

## Задания 2013/2014 года олимпиады «ПВГ!» по ФИЗИКЕ:

### ЗАДАНИЕ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА.

Примечание: участники выполняли задание в дистанционном режиме, и данные задачи варьировались в некоторых пределах, то есть каждый участник получал задание со своим набором данных. Соответственно ответы даны в той форме, в которой они проверялись при предварительной (автоматической) проверке. Окончательная проверка производилась по решениям в работах для лучших работ.. После названия задачи указан класс, программе которого она соответствует.

7-9 классы:

«Стартовое» задание: Гном Гимли, подкрavшись со спины к эльфу Леголасу, хлопнул его по плечу и бросился бежать со скоростью  $V_1$  м/с. Леголас выждал 4 секунды и побежал за ним со скоростью  $V_2$  м/с. Сколько секунд продлится погоня?

ЗНАЧЕНИЯ:

V1	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
V2	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9

ОТВЕТ:  $\frac{V_1}{V_2 - V_1} \cdot 4$ . Максимальный балл: **5 баллов**.

Основное задание:

1. («Железнодорожные измерения»: 7) Школьник 7 класса Василий Петров купил новую рулетку и поехал на дачу. За окном электрички мелькали столбы телеграфной линии. Вася решил измерить расстояние между столбами. Для этого он измерил длину вагона, оказавшуюся равной  $L$  м. Затем, выбрав длинный перегон, на котором, по его расчетам, поезд должен был идти с постоянной скоростью, Вася зашагал из одного конца вагона в другой, считая столбы, пронесившиеся мимо него. Он насчитал  $N_1$  столбов. Развернувшись, Вася зашагал обратно с той же скоростью относительно вагона, и в этот раз насчитал  $N_2$  столбов. Чему же равно искомое расстояние? Ответ запишите в метрах.

ЗНАЧЕНИЯ:

$L = 18, 21, 24$  м.  $N_1 = 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18$ .  $N_2 = N_1 - 4, N_1 - 3, N_1 - 2, N_1 + 2, N_1 + 3, N_1 + 4$ .

ОТВЕТ:  $\frac{2L}{|N_2 - N_1|}$ . Максимальный балл: **10 баллов**.

2. («школьная плотность»: 7). Американский школьник взял стеклянную банку объемом  $V = 0,5$  кварты и массой  $m_0 = 0,6$  фунта, наполнил ее до краев водой, а затем опустил туда камень массой  $m_K$  фунта, выковырянный из стены школы. Масса банки с водой и камнем оказалась равной  $m_1$  фунта. Определить плотность материала из которого была сделана школа. Ответ дать в Международной системе единиц, округлив до целого значения. (1 кварта = 0,946 л, 1 фунт = 453,6 г, плотность воды  $\rho_B = 1000$  кг/м<sup>3</sup>).

ЗНАЧЕНИЯ:

$m_K$	$m_1$
0,25	от 1,76 до 1,80 (шаг 0,01)
0,24	от 1,75 до 1,79 (шаг 0,01)
0,23	от 1,75 до 1,78 (шаг 0,01)
0,22	от 1,74 до 1,78 (шаг 0,01)
0,21	от 1,75 до 1,77 (шаг 0,01)
0,20	от 1,73 до 1,76 (шаг 0,01)
0,19	от 1,73 до 1,75 (шаг 0,01)
0,18	от 1,72 до 1,75 (шаг 0,01)

0,17	от 1,72 до 1,74 (шаг 0,01)
0,16	от 1,71 до 1,74 (шаг 0,01)
0,15	от 1,71 до 1,73 (шаг 0,01)
0,14	от 1,71 до 1,73 (шаг 0,01)
0,13	от 1,70 до 1,72 (шаг 0,01)

ОТВЕТ:  $\frac{\rho_B m_K}{\rho_B V - m_1 + m_K + m_0} \approx \frac{453,6 \cdot m_K}{0,74516 - 0,4536 \cdot (m_1 - m_K)}$ . Максимальный балл: **10 баллов**.

3. («на вкус и цвет...»: **8**). Красная планета Плюм заселена разноцветными бракадашками. Что бы получить очередного бракадашку яйцо опускают в глубокий колодец, на дне которого находится неизвестная жидкость, называемая «живая вода». Цвет бракадашки зависит от температуры живой воды (см. таблицу). Колодец с живой водой священен, из него нельзя зачерпывать воду и в него нельзя опускать ничего кроме яиц бракадашек и специального груза из неизвестного на Земле сплава.

$t, ^\circ\text{C}$	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80	80 - 90	90-100
цвет	черный	фиолетовый	синий	голубой	зеленый	желтый	оранжевый	красный	коричневый	белый

Алисе надо обязательно узнать какого цвета бракадашки будут вылупляться сегодня. У нее есть калориметр, который очень хорошо сохраняет температуру, и градусник. Наполнив калориметр водой с температурой, равной  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , она опустила туда груз, который до этого находился в колодце с живой водой. Через некоторое время в калориметре устанавливается температура, равная  $t_2 = ^\circ\text{C}$ . Измерив  $t_2$ , Алиса снова поместила груз в колодец, а потом опять поместила его в калориметр. Тогда температура воды в калориметре оказалась равной  $t_3 = ^\circ\text{C}$ . После этого в колодец отправилось яйцо бракадашки. Какого цвета вылупится бракадашка?

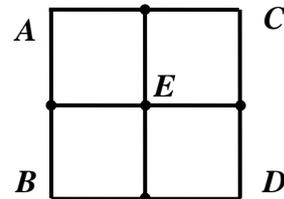
ЗНАЧЕНИЯ:

$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$
22,5	24,7
	24,8
	24,9
22,6	25,0
	25,1
22,7	25,2
	25,3
22,8	25,4
	25,5
22,9	25,6
	25,7
23,0	25,8
23,1	25,9
	26,0
23,2	26,1
	26,2
23,3	26,3
	26,4
23,4	26,5
	26,6
23,5	26,7
	26,8

23,6	26,9
	27,0
23,7	27,1
	27,2
23,8	27,3
	27,4
23,9	27,5
	27,6
24,0	27,7
24,1	27,8
	27,9
24,2	28,0
	28,1
24,3	28,2
	28,3
24,4	28,4
	28,5
24,5	28,6
	28,7
24,6	28,8
	28,9
24,7	29,0
	29,1

ОТВЕТ (для температуры):  $t = \frac{t_2^2 - t_1 t_3}{2t_2 - t_1 - t_3}$ . Максимальный балл: **10 баллов**.

4. («сопротивляющиеся квадраты»: **8,9**) Из кусков однородной металлической проволоки изготовили рамку в форме квадрата, «рассеченного» на четыре одинаковых меньших квадрата (см. рисунок). Сопротивление рамки, измеренное между точками 1 и 2, оказалось равно  $R = \text{Ом}$ . Найти сопротивление рамки между точками 3 и E. Ответ дать в Омах.



ЗНАЧЕНИЯ:

1	2	3	R, Ом
A	D	A,B,C,D	3, 6, 9, 12,15,18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48
B	C		

ОТВЕТ:  $\frac{7 \cdot R}{3}$ . Максимальный балл: **20 баллов**.

5. («эксперимент по переписке»: **9**) Однажды Петр Васечкин получил письмо от своего знакомого (Василия Петрова), который описывал поставленный им эксперимент. Василий сконструировал «пушку», которая выстреливала небольшие колечки таким образом, что они начинали скользить по горизонтальной ровной поверхности. Василий выстреливал из пушки небольшое кольцо 1 так, что оно испытывало лобовое соударение с другим кольцом 2, которое покоилось на этой поверхности. После удара кольца разлетались, и Василий измерял путь, пройденный кольцами по поверхности до полной остановки. Оказалось, что  $s_1 = (S1 \pm 0,5)\text{мм}$ , а  $s_2 = (S2 \pm 0,5)\text{ мм}$ . Петров утверждал, сто он с очень высокой точностью измерил коэффициенты трения колец о поверхность, которые равны  $\mu_1 =$  и

$\mu_2 =$  соответственно. Чему равно отношение масс колец  $\frac{m_2}{m_1}$ , использованных в опыте?

Какова возможная ошибка определения этой величины (это второй вопрос!). Ответ на первый вопрос округлите до разряда, соответствующего точности измерения, а ответ на второй – до первой значащей цифры.

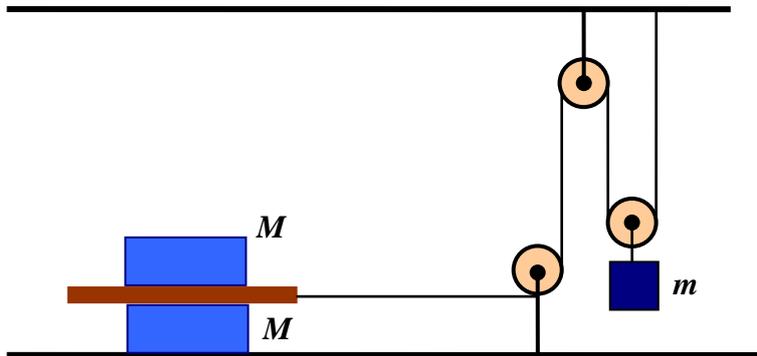
ЗНАЧЕНИЯ:  $\mu_1$  - от 0,1 до 0,3 с шагом 0,05,  $\mu_2$  - от 0,6 до 0,8 с шагом 0,05,  $S_1$  - от 14,5 до 19,5 с шагом 0,5,  $S_2$  - от 43,0 до 48,0 с шагом 0,5.

ОТВЕТ:

Существует два варианта ответа: на первый вопрос:  $1 - 2x$  и  $1 + 2x$ , где  $x = \sqrt{\frac{\mu_1 s_1}{\mu_2 s_2}}$ , и один

ответ на второй вопрос  $x \left( \frac{0,5}{s_1} + \frac{0,5}{s_2} \right)$ . Максимальный балл: **20 баллов**.

6. («тянем-потянем»): **9)** Система тел, изображенная на рисунке, удерживается неподвижной. Найти ускорение, с которым начнет опускаться груз массы  $m = \text{кг}$  после отпущания. Доска, зажата между двумя одинаковыми брусками с массами  $M = \text{кг}$ , очень легкая. Поверхность, на которой находятся бруски с доской, горизонтально и коэффициент трения нижнего бруска о поверхность равен  $\mu_1 =$ . Коэффициент трения между доской и каждым из брусков  $\mu_2 =$ , нить практически невесомая и нерастяжимая. Все блоки невесомы и вращаются без трения. Второй вопрос: каким станет это ускорение, если массу груза увеличить вдвое? Ответы записать в  $\text{м/с}^2$ , округляя до десятых. Считать ускорение свободного падения  $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ .



ЗНАЧЕНИЯ:

$\mu_1$	$\mu_2$	$M$ , кг	$m$ , кг					
$\frac{1}{6}$	0,5	1	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
		1,5	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
		2	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8
0,25	0,75	1	1	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2
		1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8
		2	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4

ОТВЕТ: первый ответ

$$\text{при } \mu_1 = \frac{1}{6} \text{ и } \mu_2 = 0,5 \text{ ускорение } a = \begin{cases} \frac{3m - 2M}{3(m + 8M)} g, & m \leq \frac{16}{11} M \\ \frac{m - M}{m + 4M} g, & \frac{16}{11} M < m \leq \frac{8}{3} M, \\ \frac{m - 2M}{m}, & m > \frac{8}{3} M \end{cases}$$

$$\text{при } \mu_1 = 0,25 \text{ и } \mu_2 = 0,75 \text{ ускорение } a = \begin{cases} \frac{m-M}{m+8M} g, & m \leq \frac{16}{7} M \\ \frac{2m-3M}{2(m+4M)} g, & \frac{16}{7} M < m \leq \frac{24}{5} M \\ \frac{m-3M}{m}, & m > \frac{24}{5} M \end{cases}.$$

Соответственно второй ответ:

$$\text{при } \mu_1 = \frac{1}{6} \text{ и } \mu_2 = 0,5 \text{ ускорение } a = \begin{cases} \frac{2(3m-M)}{3(m+8M)} g, & m \leq \frac{8}{11} M \\ \frac{2m-M}{2m+4M} g, & \frac{8}{11} M < m \leq \frac{4}{3} M \\ \frac{m-M}{m}, & m > \frac{4}{3} M \end{cases},$$

$$\text{при } \mu_1 = 0,25 \text{ и } \mu_2 = 0,75 \text{ ускорение } a = \begin{cases} \frac{2m-M}{2m+8M} g, & m \leq \frac{8}{7} M \\ \frac{2m-3M}{2(m+4M)} g, & \frac{8}{7} M < m \leq \frac{12}{5} M \\ \frac{2m-3M}{2m}, & m > \frac{12}{5} M \end{cases}.$$

Максимальный балл: **25 баллов.**

Максимальная оценка за работу: **100 баллов.**