

94

Шифр

117206

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

41 

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Колесников Алексей Андреевич

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва, Школа №1580

Регистрационный номер 4602

Вариант задания 1, 3

Дата проведения « 17 » февраля 201 9 г.

Подпись участника Колес

117206

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
10	3	15	15	25	25					93

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

девятого

Вариант № 1

N2 Дано:

③ $\nu = 2 \text{ моль (He)}$

$A = 500 \text{ Дж}$

$t = 10^\circ\text{C} (\Delta T = 10 \text{ К})$

$R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

Решение:

Гелий — одноатомный газ $\Rightarrow i = 3$

$C_m = \frac{Q}{\nu \Delta T}$

$Q = A + \Delta U$

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

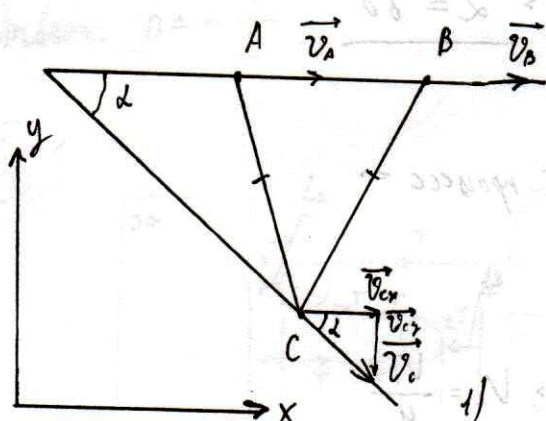
$C_m = \frac{A + \frac{3}{2} \nu R \Delta T}{\nu \Delta T} = \frac{500 + \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 8,3 \cdot 10}{2 \cdot 10} =$

$= \frac{500 + 30 \cdot 8,3}{20} = 37,45 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

Ответ: $C_m = 37,45 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

N3

①5



Дано:

$AC = BC$

$v_A = v$

$v_B = 2v$

$v_C = 3v$

$\alpha = ?$

Решение:

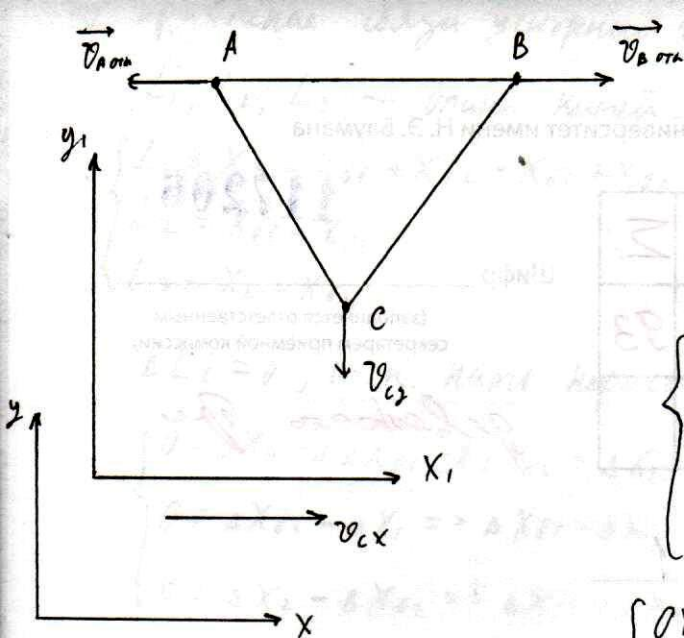
1) v_{Cx} — проекция скорости v_C на ось Ox

v_{Cy} — проекция скорости v_C на ось Oy

$v_{Cx} = v_C \cdot \cos \alpha$

$v_{Cy} = v_C \cdot \sin \alpha$

2) Перейдем в систему отсчета $X_1 Y_1$, движущуюся со скоростью v_{Cx} относительно системы отсчета XY :



Для того, чтобы выполнялось условие $AC=BC$, должно выполняться $|\vec{v}_{Aотн}| = |\vec{v}_{Bотн}|$, где $v_{Aотн}$ и $v_{Bотн}$ — скорости абстракций A и B соответственно в с.о. X, Y .

$$\begin{cases} \vec{v}_A = \vec{v}_{Aотн} + \vec{v}_{Cx} \\ \vec{v}_B = \vec{v}_{Bотн} + \vec{v}_{Cx} \\ v_{Aотн} = v_{Bотн} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{в } X_1: v_A = -v_{Aотн} + v_{Cx} \\ \text{в } X: v_B = v_{Bотн} + v_{Cx} \\ v_{Aотн} = v_{Bотн} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{Aотн} = -v_A + v_{Cx} \\ v_{Bотн} = v_B - v_{Cx} \\ v_{Aотн} = v_{Bотн} \end{cases}$$

$$v_{Cx} - v_A = v_B - v_{Cx}$$

$$2v_{Cx} = v_B + v_A$$

$$v_{Cx} = \frac{v_A + v_B}{2}$$

$$v_C \cdot \cos \alpha = \frac{v_A + v_B}{2}$$

$$\cos \alpha = \frac{v_A + v_B}{2 v_C} = \frac{v + 2v}{6v} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

Ответ: $\alpha = 60^\circ$.

№ 15 Дано:

Состояние 1: V_1, p_1, T_1

Состояние 2: $V_2, p_1, \frac{T_1}{4}$

Состояние 3: $V_2, \frac{p_1}{2}, T_3$

3-1: $pV^n = \text{const}$

$n = ?$

pV, pU .

1) 1-2 — изобарный процесс —

$$\Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{\frac{T_1}{4}}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{4V_2}{T_1} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{4}$$

$pV^n = \text{const}$

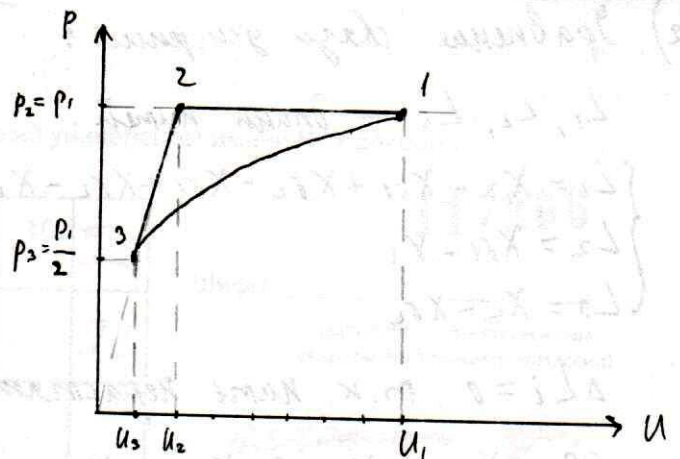
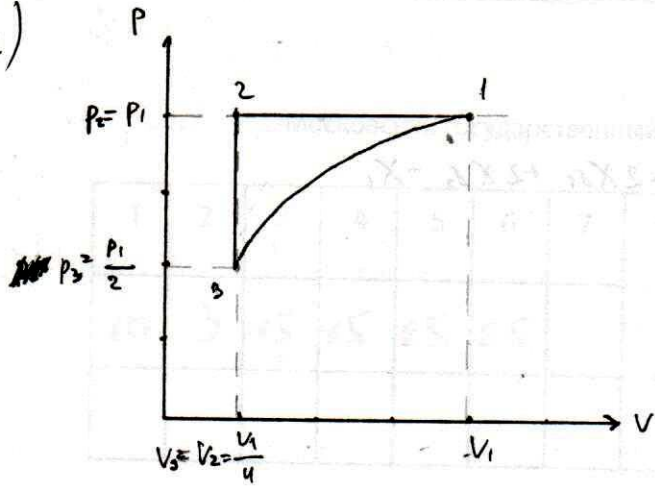
$$p_1 V_1^n = p_3 V_3^n, \text{ где } p_3 = \frac{p_1}{2}, V_3 = V_2 = \frac{V_1}{4}$$

$$p_1 V_1^n = \frac{p_1}{2} \cdot \frac{V_1^n}{4^n}$$

$$1 = \frac{1}{2 \cdot 4^n} \Rightarrow 2 \cdot 4^n = 1 \Rightarrow 4^n = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = -\frac{1}{2}$$

2)



3-1: $pV^n = \text{const}$

$pV^{-\frac{1}{2}} = \text{const}$

$\frac{p}{\sqrt{V}} = \text{const} \Rightarrow p = \text{const} \cdot \sqrt{V}$
 $p \sim \sqrt{V}$

$U = \frac{i}{2} \downarrow R T = \text{const} \cdot T$

$U \sim T$

$U_1 = U_1$

$U_2 = \frac{U_1}{4}$

$U_3 = \frac{U_1}{8}, T.K.$

2-3: $V = \text{const} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$
 $2 T_3 = \frac{T_1}{4} \Rightarrow$
 $\Rightarrow T_3 = \frac{T_1}{8}$

3-1:

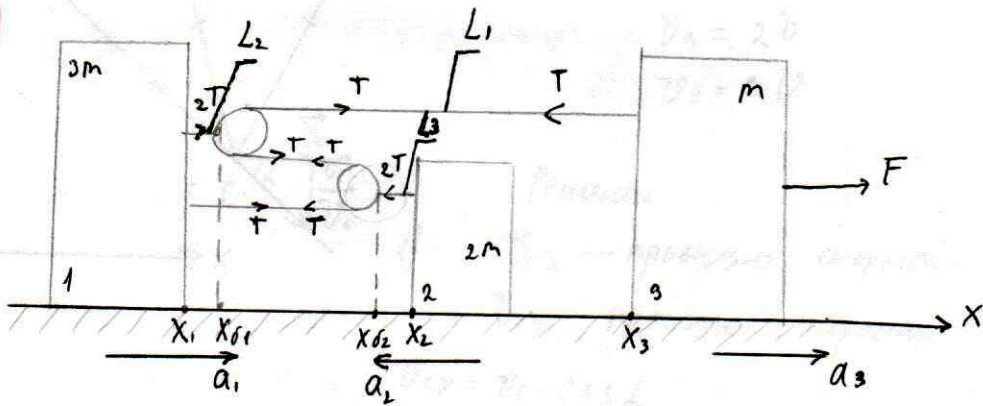
$\begin{cases} p = \text{const} \cdot \sqrt{V} \\ pV = \gamma R T \end{cases}$

$V = \frac{p^2}{\text{const}^2}$

$p \cdot \frac{p^2}{\text{const}^2} = \gamma R T \Rightarrow p^3 \sim T$
 $p \sim \sqrt[3]{T}$
 $p \sim \sqrt[3]{U}$

Answer: $n = -\frac{1}{2}$

N5
 25



$F = 12 \text{ kN}$

$T = ?$

Решение:

1) $\Delta X: \begin{cases} m a_3 = F - T \\ 2m a_2 = 2T \\ 3m a_1 = 3T \end{cases} \Rightarrow a_1 = a_2$

2) Уравнение связи ускорений:

L_1, L_2, L_3 — длины нитей.

$$\begin{cases} L_1 = X_3 - X_{01} + X_{02} - X_{01} + X_{02} - X_1 = X_3 - 2X_{01} + 2X_{02} - X_1 \\ L_2 = X_{01} - X_1 \\ L_3 = X_2 - X_{02} \end{cases}$$

$\Delta L_i = 0$, т.к. нити нерастяжимы.

$$\begin{cases} 0 = \Delta X_3 - 2\Delta X_{01} + 2\Delta X_{02} - \Delta X_1 \\ 0 = \Delta X_{01} - \Delta X_1 \Rightarrow \Delta X_{01} = \Delta X_1 \\ 0 = \Delta X_2 - \Delta X_{02} \Rightarrow \Delta X_{02} = \Delta X_2 \end{cases} \Rightarrow 0 = \Delta X_3 - 2\Delta X_1 + 2\Delta X_2 - \Delta X_1 = \Delta X_3 - 3\Delta X_1 + 2\Delta X_2$$

$$\begin{cases} \Delta X_1 = \frac{a_1 t^2}{2} \\ \Delta X_2 = \frac{-a_2 t^2}{2} \\ \Delta X_3 = \frac{a_3 t^2}{2} \\ 0 = \Delta X_3 - 3\Delta X_1 + 2\Delta X_2 \end{cases} \Rightarrow 0 = \frac{a_3 t^2}{2} - 2 \cdot \frac{a_1 t^2}{2} - 3 \frac{a_1 t^2}{2}$$

$$0 = a_3 - 2a_1 - 3a_1$$

3) $\begin{cases} 0 = a_3 - 2a_2 - 3a_1 \\ m a_3 = F - T \\ m a_1 = T \\ a_1 = a_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_3 = 5a_1 \\ m a_3 = F - T \\ m a_1 = T \end{cases} \div \frac{5m a_1}{m a_1} = \frac{F - T}{T}$

$$F - T = 5T$$

$$F = 6T \Rightarrow T = \frac{F}{6} = \frac{12}{6} = 2 \text{ Н}$$

Ответ: $T = 2 \text{ Н}$

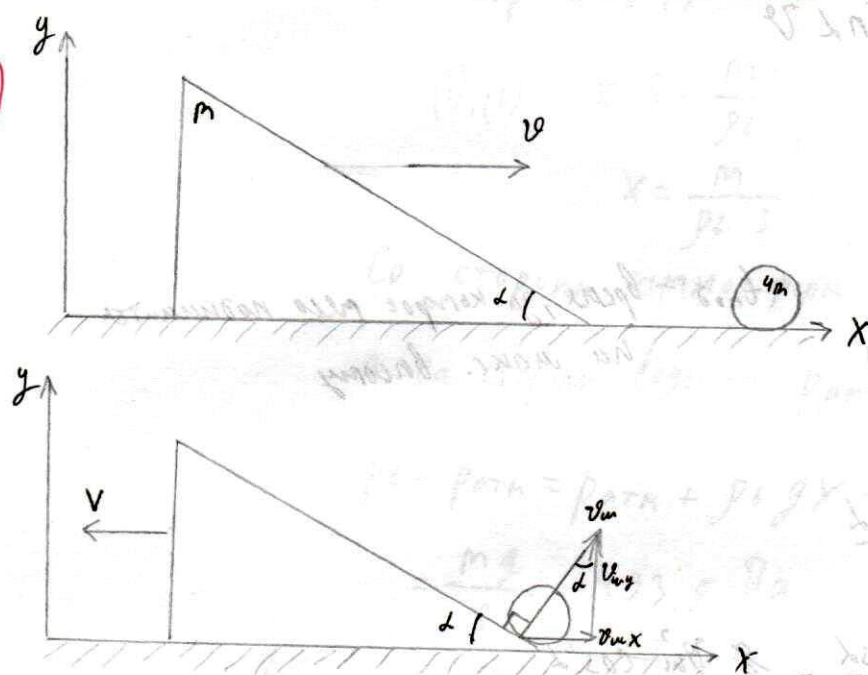
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

N 6
(25)



Дано:

$$v = 4 \frac{m}{c}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$R \ll H$$

Найти: H - ?

Решение:

1) Так как поверхность клина - гладкая, то сила трения между ним и шариком равна нулю, а единственная сила, действующая на шарик со стороны клина - сила реакции опоры, направленная перпендикулярно к поверхности клина \Rightarrow направление вектора скорости после будет перпендикулярно к поверхности клина.

$$\begin{cases} \text{З-и сохр. энергии: } \frac{m v^2}{2} = \frac{m V^2}{2} + \frac{4m v_m^2}{2} \\ \text{З-и сохр. импульса: } m v = 4m v_m \sin \alpha + m V \end{cases}$$

(в проекции на ось OX)

V - скорость клина после столкновения

v_m - скорость шарика после столкновения

$$\begin{cases} v^2 = 4v_m^2 \sin^2 \alpha + v^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v = 4v_m \sin \alpha - v \Rightarrow v = 4v_m \sin \alpha - v \end{cases}$$

~~$$16v_m^2 \sin^2 \alpha - 8v_m \sin \alpha \cdot v + v^2 = v_m^2 \cdot 4 + v^2$$~~

$$16v_m^2 \sin^2 \alpha - 8v_m \sin \alpha \cdot v + v^2 = v_m^2 \cdot 4 + v^2$$

$$4v_m \sin^2 \alpha + 2 \sin \alpha v$$

$$v^2 = v_m^2 \cdot 4 + 16v_m^2 \sin^2 \alpha - 8v_m \sin \alpha \cdot v + v^2$$

$$0 = v_m + 4v_m \sin^2 \alpha - 2 \sin \alpha v$$

$$v_m = \frac{2 \sin \alpha v}{1 + 4 \sin^2 \alpha}$$

$$2) \begin{cases} 0 = v_{uy} - g t_{\max} & (1) \\ H = v_{uy} \cdot t_{\max} - \frac{g t_{\max}^2}{2} & (2) \\ v_{uy} = v_m \cdot \cos \alpha \end{cases}$$

t_{\max} - время, за которое тело поднимается на макс. высоту

$$(1) t_{\max} = \frac{v_{uy}}{g} = \frac{v_m \cdot \cos \alpha}{g}$$

$$(2) H = v_m \cdot \cos \alpha \cdot \frac{v_m \cdot \cos \alpha}{g} - \frac{g \cdot v_m^2 \cdot \cos^2 \alpha}{2 \cdot g^2} =$$

$$= \frac{2v_m^2 \cos^2 \alpha}{2g} - \frac{v_m^2 \cdot \cos^2 \alpha}{2g} = \frac{v_m^2 \cos^2 \alpha}{2g} = \frac{4 \sin^2 \alpha v^2 \cos^2 \alpha}{(1 + 4 \sin^2 \alpha)^2 \cdot 2g} =$$

$$= \frac{16 \cdot \frac{3}{4}}{8 \cdot 9,87} = 0,15 \text{ м}$$

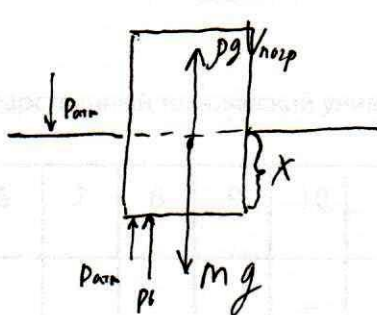
Ответ: $H = 0,15 \text{ м}$

$$N1 \quad m = 1 \text{ кг}$$

$$(10) \quad V = 3 \text{ л} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$S = 0,02 \text{ м}^2$$

$p_6 - p_{\text{атм}} - ?$



Условие плавания тела: $mg = p_6 \cdot g \cdot V_{\text{норп}}$

$$V_{\text{норп}} = \frac{m}{p_6} \quad (1)$$

$$V_{\text{норп}} = X \cdot S \quad (2)$$

$$(1), (2): X \cdot S = \frac{m}{p_6}$$

$$X = \frac{m}{p_6 \cdot S}$$

Со стороны атмосферы действует давление: $p_{\text{атм}}$,
а со стороны воды — $p_{\text{атм}} + \cancel{p_6} \rho_6 g X = p_6$

$$p_6 - p_{\text{атм}} = p_{\text{атм}} + \rho_6 g X - p_{\text{атм}} = \rho_6 g X =$$

$$= \frac{mg}{S} = 493,5 \text{ Па}$$

Ответ: $p_6 - p_{\text{атм}} = 493,5 \text{ Па}$

1 (одина) *ВУ*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
						1				1

117206

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)



Вариант № 3

Дано:

$$d = 1 \mu$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$h = 50 \text{ мм}$$

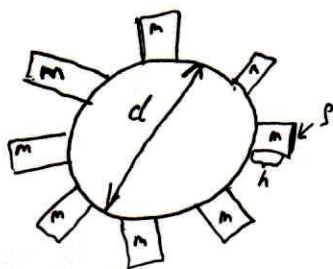
$$S = 100 \text{ мм}^2$$

$$\lambda = 10000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$\sigma = \frac{\lambda}{t}$$

$$\alpha = 240000 \frac{\text{МПа}}{^\circ\text{C}}$$

$t = ?$



$$t = \frac{\lambda}{\sigma}$$

Увеличивая температуру, будем увеличиваться

$$\text{Давление: } \frac{pV}{T} = \text{const}$$

$$\begin{cases} F = p \cdot S \\ A = F \cdot S \end{cases} \Rightarrow A = p S^2$$

$$T = \frac{1}{\lambda} = 10^{-4} (\text{мин}) - \text{время одного оборота}$$

$$\sigma = \frac{A}{T} = \frac{p S^2}{T} = p S^2 \lambda$$