

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. 2024–2025 УЧ. Г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 КЛАСС

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальный балл за работу – 40.

Тестовые задания

1. В лаборатории смешали равные объёмы воды и спирта, так что плотность полученной смеси оказалась равна 934 кг/м^3 . Плотность спирта равна 794 кг/м^3 , плотность воды – 1000 кг/м^3 . На сколько процентов объём смеси меньше суммарного объёма исходных компонентов?

- 1) 1 %
- 2) 2 %
- 3) 4 %
- 4) 6 %
- 5) 8 %

2. Для поднятия тяжёлого груза была собрана конструкция из троса и блоков (см. рис).



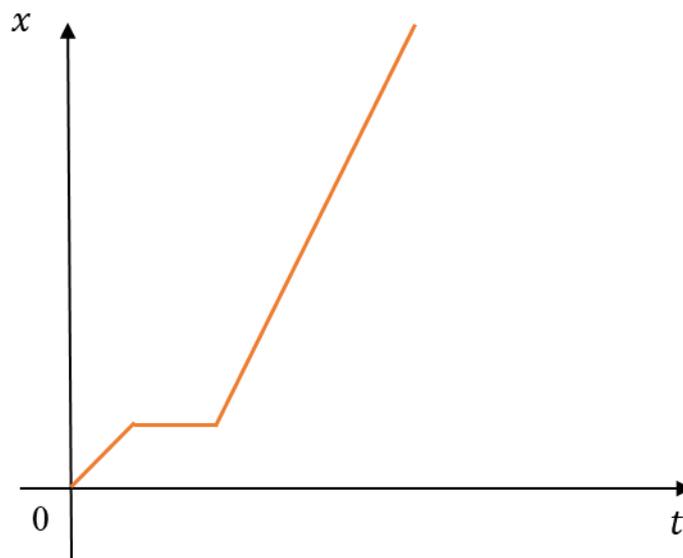
Какой выигрыш в силе даёт такая конструкция, если не учитывать трение и массу конструкции?

- 1) 2
- 2) 3
- 3) 4
- 4) 5
- 5) 6

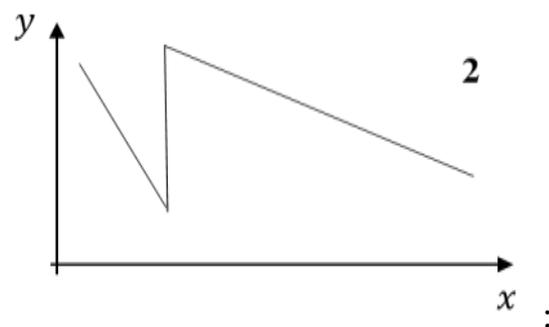
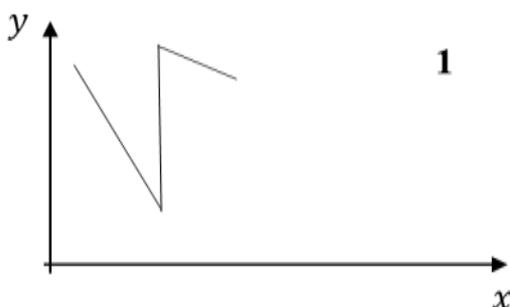
3. Кабельтов – морская единица длины. Исторически существовало несколько определений кабельтова. Говорят, что если корабль плывёт по экватору Земли и угловое направление на него относительно центра Земли изменилось на 6 угловых секунд, то корабль проплыл один международный кабельтов. Также существует артиллерийский кабельтов, он равен 600 футов. На сколько метров международный кабельтов длиннее артиллерийского? Дайте ответ в метрах с округлением до целого числа. Длина экватора составляет 40 тыс. км, 1 градус содержит 60 угловых минут, а каждая минута 60 угловых секунд. Длина фута составляет 30,48 см.

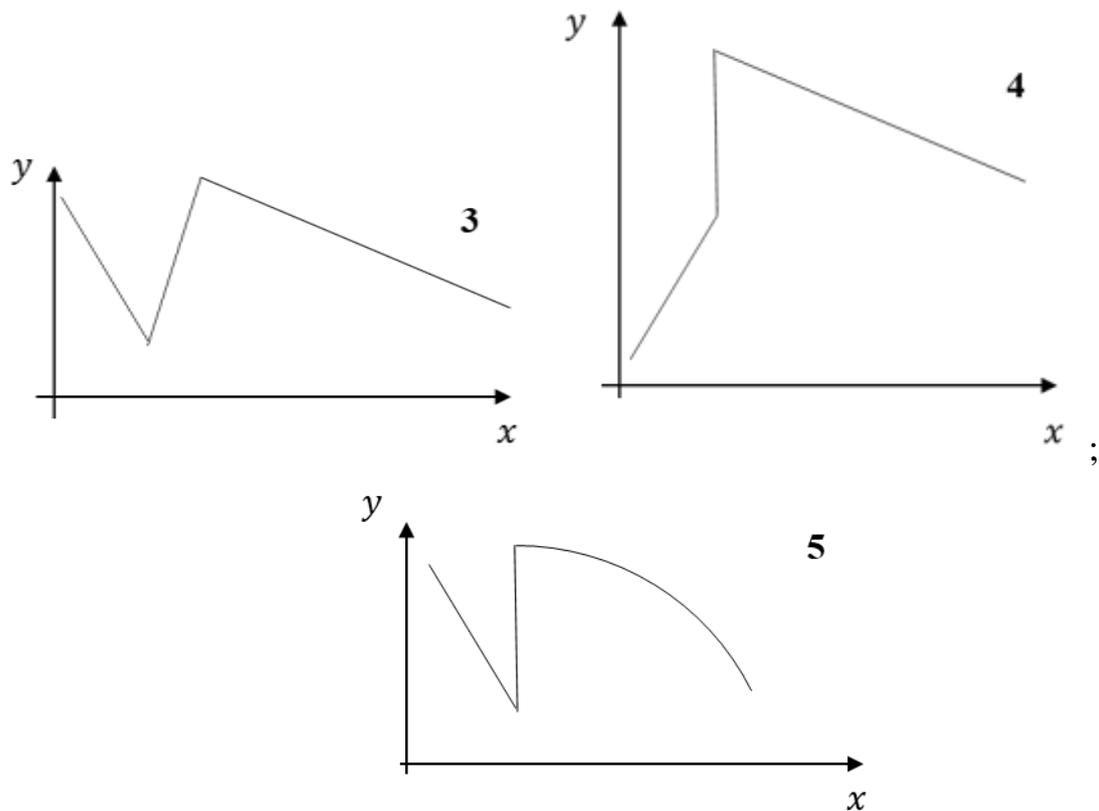
- 1) 0
- 2) 2
- 3) 4
- 4) 6
- 5) 8

4. Машина на радиоуправлении движется с постоянной скоростью по некоторой траектории на плоскости. График зависимости её координаты x от времени представлен на рисунке.



По какой из траекторий могла двигаться машинка? Выберите все возможные варианты.





5. На диске барометра — прибора для измерения атмосферного давления, — кроме числовой шкалы, имеется также погодная шкала со словами, описывающими погоду. Известно, например, что в солнечную погоду давление повышается, а при понижении давления следует ожидать дождь. Барометр Васи, жившего на 2 этаже, всегда давал верные предсказания погоды.



Барометр. 1 – измерительная стрелка;
2 – стрелка для запоминания значений (устанавливается вручную)

Вася переехал на 23 этаж. Что необходимо сделать Васе с погодной шкалой, не перемещая числовую шкалу, чтобы барометр и дальше верно предсказывал погоду?

- 1) сдвинуть её начало в меньшую сторону числовой шкалы
- 2) сдвинуть её начало в большую сторону числовой шкалы
- 3) ничего не менять
- 4) увеличить расстояние между словами
- 5) уменьшить расстояние между словами

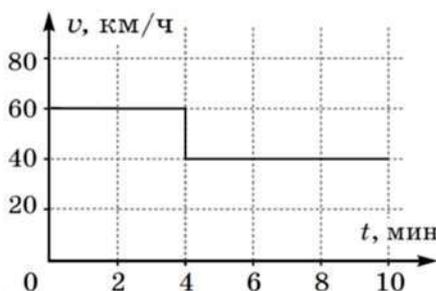
Ответы:

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

Задания с кратким ответом

Задачи 6–10

За движением автобуса наблюдали в течение 10 минут. На рисунке представлен график зависимости скорости автобуса от времени при наблюдении. В момент времени $t_1 = 4$ мин автобус притормозил, в результате чего его скорость резко изменилась. Время торможения пренебрежимо мало.



6. Какой путь S_1 прошёл автобус с начала наблюдения до момента торможения? Дайте ответ в километрах с округлением до целого числа. (2 балла)
7. Какой путь S прошёл автобус за всё время наблюдения? Дайте ответ в километрах с округлением до целого числа. (2 балла)
8. В какой момент времени t_2 путь, пройденный автобусом, составил $S_2 = 5$ км? Дайте ответ в минутах с округлением до десятых долей. (2 балла)

9. Чему равна средняя путевая скорость $v_{\text{ср1}}$ автобуса за первую половину времени наблюдения? Дайте ответ в км/ч с округлением до целого числа. (2 балла)

10. Чему равна средняя путевая скорость $v_{\text{ср}}$ автобуса за всё время наблюдения? Дайте ответ в км/ч с округлением до целого числа. (2 балла)

Решение:

6. До торможения автобус двигался равномерно прямолинейно в течение $t_1 = 4$ мин со скоростью $v_1 = 60$ км/ч. Получаем:

$$S_1 = v_1 t_1 = 4 \text{ км};$$

7. Пройденный путь до торможения мы уже нашли. После торможения автобус вновь движется равномерно прямолинейно в течение $t_2 = 6$ мин со скоростью $v_2 = 40$ км/ч.

Итого:

$$S = v_1 t_1 + v_2 t_2 = 8 \text{ км}.$$

8. Первые 4 километра автобус прошёл за 4 минуты. А последний, пятый, за время $\frac{1 \text{ км}}{40 \text{ км/ч}} = 1,5$ мин. Искомое время t_2 равно сумме этих времён:

$$t_2 = 5,5 \text{ мин}.$$

9. Половина времени наблюдения – это 5 мин. За первые 4 мин автобус прошёл 4 км. А за пятую минуту – $v_2 \cdot 1 \text{ мин} = \frac{2}{3}$ км. Средняя скорость определяется отношением суммарного пути к суммарному времени:

$$v_{\text{ср1}} = \frac{4 \text{ км} + v_2 \cdot 1 \text{ мин}}{5 \text{ мин}} = 56 \text{ км/ч}.$$

10. Средняя путевая скорость равна отношению всего пройденного пути S ко всему времени наблюдения $t = t_1 + t_2 = 10$ мин:

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t} = 48 \text{ км/ч}.$$

Ответы:	6	7	8	9	10
	4	8	5,5	56	48

Максимум за задачу 10 баллов.

Задачи 11–13

Два одинаковых цилиндрических сосуда с площадью поперечного сечения $S = 75 \text{ см}^2$ стоят на горизонтальном столе и соединены снизу тонкой трубкой. В первом из них находится вода, а во втором – масло (рис. 1). Плотности воды и масла $\rho_0 = 1 \text{ г/см}^3$ и $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$ соответственно. При помещении на поверхность масла поршня массой $m = 540 \text{ г}$, уровень масла в этом сосуде становится равным уровню воды в другом. При этом перетекающее в первый сосуд масло всплывает и оказывается на поверхности воды (рис. 2). Поршень плотно прилегает к стенкам сосуда, трением поршня о стенки сосуда можно пренебречь.

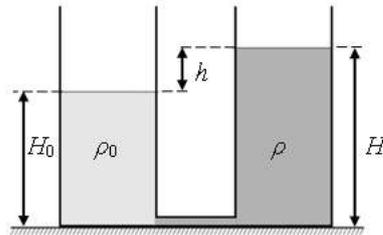


Рис. 1

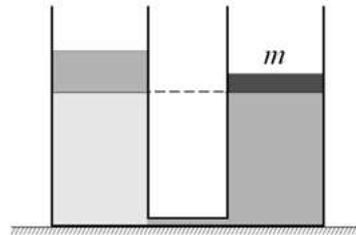


Рис. 2

11. Чему равно отношение высоты столба масла H к высоте столба воды H_0 до помещения поршня (рис. 1)? Ответ дайте с округлением до десятых долей. (2 балла)
12. Чему равна разность уровней h масла и воды в сосудах до помещения поршня (рис. 1)? Дайте ответ в сантиметрах с округлением до десятых долей. (3 балла)
13. Чему равна масса m_1 масла, перетекающего в первый сосуд? Дайте ответ в граммах с округлением до целого числа. (3 балла)

Решение:

11. Гидростатические давления на дно сообщающихся сосудов со стороны воды и масла совпадают, так как система находится в равновесии, то есть $\rho_0 g H_0 = \rho g H$. Отсюда находим требуемое отношение:

$$\frac{H}{H_0} = \frac{\rho_0}{\rho} \approx 1,1.$$

12. Снова давления на дно правого и левого сосуда совпадают. Высота слоя масла в левом сосуде равна h , так как высота столба воды в левом сосуде и высота столба масла в правом сосуде совпадают. Приравнивая давления, получаем уравнение: $\rho g h + \rho_0 g H_0 = \rho g H_0 + \frac{mg}{S}$

$$\rho g h + \rho_0 g H_0 - \rho g H_0 = \frac{mg}{S}.$$

Здесь воспользуемся фактом из предыдущего пункта: $\rho_0 g H_0 = \rho g H$.

$$\rho gh + \rho gH - \rho gH_0 = \frac{mg}{S}$$

$$H - H_0 = h$$

Получаем

$$2\rho gh = \frac{mg}{S}.$$

В итоге:

$$h = \frac{m}{2\rho S} = 4,0 \text{ см.}$$

13. То, что высота столба этой части масла равна h , мы уже установили. Тогда её массу вычислим, как произведение плотности на объём: $m_1 = \rho Sh$

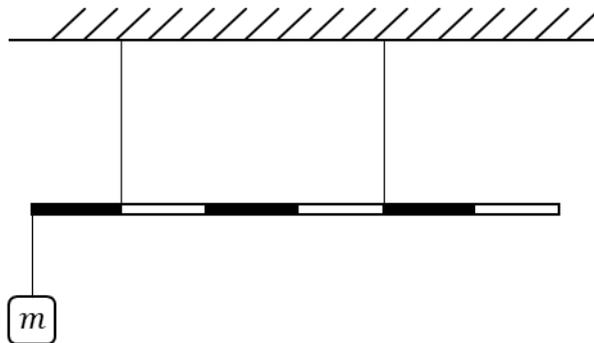
$$m_1 = \rho Sh = \rho S \frac{m}{2\rho S} = \frac{m}{2} = 270 \text{ г.}$$

Ответы:	11	12	13
	1,1	4,0	270

Максимум за задачу 8 баллов.

Задачи 14–16

На двух нитях подвешена однородная рейка массой $M = 200 \text{ г}$ (см. рис.). К левому концу рейки прикрепили груз массой $m = 100 \text{ г}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.



- 14.** Определите силу натяжения $T_{\text{л}}$ левой нити, прикреплённой к потолку. Дайте ответ в ньютонах с округлением до десятых долей. **(2 балла)**
- 15.** Определите силу натяжения правой нити $T_{\text{п}}$. Дайте ответ в ньютонах с округлением до десятых долей. **(2 балла)**
- 16.** Груз какой максимальной массы $m_{\text{макс}}$ можно прикрепить к левому концу рейки (предварительно сняв груз массой m) так, чтобы рейка оставалась в горизонтальном положении? Дайте ответ в граммах с округлением до целого числа. **(2 балла)**

Решение:

14. Обозначим длину рейки за $6x$. Запишем уравнение моментов для рейки относительно точки прикрепления правой нити:

$$T_{\text{л}} 3x = Mgx + mg4x.$$

Тогда сила натяжения левой нити:

$$T_{\text{л}} = \left(\frac{1}{3}M + \frac{4}{3}m \right) g = 2,0 \text{ Н.}$$

15. Запишем уравнение моментов для рейки относительно точки прикрепления левой нити:

$$T_{\text{п}} 3x + mgx = Mgx.$$

Тогда сила натяжения правой нити:

$$T_{\text{п}} = \left(\frac{2}{3}M - \frac{1}{3}m \right) g = 1,0 \text{ Н.}$$

16. При максимально возможной массе груза сила натяжения правой нити станет нулевой:

$$0 = \left(\frac{2}{3}M - \frac{1}{3}m_{\text{макс}} \right) g.$$

Отсюда максимальная масса груза:

$$m_{\text{макс}} = 2M = 400 \text{ г.}$$

Ответы:	14	15	16
	2,0	1,0	400

Максимум за задачу 6 баллов.

Задачи 17–19

Сева захотел нарисовать физически верную картину Солнечной системы на листе бумаги. Он начал с Солнца, нарисовал его в виде круга с радиусом 2 см. После этого он захотел отметить на своём изображении Землю, сохранив при этом масштаб.

Примечание: световая секунда – расстояние, которое проходит свет за 1 секунду; астрономическая единица (а.е.) – часто используемая в астрономии единица измерения, приблизительно равная 8,3 световых минут.

17. Вычислите, на каком расстоянии от центра нарисованного Солнца Сева должен изобразить Землю, если в астрономическом справочнике указано, что расстояние от Земли до Солнца – 499 световых секунд, скорость света – $3 \cdot 10^8$ м/с, радиус Солнца – $7 \cdot 10^8$ м. Ответ приведите в см, округлив до целых. (2 балла)

18. Также Сева имеет далеко идущие планы по рисованию всей Солнечной системы в том же масштабе. Сева интересуется астрономией, поэтому узнал, что орбиту Нептуна можно считать круговой с радиусом 30,1 а.е. Найдите минимальную площадь кругового участка, на котором Сева может изобразить орбиту Нептуна. Ответ выразите в квадратных километрах, округлив до тысячных долей. (2 балла)

19. Найдите отношение времени движения света от Солнца до Нептуна ко времени движения муравья по такой же траектории на изображении Солнечной системы. Скорость муравья примите равной 5 мм/с. Дайте ответ в виде десятичной дроби с округлением до сотых долей. (2 балла)

Решение:

17. Рисунок Севы имеет масштаб 2 см : $7 \cdot 10^8$ м. То есть, чтобы перевести реальные расстояния в расстояния на рисунке, их надо умножить на масштабный коэффициент $k = \frac{2 \text{ см}}{7 \cdot 10^8 \text{ м}} = \frac{2}{7 \cdot 10^{10}}$.

Следуя этим рассуждениям, получаем искомое расстояние:

$$R_1 = \frac{2 \text{ см}}{7 \cdot 10^8 \text{ м}} \cdot 499 \text{ с} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 428 \text{ см.}$$

18. Для начала найдём радиус нарисованной орбиты тем же способом, что и в предыдущем пункте: $R_2 = \frac{2 \text{ см}}{7 \cdot 10^8 \text{ м}} \cdot 30,1 \cdot 8,3 \cdot 60 \text{ с} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 128,5 \text{ м.}$

Площадь круга, ограниченного окружностью такого радиуса,

$$S_2 = \pi R_2^2 \approx 0,052 \text{ км}^2.$$

19. Радиус орбиты Нептуна в световых секундах численно равен времени движения света от Солнца до Нептуна. $t_H = 30,1 \cdot 8,3 \cdot 60 \text{ с} = 14989,8 \text{ с.}$

А время движения муравья от солнца до Нептуна на рисунке $t_M = \frac{R_2}{v_M} = 25696,8 \text{ с.}$ Здесь v_M – скорость муравья, равная 5 мм/с.

Искомое отношение:

$$\mu = \frac{t_H}{t_M} \approx 0,58.$$

Ответы:	17	18	19
	427-429	0,052	0,58

Максимум за задачу 6 баллов.

Максимальный балл за работу – 40.