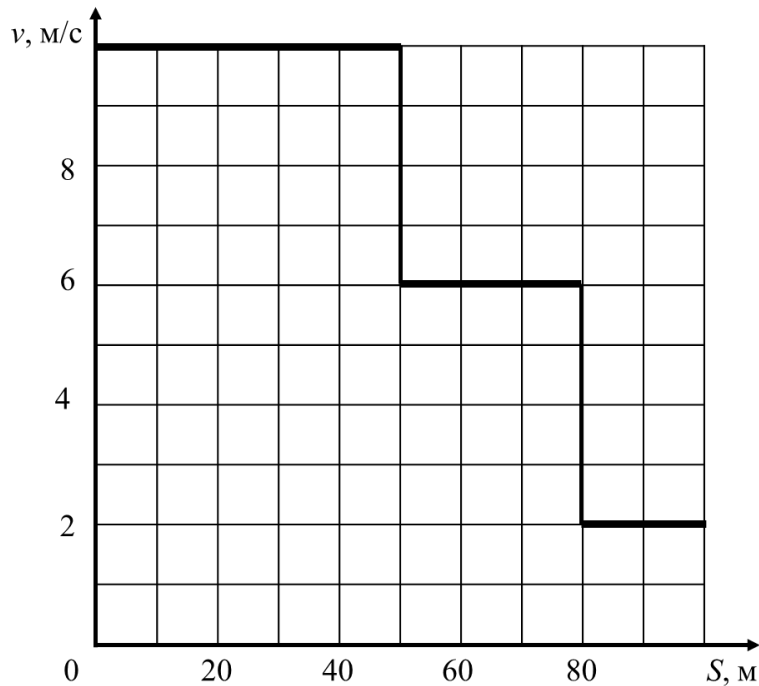
2. Из пункта *A* в пункт *B* одновременно вниз по течению реки отправились катер и плот. Через 0,5 часа расстояние между катером и плотом составило 10 км, а ещё через 0,5 часа катер доплыл в пункт *B*. Чему равна скорость течения, если плот прибыл в пункт *B* через 5 часов после старта? Скорость катера постоянна.

- 1) 4 км/ч
- 2) 5 км/ч
- 3) 6,7 км/ч
- 4) 16 км/ч
- 5) 20 км/ч

3. Жук-скакун вначале полз на север 30 секунд со скоростью 1 см/с, потом на восток 2 минуты со скоростью 90 см/мин, а затем скакал на юг четверть минуты со средней скоростью 72 м/ч. На какое расстояние от первоначального положения он удалился за всё время движения?

- 1) 0,5 м
- 2) 180 см
- 3) 24 см
- 4) 4,22 м
- 5) 50 м

4. Спортсмен на тренировке бежал стометровку, выполняя установку тренера. Первые 50 метров он бежал очень быстро, далее его скорость уменьшилась, и последние 20 метров он бежал совсем медленно. На рисунке приведён график зависимости скорости v спортсмена от пути S , который он пробежал. Чему была равна средняя скорость спортсмена на всем пути?



- 1) 4 м/с
- 2) 5 м/с
- 3) 6 м/с
- 4) 6,2 м/с
- 5) 10 м/с

5. Средний расход топлива автомобиля марки «Лада Веста» составляет 7 л на 100 км. Автомобиль марки «Chevrolet Lacetti», проезжая 31,8 мили, в среднем расходует 1 галлон топлива. Учитывая, что 1 галлон \approx 3,8 литра, а 1 миля \approx 1,6 км, определите, у какого автомобиля средний расход топлива больше и во сколько раз.

- 1) у «Chevrolet Lacetti» примерно в 2,2 раза
- 2) у «Лада Веста» примерно в 1,7 раза
- 3) у «Chevrolet Lacetti» примерно в 1,07 раза
- 4) у «Лада Веста» примерно в 1,8 раза

№ задания	1	2	3	4	5
Ответ	4	2	2	2	3
Балл	2 балла	2 балла	2 балла	2 балла	2 балла

Задания с кратким ответом

Задачи 6–7

Однажды исследователь Виталий решил использовать необычную единицу измерения физической величины. После долгих раздумий он написал в реферате по биологии, что средняя скорость передвижения черепахи по суше равна 120472,5 Микки/момент. Момент – это единица измерения времени, которая применялась в Средние века в Англии; 1 момент примерно равен 1,5 мин. А Микки – это длина, названная в честь Микки Мауса и равная минимальному смещению компьютерной мыши, которое может быть зарегистрировано компьютером. 1 Микки равен 1/200 дюйма, а 1 дюйм \approx 2,54 см.

6. Переведите скорость черепахи в мм/с. Ответ округлите до целого числа. (4 балла)

7. За какое время черепаха проползёт расстояние, равное пяти хендам, если 1 хенд – это единица измерения длины в британской системе мер, равная 4 дюймам? Ответ выразите в секундах и округлите до целого числа. (4 балла)

Решение:

6. Переведём скорость черепахи в мм/с:

$$\begin{aligned}v &= 120472,5 \text{ Микки/момент} = \frac{120472,5 \text{ Микки}}{1 \text{ момент}} = \frac{120472,5 \cdot 200 \text{ дюйм}}{1,5 \text{ мин}} \\ &= \frac{602,3625 \text{ дюйм}}{90 \text{ с}} = \frac{602,3625 \cdot 25,4 \text{ мм}}{90 \text{ с}} \approx 170 \text{ мм/с.}\end{aligned}$$

7. $S = 5 \text{ хенд} = 5 \cdot 4 \text{ дюйм} = 20 \cdot 25,4 \text{ мм} = 508 \text{ мм}$. Время, за которое черепаха проползёт 5 хендов, равно $t = \frac{S}{v} = \frac{508 \text{ мм}}{170 \text{ мм/с}} \approx 3 \text{ с}$.

Ответы:

6	7
170	3

Максимум за задачи 8 баллов.

Задачи 8–10

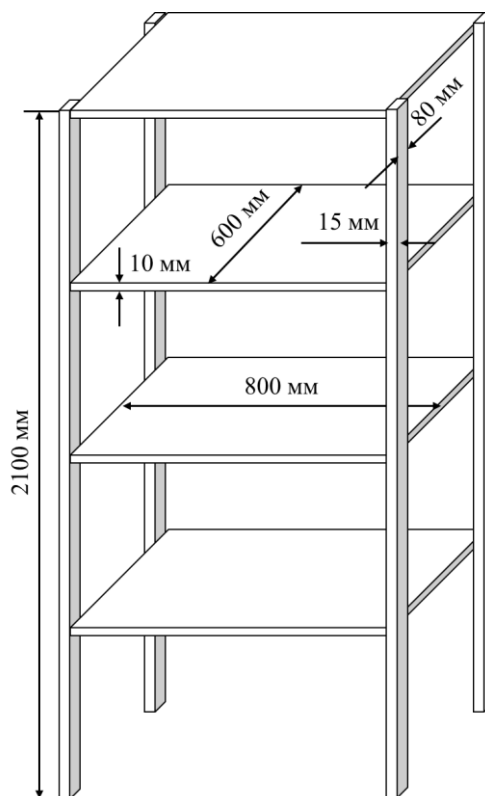
Мастер решил покрасить деревянный стеллаж. Он состоит из четырёх опор и четырёх полок. Все эти детали стеллажа имеют форму прямоугольного параллелепипеда, размеры деталей указаны на чертеже. Мастер равномерно окрашивает каждую деталь отдельно со всех сторон, а потом собирает стеллаж целиком.

8. Сколько краски потребуется мастеру для окрашивания стеллажа в один слой, если расход краски составляет 150 мл/м^2 ? Ответ приведите в миллилитрах, округлив до целого числа. (4 балла)

9. Для создания прочного красочного покрытия мастер может покрыть стеллаж краской в два слоя, либо в один слой, но предварительно загрунтовав чистую деревянную поверхность. Расход краски при покрытии дерева без использования грунтовки равен 150 мл/м^2 , расход краски при нанесении вторым слоем поверх краски первого слоя – 140 мл/м^2 , расход краски при покрытии загрунтованной поверхности – 120 мл/м^2 , расход грунтовки – 180 мл/м^2 . В каком случае мастеру потребуется меньший суммарный объём материалов для покрытия стеллажа? Выберите правильный вариант ответа. (2 балла)

- при окрашивании краской в два слоя
- при окрашивании одним слоем краски по слою грунтовки

10. Мастер решил приобрести материалы для покраски стеллажа. Оказалось, что краска и грунтовка продаются в банках определённого объёма. В таблице указана стоимость материала в зависимости от объёма банки. Какую минимальную сумму должен потратить мастер, чтобы создать прочное покрытие? Ответ дайте в рублях. (4 балла)



Материал	Фасовка	Стоимость банки
Краска	0,75 л	1050 рублей
	2 л	2300 рублей
	8 л	8300 рублей
Грунтовка	0,6 л	580 рублей
	1,5 л	1100 рублей
	9 л	5600 рублей

Решение:

8. Определим площадь поверхности одной опоры: $S_o = 2 \cdot (2100 \text{ мм} \cdot 80 \text{ мм} + 2100 \text{ мм} \cdot 15 \text{ мм} + 80 \text{ мм} \cdot 15 \text{ мм}) = 401400 \text{ мм}^2 = 4014 \text{ см}^2$.

Площадь поверхности одной полочки: $S_{\text{п}} = 2 \cdot (600 \text{ мм} \cdot 800 \text{ мм} + 600 \text{ мм} \cdot 10 \text{ мм} + 800 \text{ мм} \cdot 10 \text{ мм}) = 988000 \text{ мм}^2 = 9880 \text{ см}^2$.

Общая площадь покраски: $S = 4S_o + 4S_{\text{п}} = 55576 \text{ см}^2 = 5,5576 \text{ м}^2$.

Тогда для покрытия в один слой потребуется $V = 150 \cdot 5,5576 \approx 834$ мл краски.

9. При окрашивании стеллажа краской в два слоя суммарный расход составит 290 мл/м^2 , а при покрытии стеллажа вначале грунтовкой, а затем краской – 300 мл/м^2 . Значит, при окрашивании краской в два слоя суммарный объём использованных материалов будет меньше.

10. Рассчитаем объём краски, который потребуется при окрашивании в два слоя: $V_1 = (150 + 140) \cdot 5,5576 \approx 1612 \text{ мл} = 1,612 \text{ л}$. Значит, для окрашивания стеллажа краской в два слоя мастеру нужно будет приобрести 3 маленькие баночки краски объёмом по 0,75 литра или одну среднюю банку объёмом 2 л. Выгоднее купить одну банку объёмом 2 л. В этом случае мастер потратит 2300 рублей.

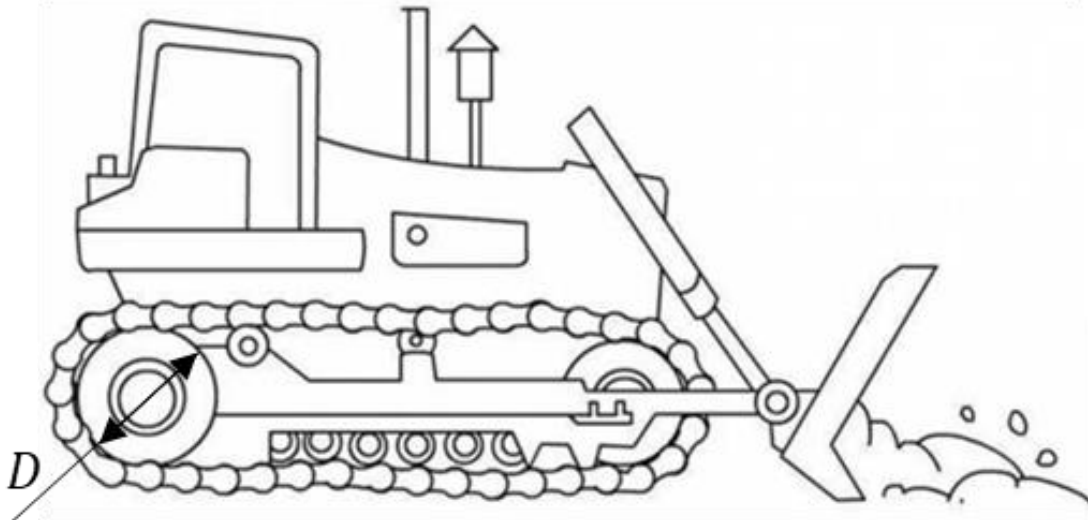
В случае использования грунтовки мастеру потребуется $V_2 = 120 \cdot 5,5576 \approx 667 \text{ мл} = 0,667 \text{ л}$ краски и $V_3 = 180 \cdot 5,5576 \approx 1000 \text{ мл} = 1 \text{ л}$ грунтовки. Значит, мастеру нужно будет приобрести 1 банку краски объёмом 0,75 л и 1 банку грунтовки объёмом 1,5 л (это выгоднее, чем приобретать 2 маленькие банки грунтовки). В итоге мастер будет должен потратить минимум 2150 рублей.

Ответ:	8	9	10
	[830;840]	при окрашивании краской в два слоя	2150

Максимум за задачи 10 баллов.

Задачи 11–14

Бульдозер движется с постоянной скоростью, проезжая расстояние 5 км за 16 минут. Известно, что гусеницы бульдозера не проскальзывают по поверхности земли.



11. Рассчитайте скорость бульдозера относительно поверхности земли. Дайте ответ в метрах в секунду с округлением до десятых долей. (2 балла)
12. С какой скоростью относительно поверхности земли движутся точки полотна гусеницы бульдозера, соприкасающиеся с землёй? Дайте ответ в метрах в секунду с округлением до десятых долей. (2 балла)
13. С какой скоростью относительно поверхности земли движутся точки верхней части полотна гусеницы бульдозера? Дайте ответ в метрах в секунду с округлением до десятых долей. (4 балла)
14. Диаметр колеса, приводящего в движение гусеницу бульдозера, равен $D = 50$ см. Сколько оборотов сделает это колесо за 16 минут? Дайте ответ с округлением до целого числа. (4 балла)

Примечание: длину окружности $l_{\text{окр}}$ диаметром D можно вычислить по формуле: $l_{\text{окр}} \approx \pi D$, где $\pi \approx 3,14$.

Решение:

11. Скорость бульдозера найдём как отношение расстояния, на которое переместился бульдозер, ко времени перемещения. Полученный результат переведём в м/с.

$$v = \frac{l}{t} = \frac{5000 \text{ м}}{16 \cdot 60 \text{ с}} \approx 5,2 \text{ м/с.}$$

12. Гусеницы бульдозера не проскальзывают относительно поверхности земли, следовательно, скорости поверхности земли и точек нижней части

гусеницы совпадают. Поэтому точки нижней части гусеницы во время движения бульдозера стоят на месте. То есть ответ для их скорости:

$$v_{\text{н}} = 0 \text{ м/с.}$$

13. Скорость нижних точек гусеницы можно представить как разность скоростей движения бульдозера и скорости движения полотна гусеницы $v_{\text{г}}$ относительно бульдозера:

$$v_{\text{н}} = v - v_{\text{г}} = 0.$$

Откуда легко сделать вывод, что скорость гусеницы относительно бульдозера совпадает по величине со скоростью движения бульдозера относительно земли. С другой стороны, скорость верхних точек гусеницы относительно земли складывается из скорости бульдозера относительно земли и скорости гусеницы относительно бульдозера. Значит, скорость верхних точек гусеницы в два раза больше скорости бульдозера:

$$v_{\text{в}} = v + v_{\text{г}} = 2v = 10,4 \text{ м/с.}$$

14. Пусть за всё время движения колесо совершило N оборотов. Поскольку проскальзывания гусеницы по земле нет, пройденный бульдозером путь l равен произведению количества оборотов на длину окружности колеса:

$$N\pi D = l.$$

Отсюда

$$N = \frac{l}{\pi D} = \frac{5000}{3,14 \cdot 0,5} \approx 3185.$$

Ответы:	11	12	13	14
	5,2	0	10,4	[3150-3200]

Максимум за задачи 12 баллов.

Задачи 15–16

Водитель построил маршрут от дома до дачи с помощью навигатора, не подключённого к сети интернет. Навигатор в таком режиме не учитывает время, необходимое на проезд автомобильных пробок. Навигатор рассчитал расстояние $S_1 = 100$ км до места назначения и время прибытия в точку назначения $t_1 = 14$ ч 16 мин. Сразу после отъезда от дома водитель попал в пробку. Преодолев эту пробку, водитель снова посмотрел на навигатор, который показывал, что расстояние до точки назначения равно $S_2 = 91$ км, а время прибытия $t_2 = 14$ ч 33 мин. Считайте, что скорость на выбранном маршруте, заложенная в память навигатора, постоянна на всём протяжении маршрута. Время старта автомобиля от дома $t_0 = 11$ ч 53 мин.

15. Рассчитайте среднюю скорость движения машины, используемую навигатором при расчётах. Дайте ответ в км/ч с округлением до целого числа. (4 балла)

16. Рассчитайте среднюю скорость движения автомобиля в пробке. Дайте ответ в км/ч с округлением до целого числа. (6 баллов)

Решение:

15. Для поиска расчётной скорости движения разделим расстояние между точками старта и финиша на расчётное время движения:

$$v_0 = \frac{S_1}{t_1 - t_0} = \frac{100}{2 + \frac{23}{60}} \approx 42 \text{ км/ч.}$$

16. В условии сказано, что расчётная скорость движения не зависит от точки маршрута. Тогда приравняем расчётные скорости движения для начальной и конечной точки, с учётом того, что в пробке автомобиль простоял время Δt :

$$v_0 = \frac{S_1}{t_1 - t_0} = \frac{S_2}{t_2 - t_0 - \Delta t}.$$

Отсюда время, проведённое в пробке:

$$\Delta t = t_2 - t_0 - \frac{S_2}{S_1}(t_1 - t_0).$$

Тогда для поиска средней скорости движения в пробке поделим длину пробки на время, в течение которого автомобиль находился в ней:

$$v_{\text{пр}} = \frac{S_1 - S_2}{\Delta t} = \frac{S_1 - S_2}{t_2 - t_0 - \frac{S_2}{S_1}(t_1 - t_0)} = \frac{9 \text{ км}}{2 + \frac{40}{60} - \frac{91}{100} \cdot \left(2 + \frac{23}{60}\right)} \approx 18 \text{ км/ч.}$$

Ответы:

15	16
42	18

Максимум за задачи 10 баллов.

Максимальный балл за работу – 50.