

**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 $L_1 = 100$ м. Матроскин и Шарик стартовали одновременно и в одном направлении. Определите скорость равномерного движения Матроскина, начавшего бежать сзади, если скорость равномерного движения Шарика $v_{\text{ш}} = 5,4$ м/с, а спустя промежуток времени $\Delta t = 5$ мин после старта расстояние между ними стало $L_2 = 320$ м.

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 Матроскин еще больше отстанет от Шарика. Во втором случае Матроскин догонит Шарика и обгонит его.

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:

$$v_{\text{м}} = v_{\text{ш}} - \frac{-L_1 + L_2}{\Delta t} = 4,7 \text{ м/с} \quad (3)$$

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:

$$v_{\text{м}} = v_{\text{ш}} + \frac{L_2 + L_1}{\Delta t} = 6,8 \text{ м/с}. \quad (6)$$

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 $l_{\text{ш}} = v_{\text{ш}} t = 1620$ м	1
3	Для 1 случая. Записано уравнение $v_1 = \frac{-L_1 + L_2}{\Delta t}$ ЛИБО найден путь, пройденный Матроскиным $l_{\text{м}} = l_{\text{ш}} + l_1 - l_2 = 1400$ м	1
4	Для 1 случая. Найдена скорость движения Матроскина $v_{\text{м}} = v_{\text{ш}} - \frac{-L_1 + L_2}{\Delta t} = 4,7$ м/с	1+1

	ЛИБО $v_M = \frac{l_M}{t} = 4,7 \text{ м/с}$ Формула + число	
5	Для 2 случая. Найдена скорость Матроскина относительно Шарика $v_2 = v_M - v_{\text{ш}}$ ЛИБО найден путь, пройденный Шариком $l_{\text{ш}} = v_{\text{ш}}t = 1620 \text{ м}$	1
6	Для 2 случая. Записано уравнение $v_2 = \frac{L_2 + L_1}{\Delta t}$ ЛИБО найден путь, пройденный Матроскиным $l_M = l_{\text{ш}} + l_1 + l_2 = 2040 \text{ м}$	1
7	Для 2 случая. Найдена скорость движения Матроскина $v_M = v_{\text{ш}} + \frac{L_2 + L_1}{\Delta t} = 6,8 \text{ м/с}$ ЛИБО $v_M = \frac{l_M}{t} = 6,8 \text{ м/с}$ 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 150 грамм воды при комнатной температуре. По индикатору на холодильнике он знал, что все тела в морозильнике охлаждаются до $t_1 = -16^\circ\text{C}$, а температуру воды, налитой в термос, он измерил термометром и получил значение $t_0 = 20^\circ\text{C}$.

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 три кубика, взятые из морозильника, то температура воды в термосе понизится до $t_3 = 15^\circ\text{C}$. 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°C ? Кубики, опущенные в воду в предыдущих опытах, не вынимаются. Вода из термоса не выливается.

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

$$t_2 = 2t_0 - t_1 = 2 \cdot 20 - (-16) = 56^\circ\text{C} \text{ - ответ на первый вопрос.}$$

Вопрос №2

Запишем уравнение теплового баланса для второй ситуации:

$$c_6 m_6 (t_3 - t_0) + 2C_k (t_3 - t_0) + 3C_k (t_3 - t_1) = 0.$$

Выразим теплоёмкость кубика C_k

$$C_k = \frac{c_6 m_6 (t_3 - t_0)}{(2t_0 + 3t_1 - 5t_3)} = \frac{4200 \cdot 0,15 \cdot (15 - 20)}{(2 \cdot 20 - 3 \cdot 16 - 5 \cdot 15)} = 38 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}} - \text{ответ на второй вопрос}$$

Вопрос №3.

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

$$c_6 m_6 (0 - t_3) + 5C_k (0 - t_3) + nC_k (0 - t_1) = 0.$$

Выразим количество кубиков n :

$$n = \frac{(c_6 m_6 + 5C_k)(t_3 - 0)}{C_k(0 - t_1)} = \frac{(4200 \cdot 0,15 + 5 \cdot 38) \cdot 15}{38 \cdot 16} = 20,2.$$

20 или 21 кубик – 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: $t_2 = 2t_0 - t_1 = 56^\circ\text{C}$ 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 $C_k = \frac{c_6 m_6 (t_3 - t_0)}{(2t_0 + 3t_1 - 5t_3)} = 38 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$. Формула + число	1+1
5	Записано уравнение теплового баланса для третьего случая $c_6 m_6 (0 - t_3) + 5C_k (0 - t_3) + nC_k (0 - t_1) = 0$. 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 $n = \frac{(c_6 m_6 + 5C_k)(t_3 - 0)}{C_k(0 - t_1)}$. 20 или 21 кубик Формула + число	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 $h = 2$ 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 $A = 2mg$.

Вопрос №1. Чему равно время одного цикла движения Васи t_0

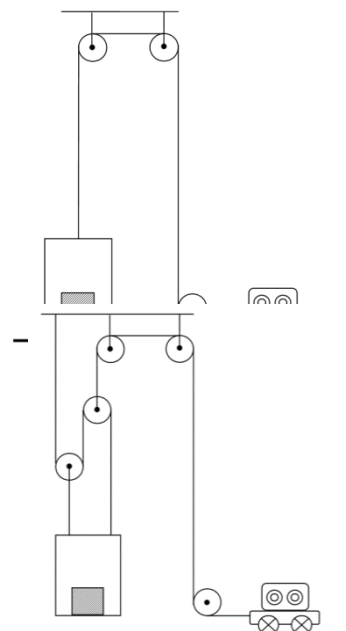


Рис. №2

(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, прикреплённые 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?

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 вправо едет со скоростью:

$$u_1 = 2u_0 = 20 \text{ см/с.}$$

Кроме этого, отсутствие выигрыша в силе приводит к тому, что чтобы поднять платформу на $h = 2$ м, необходимо сместить конец троса, прикреплённый к роботу тоже на 2 м. Таким образом, время цикла складывается из времени движения вправо и времени движения влево.

$$t_0 = \frac{h}{u_0} + \frac{h}{2u_0} = \frac{3h}{2u_0} = \frac{3 \cdot 2}{0,2} = 30 \text{ с.}$$

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:

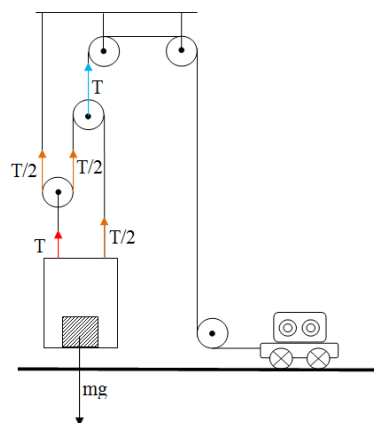
$$v_1 = u_0 \cdot 2 \cdot 1,5 = 30 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

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

$$S = 1,5h = 3 \text{ м.}$$

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

$$t_1 = \frac{1,5h}{3u_0} + \frac{1,5h}{u_0} = \frac{2h}{u_0} = \frac{2 \cdot 2}{0,1} = 40 \text{ с}$$



Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Правильно определена скорость при движении вправо в первом случае $u_1 = 20 \text{ см/с}$	1
2	Дан правильный ответ на первый вопрос: $t_0 = 30 \text{ с}$	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 $v_1 = 30 \frac{\text{см}}{\text{с}}$.	1
6	Определено расстояние, которое проезжает в одну сторону робот $S = 3 \text{ м}$.	1
7	Правильно определено время движения вправо во втором случае: 10 с	1
8	Правильно определено время движения влево во втором случае: 30 с	1
9	Получен правильный ответ на третий вопрос $t_1 = 40 \text{ с}$ (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 сантиметрыси. Сокращенное наименование единицы длинны сантиметрысь – ср. Известно, что поверхностная плотность (отношение массы к площади поверхности) выданного вам листа равна $\rho = 25 \frac{\text{лига}}{\text{ср}^2}$, где лига – единица измерения массы.

С помощью предложенного оборудования определите:

- 1) площадь выданного вам листа в ср^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.

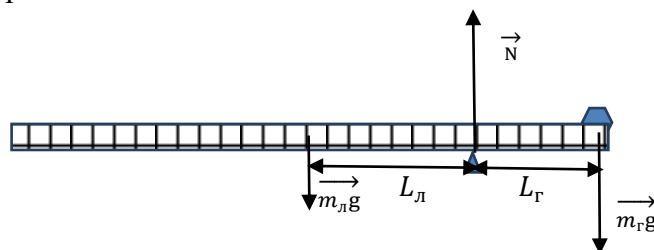
Возможное решение

Задание №1:

Посчитаем высоту (H) и ширину (L) листа в клетках. $H = 17 \text{ ср}$, $L = 12 \text{ ср}$. Вычислим его площадь $S = HL = 204 \text{ ср}^2$. Если клетки покрывают не всю площадь листа, то нужно его согнуть и измерить полностью.

Зная поверхностную плотность листа, вычислим его массу $m = \rho S = 5100 \text{ лиг}$.

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_{Γ} и $L_{\text{л}}$ соответственно.

Рассмотрим условие равновесия рычага относительно точки опоры:

$$m_{\text{л}}gL_{\text{л}} = m_{\Gamma}gL_{\Gamma},$$

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

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 Присутствует идея измерения части клетки	0,5+0,5
2	Площадь листа $S = HL = (204 \pm 5)\text{см}^2$ * Формула + число	0,5+0,5
3	Определена масса листа $m_{\text{л}} = \rho S = (5100 \pm 200)\text{лиг}^*$ 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)

* Жюри необходимо проверить, что при печати не произошло масштабирование рисунка. Нужно ориентироваться на реальные данные.

**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.