

Шифр 020001  
(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**  
**на олимпиаде «Шаг в будущее»**

соревнования по образовательному предмету физика  
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Кашаников Александр  
Викторович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Шахматов,  
МБОУ лицей №29, 10 класс

Регистрационный номер ШМ 3293

Вариант задания №9

Дата проведения « 10 » марта 2018 г.

Подпись участника 

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
20	5	20	20	15						80

020001

Шифр

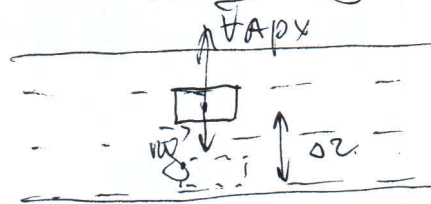
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

80

Вариант № 9

Задача №1

Решение:



ось отсчета потенци. энергии

Брусек всплывает

$$F_{Арх} > mg$$

$$E_{п2} - E_{п1} = A_{сomp} = Q$$

$$\frac{mV^2}{2} + mg\Delta z - \frac{mV^2}{2} = Q$$

(+)

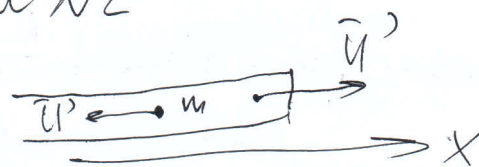
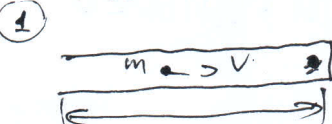
$$Q = mg\Delta z = \rho \omega V g \Delta z =$$

$$= 500 \cdot 0,001 \cdot 10 \cdot 10 = 50 \text{ Дж}$$

Ответ: 50 Дж

Задача №2

Решение:



(+)

Закон сохранения импульса (для упругого удара)

$$mV = M\bar{u} - m\bar{u}$$

$$\bar{u} = \frac{mV}{M - m}$$

П.к сам снаряд движется со скоростью  $\bar{u}$  и дробинка с  $\bar{u}$ , то отн-но снаряда движется со скоростью  $\bar{u}'$

$$t = \frac{L}{2U} = \frac{L}{2 \frac{mV}{M-m}} = \frac{1}{2} \frac{L(M-m)}{mV}$$

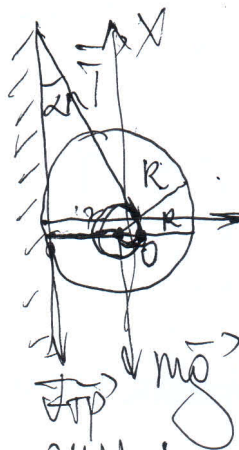
Ответ:  $\frac{1}{2} \frac{L(M-m)}{mV}$

$\alpha = 30^\circ$   
 $R = 6 \text{ см}$   
 $z = 1 \text{ см}$   


---

 $M = ?$   
 (катюшка в покое)

Решение:



Задача 1/3

Условия равновесия:

$$\vec{T} + \vec{F}_T + \vec{F}_{Tr} + \vec{N} = 0$$

$$\vec{M}_T + \vec{M}_{F_T} + \vec{M}_{F_{Tr}} + \vec{M}_N = 0$$

Дие. см:

$$x: T \cos \alpha - mg - F_{Tr} = 0$$

$$y: N - T \sin \alpha = 0$$

Дие моменты (отн-но оси O, отсчитаны по рисунку):

$$x: M mg + M F_{Tr} = 0 \quad (M_T = 0 \text{ т.к. } \text{мг} \text{ и } F_{Tr} \text{ равно нулю отн-но точке O.})$$

$$mgz = M N (R+z)$$

$$mg = M N \left( \frac{R+z}{z} \right)$$

Потому:

$$T \cos \alpha - M T \sin \alpha \left( \frac{R+z}{z} \right) - M T \sin \alpha = 0$$

$$M \left( \sin \alpha \frac{R+z}{z} + \sin \alpha \right) = \cos \alpha$$

$$M = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha \left( \frac{R+z}{z} + 1 \right)} = \frac{\cot \alpha}{\frac{R+z}{z} + 1} =$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{8} \approx 0,216$$



Омлет: 0,216

Задача №4

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$pV^{\gamma} = \text{const}$$

$$p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_1 = 6 \text{ л}$$

$$V_2 = 9 \text{ л}$$

$$\Delta U = ?$$

Решение:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$\text{т.к. } pV^{\gamma} = \text{const}$$

$$p_1 V_1^{\gamma} = p_2 V_2^{\gamma}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1^{\gamma}}{V_2^{\gamma}}$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$V_1 = \frac{\nu R T_1}{p_1} \Rightarrow V_1^2 = \frac{\nu^2 R^2 T_1^2}{p_1^2}$$

$$V_2 = \frac{\nu R T_2}{p_2} \Rightarrow V_2^2 = \frac{\nu^2 R^2 T_2^2}{p_2^2}$$

$$\frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{T_1^2 p_2^2}{p_1^2 T_2^2}$$

$$\frac{V_1^2 \cdot p_1^2}{V_2^2 \cdot p_2^2} = \frac{T_1^2}{T_2^2}$$

$$\frac{V_1^2 \cdot V_2^{\gamma}}{V_2^2 \cdot V_1^{\gamma}} = \frac{T_1^2}{T_2^2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{2}$$

$$T_1 = \frac{3}{2} T_2$$



$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \frac{1}{3} T_1 = \frac{1}{2} \nu R T_1 = \frac{1}{2} p_1 V_1 =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 0,006 \text{ м}^3 = 600 \text{ Дж}$$



Ответ: - 0,002 м

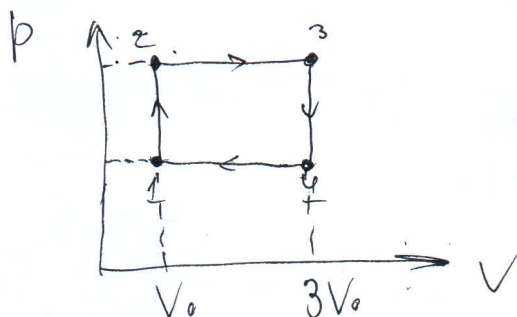
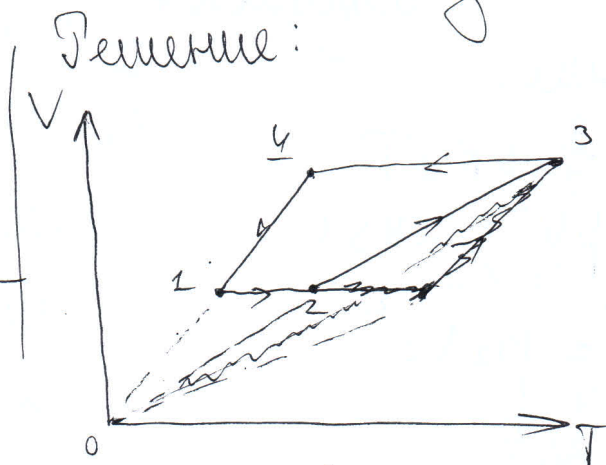
Задача №5

$V = 4 \text{ моль}$   
гелий

$V_{34} = 3V_{12}$

$\mu = 0,004 \text{ кг/моль}$

$\eta = ?$



$V_0 = V_{12}$

$3V_0 = V_{34}$

$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}$

$Q_{\text{х}} = Q_{34} + Q_{41} =$

$= \frac{5}{2} \nu R (T_4 - T_3) + \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_4) - p_1 2V_0$

$Q_{\text{н}} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) + p_2 2V_0$

$T_2 = T_4, \quad \frac{T_4}{T_1} = 3 = \frac{T_2}{T_1}$

$\frac{T_3}{T_2} = \frac{V_3}{V_2} = 3, \quad \frac{T_2}{T_1} = 3$

$\frac{T_3}{T_1} = 9$



Условие,  $\frac{p_2}{p_1} = 3$

$\eta = 1 - \frac{\frac{5}{2} \nu R 8T_1 + 2p_1 V_0}{\frac{5}{2} \nu R 8T_1 + 6p_1 V_0} = 1 - \frac{22 \nu R T_1}{26 \nu R T_1} =$

$= \frac{4}{26} = \frac{2}{13} \approx 0,15$

Ответ: 0,15