

# МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ПО ФИЗИКЕ 2017–2018 уч. г.

## НУЛЕВОЙ ТУР, ЗАОЧНОЕ ЗАДАНИЕ. 8 КЛАСС

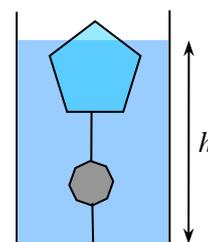
В прилагаемом файле приведено декабрьское заочное задание для 8 класса. Подготовьте несколько листов в клетку, на которых от руки напишите развёрнутые решения прилагаемых задач. Сфотографируйте страницы с Вашими решениями так, чтобы текст был чётко виден. Создайте архив фотографий с решениями и прикрепите к заданию. Развёрнутые решения задач оцениваются максимально в 30 баллов (по 6 баллов за полное правильное решение каждой задачи).

### ЗАДАЧИ С РАЗВЁРНУТЫМ ОТВЕТОМ

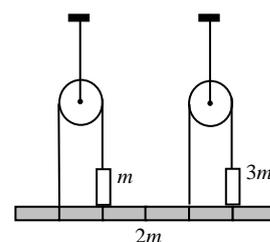
*Развёрнутое решение задачи включает в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для её решения, а также математические преобразования, приводящие к решению в общем виде, и расчёты с численным ответом и единицами измерения.*

**Задача 1.** Автомобиль первую половину времени ехал со скоростью 78 км/ч. Найдите среднюю скорость автомобиля за последние  $2/3$  времени его движения, если его средняя скорость за всё время движения равна 60 км/ч.

**Задача 2.** В цилиндрическом сосуде с водой плавает льдинка с привязанной к ней детской игрушкой. Силы натяжения всех нитей одинаковы и равны  $T$ . Определите, в какую сторону и на сколько изменится уровень воды в стакане после того, как лёд растает. Площадь дна сосуда  $S$ , плотность воды  $\rho$ .



**Задача 3.** Однородная доска имеет массу  $2m$ . Массы грузов  $m$  и  $3m$ . Блоки и нити невесомы, трения в осях блоков нет. Блоки подвешены к потолку. Система находится в равновесии. Определите силу, с которой груз  $m$  действует на доску.



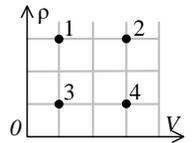
**Задача 4.** Хорошо проводящие тепло кубики  $A$ ,  $B$  и  $V$  имеют начальные температуры  $10^\circ\text{C}$ ,  $100^\circ\text{C}$  и  $20^\circ\text{C}$  соответственно. Кубики  $B$  и  $V$  одинаковые, т.е. они сделаны из одного материала и имеют одинаковые размеры. После приведения в контакт кубиков  $A$  и  $V$  они через некоторое время приобрели одинаковую температуру  $18^\circ\text{C}$ . Найдите установившуюся температуру всех тел, если кубик  $A$  многократно приводится в контакт то с телом  $B$ , то с телом  $V$ . Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

## ЗАДАНИЯ С КРАТКИМ ОТВЕТОМ

**Задание 1.** Том Сойер, который стоит на берегу, видит, что теплоход идёт вниз по течению реки со скоростью 10 м/с, а Гекльберри Финн, который плывёт по той же реке на плоту, утверждает, что теплоход движется со скоростью 7 м/с. Чему равна скорость течения реки? Задание оценивается в **2 балла**.

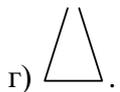
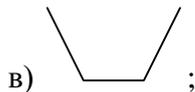
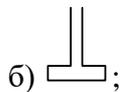
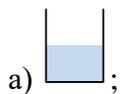
- а) 3 м/с;
- б) 8,5 м/с;
- в) 7 м/с;
- г) 10 м/с;
- д) 1,5 м/с;
- е) 17 м/с.

**Задание 2.** На координатной плоскости  $\rho V$  отмечены точки, которые соответствуют четырём разным телам ( $\rho$  – плотность,  $V$  – объём). Масса какого тела наибольшая? Задание оценивается в **2 балла**.



- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

**Задание 3.** В разные сосуды с одинаковой площадью основания налили одинаковое (такое же, как в случае А) количество воды. В каком из сосудов сила давления на дно будет наибольшая? Задание оценивается в **2 балла**.



**Задание 4.** Какое утверждение о средней плотности ядра Земли верно, если средняя плотность всей Земли  $5,5 \text{ г/см}^3$ , а средняя плотность горных пород  $3,5 \text{ г/см}^3$ ? Задание оценивается в **2 балла**.

- а)  $\rho_{\text{я}} = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ ;

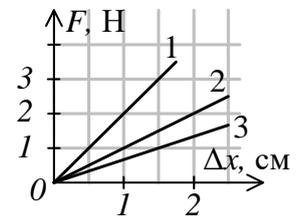
б)  $1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} < \rho_{\text{я}} < 3,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ ;

в)  $3,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} < \rho_{\text{я}} < 5,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ ;

г)  $\rho_{\text{я}} = 5,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ ;

д)  $\rho_{\text{я}} > 5,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ .

**Задание 5.** На графике изображена зависимость силы упругости от деформации  $F(\Delta x)$  для трёх пружин. Какая из пружин имеет коэффициент жёсткости  $k = 200 \text{ Н/м}$ ? Задание оценивается в **2 балла**.



а) 1;

б) 2;

в) 3;

г) такой пружины нет.

МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ПО ФИЗИКЕ 2017–2018 уч. г.

НУЛЕВОЙ ТУР, ЗАОЧНОЕ ЗАДАНИЕ. 8 КЛАСС

Заочное задание (декабрь) состоит из пяти задач. За решение каждой задачи участник получает до 4 баллов по результатам автоматической проверки ответов и до 6 баллов на основании проверки развёрнутого ответа. Всего участник может получить 34 балла.

**Задача 1.** Автомобиль первую половину времени ехал со скоростью 78 км/ч. Найдите среднюю скорость автомобиля за последние  $\frac{2}{3}$  времени его движения, если его средняя скорость за всё время движения равна 60 км/ч.

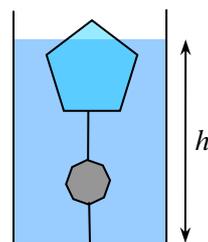
**Возможное решение.** В случае, когда тело движется равные промежутки времени с некоторыми скоростями, средняя скорость за всё время движения равна их среднему арифметическому. Средняя скорость тела, с которой оно двигалось вторую половину времени:  $v_2 = 2v_{\text{ср}} - v_1 = 42$  км/ч. Тело движется в течение времени  $\frac{2}{3}t - \frac{t}{2} = \frac{t}{6}$  со скоростью 78 км/ч, где  $t$  – всё время движения. Окончательно получаем:

$$v_{\text{ср}2} = \frac{v_1 \cdot \frac{t}{6} + v_2 \cdot \frac{t}{2}}{\frac{2}{3}t} = 51 \text{ км/ч.}$$

**Критерии оценивания.**

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. $v_2 = 2v_{\text{ср}} - v_1 = 42$ км/ч  | 3 балла   |
| 2. Найден временной интервал $\frac{t}{6}$   | 0,5 балла |
| 3. Формула средней скорости  | 0,5 балла |
| 4. $v_{\text{ср}2} = \frac{v_1 \cdot \frac{t}{6} + v_2 \cdot \frac{t}{2}}{\frac{2}{3}t} = 51$ км/ч | 2 балла   |

**Задача 2.** В цилиндрическом сосуде с водой плавает льдинка с привязанной к ней детской игрушкой. Силы натяжения всех нитей одинаковы и равны  $T$ . Определите, в какую сторону и на сколько изменится уровень воды в стакане после того, как лёд растает. Площадь дна сосуда  $S$ , плотность воды  $\rho$ .



**Возможное решение.** Из равенства натяжения нитей следует, что плотность игрушки равна плотности воды. Рассмотрим силы давления на дно сосуда до и после того, как лёд растаял.

- До:  $\rho g h_1 S = (m + M)g + m_{\text{л}}g - T$ , где  $m$  – масса игрушки,  $M$  – масса воды,  $T$  – сила натяжения нити.
- После:  $\rho g h_2 S = (m + M)g + m_{\text{л}}g$ , решая эти уравнения, получаем  $\Delta h = \frac{T}{\rho g S}$ .

**Критерии оценивания.**

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. Определена плотность игрушки                  | 0,5 балла |
| 2. $\rho g h_1 S = (m + M)g + m_{\text{л}}g - T$ | 2 балла   |

$$3. \rho g h_2 S = (m + M)g + m_{л}g$$

2 балла

$$4. \Delta h = \frac{T}{\rho g S}$$

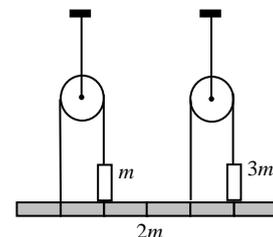
1,5 балла

**Задача 3.** Однородная доска имеет массу  $2m$ . Массы грузов  $m$  и  $3m$ . Блоки и нити невесома, трения в осях блоков нет. Блоки подвешены к потолку. Система находится в равновесии. Определите силу, с которой груз  $m$  действует на доску.

**Возможное решение.** Рассмотрим все силы, действующие на подставку, и запишем для неё условие равновесия:  $T_1 + T_2 = F_1 + F_2 + 2mg$ , где  $F_1, F_2$  – силы давления грузов на подставку. Теперь запишем условия равновесия грузов:

$$T_1 = mg - F_1,$$

$$T_2 = 3mg - F_2.$$



Решая систему уравнений, получим:  $F_2 = mg - F_1$ . Запишем уравнение моментов относительно точки крепления левой конца левой нити:

$$F_1 + 4mg - 3T_2 + 4F_2 = 0.$$

Окончательно получаем:  $F_1 = \frac{mg}{3}$ .

**Критерии оценивания.**

$$1. T_1 + T_2 = F_1 + F_2 + 2mg$$

1,25 балла

$$2. T_1 = mg - F_1$$

1,25 балла

$$3. T_2 = 3mg - F_2$$

1,25 балла

$$4. F_1 + 4mg - 3T_2 + 4F_2 = 0$$

1,25 балла

$$5. F_1 = \frac{mg}{3}$$

1 балл

**Задача 4.** Хорошо проводящие тепло кубики  $A, B$  и  $B$  имеют начальные температуры  $10^\circ\text{C}$ ,  $100^\circ\text{C}$  и  $20^\circ\text{C}$  соответственно. Кубики  $B$  и  $B$  одинаковые, т.е. они сделаны из одного материала и имеют одинаковые размеры. После приведения в контакт кубиков  $A$  и  $B$  они через некоторое время приобрели одинаковую температуру  $18^\circ\text{C}$ . Найдите установившуюся температуру всех тел, если кубик  $A$  многократно приводится в контакт то с телом  $B$ , то с телом  $B$ . Теплообменом с окружающей средой пренебечь.

**Возможное решение.** Запишем уравнение теплового баланса при первом контакте:

$$C_A t_A + C_B t_B = (C_A + C_B)t \Rightarrow C_A = \frac{t_B - t}{t - t_A} C_B = \frac{2}{8} C_B = 0,25 C_B,$$

где  $C_A$  – теплоёмкость тела  $A$ ,  $C_B$  – теплоёмкость тела  $B$ ,  $t_A = 10^\circ\text{C}$ ,  $t_B = 20^\circ\text{C}$ ,  $t = 18^\circ\text{C}$ .

Конечная температура тел  $A, B$  и  $B$  станет одинаковой. Следовательно, уравнение теплового баланса после многократных контактов:

$$C_A t_A + C_B t_B + C_B t_B = (C_A + C_B + C_B)t_{уст} \Rightarrow t_{уст} = \frac{0,25 \cdot C_B \cdot t_A + C_B(t_B + t_B)}{2,25 \cdot C_B} = 54,4^\circ\text{C}.$$

**Критерии оценивания.**

$$1. C_A t_A + C_B t_B = (C_A + C_B)t$$

1 балл

$$2. C_A = 0,25 \cdot C_B$$

0,5 балла

3. Конечная температура тел  $A$ ,  $B$  и  $B$  станет одинаковой 2 балла
4.  $C_A t_A + C_B t_B + C_B t_B = (C_A + C_B + C_B) t_{уст}$  2 балла
5.  $t_{уст} = 54,4 \text{ }^\circ\text{C}$  0,5 балла

*Автоматическая проверка ответов*

**Задание 1. а**

**Задание 2. б**

**Задание 3. б**

**Задание 4. д**

**Задание 5. а**