

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ФИЗИКА. 2023–2024 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 КЛАСС

Максимальный балл за работу – 40.

Тестовые задания

1. Вода наливается в трёхлитровую банку со скоростью 20 мл/с. Через какое время банка заполнится, если изначально она была пустой?

- 1) 15 с
- 2) 120 с
- 3) 0,15 мин
- 4) 2,5 мин
- 5) 6 мин

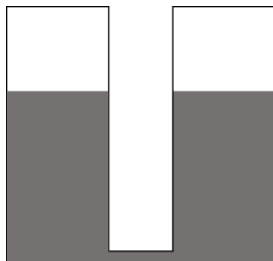
2. В кабинете физики на полке лежат два однородных шарика – стеклянный и деревянный. Масса стеклянного шарика в 3 раза больше, чем масса деревянного, а объём стеклянного шарика на 4 процента меньше объёма деревянного. Чему равна плотность дерева, из которого изготовлен шарик, если плотность стекла 2500 кг/м^3 ?

- 1) $\approx 600 \text{ кг/м}^3$
- 2) $\approx 800 \text{ кг/м}^3$
- 3) $\approx 868 \text{ кг/м}^3$
- 4) $\approx 7212 \text{ кг/м}^3$
- 5) $\approx 7500 \text{ кг/м}^3$

3. Ярослав Владимирович перед покупкой машины решил сравнить расход топлива предлагаемых в автосалоне автомобилей. У первого автомобиля расход топлива оказался равен 11 литрам на 100 км, а у второго автомобиля этот показатель выражался странной величиной 11 км/литр. Какой из автомобилей является более экономичным?

- 1) первый
- 2) второй
- 3) одинаково

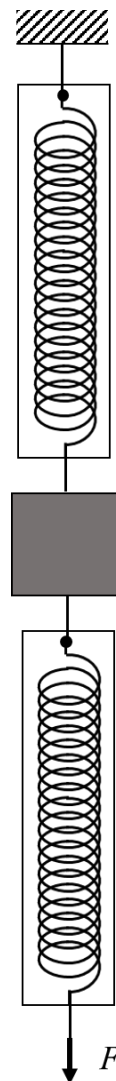
4. В два одинаковых открытых сверху цилиндрических сосуда, соединённых между собой снизу тонкой трубкой, наливают воду так, что её уровень находится на расстоянии 30 см от верхнего края. Затем один из сосудов до краёв наполняют керосином. На сколько поднимется уровень воды в другом сосуде? Плотность воды 1000 кг/м^3 , плотность керосина 800 кг/м^3 . Керосин не смешивается с водой и не перетекает в другой сосуд.



- 1) 12 см
- 2) 18 см
- 3) 20 см
- 4) 24 см
- 5) 30 см

5. Грузик массой 500 г прикреплен к пружине висящего вертикально динамометра. Снизу к этому грузику подвесили за корпус ещё один такой же динамометр и начали действовать на его пружину с некоторой силой, направленной вертикально вниз. Определите показания нижнего динамометра, если верхний показывает 20 Н. Массой динамометров можно пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

- 1) 0,5 Н
- 2) 2,5 Н
- 3) 5 Н
- 4) 15 Н
- 5) 20 Н
- 6) 25 Н



Ответы:

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

Задания с кратким ответом

Задачи 6-8

Мама, папа и их сын бегают по круговой дорожке стадиона с постоянными скоростями. Скорость папы 18 км/ч, мамы – 10 км/ч.

6. С какой скоростью бежит сын, если в течение всей пробежки он находится ровно посередине между мамой и папой (если измерять расстояния вдоль дорожки)? Стартовали мама, папа и сын одновременно из одной точки стадиона. Ответ выразите в км/ч и округлите до целого числа. (3 балла)

7. Через какое время после старта папа впервые догонит маму? Длина круга стадиона 400 м. Ответ выразите в минутах, округлите до десятых долей. (3 балла)

8. Через какое время после старта папа, мама и сын встретятся втроём в первый раз? Ответ выразите в минутах, округлите до десятых долей. (3 балла)

Решение:

6. Пусть прошло некоторое время t . За это время папа пробежал расстояние $S_{\text{п}} = v_{\text{п}} \cdot t$, а мама $S_{\text{м}} = v_{\text{м}} \cdot t$. Так как сын всё время находится посередине между родителями, он пробежал расстояние $S_{\text{с}} = (S_{\text{п}} + S_{\text{м}})/2 = (v_{\text{п}} \cdot t + v_{\text{м}} \cdot t)/2$, а значит, его скорость $v_{\text{с}} = S_{\text{с}}/t = (v_{\text{п}} + v_{\text{м}})/2 = 14$ км/ч.

7. Папа впервые догонит маму, когда обгонит её на круг. Обозначим длину круга за L . Скорость папы относительно мамы $v_{\text{пм}} = v_{\text{п}} - v_{\text{м}} = 8$ км/ч. Значит, папа впервые догонит маму через время $t_1 = L / v_{\text{пм}} = 3$ мин.

8. Перейдём в систему отсчёта мамы. В этой системе отсчёта папа бежит со скоростью $v_{\text{пм}} = v_{\text{п}} - v_{\text{м}} = 8$ км/ч, а сын – со скоростью $v_{\text{см}} = v_{\text{с}} - v_{\text{м}} = 4$ км/ч. В момент встречи папа и сын в этой системе отсчёта должны пробежать целое число кругов. Т.к. скорость сына относительно мамы в 2 раза меньше скорости папы относительно мамы, когда сын обгонит маму ровно на круг,

папа обгонит маму ровно на 2 круга. В этот момент все трое встретятся в первый раз: $t_2 = L / v_{\text{см}} = 6$ мин.

Ответ:

6	7	8
14	3	6

Максимум за задачу 9 баллов.

Задачи 9-10

Дачный бассейн, форма которого показана на рис. 1, наполняется водой из шланга. Ширина бассейна везде одинакова.

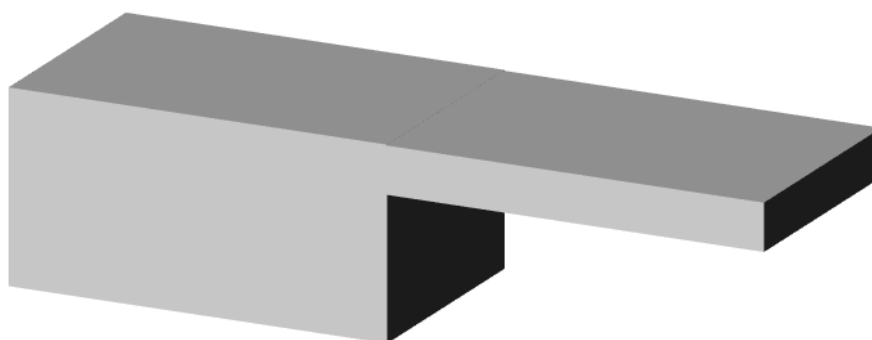


Рис. 1

На рисунке 2 приведён график зависимости уровня h воды в бассейне (этот уровень измеряется в самой глубокой части бассейна) от времени t . К концу наблюдений бассейн был заполнен водой до краёв.

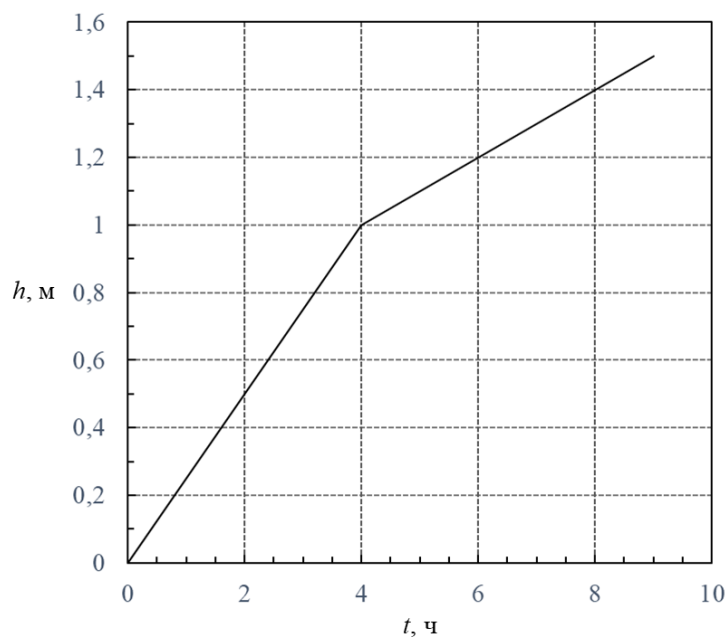


Рис. 2

9. Считая скорость наливания воды в бассейн постоянной, пользуясь графиком, определите максимальную глубину бассейна. Ответ выразите в метрах, округлив до десятых долей. (1 балл)

10. Считая скорость наливания воды в бассейн постоянной, пользуясь графиком, определите отношение площадей дна мелкой и глубокой частей бассейна. Ответ округлите до десятых долей. (5 баллов)

Решение:

9. Так как к концу наблюдений бассейн заполнился водой до краёв, его максимальная глубина $h = 1,5$ м.

10. По условию скорость вытекания воды из крана постоянна. Обозначим за v – объём воды, который втекает в бассейн за единицу времени:

$$v = \frac{\Delta V}{\Delta t},$$

где ΔV – объём воды, который вытекает из крана, а затем втекает в бассейн за время Δt .

Обозначим площадь глубокой части бассейна за S_1 , а мелкой – за S_2 . График зависимости уровня воды в бассейне h от времени t содержит два линейных участка. Обозначим их угловые коэффициенты k_1 и k_2 соответственно. Из графика: $k_1 = 0,25$ м/ч, $k_2 = 0,1$ м/ч. С другой стороны,

$$k_1 = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\Delta V}{S_1 \Delta t} = \frac{v}{S_1},$$
$$k_2 = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\Delta V}{(S_1 + S_2) \Delta t} = \frac{v}{S_1 + S_2}.$$

Тогда

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{S_1 + S_2}{S_1} = 1 + \frac{S_2}{S_1},$$

а значит, искомая величина:

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{k_1}{k_2} - 1 = 1,5.$$

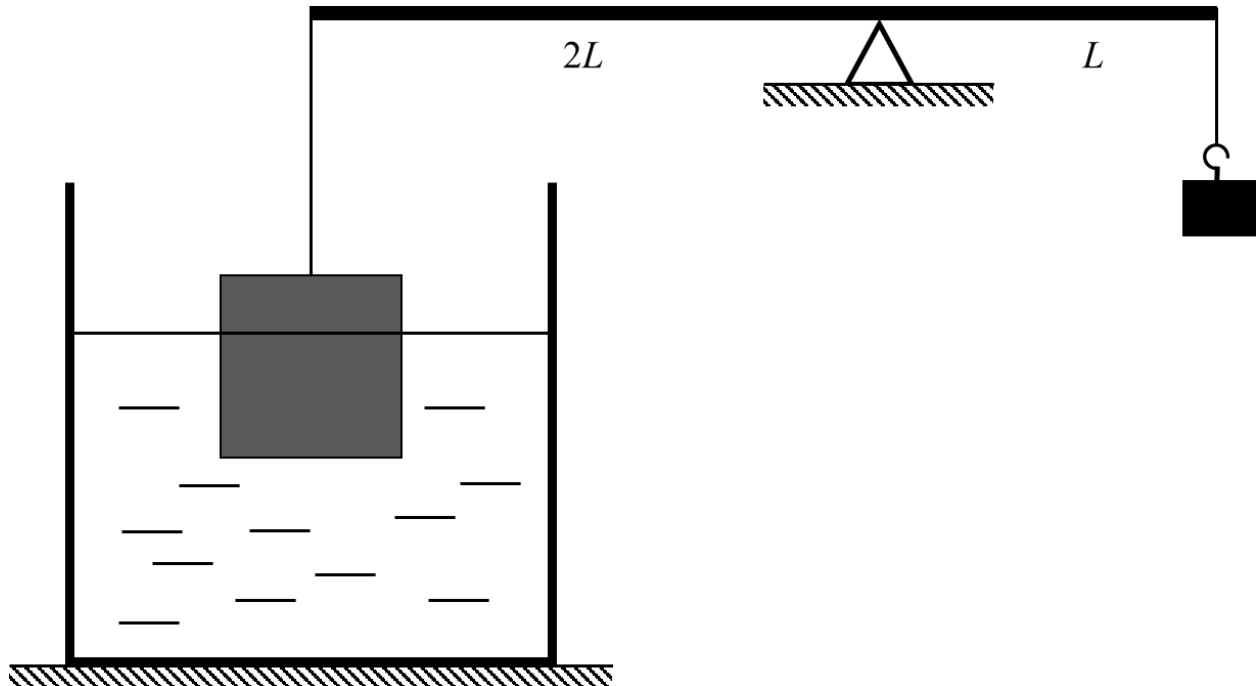
Ответ:

9	10
1,5	1,5

Максимум за задачу 6 баллов.

Задачи 11-12

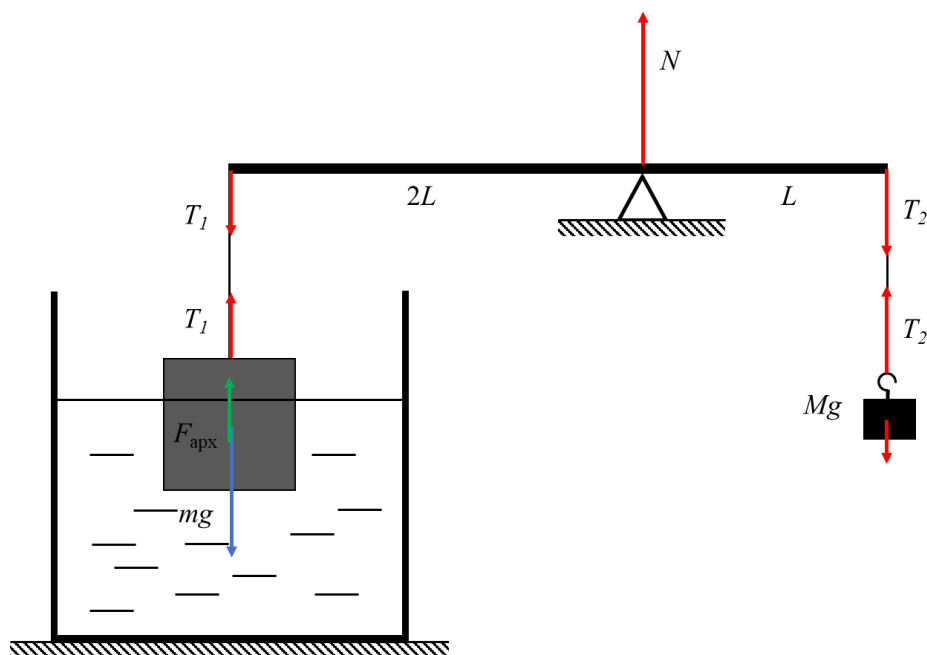
К левому плечу рычага подвешен алюминиевый куб, к правому – груз массой $M = 500$ г. Рычаг оказался уравновешен, когда куб погружён в воду на 70 % своего объёма. Левое плечо рычага в два раза длиннее правого, массой рычага можно пренебречь. Плотность алюминия $\rho_A = 2,7$ г/см³, плотность воды $\rho_B = 1$ г/см³, ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².



11. Найдите объём куба. Ответ выразите в см³ и округлите до целого числа. (4 балла)
12. На сколько нужно изменить массу груза, подвешенного к правому концу рычага, чтобы при равновесии куб оказался погружён в воду наполовину? Ответ выразите в граммах, округлив до целого числа. (4 балла)

Решение:

11. Рассмотрим силы, действующие на куб массой $m = \rho_A V$.



Так как он находится в равновесии,

$$T_1 + F_{\text{арх}} = mg \Rightarrow T_1 = (\rho_A - 0,7\rho_B)gV.$$

Так как груз M находится в равновесии, $T_2 = Mg$.

Запишем уравнение моментов для рычага относительно точки опоры:

$$T_1 \cdot 2L = T_2 \cdot L.$$

Отсюда объём куба: $V = \frac{M}{2(\rho_A - 0,7\rho_B)} \approx 125 \text{ см}^3$.

12. Запишем аналогичные уравнения для случая равновесия кубика, погружённого в воду наполовину:

$$T'_1 + F'_{\text{арх}} = mg \Rightarrow T'_1 = \left(\rho_A - \frac{1}{2}\rho_B\right)gV,$$

$$T'_2 = (M + \Delta m)g,$$

$$T'_1 \cdot 2L = T'_2 \cdot L.$$

Отсюда масса груза: $\Delta m = 2\left(\rho_A - \frac{1}{2}\rho_B\right)V - M = 50 \text{ г}$.

Ответ:	11	12
	125	50

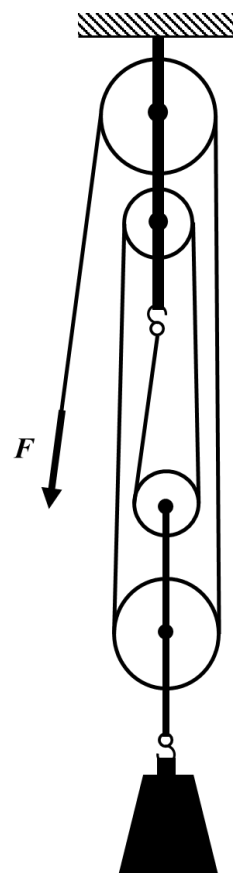
Максимум за задачу 8 баллов.

Задачи 13-14

На стройке для подъёма груза массой 50 кг была использована система блоков, схема которой изображена на рисунке. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

13. Какой выигрыш в силе даёт такая система? Считайте нити невесомыми и нерастяжимыми, блоки невесомыми, трением в оси блоков можно пренебречь. Ответ округлите до целого числа. (4 балла)

14. Фактически при использовании данной системы блоков оказалось, что для подъёма этого груза на высоту 12 м нужно совершить работу 7,5 кДж. Определите КПД данной системы. Ответ выразите в процентах, округлите до целого числа. (3 балла)



Решение:

13. Пусть груз поднялся вверх на расстояние x . Нетрудно заметить, что точка приложения силы в этом случае опустилась на расстояние $4x$. В соответствии с золотым правилом механики, система даёт выигрыш в силе в 4 раза.

14. Определим КПД системы:

$$\text{КПД} = \frac{A_{\text{полез}}}{A_{\text{затр}}} \cdot 100\% = \frac{mgh}{A_{\text{затр}}} \cdot 100\% = 80\%.$$

Ответ:

13	14
4	80

Максимум за задачу 7 баллов.

Максимальный балл за работу – 40.