

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.  
2022-23 учебный год. 8 класс. Максимальный балл – 40.**

**Задача №1**

Зимой в Простоквашино кот Матроскин и пес Шарик решили устроить соревнования на лыжах, чтобы выяснить, кто из них быстрее. Своим тренером выбрали дядю Федора, который в качестве подготовки разрешил стартовать им с разных стартовых линий, расстояние между которыми  $L_1 = 150$  м. Матроскин и Шарик стартовали одновременно и в одном направлении. Определите скорость равномерного движения Матроскина, начавшего бежать впереди, если скорость равномерного движения Шарика  $v_{\text{ш}} = 6,8$  м/с, а спустя промежуток времени  $\Delta t = 10$  мин после старта расстояние между ними стало  $L_2 = 810$  м.

*Автор: Баланов Василий Юрьевич*

**Возможное решение:**

Возможны два случая: скорость движения Шарика больше скорости движения Матроскина  $v_{\text{ш}} > v_{\text{м}}$  и, наоборот, скорость движения Шарика меньше скорости движения Матроскина  $v_{\text{ш}} < v_{\text{м}}$ . В первом случае Шарик догонит Матроскина и обгонит его. Во втором случае Шарик еще больше отстанет от Матроскина.

Рассмотрим первый случай. Скорость движения Шарика относительно Матроскина:

$$v_1 = v_{\text{ш}} - v_{\text{м}} \quad (1).$$

Используя условие задачи, запишем уравнение:

$$v_1 = \frac{L_1 + L_2}{\Delta t} \quad (2).$$

Из уравнений (1) и (2) найдем скорость движения Матроскина:

$$v_{\text{м}} = v_{\text{ш}} - \frac{L_1 + L_2}{\Delta t} = 5,2 \text{ м/с} \quad (3)$$

Рассмотрим второй случай. Скорость движения Матроскина относительно Шарика:

$$v_2 = v_{\text{м}} - v_{\text{ш}} \quad (4).$$

Используя условие задачи, запишем уравнение:

$$v_2 = \frac{L_2 - L_1}{\Delta t} \quad (5).$$

Из уравнений (4) и (5) найдем скорость движения Матроскина:

$$v_{\text{м}} = v_{\text{ш}} + \frac{L_2 - L_1}{\Delta t} = 7,9 \text{ м/с}. \quad (6)$$

**Критерии оценивания.**

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Указано, что существуют два возможных случая	2
2	Для 1 случая. Найдена скорость Шарика относительно Матроскина $v_1 = v_{\text{ш}} - v_{\text{м}}$ ЛИБО найден путь, пройденный Шариком $l_{\text{ш}} = v_{\text{ш}}t = 4080$ м	1
3	Для 1 случая. Записано уравнение $v_1 = \frac{L_1+L_2}{\Delta t}$ ЛИБО найден путь, пройденный Матроскиным $l_{\text{м}} = l_{\text{ш}} - l_1 - l_2 = 3120$ м	1
4	Для 1 случая. Найдена скорость движения Матроскина $v_{\text{м}} = v_{\text{ш}} - \frac{L_1+L_2}{\Delta t} = 5,2$ м/с ЛИБО $v_{\text{м}} = \frac{l_{\text{м}}}{t} = 5,2$ м/с Формула + число	1+1
5	Для 2 случая. Найдена скорость Матроскина относительно Шарика $v_2 = v_{\text{м}} - v_{\text{ш}}$ ЛИБО найден путь, пройденный Шариком $l_{\text{ш}} = v_{\text{ш}}t = 4080$ м	1
6	Для 2 случая. Записано уравнение $v_2 = \frac{L_2-L_1}{\Delta t}$ ЛИБО найден путь, пройденный Матроскиным $l_{\text{м}} = l_{\text{ш}} - l_1 + l_2 = 4740$ м	1
7	Для 2 случая. Найдена скорость движения Матроскина $v_{\text{м}} = v_{\text{ш}} + \frac{L_2-L_1}{\Delta t} = 7,9$ м/с ЛИБО $v_{\text{м}} = \frac{l_{\text{м}}}{t} = 7,9$ м/с Формула + ответ	1+1

## Задача №2

Восьмиклассник в школе получил задание – провести исследование по теме «Тепловые явления». Дома папа помог ему найти термос, термометр и несколько небольших одинаковых каменных кубиков.

Для проведения исследования восьмиклассник поместил несколько кубиков в морозилку, а один под горячую воду, которая вытекала из крана. В термос он налил 110 грамм воды при комнатной температуре. По индикатору на холодильнике он знал, что все тела в морозильнике охлаждаются до  $t_1 = -4^\circ\text{C}$ , а температуру воды, налитой в термос, он измерил термометром и получил значение  $t_0 = 22^\circ\text{C}$ .

Затем, он одновременно опустил в термос кубик из морозильника и кубик, нагретый горячей водой. Закрыв крышку, и подождал, пока установится тепловое равновесие. После этого снова измерил температуру воды и обнаружил, что она осталась прежней.

**Вопрос №1.** Определите температуру  $t_2$  второго кубика, до которой он нагрелся в горячей воде.

**Вопрос №2.** Если, не вынимая первые два кубика из термоса, опустить туда ещё два кубика, взятые из морозильника, то температура воды в термосе понизится до  $t_3 = 20^\circ\text{C}$ . Определите теплоёмкость одного кубика.

Теплоёмкостью тела называют произведение удельной теплоёмкости вещества, из которого оно изготовлено, на его массу. Удельная теплоёмкость воды  $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ .

**Вопрос №3.** Сколько ещё кубиков, взятых из морозильника, нужно было бы бросить восьмикласснику в воду, чтобы охладить её до  $0^\circ\text{C}$ ? Кубики, опущенные в воду в предыдущих опытах, не вынимаются. Вода из термоса не выливается.

*Автор: Порошина Елена Владимировна*

### Возможное решение

#### Вопрос №1

Так как температура воды в термосе не изменилась, то это означает, что количество теплоты, отданное горячим кубиком при остывании равно количеству теплоты, которое пошло на нагревание холодного кубика.

$C_k(t_0 - t_2) = -C_k(t_0 - t_1)$  Выразим из этого выражения температуру  $t_2$   
 $t_2 = 2t_0 - t_1 = 2 \cdot 22 - (-4) = 48^\circ\text{C}$  - ответ на первый вопрос.

#### Вопрос №2

Запишем уравнение теплового баланса для второй ситуации:

$$c_g m_g (t_3 - t_0) + 2C_k (t_3 - t_0) + 2C_k (t_3 - t_1) = 0.$$

Выразим теплоёмкость кубика  $C_k$

$$C_k = \frac{c_g m_g (t_3 - t_0)}{2(t_0 + t_1 - 2t_3)} = \frac{4200 \cdot 0,11 \cdot (20 - 22)}{2(22 - 4 - 2 \cdot 20)} = 21 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$$
 - ответ на второй вопрос

#### Вопрос №3.

Запишем уравнение теплового баланса для третьей ситуации считая, что  $n$  – количество холодных кубиков, которые необходимо доложить в воду:

$$c_g m_g (0 - t_3) + 4C_k (0 - t_3) + nC_k (0 - t_1) = 0.$$

Выразим количество кубиков  $n$ :

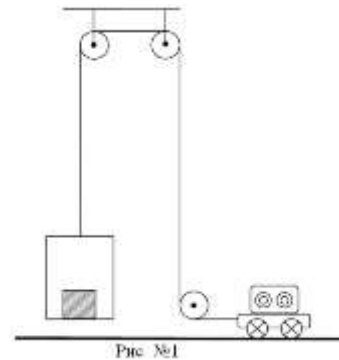
$$n = \frac{(c_g m_g + 4C_k)(t_3 - 0)}{C_k(0 - t_1)} = \frac{(4200 \cdot 0,11 + 4 \cdot 21) \cdot 20}{21 \cdot 4} = 130$$
 – ответ на третий вопрос

### Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Записано уравнение теплового баланса для первого случая $C_k(t_0 - t_2) = -C_k(t_0 - t_1)$ .	1
2	Получен правильный ответ на первый вопрос: $t_2 = 2t_0 - t_1 = 48\text{ }^\circ\text{C}$ Формула + число	0,5+0,5
3	Записано уравнение теплового баланса для второго случая $c_6 m_6(t_3 - t_0) + 2C_k(t_3 - t_0) + 2C_k(t_3 - t_1) = 0$ . Если не учел кубики, брошенные первыми, то 1 балл и баллы за 4 пункт не ставятся.	2
4	Найдена теплоемкость кубика $C_k = \frac{c_6 m_6(t_3 - t_0)}{2(t_0 + t_1 - 2t_3)} = 21 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$ . Формула + число	1+1
5	Записано уравнение теплового баланса для третьего случая $c_6 m_6(0 - t_3) + 4C_k(0 - t_3) + nC_k(0 - t_1) = 0$ . Если не учел кубики, брошенные первыми, то 1 балл и баллы за 6 пункт не ставятся.	2
6	Получено верное выражение и ответ на третий вопрос $n = \frac{(c_6 m_6 + 4C_k)(t_3 - 0)}{C_k(0 - t_1)} = 130$ .	1+1

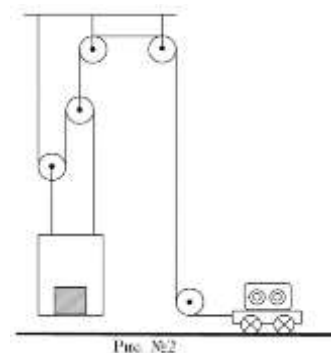
### Задача №3

Робот Вася (модель ВАС-022) поднимает грузы. Он равномерно перемещается по полу и тянет трос, который через систему трёх неподвижных блоков поднимает платформу с грузом массой  $m$  на высоту  $h = 1$  м. Там груз быстро забирает другой робот и Вася опускает платформу обратно (см. рис. №1). Программа Васи настроена следующим образом: когда он едет влево (платформа опускается) его скорость всегда постоянна и равна  $u_0 = 10$  см/с, а когда он едет вправо (платформа поднимается) его скорость зависит от силы натяжения троса  $T$  следующим образом:  $v = u_0 \cdot \frac{A}{T}$ , где  $A$  – некоторая константа, причем численно  $A = mg$ .



**Вопрос №1.** Чему равно время одного цикла движения Васи  $t_0$  (время, которое тратится на однократное поднятие и опускание платформы)?

**Вопрос №2.** Инженер Виктор Павлович решил усовершенствовать процесс и добавил в систему два одинаковых подвижных блока (см. рис. №2). Чему равен выигрыш в силе получившейся конструкции? Массой подвижных блоков можно пренебречь. Нити, прикрепленные к контейнеру, всегда вертикальны. В процессе движения блоки не касаются друг друга.



**Вопрос №3.** Чему стало равно время одного цикла движения Васи  $t_1$  после внесения изменений в конструкцию?

*Автор: Порошин Олег Владимирович*

#### Возможное решение

##### Вопрос №1.

Вначале система состоит только из неподвижных блоков. Она не даёт выигрыша в силе. Получаем, что сила натяжения троса:

$$T = mg.$$

Следовательно, робот влево и вправо едет с одинаковой скоростью:

$$u_0 = 10 \text{ см/с.}$$

Кроме этого, отсутствие выигрыша в силе приводит к тому, что чтобы поднять платформу на  $h = 1$  м, необходимо сместить конец троса, прикрепленный к роботу тоже на 1 м. Таким образом, время цикла складывается из времени движения вправо и времени движения влево и эти времена одинаковые.

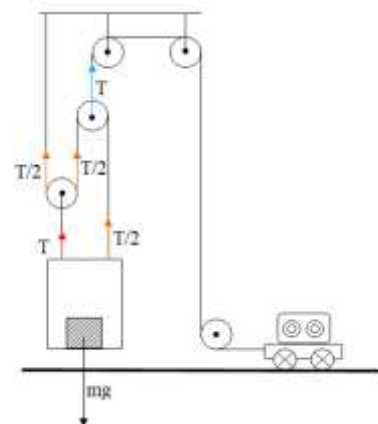
$$t_0 = 2 \frac{h}{u_0} = \frac{2 \cdot 1}{0,1} = 20 \text{ с.}$$

##### Вопрос №2.

Для вычисления выигрыша в силе, который дадут подвижные блоки, расставим все силы, действующие на платформу. Получается, что вниз направлена только сила тяжести платформы с грузом  $mg$ , а вверх две силы натяжения тросов  $T/2$  и  $T$ . Так как все тела двигаются равномерно, то силы должны уравнивать друг друга:

$$mg = \frac{T}{2} + T = \frac{3}{2}T,$$

$$\text{отсюда } T = \frac{2}{3}mg.$$



Тогда выигрыш в силе  $\frac{mg}{T} = 1,5$ .

### **Вопрос №3.**

С учётом выигрыша в силе робот должен ехать вправо со скоростью:

$$v_1 = u_0 \cdot 1,5 = 15 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

Кроме этого, используя «золотое правило механики», можно сказать, что конец троса, прикрепленный к роботу, нужно будет сместить на расстояние:

$$S = 1,5h = 1,5 \text{ м}.$$

Тогда продолжительность цикла работы Васи  $t_1$  после внесения изменений в конструкцию будет вычисляться по формуле:

$$t_1 = \frac{1,5h}{1,5u_0} + \frac{1,5h}{u_0} = \frac{h}{u_0} + \frac{1,5h}{u_0} = \frac{1}{0,1} + \frac{1,5}{0,1} = 25 \text{ с}$$

### **Критерии оценивания**

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Правильно определена скорость при движении вправо в первом случае $u_0 = 10 \text{ см/с}$	1
2	Дан правильный ответ на первый вопрос: $t_0 = 20 \text{ с}$	1
3	Правильно указаны соотношения сил натяжения разных нитей	2
4	Правильный ответ на второй вопрос, т.е. определён выигрыш в силе $\frac{mg}{T} = 1,5$ .	1
5	Правильно определена скорость робота при движении вправо $v_1 = 15 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ .	1
6	Определено расстояние, которое проезжает в одну сторону робот $S = 1,5 \text{ м}$ .	1
7	Правильно определено время движения вправо во втором случае: $10 \text{ с}$	1
8	Правильно определено время движения влево во втором случае: $15 \text{ с}$	1
9	Получен правильный ответ на третий вопрос $t_1 = 25 \text{ с}$ (в случае решения в общем виде ставятся баллы за пункты 7, 8 и 9 вместе)	1

Примечание: В любом пункте если численное значение посчитано не верно, при этом формула правильная. То ставится половина баллов от пункта.

## Задача №4

Оборудование: лист А4 в клетку, небольшая гайка, ножницы (выдаются по требованию).

Известно, что размер клетки на листе равен 1 сантиметру. Сокращенное наименование единицы длины сантиметр – см. Известно, что поверхностная плотность (отношение массы к площади поверхности) выданного вам листа равна  $\rho = 35 \frac{\text{лига}}{\text{см}^2}$ , где лига – единица измерения массы.

С помощью предложенного оборудования определите:

- 1) площадь выданного вам листа в  $\text{см}^2$ ;
- 2) массу выданного вам листа в лигах;
- 3) массу выданной вам гайки в лигах.

Опишите выполненные вами эксперименты, приведите результаты измерений, необходимые расчетные формулы.

С выданным листом вы можете делать все что хотите, можете делать на нем пометки, сгибать и резать его, но помните, что лист вам выдан только один. Ножницы вы можете попросить у дежурного по аудитории. Сразу после использования ножницы необходимо вернуть, так как они являются общими на несколько участников.

Оценка погрешности в данной работе не требуется.

*Подсказка:* кажется, что среди выданного вам оборудования нет рычага, но вот если присмотреться повнимательней, то его можно найти.

**ВАЖНО!!!** При выполнении любой экспериментальной задачи можно использовать только оборудование, указанное в задаче, а также руки и стол в качестве рабочей поверхности. Если вы используете оборудование, не указанное в условии, то решение задачи оценивается в ноль баллов.

*Автор: Карманов Максим Леонидович*

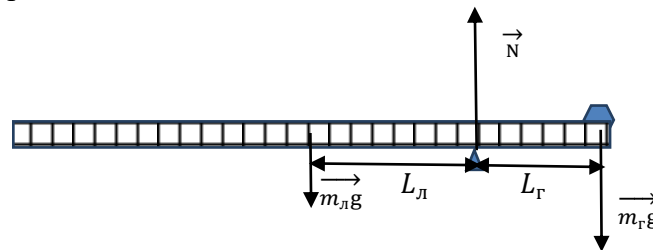
### Возможное решение

#### Задание №1:

Посчитаем высоту ( $H$ ) и ширину ( $L$ ) листа в клетках.  $H = 22$  см,  $L = 16$  см. Вычислим его площадь  $S = HL = 352$   $\text{см}^2$ .

Зная поверхностную плотность листа, вычислим его массу  $m = \rho S = 12320$  лиг.

Изготовим из имеющегося оборудования рычаг. Для этого выданный лист сложим в «гармошку» вдоль длинной стороны. На конце получившегося рычага расположим гайку и добьемся равновесия рычага.



На рычаг, изготовленный из листа, действуют три силы: вес гайки, равный ее силе тяжести, приложенный к центру гайки, сила тяжести листа, приложенная к середине рычага, сила реакции опоры, приложенная в точке опоры. Обозначим плечи сил тяжести относительно опоры  $L_r$  и  $L_l$  соответственно.

Рассмотрим условие равновесия рычага относительно точки опоры:

$$m_l g L_l = m_r g L_r,$$

откуда  $m_{\Gamma} = m_{\text{л}} \frac{L_{\text{л}}}{L_{\Gamma}}$ .

Измерим длины плеч  $L_{\text{л}} = \underline{\hspace{1cm}}$ ,  $L_{\Gamma} = \underline{\hspace{1cm}}$ .

Вычислим массу гайки  $m_{\Gamma} = m_{\text{л}} \frac{L_{\text{л}}}{L_{\Gamma}} = \underline{\hspace{1cm}}$  лиг.

**ПРИМЕЧАНИЕ!** В решении отсутствуют численные значения плеч, так как они зависят от свойств оборудования, выданного в конкретном муниципалитете. Жюри необходимо самостоятельно проделать эксперимент для получения эталонных значений.

### Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Присутствуют измерения размеров листа	1
2	Площадь листа $S = HL = (350 \pm 10)\text{см}^2$ Формула + число	0,5+0,5
3	Определена масса листа $m_{\text{л}} = \rho S = (12300 \pm 200)\text{лиг}$ Формула + число	1+1
4	Идея использование рычага	1
5	Описание метода измерения массы	1
6	Наличие исходных измерений для определения массы	1
7	Верно записано условие равновесия рычага	1
8	Численное значение массы гайки. При отклонении в пределах 5% от эталонного – полный балл, при отклонении в пределах 10% половина (1 балл)*.	2 (1)

\*При отсутствии описания метода и исходных измерений балл не ставится. Если присутствует описание корректного метода или присутствуют правдоподобные измерения, то результат оценивается.



**Данный лист является оборудованием для 8 класса. Его необходимо распечатать на бумаге формата А4 и выдать школьникам отдельно от условия.**