

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
Свердловская область
2017-2018 учебный год
8 класс

Решения задач, рекомендации по проверке

Задача 1. Точная копия

Шестиклассники построили снежный городок, а восьмиклассники соорудили точную его копию, но все размеры увеличили в 2 раза. Городок состоит из кубических блоков, масса оригинала составила 15 кг, а копии – аж 150 кг, поэтому снег уплотнился сильнее. Во сколько раз объем копии больше объема оригинала? Во сколько раз увеличилась плотность снега, из которого построена копия городка, по сравнению с оригиналом? Под объемом городка подразумевается суммарный объем всех составляющих его блоков, пространство между стенами не учитывается.

Решение

Городок состоит из кубических блоков, а значит, объем городка будет являться суммой объемов этих кубиков, следовательно, $V \sim x^3$, где x – длина ребра куба. Вне зависимости от того, были все кубики одинаковы или они имели разные рёбра, при построении копии с увеличением каждого размера в 2 раза, суммарный объем увеличится в 8 раз, поскольку объем каждого кубика крепости также будет увеличен в 8 раз.

Плотность снежного городка шестиклассников: $\rho_1 = m_1/V$, у восьмиклассников $\rho_2 = m_2/(8V)$. Следовательно, $\rho_2/\rho_1 = m_2/(8m_1) = 150/120 = 1,25$.

Критерий оценивания	Значение	Балл
Объем копии городка будет в 8 раз больше объема оригинала	8	4
Формула отношения плотностей в общем виде		4
Увеличение плотности снега	1,25	2

Задача 2. Снег

Туристы набили котелок до краёв чистым сухим снегом и вытопили из него 0.75 л воды. Найдите объём котелка, если известно, что вода в четыре раза плотнее снега, собранного в котелок туристами. Сколько килограммов дров нужно было им сжечь для этого, если день выдался тёплым, и температура воздуха была 0 °С? Считайте, что лишь десятая часть тепла от костра пошла на нагрев воды в котелке. Удельная теплота сгорания дров 15 МДж/кг, плавления снега – 330 кДж/кг.

Решение

Если весь снег превратился в воду, то $m_c = m_v$. Зная, что $\rho_v = 4\rho_c$, вычислим первоначальный объём котелка, набитого снегом:

$$V_k = \frac{m_c}{\rho_c} = \frac{4m_v}{\rho_v} = 4V_v = 4 \cdot 0.75 = 3 \text{ л.}$$

Для того, чтобы рассчитать количество теплоты для плавления снега, нам нужно знать его массу. Раз снег был чистый, то плотность воды была 1 кг/л, следовательно масса 0.75 кг. Отсюда количество теплоты:

$$Q = m_c \cdot q_{\text{снега}} = 0.75 \cdot 330 = 247.5 \text{ кДж.}$$

Отсюда, зная, что только 10% тепла от сгорания дров идет на плавление снега, мы находим массу дров:

$$m_{\text{дров}} = 10 \cdot Q / q_{\text{дров}} = 2475 / 15000 = 0.165 \text{ кг.}$$

Критерий оценивания	Значение	Балл
Масса полученной в результате таяния снега воды, равна массе снега: $m_c = m_e$		2
Найден объем котелка	3 л	3
Подсчитано количество теплоты для плавления снега	247.5 кДж	2
Найдено количество дров	165 г	3

Задача 3. Две пружины

На лабораторном столе имеется подвес, к которому прикреплены последовательно две пружины. Жесткость первой пружины известна и равна 100 Н/м. К установке прилагается линейка, чтобы измерять растяжение, а также набор грузиков. Восьмиклассница Лиза, последовательно увеличивая массу грузов, измеряла общее растяжение пружин, которое заносила в таблицу. Построить график зависимости веса грузов от удлинения пружины. Определите жесткость второй пружины, пользуясь данными Лизы.

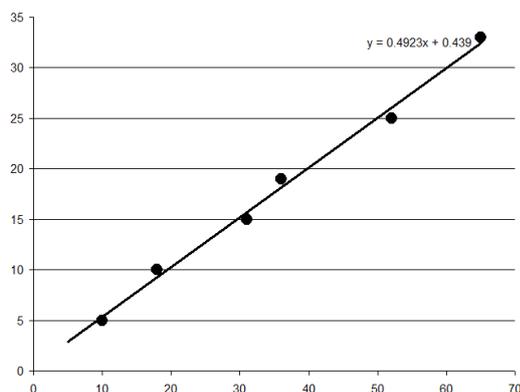
Масса грузов, г	10	18	31	36	52	65
Отн. удлинение, мм	5	10	14	19	24	33

Решение

Со стороны силы тяжести на пружины действует сила: $F = mg$. Ей противостоит сила упругости: $F = -kx$. Поскольку пружин две и они закреплены последовательно, для каждой точки из таблицы можно записать следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned}
 mg &= k_1 x_1 = k_2 x_2 \\
 x_1 &= \frac{mg}{k_1} \\
 x_2 &= x - x_1 = x - \frac{mg}{k_1} \\
 k_2 &= \frac{mg}{x_2} = \frac{mg}{x - \frac{mg}{k_1}} = \frac{1}{\frac{x}{mg} - \frac{1}{k_1}}
 \end{aligned}$$

Построим график зависимости $x(m)$:



Усредним экспериментальные точки прямой линией согласно закону Гука, тогда по соотношению катетов в треугольнике можно определить среднее отношение:

$$\alpha = \frac{x}{m} \approx 0.5 \frac{\text{м}}{\text{кг}},$$

отсюда находим:

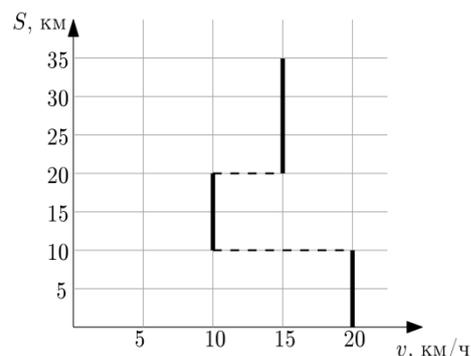
$$k_2 = \frac{1}{\frac{\alpha - 1}{g} - \frac{1}{k_1}} = \frac{1}{0.05 - 0.01} \approx 25 \text{ Н/м}.$$

Усреднить можно и значения k_2 , полученные для каждой экспериментальной пары точек, однако такой метод обладает меньшей точностью, чем построение графика, хотя дает близкое значение.

Критерий оценивания		Балл
Запись закона Гука для двух пружин		1
Связь k_2 x, m, k_1 , например: $k_2 = \frac{1}{\frac{x-1}{mg} - \frac{1}{k_1}}$		3
Обработаны экспериментальные точки	построен график	3
	посчитано k_2 для каждой пары значений x и m, либо среднее арифметическое для $\alpha = \frac{x}{m}$	2
Посчитано среднее k_2	по средней прямой из графика	3
	по нескольким значениям k_2 , или среднему арифметическому для $\alpha = \frac{x}{m}$	2

Задача 4. Средняя скорость

Велосипедист совершал путешествие из Елецка в деревню Грузди, между которыми расположена Югань. Выехав из Елецка, велосипедист сначала ехал по трассе, потом заехал в Югань и пересёк её, а затем доехал по проселочной дороге до Груздей. График пройденного велосипедистом пути S в зависимости от его скорости и приведён на рисунке. Определите среднюю скорость велосипедиста в этом путешествии, а также сколько времени он



потратил на каждом участке пути.

Решение

Как видно из графика, длина первого участка пути (трасса) составляет 10 км, второго (Югань) – 10 км, третьего (просёлочная дорога) – 15 км. Разделив эти величины на соответствующие скорости, найдём, сколько времени провёл велосипедист на каждом участке:

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{10\text{км}}{20\text{км/ч}} = 0.5\text{ч}, t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{10\text{км}}{10\text{км/ч}} = 1\text{ч}, t_3 = \frac{s_3}{v_3} = \frac{15\text{км}}{15\text{км/ч}} = 1\text{ч}.$$

Общее время в пути составляет 2.5 ч, а общий пройденный путь – 35 км, следовательно, средняя скорость равна $35\text{ км}/2.5\text{ ч} = 14\text{ км/ч}$.

Критерий оценивания	Значение	Балл
Найдено значение t_1	0.5ч	2
Найдено значение t_2	1ч	2
Найдено значение t_3	1ч	2
Найдена средняя скорость	14 км/ч	4