

020002

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника ИСТОМИН АРСЕНИЙ ЮРЬЕВИЧ

Город, № школы (образовательного учреждения) ТАМБОВ, МАОУ

"Лицей № 1", 10 класс

Регистрационный номер ШМ 92 90

Вариант задания 9

+1 Минус

Дата проведения « 10 » марта 201 8 г.

Подпись участника Истомин

020002

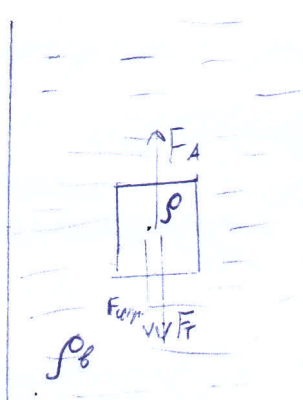
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
20	20	20	3	0						65
			20	20						100

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 9

Задача 1



F_i - сила тяжести, действующая на брусок

$F_г$ - сила Архимеда, действующая на брусок

$F_{ср}$ - сила сопротивления со стороны

воды, действующая на брусок. Её работа ($A_{ср}$) и есть количество выделившейся при сжимании теплоты (Q)

$$V = 10 \text{ м}^3$$

$$\rho = 0,5 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\Delta r = 10 \text{ м}$$

$$\rho_0 = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Из постоянства скорости (по II з-ну Ньютона)

следует: $F_A = F_{ср} + F_г$

$$F_A = \rho_0 V g$$

$$F_г = \rho V g$$

$$F_{ср} = \rho_0 V g - \rho V g = V g (\rho_0 - \rho)$$

$$A = F_{ср} \cdot \Delta r = V g \Delta r (\rho_0 - \rho)$$

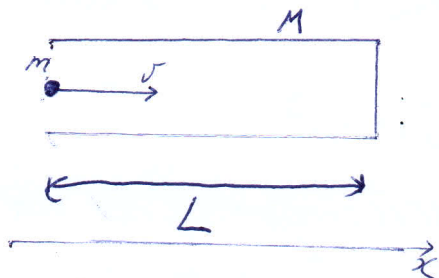
$$Q = \Delta r \cdot V \cdot g (\rho_0 - \rho) = 10 \mu \cdot 10^{-3} \mu^3 \cdot 10 \frac{\mu}{\mu^2} \cdot (10^3 \frac{\mu\mu}{\mu^3} - 0,5 \cdot 10^3 \frac{\mu\mu}{\mu^3}) =$$

$$= 50 \text{ Дм}$$

Ответ: 50 Дм



Задача 2



v' - скорость дробишки после соударения

u - скорость пробирки после соударения

Закон сохранения импульса в проекции
на ось x

$$mv = Mu - mv'$$

Закон сохранения энергии

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mv'^2}{2}$$

$$\begin{cases} mv + mv' = Mu \\ mv^2 - mv'^2 = Mu^2 \end{cases} \div \begin{cases} m(v+u') = Mu \\ m(v-u')(v+u') = Mu^2 \end{cases}$$

$$\frac{1}{v-u'} = \frac{1}{u}$$

$$\begin{cases} u = v - v' \\ mv + mv' = Mu \end{cases}$$

$$\begin{cases} u = v - v' \\ mv + mv' = Mu - Mu' \end{cases}$$


$$\begin{cases} (m+M)V' = Mv - mv \\ v' = u = v - v' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v' = \frac{v(M-m)}{M+m} \\ u = v - \frac{v(M-m)}{M+m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v' = \frac{v(M-m)}{M+m} \\ u = \frac{v \cdot M + v \cdot m - v \cdot M + v \cdot m}{M+m} = \frac{2v \cdot m}{M+m} \end{cases}$$

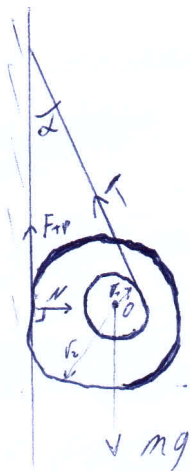
Время нахождения пылинки в
профиле ~~можно~~ после удара можно
найти, пересев в т.о. ~~мы~~ систему отсчета
пылинки. В ней скорость дробинки $v'_{\text{дрин}}$ =
= $u + v'$

$$\text{Искомое время } T = \frac{L}{v'_{\text{дрин}}} = \frac{L}{\frac{2vm}{M+m} + \frac{v(M-m)}{M+m}} =$$

$$= \frac{L(M+m)}{2vm + vM - vM} = \frac{L(M+m)}{v(M+m)} = \frac{L}{v}$$

Ответ: $T = \frac{L}{v}$ 

Задача 3



$$\begin{aligned} R_1 &= 1 \text{ м} \\ R_2 &= 6 \text{ см} \\ \alpha &= 30^\circ \end{aligned}$$

II закон Ньютона в проекции на ось y.

$$T \cos \alpha + F_{TP} = mg \quad (\text{как оказалось}) \quad (\text{не нулевое ускорение})$$

II закон Ньютона в проекции на ось x.

$$N = T \sin \alpha$$

Уравнение моментов относительно точки O

$$T \cdot r_1 = F_{TP} \cdot r_2$$

Думаю, что

$F_{TP} \leq \mu N$, получим

$$mg - T \cos \alpha \leq \mu N$$

$$mg - T \cos \alpha \leq$$

$$\frac{T \cdot r_1}{r_1 + r_2} \leq \mu N \Rightarrow \frac{N r_1}{\sin \alpha r_2} \leq \mu N$$



$$\mu \geq \frac{r_1}{\sin \alpha r_2} = \frac{1 \text{ см}}{\sin 30^\circ \cdot 6 \text{ см}} = \frac{1}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu_{\min} = \frac{1}{3}$$

$$\text{Ответ: } \mu_{\min} = \frac{1}{3}$$

$\gamma = 1 \text{ моль, Ne}$

$$pV = \text{const}$$

$$p_1 = 2 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$V_1 = 6 \text{ л}$$

$$V_2 = 9 \text{ л}$$

$$\Delta U = ?$$

Задача 4

Пл.к. неон одноватный газ, количество степеней свободы $i=3$.

Если T_1 и T_2 - температуры газа в состояниях 1 и 2, то

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 9

Из закона Менделеева-Клапейрона

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2 \quad (p_2 - \text{давление в состоянии 2})$$

Из того, что $pV^\gamma = \text{const}$

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

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

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}; \quad T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R} = \frac{\frac{p_1 V_1^\gamma}{V_2^\gamma} \cdot V_2}{\nu R}$$

$$= \frac{p_1 V_1^\gamma}{\nu R V_2^{\gamma-1}}$$

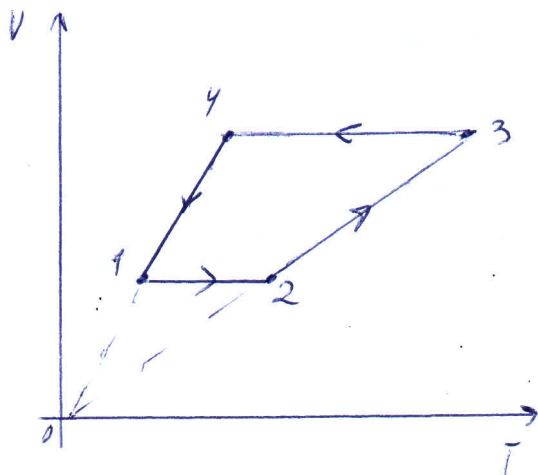
$$\Delta U = \frac{3}{2} \left(\frac{p_1 V_1^\gamma}{V_2^{\gamma-1}} - p_1 V_1 \right) = \frac{3}{2} p_1 V_1 \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right)$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \left(\frac{6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} - 1 \right) =$$

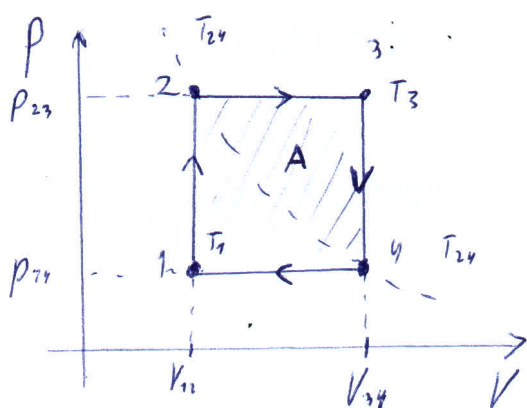
$$= -600 \text{ Дж} \quad (\text{внутренняя энергия газа уменьшилась})$$

Ответ: $\Delta U = -600 \text{ Дж}$

Задача 5



Отобразим этот процесс
в p-V диаграмме



Обозначения введем
на диаграмме

Q_k - теплота подведенная
к газу

A - работа газа

η - искомое КПД
уника

$$\eta = \frac{A}{Q_k}$$

$$Q_k = Q_{12} + Q_{23}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \Delta U_{12} \quad (\text{т.к. } T_1 = T_2 \text{ начало термодинамического цикла})$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \quad (i=3 \text{ т.к. газ одноатомный})$$

Из закона Менделеева-Клапейрона:

$$\nu R T_2 = p_{23} V_{12}$$

$$\nu R T_1 = p_{14} V_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} V_{12} (p_{23} - p_{14}) = Q_{12}$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + p_{23} (V_{34} - V_{12})$$

Из 3-го Менделеева-Клапейрона

$$\nu R T_3 = p_{23} V_{34}$$

$$\nu R T_1 = p_{14} V_{12}$$

$$Q_{13} = \frac{3}{2} p_{13} V_{34} - \frac{3}{2} p_{13} V_{12} + p_{13} (V_{34} - V_{12})$$

(примем $V_{34} = 3V_{12}$ (по условию))

$$Q_{13} = \frac{3}{2} V_{12} p_{13} - \frac{3}{2} V_{12} p_{14} + \frac{3}{2} p_{13} \cdot 3V_{12} - \frac{3}{2} p_{13} V_{12} + p_{13} \cdot 2V_{12} =$$

$$= V_{12} \left(\frac{13}{2} p_{13} - \frac{3}{2} p_{14} \right)$$

$A = (p_{13} - p_{14}) (V_{34} - V_{12}) = (p_{13} - p_{14}) \cdot 2V_{12}$ (как мощность
высоты уровня для p -V диаграммы)

Потому 2 и 4 состоят из одной изотермы \Rightarrow
 $\Rightarrow p_{13} V_{12} = p_{14} V_{34}$

$$p_{13} = p_{14} \cdot \frac{V_{34}}{V_{12}} = 3p_{14}$$

$$\eta = \frac{(3p_{14} - p_{14}) \cdot 2V_{12}}{V_{12} \left(\frac{13}{2} \cdot 3p_{14} - \frac{3}{2} p_{14} \right)} = \frac{4}{\frac{39-3}{2}} =$$

$$= \frac{4}{18} = \frac{2}{9}$$

Ответ: $\eta = \frac{2}{9}$