

+1 лист 

117023

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Казаков Николай Михайлович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Бийск, школа №3

Регистрационный номер ШМ6591

Вариант задания №16

Дата проведения « 17 » февраля 2018 г.

Подпись участника Казаков

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
12	12	16	5	20	10					75

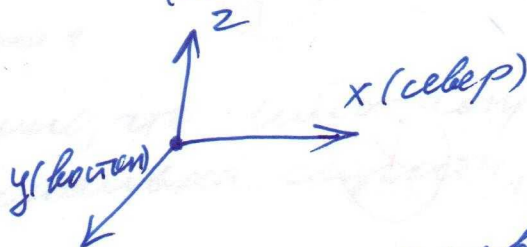
117023

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 16

Задание № 1
Решение



Т.к. снаряд разорвался в верхней точке, то его импульс перед взрывом был равен 0.

$$0 = m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 + m_3 \vec{V}_3 + m_4 \vec{V}_4$$

Распишем проекции на оси координат:

на x: $m_2 V_2 + m_4 V_{4x} = 0$

на y: $m_3 V_3 + m_4 V_{4y} = 0$

на z: $m_1 V_1 + m_4 V_{4z} = 0$

Видно, что 4-й осколок компенсирует импульсы первых трёх, чтобы сохранилась сумма импульсов, которая равна 0.

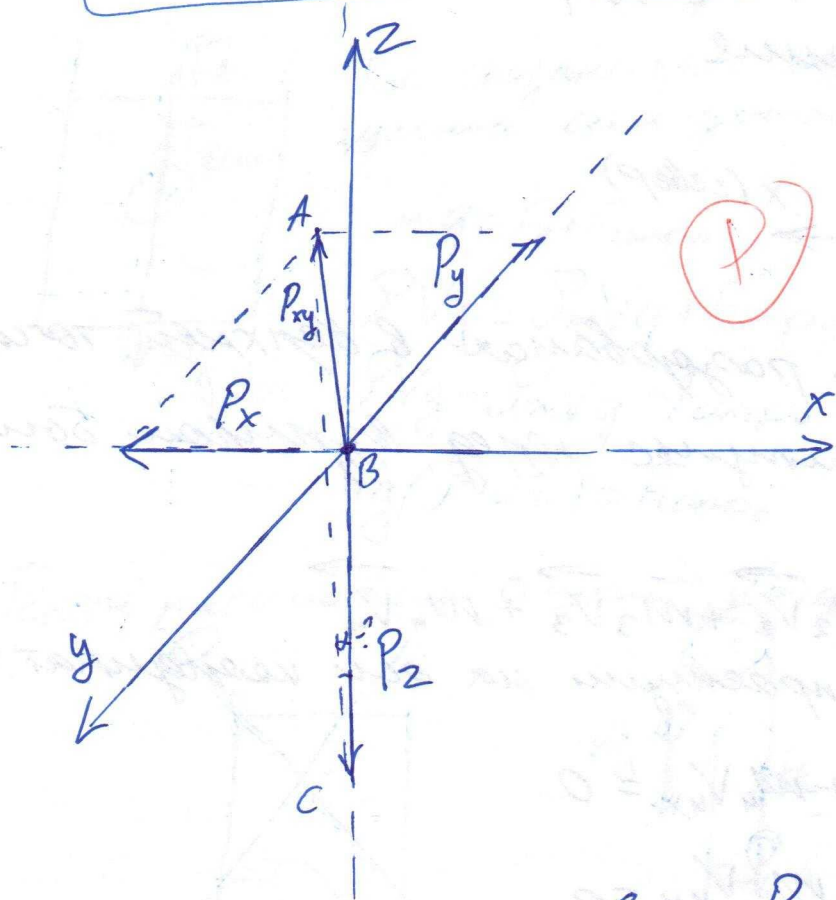
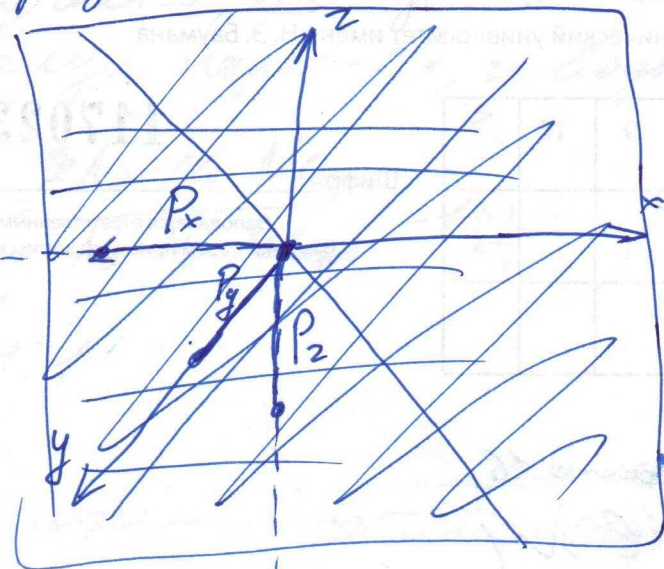
Пусть $P_x = m_4 V_{4x}$, $P_y = m_4 V_{4y}$, $P_z = m_4 V_{4z}$, тогда

$$P_x = -m_2 V_2 = -2 \text{ кг} \cdot 150 \frac{\text{м}}{\text{с}} = -300 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

$$P_y = -m_3 V_3 = -4 \text{ кг} \cdot 100 \frac{\text{м}}{\text{с}} = -400 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

$$P_z = -m_1 V_1 = -3 \text{ кг} \cdot 200 \frac{\text{м}}{\text{с}} = -600 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Изобразим эти проекции на координатной прямой.



Найдем суммарный вектор P_{xy} :

$$P_{xy} = -\sqrt{(-300)^2 + (-400)^2} = -\sqrt{90000 + 160000} = -\sqrt{250000} = -500$$

Теперь, чтобы найти $\angle \alpha = \angle BCA$, нужно рассмотреть

$\triangle ABC$:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{BC} = \frac{P_{xy}}{P_z} = \frac{-500}{-600} \approx 0,833$$

$$\alpha = \arctg(0,833) \approx 40^\circ$$

Ответ: 40°

Задание №2

Решение

Дано:

$$V = 5V_0$$

$$P = \frac{P_0}{3}$$

$$\frac{m_2}{m_1} - ?$$

Так как процесс изотермический, то

$$PV = \text{const.}$$

Т.е. если объем должен увеличиться в 5 раз, то давление должно уменьшиться в 5 раз. Но в данном случае происходит по другому. Объем увеличился в 5 раз, тогда как давление

уменьшено только в 3 раза. Это связано с тем, что давление насыщенного пара зависит только от температуры, а т.к. условие $PV = \text{const}$ не соблюдается, и давление всё равно уменьшено, несмотря на факт насыщения пара, то можно сделать вывод, что на середине процесса вода полностью испарилась, и газ стал дальше себя вести как ненасыщенный, т.е. ему негде взять дополнительных молекул. Из приведённых выше соотношений можно сделать вывод, что когда объем ~~не~~ стал равен $2V_0$, вся вода выпарена. Значит:

$$P_0 = \frac{N_0}{V_0} kT$$

($P_0 = \text{const}$, т.к. пар насыщенный)

$$\frac{2}{3}P_0 = \frac{N}{2V_0} kT$$

$$\frac{N_0 kT}{2} = \frac{N}{2V_0} kT$$

$$N_0 = \frac{N}{2}$$

$N = 2N_0$, где N_0 - начальное количество молекул пара.

Значит: Значит и пару добавилось ещё!

$2N_0 - N_0 = N_0$ количество молекул

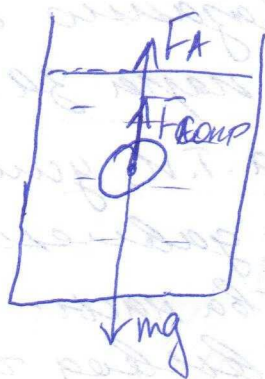
Получается, что изначальное количество
материала пара - N_0 , и воды тоже N_0

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{2N_0 \cdot N_A \cdot M_{\text{воды}}}{N_0 \cdot N_A \cdot M_{\text{воды}}} = 1 \cdot \frac{2}{3}$$

Ответ: 1

Задание 13

Рассмотрим случай, когда шарик один:



Т.к. сказано, что скорость установившаяся, то
сумма сил должна быть равна 0:

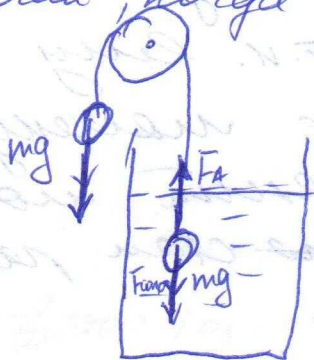
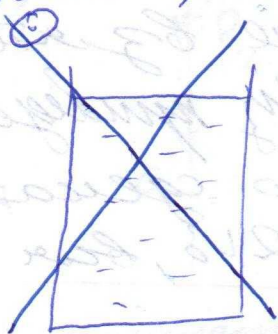
$$mg = F_A + F_{\text{соепр}}$$

$$\rho V g = \rho_m V g + F_{\text{соепр}}$$

$$\rho V g - \rho_m V g = F_{\text{соепр}}$$

$$Vg(\rho - \rho_m) = F_{\text{соепр}}$$

Теперь рассмотрим случай, когда шариков 2:



Т.к. шарик одинаковые, то их силы тяжести
компенсируют друг друга. Остаются только
2 силы: сила Архимеда и сила сопротивления воды.
Сила Архимеда толкает шарик вверх,
тогда как сила сопротивления оказывает сопротив-
ление. Т.к. сказано, что ~~эта~~ скорость установив-
установившаяся, то сумма сил должна быть
равна 0:

$$F_A - F_{\text{соепр}} = 0$$

$$F_A = F_{\text{соепр}}$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр 117023

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 16

$$F_A = F_{\text{сопр}1}$$

$$\rho_m V g = F_{\text{сопр}1}$$

Т.к. сказано, что сила сопротивления тидности пропорциональна скорости, то

$$\frac{F_{\text{сопр}0}}{F_{\text{сопр}1}} = \frac{u_0 \cdot k}{u_1 \cdot k}, \text{ где } k - \text{коэффициент пропорциональности}$$

$$\frac{F_{\text{сопр}0}}{F_{\text{сопр}1}} = \frac{u_0}{u_1}$$

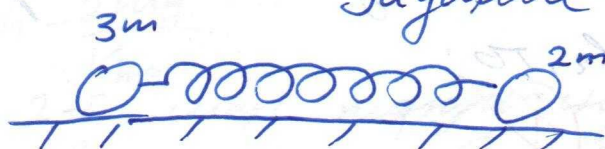
$$\frac{u_0}{u_1} = \frac{\rho g (\rho - \rho_m)}{\rho_m \rho g} = \frac{\rho - \rho_m}{\rho_m} = \frac{\rho}{\rho_m} - 1$$

$$u_0 = u_1 \left(\frac{\rho}{\rho_m} - 1 \right)$$

$$u_1 = \frac{u_0}{\left(\frac{\rho}{\rho_m} - 1 \right)} = \frac{u_0}{\left(\frac{\rho - \rho_m}{\rho_m} \right)} = \frac{u_0 \cdot \rho_m}{\rho - \rho_m}$$

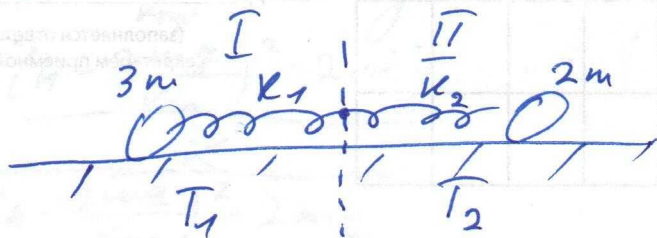
Ответ: $u = \frac{u_0 \cdot \rho_m}{\rho - \rho_m}$

Задание №5



Данную колебательную систему можно разделить на 2:

Первая система:



Период колебания I маятника T_1

Жёсткость пружины k_1

Период колебания II маятника T_2

Жёсткость пружины k_2

Т.к. данная система совершает колебательное движение, то $T_1 = T_2$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{3m}{k_1}}$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{k_2}}$$

$$2\pi \sqrt{\frac{3m}{k_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{k_2}}$$

$$\left(\sqrt{\frac{3m}{k_1}}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{2m}{k_2}}\right)^2$$

$$\frac{3m}{k_1} = \frac{2m}{k_2}$$

$$\frac{3}{k_1} = \frac{2}{k_2}$$

$$3k_2 = 2k_1 \Rightarrow k_2 = \frac{2}{3}k_1$$

Т.к. пружина с жёсткостью k представляется из себя 2 последовательно соединённые пружины с жёсткостями k_1 и k_2 , то:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{K_1 + K_2}{K_1 \cdot K_2}$$

$$K = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 + K_2}$$

$$K = \frac{K_1 \cdot \frac{2}{3} K_1}{K_1 + \frac{2}{3} K_1} = \frac{\frac{2}{3} K_1^2}{\frac{5}{3} K_1} = \frac{2}{5} K_1 = \frac{K_1}{2,5}$$

$$K_1 = \frac{K}{0,4} = 2,5 K$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{3m}{K_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{3m}{2,5K}} = 2\pi \sqrt{1,2 \frac{m}{K}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{3m}{2,5K}} = 2\pi \sqrt{1,2 \frac{m}{K}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{2\pi \sqrt{1,2 \frac{m}{K}}} = \frac{1}{\sqrt{1,2 \frac{m}{K}}} = \sqrt{\frac{K}{1,2m}}$$

$$\text{Ответ: } \sqrt{\frac{K}{1,2m}}$$

Задача №6

Пусть жесткость обозначается $K_{\text{пр}}$.

Найдем, насколько удлинится пружина, если отпустить шар:

$$2mg = K_{\text{пр}} \cdot x$$

$$x = \frac{2mg}{K_{\text{пр}}}$$

Чтобы найти φ_{min} , нужно рассматривать тот момент, когда шар на пружине достигнет той точки, где расстояние между 2 этими шарами будет равно $h - \frac{2mg}{K_{\text{пр}}}$.

Чтобы 2-й шар подпрыгнул, необходимо, чтобы суммарная сила была \geq силе тяжести 2-го шара:

$$k \frac{q^2}{(h - \frac{2mg}{k_{\text{пр}}})^2} = 2mg$$

0,5

$$kq^2 = (h - \frac{2mg}{k_{\text{пр}}})^2 \cdot 2mg$$

$$q^2 = \frac{(h - \frac{2mg}{k_{\text{пр}}})^2 \cdot 2mg}{k}$$

необходимо ЗС. не р/с

$$q = \sqrt{\frac{(h - \frac{2mg}{k_{\text{пр}}})^2 \cdot 2mg}{k}}$$

Ответ: $q = \sqrt{\frac{(h - \frac{2mg}{k_{\text{пр}}})^2 \cdot 2mg}{k}}$



Задача 4

Если на конденсатор подать заряд, то между обкладками возникнет сила Кулона, ~~наведен~~

~~к~~ $k \Delta \varphi = F_{\text{Кулона}}$

0,25

$$x = \frac{mg}{k_{\text{пр}}}$$

