

117046

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

68

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

физика

(наименование дисциплины)

Заключительный тур олимпиады «Шаг в будущее» инженерное дело профессор Жуковских 2019

Фамилия И.О. участника

Ледников Павел

Город, № школы (образовательного учреждения)

г. Курск, МБОУ «Лицей №21»

Регистрационный номер

3651

Вариант задания

№ 2, 4

Дата проведения «17» февраля 2019 г.

Подпись участника

Ледников

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
5	5	16	0	12	0	0	0	0	0	38

Шифр

117046

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 2

√3

Дано:

 $V = 2 \text{ мкм}$ $A_{12} = 400 \text{ Дж}$ $Q_{23} = 400 \text{ Дж}$ $\frac{p_2}{V_2} = \frac{p_3}{V_3}$ $T_1 = T_3$ $Q_{12} = ?$

Решение

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$A_{23} = \frac{p_2 + p_3}{2} (V_3 - V_2)$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2)$$

По закону Менделеева-Клапейрона

$$p_3 V_3 = \nu R T_3 \text{ и } p_2 V_2 = \nu R T_2, \text{ тогда}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2)$$

$$A_{23} = \frac{1}{2} (p_2 V_3 - p_3 V_2 + p_3 V_3 - p_2 V_2)$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} (3p_3 V_3 - 3p_2 V_2 + p_3 V_3 - p_2 V_3 + p_2 V_3 - p_3 V_2) = \frac{1}{2} (4p_3 V_3 - 4p_2 V_2 + p_2 V_3 - p_3 V_2)$$

$$\text{П.к. } \frac{p_2}{V_2} = \frac{p_3}{V_3}, \text{ то } p_2 V_3 = p_3 V_2, \text{ тогда } Q_{23} = \frac{1}{2} (4p_3 V_3 - 4p_2 V_2 + p_2 V_3 - p_3 V_2)$$

$$= 2(p_3 V_3 - p_2 V_2); p_3 V_3 - p_2 V_2 = \frac{Q_{23}}{2}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}; \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\text{П.к. } T_1 = T_3, \text{ то } \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3) = -\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = -\frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) =$$

$$= -\Delta U_{23} = -\frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) = -\frac{3}{2} \cdot \frac{Q_{23}}{2}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = A_{12} - \frac{3}{4} Q_{23}; Q_{12} = 400 - \frac{3}{4} \cdot 400 = 400 - 300 = 100 \text{ Дж}$$

Ответ: 100 Дж

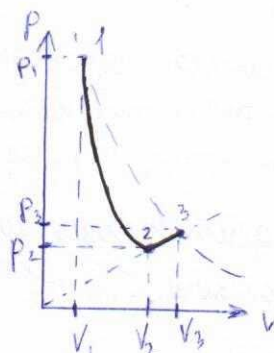
0.5

√1

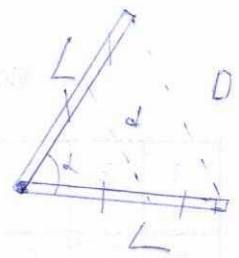
Дано:

Решение

По закону сохранения энергии

 $E_k = A_{тр}$ $\frac{mv^2}{2} = \mu mg S$ $\frac{v^2}{2} = \mu g S; \mu = \frac{v^2}{2gS}$ 

Работа при вращении A равна средней работе по перемещению всех точек стержня. Если стержень длиной L вращается на угол α , при этом ~~длина~~ подвижный конец стержня переместился на D , то $A = F_{\text{то}} \cdot \frac{D}{2}$



По т. косинусов $D = \sqrt{L^2 + L^2 - 2L \cdot L \cdot \cos \alpha} = \sqrt{2L^2 - 2L^2 \cos \alpha} = L\sqrt{2(1 - \cos \alpha)}$

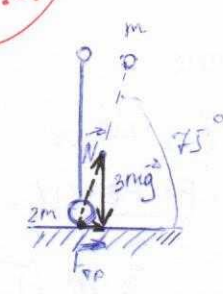
Аз $A = \mu mg \cdot \frac{L}{2} \sqrt{2(1 - \cos \alpha)} = \frac{v^2}{2gS} \cdot mg \cdot \frac{L}{2} \sqrt{2(1 - \cos \alpha)} = \frac{L m v^2 \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}}{4S}$

Ответ: $\frac{L m v^2 \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}}{4S}$

$N = \frac{5}{32}$

Дано: $L = 75^\circ$
 $m_1 = m$
 $m_2 = 2m$
 $g = 10 \frac{м}{с^2}$
 $\mu = ?$

Решение
 III. к. гантеля неоднородна по своей массе, то центр тяжести находится на расстоянии $\frac{1}{3}L$ от груза m_2 , где L - длина стержня.
 Силы, действующие на гантелю, образуют $1/4$ треугольник. По т. Пифагора $N^2 = F_{\text{то}}^2 + (3mg)^2$



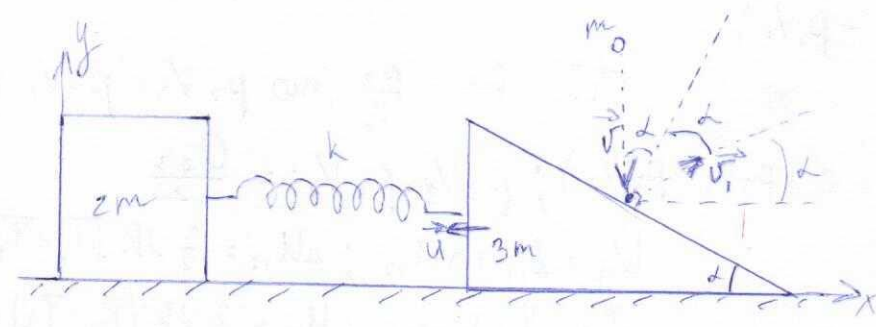
$F_{\text{то}} = \mu N$
 $N^2 = \mu^2 N^2 + (3mg)^2 \Leftrightarrow \mu^2 = \frac{N^2 - (3mg)^2}{N^2} \Leftrightarrow \mu^2 = 1 - \left(\frac{3mg}{N}\right)^2$

В $1/4$ треугольнике $\sin 75^\circ = \frac{3mg}{N}$, тогда $\mu^2 = 1 - \sin^2 75^\circ$; $\sin 75^\circ = 0,97$
 $\mu = \sqrt{1 - \sin^2 75^\circ}$; $\mu \approx 0,243$

Ответ: 0,243

$N = 5$
 Дано: $m_1 = m$
 $m_2 = 3m$
 $m_3 = 2m$
 $L = 30^\circ$
 k
 v
 $x_m = ?$

Решение
 Удар мая m абсолютно упругий.
 По закону сохранения энергии



$\frac{mv^2}{2} = \frac{3mu^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} \quad | : \frac{m}{2}$
 $v^2 = 3u^2 + v_1^2$

По закону сохранения импульса $m\vec{v} = m\vec{v}_1 + 3m\vec{u}$
 Ох: $0 = m v_1 \cos \alpha - 3mu \Leftrightarrow m v_1 \cos \alpha = 3mu \Leftrightarrow v_1 = \frac{3u}{\cos \alpha}$

$v^2 = 3u^2 + \left(\frac{3u}{\cos \alpha}\right)^2$
 $v^2 = 3u^2 + 9u^2 \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}$

$\cos \alpha = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos^2 \alpha = \frac{3}{4}$
 $v^2 = 3u^2 + 9 \cdot \frac{4}{3} u^2 \quad v^2 = 3u^2 + 12u^2 = 15u^2 \Leftrightarrow u = \frac{v}{\sqrt{15}}$
 Максимальное ускорение $a_m = u \cdot \sqrt{\frac{2k}{m_2 + m_3}} = \frac{v}{\sqrt{15}} \sqrt{\frac{2k}{5m}}$

Ответ не нужен закон кос.

$\frac{2}{\sqrt{3}} u$

фунт

$$a_m = x_m \omega^2 = U \omega$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2k}{5m}}$$

$$x_m = \frac{U}{\omega} ; x_m = \frac{U}{\sqrt{\frac{2k}{5m}}} = U \cdot \sqrt{\frac{5m}{2k}} = U \sqrt{\frac{m}{6k}}$$

Answer: $U \sqrt{\frac{m}{6k}}$

up

30 (придется) ВУ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
						30				30

117046

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)



Вариант № 4

Дано:

$$p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$M = 28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$V_{\text{обит}} = 20 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{бал. чист.}} = 20 \text{ м}^3$$

$$m = 30000 \text{ кг}$$

$$m_{\text{бал.}} = 3000 \text{ кг}$$

$$h_0 = 80 \text{ м}$$

$$V_{\text{возд.}} - ? \quad h - ?$$

$$m_{\text{газа}} - ?$$

Решение

При нейтральной плавучести

$$F_T = F_A$$

$$mg = \rho_m g (V_{\text{обит}} + (V_{\text{бал. чист.}} - V_{\text{возд.}})) \quad | : g$$

$$m = \rho_m (V_{\text{обит}} + (V_{\text{бал. чист.}} - V_{\text{возд.}}))$$

$$V_{\text{обит}} + (V_{\text{бал. чист.}} - V_{\text{возд.}}) = \frac{m}{\rho_m}$$

$$V_{\text{возд.}} = V_{\text{обит.}} + V_{\text{бал. чист.}} - \frac{m}{\rho_m} \quad ; \quad \rho_m = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$V_{\text{возд.}} = 20 + 20 - \frac{30000}{1000} = 10 \text{ м}^3$$

Давление на глубине h равно: $p = \rho_m g h = p_0$

$$h = \frac{p_0}{\rho_m g} \quad ; \quad h = \frac{10^5}{10^4} = 100 \text{ м}$$

$$p' = \rho_g h_0$$

$$p' (V_{\text{бал. чист.}} - V_{\text{возд.}}) = \frac{m_2}{M} RT \quad (\text{по закону Менделеева - Клапейрона})$$

$$p' = \frac{m_2 RT}{M (V_{\text{бал. чист.}} - V_{\text{возд.}})} = \rho_m g h_0$$

$$m_2 = \frac{\rho_m g h_0 M (V_{\text{бал. чист.}} - V_{\text{возд.}})}{RT}$$

$$m_2 = \frac{10^4 \cdot 80 \cdot 28 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{8,31 \cdot 300} = 89,85 \text{ кг}$$

Ответ: 10 м^3 ; 100 м ; $89,85 \text{ кг}$