

Всероссийская олимпиада школьников по физике
2018-2019 учебный год
Муниципальный этап
Свердловская область

8 класс

ПРИМЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ. КРИТЕРИИ ПРОВЕРКИ

Инструкция для проверяющих:

1. Проверка отдельной задачи

При проверке каждой задачи проверяющий рисует таблицу, в которой две строки и количество столбцов совпадает с количеством критериев, рекомендуемых для проверки данной задачи, плюс 1 столбец для итогового результата.

Например, в задаче 2 предлагается 5 критериев, следовательно, таблица для проверки выглядит следующим образом:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Критерий 5	ИТОГ

Во вторую строку выставляется балл, выставленный при проверке по данному критерию. Во вторую строку столбца «ИТОГ» вносится балл за задачу, равный сумме баллов второй строки в столбцах «критерии».

Например, результат проверки может выглядеть следующим образом:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Критерий 5	ИТОГ
1	2	2	2	0	7

Во первой задаче всего 3 критерия. Следовательно, таблица для проверки этой задачи должна выглядеть так:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	ИТОГ

В третьей задаче четыре критерия Таблица для проверки:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	ИТОГ

В четвертой задаче семь критериев. Таблица для проверки

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Критерий 5	Критерий 6	Критерий 7	ИТОГ

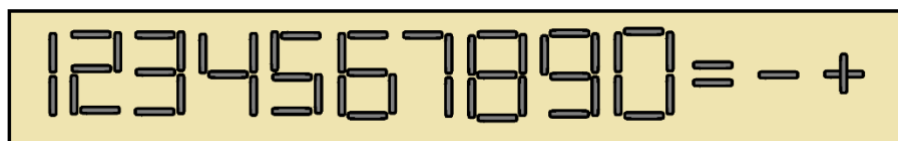
2. Проверка всей работы:

На первом (титальном) листе работы членом жюри, который первым проверяет работу, рисуется таблица (см.ниже)

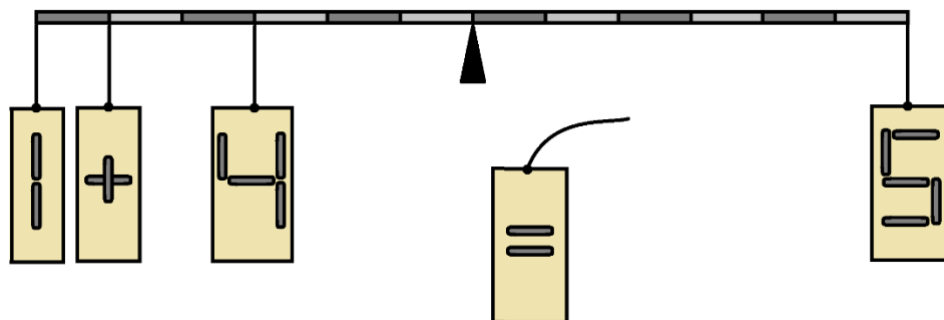
Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4	ИТОГ

1.Равно и равновесие (10 баллов)

Из одинаковых планок (см. рис. справа) сделаны макеты цифр и знаков математических операций: эти планки наклеены на лёгкий



лист. Из листа вырезали карточки с цифрами 1, 4 и 5 и два знака математических операций + и =, их на лёгких нитях подвесили к рычагу (см. рисунок).



- Куда надо подвесить карточку с знаком «=», чтобы рычаг был в

равновесии?

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Обозначим массу одной планки m . «Единица» состоит из двух планок, ее масса равна $2m$. Масса знака «плюс» также равна $2m$. Масса «четвёрки» равна $4m$. Масса «пятёрки» равна $5m$.

Из рисунка видим, что рычаг разделен на 12 равных частей, причем опора находится посередине рычага. Длину одной части обозначим a .

Слева от точки опоры (оси вращения) прикреплены «единица» (на расстоянии $6a$), «плюс» (расстояние $5a$), «четверка» (расстояние $3a$). Силы тяжести, действующие на эти знаки, вращают рычаг с цифрами и знаками против часовой стрелки. Суммарный момент этих сил равен

$$2m \cdot 6a + 2m \cdot 5a + 4m \cdot 3a = 34ma.$$

Сила тяжести, действующая на «пятёрку» вращает рычаг с цифрами и знаками по часовой стрелке, от оси вращения «пятерка» подвешена на расстоянии $6a$, поэтому момент силы тяжести равен

$$5m \cdot 6a = 30ma.$$

Масса знака «=» равна $2m$. Чтобы рычаг с цифрами и знаками находился в горизонтальном положении, надо его подвесить справа от точки опоры (чтобы момент силы тяжести, действующей на этот знак, вращал рычаг с цифрами и знаками по часовой стрелке) на расстоянии $2a$.

Критерии проверки:

1	Правильно определены массы всех использующихся цифр и знаков (они могут быть отдельно не записаны, включены в уравнение моментов, но из решения понятно, что они определены)	1 балл
2	Записано уравнение моментов, либо так, как в примерном решении определены моменты сил, вращающих по часовой стрелке и против часовой стрелке	7 баллов
3	Правильно определено место подвешивания знака «равно» (расстояние от оси вращения $2a$ и справа)	2 балла



ВАЖНО! Задача может быть решена не совсем так, как предлагается автором, наказывать ребёнка за «другую логику» нельзя. Если задача решена правильно, то нужно ставить полный балл

Рекомендуемая таблица для проверки:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	ИТОГ

2. Пробка (10 баллов)

По шоссе медленно и грустно ползет пробка, связанная с ремонтом дорожного полотна. Из-за дорожных работ машины по каждой полосе вынуждены двигаться в один ряд. Скорость движения машин в пробке в оба направления одинакова. Водитель пожарной машины, решил преодолеть пробку по полосе, разделяющей полосы встречного движения. Он заметил, что машины встречного направления он встречает в 1,5 раза чаще, чем обгоняет в попутном направлении. Скорость пожарной машины равна $U = 80$ км/ч.

- Чему равна скорость движения V машин в пробке? Считайте, что машины имеют одинаковые размеры и находятся друг от друга на одинаковых расстояниях.

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Обозначим расстояние между машинами L , длину одной машины S .

Скорость попутных машин относительно пожарной машины равна $U - V$, эти машины отстают от пожарной. За промежуток времени Δt водитель пожарной машины обгонит N_1 автомобилей, причём N_1 равно

$$N_1 = \frac{(U - V)\Delta t}{L + S}.$$

Скорость встречного потока машин относительно пожарной машины равна $V + U$. За промежуток времени Δt водитель пожарной машины встретит N_2 автомобилей, причём N_2 равно

$$N_2 = \frac{(V + U)\Delta t}{L + S}.$$

Из записанных соотношений определим отношение $\frac{N_2}{N_1}$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{U + V}{U - V}.$$

По условию задачи

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{3}{2}.$$

Таким образом получаем уравнение для определения скорости V

$$\frac{3}{2} = \frac{U + V}{U - V}.$$

Решив уравнение, получим

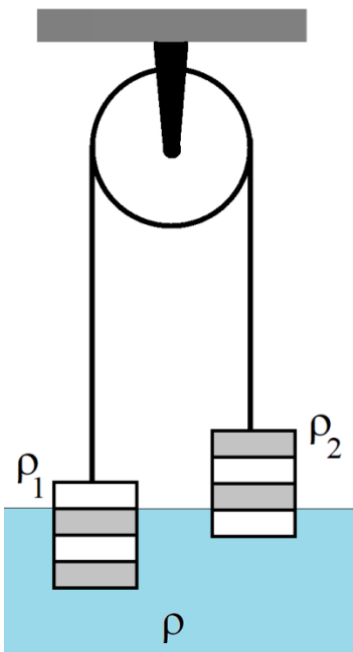
$$V = \frac{U}{5}; V = 16 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

Критерии проверки:

1	Определена скорость встречного потока и скорость попутного потока относительно пожарной машины	1 балл
2	Найдено N_1	2 балла
3	Найдено N_2	2 балла
4	Найдено отношение $\frac{N_2}{N_1}$ или обратное	2 балла
5	Правильно проделаны все математические операции, получен ответ для V	3 балла
!	ВАЖНО! Решение может реализовываться не «по действиям», как предложено. Но если решение является правильным, то надо ставить полный балл.	

Рекомендуемая таблица для проверки:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Критерий 5	ИТОГ



3. Грузы в воде (10 баллов)

На концах невесомой и нерастяжимой нити, перекинутой через блок пренебрежимо малой массы, находятся два груза одинаковых объемов. Система находится в равновесии, при этом оба груза частично погружены в воду. Первый груз имеет плотность $\rho_1 = 2000 \text{ кг/м}^3$ и погружен в воду на $\frac{3}{4}$ своего объёма, второй груз имеет плотность ρ_2 и погружен в воду на $\frac{1}{4}$ своего объёма. Плотность воды равна $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

- Найти плотность второго груза ρ_2 .

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Запишем условие покоя первого груза. На него действуют сила натяжения нити T_1 , сила тяжести m_1g и сила Архимеда, равная $\rho g \frac{3}{4}V$. Так как груз находится в покое, то

$$T_1 + \rho g \frac{3}{4}V = m_1g.$$

Запишем условие покоя второго груза. На него действуют сила натяжения нити T_2 , сила тяжести m_2g и сила Архимеда, равная $\rho g \frac{1}{4}V$. Так как груз находится в покое, то

$$T_2 + \rho g \frac{1}{4}V = m_2g.$$

Здесь ρ – плотность воды.

Так как нить и блок невесомы, и трения в блоке нет, то силы натяжения нити слева и справа от блока одинаковы

$$T_1 = T_2 = T.$$

Немного преобразовав записанные соотношения, получим уравнение

$$m_1 g - \rho g \frac{3}{4} V = m_2 g - \rho g \frac{1}{4} V.$$

Так как массы грузов связаны с их объёмами и плотностями соотношениями

$$m_1 = \rho_1 V; \quad m_2 = \rho_2 V.$$

Поставив выражения для масс грузов и сократив на объем V и ускорение свободного падения g , из предыдущего уравнения получим

$$\rho_1 - \frac{3}{4} \rho = \rho_2 - \frac{1}{4} \rho.$$

Из последнего уравнения находим плотность второго тела

$$\rho_2 = \rho_1 - \frac{1}{2} \rho;$$

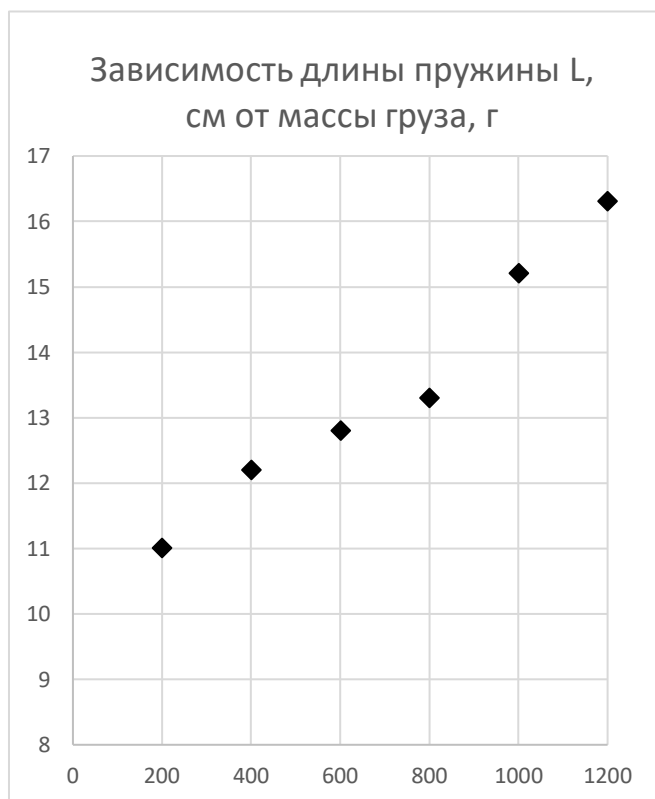
$$\rho_2 = 1500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Критерии проверки:

1	Записаны выражения для сил Архимеда, действующих на каждое тело	1 балл
2	Записано условие покоя каждого груза (по 2 балла за груз)	4 балла
3	Объяснено, почему натяжение нити одинаково по всей ее длине	1 балл
4	Сделаны математические преобразования, правильно получен ответ	4 балла

Рекомендуемая таблица для проверки:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	ИТОГ



4. Пружина (10 баллов)

Восьмиклассник делал лабораторную работу по определению коэффициента упругости пружины. На нижний конец пружины, верхний конец которой был закреплен в штативе, он подвешивал грузы (сначала один, затем два, затем три и т.д.) и линейкой измерял длину пружины. Результаты экспериментов восьмиклассника представлены на графике. Пользуясь графиком, определите:

- коэффициент упругости пружины;

- длину пружины в нерастянутом состоянии.

Подробно опишите все ваши действия, получите все расчетные формулы.

Ускорение свободного падения (ускорение силы тяжести) считать равным $g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Сначала решим теоретическую задачу. На пружине провешен груз массы m . Чему равна величина растяжения пружины Δx ?

Так как груз находится в покое, то действие силы тяжести уравновешено действием силы упругости

$$mg = k \cdot \Delta x.$$

Следовательно,

$$\Delta x = \frac{g}{k} m.$$

Если первоначальная длина пружины равна L_0 , то длина пружины равна

$$L = L_0 + \Delta x = L_0 + \frac{g}{k} m.$$

Поэтому график зависимости длины пружины от массы груза – это прямая линия, которая пересекает ось L в значении L_0 , а угловой коэффициент наклона равен $\frac{g}{k}$.

Восьмиклассники знают уравнение прямой

$$y(x) = Cx + b,$$

Знают, что C – коэффициент наклона, b – тока пересечения с осью y . Наша прямая имеет вид

$$L(x) = L_0 + \frac{g}{k} m.$$

Таким образом, для определения L_0 и $\frac{g}{k}$ надо по экспериментальным точкам провести прямую линию, определить коэффициент наклона, продлить ее до пересечения с осью L , определить L_0 .

Если делать все точно, то L_0 оказывается равным примерно 9,9 см. Приведенный на рисунке график строился в Excel, линию тренда проводил компьютер, он определил значение 9,87 см. Но, скорее всего у участников получатся значения, близкие к этому. Обычно это связано с тем, что плохо проводят прямую линию.

Коэффициент наклона прямой можно получить по двум крайним точкам, лежащим на прямой, которая была проведена по экспериментальным точкам.

Эти точки указаны стрелками.

Определяем координаты точек:

1 точка	$L_1 = L_0 = 9,9$ см	Масса груза $m_1 = 0$
2 точка	$L_2 = 16$ см	$m_2 = 1200$ г

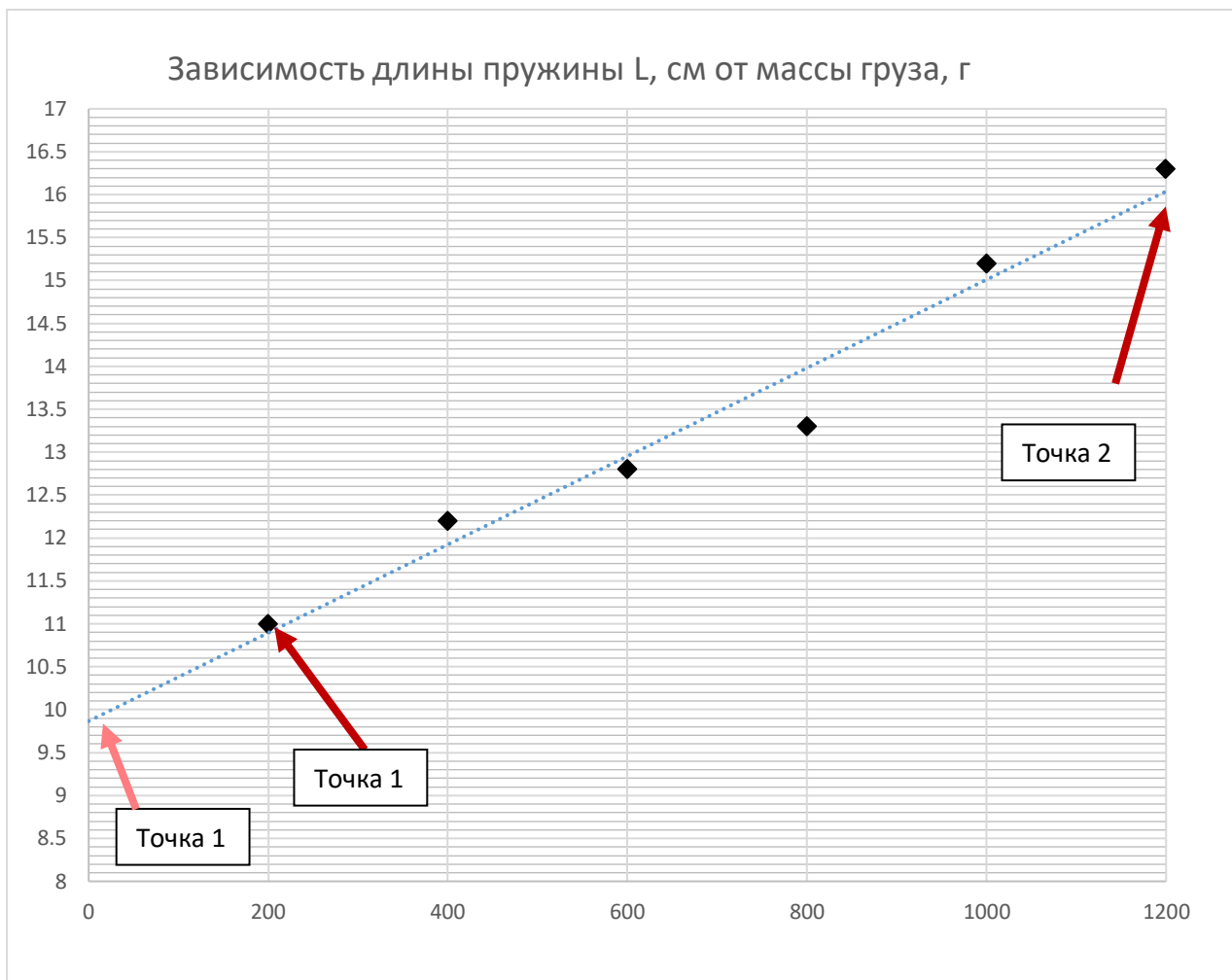
Либо возможен такой вариант:

1 точка	$L_1 = L_{200} = 11$ см	Масса груза $m_1 = 200$ г
2 точка	$L_2 = 16$ см	$m_2 = 1200$ г

По найденным координатам находим коэффициент наклона прямой:

- Для первой пары выбранных точек:

$$C = \frac{g}{k} = \frac{L_2 - L_1}{m_2 - m_1};$$



$$C = \frac{g}{k} = \frac{(16,0 - 9,9) \cdot 10^{-2} \text{ м}}{1,2 \text{ кг}} = 5,1 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м}}{\text{кг}}$$

зная C, найдем k

$$k = \frac{g}{C};$$

$$k = \frac{9,8}{5,1 \cdot 10^{-2}} = 192,2 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

- для второй пары точек:

$$C = \frac{g}{k} = \frac{L_2 - L_1}{m_2 - m_1};$$

$$C = \frac{g}{k} = \frac{(16,0 - 11,0) \cdot 10^{-2} \text{ м}}{1,0 \text{ кг}} = 5,0 \cdot 10^{-2} \frac{\text{м}}{\text{кг}}$$

зная C, найдем k

$$k = \frac{g}{C};$$

