

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).



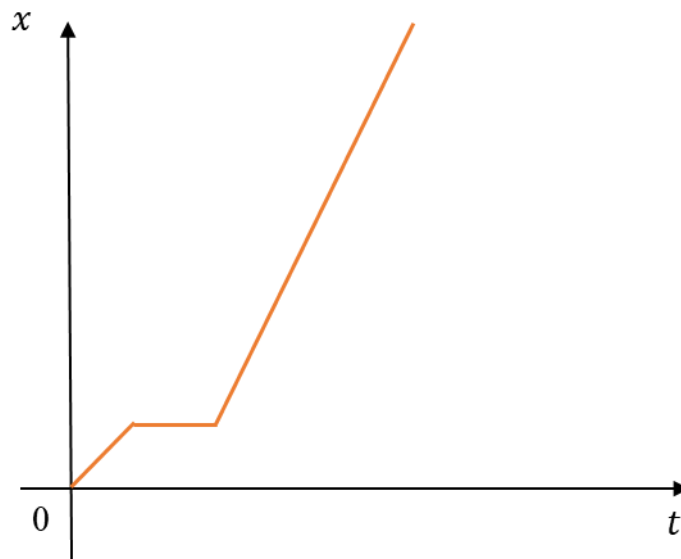
Какой выигрыш в силе даёт такая конструкция, если не учитывать трение и массу конструкции?

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

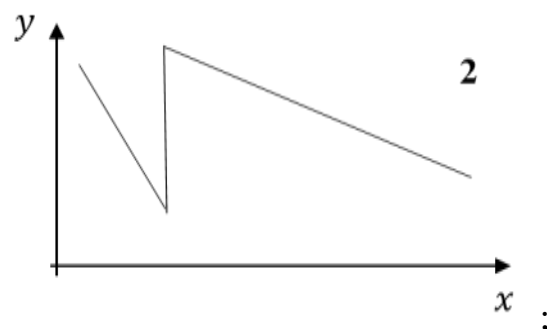
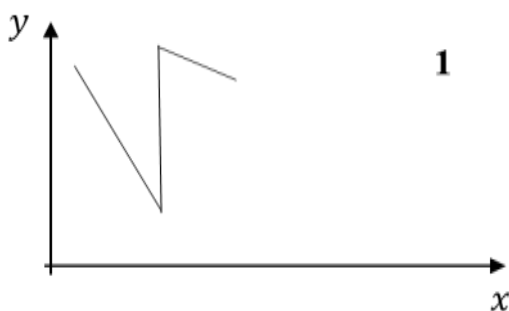
3. Кабельтов – морская единица длины. Исторически существовало несколько определений кабельтова. Говорят, что если корабль плывёт по экватору Земли и угловое направление на него относительно центра Земли изменилось на 6 угловых секунд, то корабль проплыл один международный кабельтов. Также существует 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.

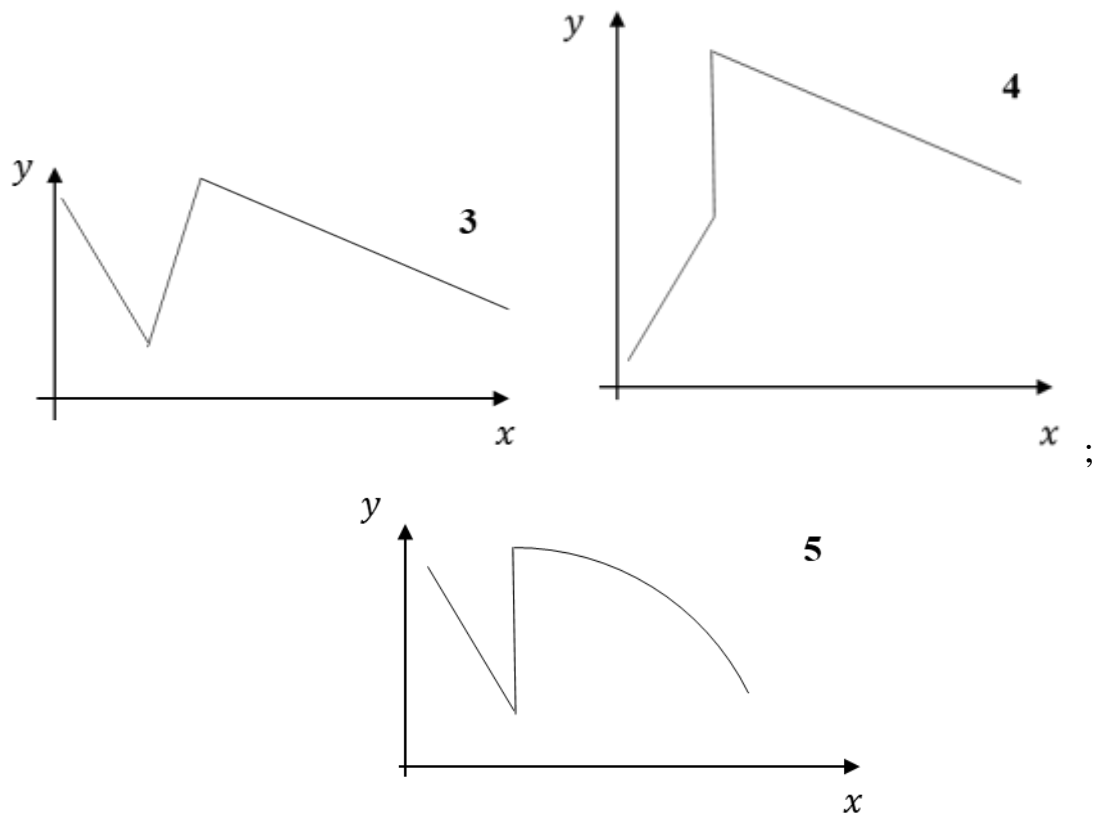
- 1) 0
- 2) 2
- 3) 4
- 4) 6
- 5) 8

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

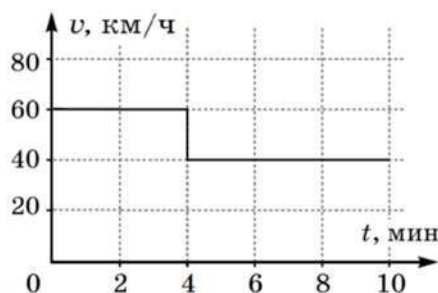
Ответы:

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

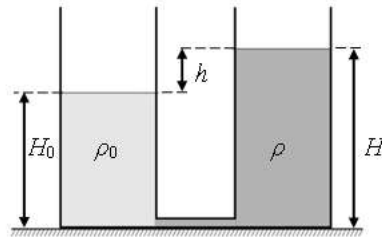


Рис. 1

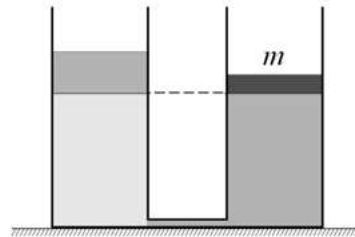


Рис. 2

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: $m_1 = \rho Sh$

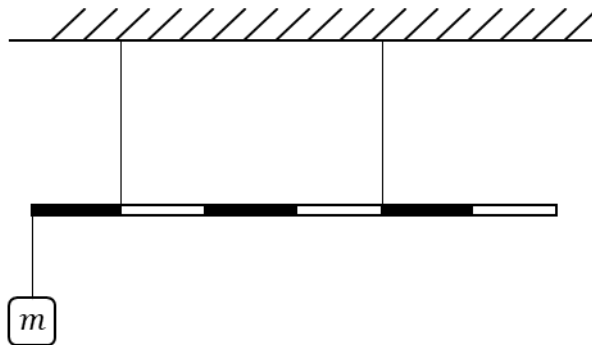
$$m_1 = \rho Sh = \rho S \frac{m}{2\rho S} = \frac{m}{2} = 270 \text{ г.}$$

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 $2 \text{ см} : 7 \cdot 10^8 \text{ м}$. 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.