Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

117260

Шифр ______________________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

82

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Марьин Никита Александрович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва, ГБОУ СОШ №1580

Регистрационный номер 1566

Вариант задания 2, 4

Дата проведения «17» февраля 2019 г.

Подпись участника [signature]

52 (пятьдесят два)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
0	2	15	10	X	25					52

117260

Шифр ____________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2,1

№2

$A, \Delta Q, R$, $C - ?$

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

$$\Delta T = \frac{\Delta Q - A}{\frac{i}{2}\nu R}$$

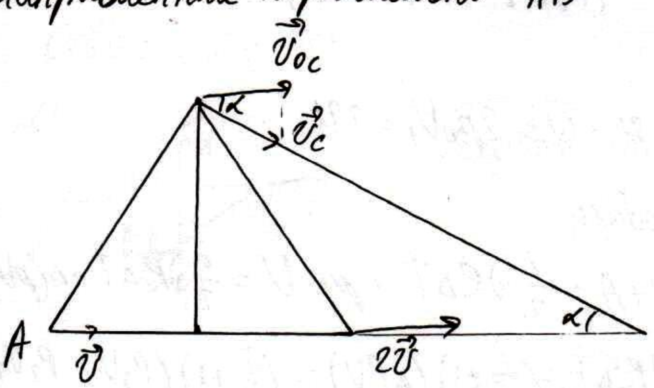
$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{\Delta Q \cdot \frac{i}{2}\nu R}{\Delta Q - A} = \frac{249 \cdot 1 \cdot \frac{3}{2} \cdot 8,3}{249 - 200} = 63,27 \frac{Дж}{К}$$

Ответ: $C = 63,27 \frac{Дж}{К}$

2

№3

Для того, чтобы сохранялся равнобедренный треугольник, $v_{o_c} = \frac{v_A + v_B}{2}$, направленная параллельно AB

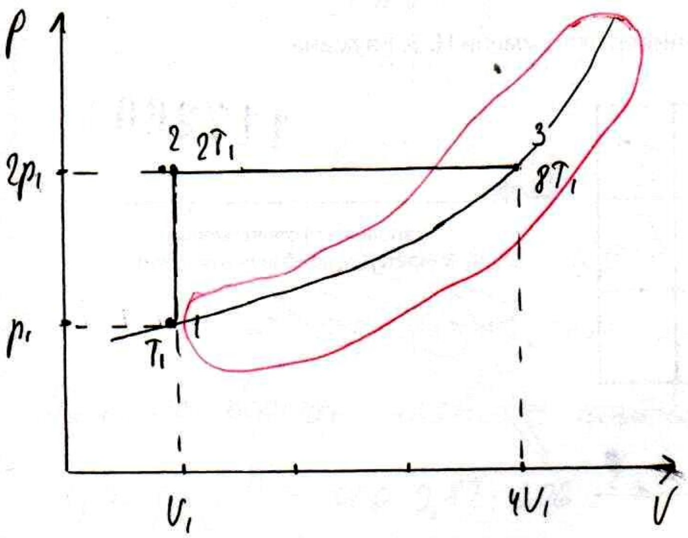


$$v_c = \frac{v_{oc}}{\cos\alpha} = \frac{v_A + v_B}{2\cos\alpha} = \frac{3v \cdot 2}{2 \cdot \sqrt{3}} = v\sqrt{3}$$

Ответ: $v_c = v\sqrt{3}$

15

№4



$\frac{pV}{T} = const$

1-2: $V = const$ (изохора)

~~p~T~co~~ $p = T const$

$T\uparrow 2 \Rightarrow p\uparrow 2 \Rightarrow p_2 = 2p_1$

$T_2 = 2T_1$

2-3: $p = const$ (изобара)

$V = T const$

$V\uparrow 4 \Rightarrow T\uparrow 4 \Rightarrow T_3 = 4T_2 = 8T_1$

3-1: $pV^n = const$

$p_1V_1^n = const = p_3V_3^n$

$p_1V_1^n = 2p_1(4V_1)^n = 2p_1(4^nV_1^n)$

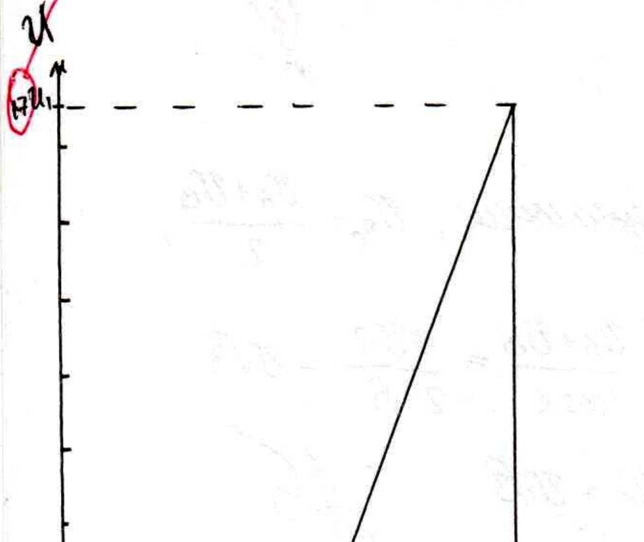
$p_1V_1^n = p_1\cdot 2^{2n+1}V_1^n$

$2^{2n+1} = 1$

$2n+1 = 0$

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

10



$U_1 = p_1V_1$

1-2: изохора

$Q_{12} = \Delta U + A = \Delta U + p\Delta \overset{0}{V} = \Delta U = \frac{i}{2}\nu R\Delta T =$

$= \Delta(PV) = (P_2V_2 - P_1V_1) = (2p_1V_1 - p_1V_1) =$

$= p_1V_1$

$\Rightarrow U_2 = U_1 + Q_{12} = 2p_1V_1 = 2U_1$

2-3: изобара

$Q_{23} = \Delta U + A = \frac{i}{2}\nu R\Delta T + p\Delta V = \frac{i}{2}\nu R\Delta T + \Delta(pV) =$

$= (\frac{i}{2}+1)\nu R\Delta T = (\frac{i}{2}+1)(\Delta PV) = (\frac{i}{2}+1)(P_3V_3 - P_2V_2) =$

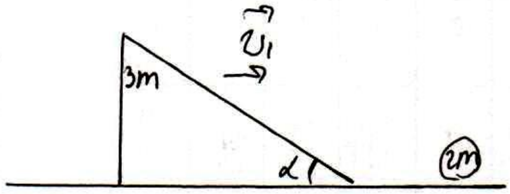
$= \frac{5}{2}\cdot(8p_1V_1 - 2p_1V_1) = \frac{5}{2}\cdot 6p_1V_1 = 15p_1V_1$

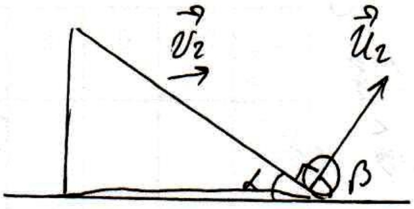
$U_3 = U_2 + Q_{23} = 17p_1V_1 = 17U_1$

Ответ: $n = -\frac{1}{2}$

№6

Т.к. масса клина больше массы шара, то U_{2x} будет направлена в том же направлении, что и V_2





$\angle\alpha + \angle\beta = 90°$

По закону сохранения ~~энергии~~ импульса

~~$3mV_1 = m\cdot\frac{1}{2}$~~ $3\cancel{m}V_1 = 3\cancel{m}V_2 + 2\cancel{m}U_2\cos\beta$ (1) $V_2 = \frac{1}{2}V_1$

По закону сохранения энергии:

$$\frac{3\cancel{m}V_1^2}{\cancel{2}} = \frac{3\cancel{m}V_2^2}{\cancel{2}} + \frac{2\cancel{m}U_2^2}{\cancel{2}} \quad (2)$$

(1): $3V_1 = 1{,}5V_1 + 2U_2\cos\beta$

(2) $3V_1^2 = 0{,}75V_1^2 + 2U_2^2$

$$U_2 = \sqrt{\frac{3V_1^2 - 0{,}75V_1^2}{2}} = \sqrt{\frac{2{,}25V_1^2}{2}} = \frac{1{,}5V_1}{\sqrt{2}}$$

$$\cos\beta = \frac{3V_1 - 1{,}5V_1}{2U_2} = \frac{1{,}5V_1}{2\cdot\frac{1{,}5V_1}{\sqrt{2}}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

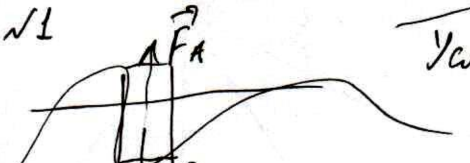
$\angle\beta = \arccos\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 45°$

$\angle\alpha = 90° - \angle\beta = 45°$

Ответ: $\angle\alpha = 45°$

25

№1



Условие плавания тела: $F_A = mg$

~~$\rho_ж g V_{погр} = mg$~~

~~$\rho_ж V_{погр} = m$~~

~~$\Rightarrow V_{погр} = \frac{m}{\rho_ж} = \frac{100г}{1} = 100 см^3$~~

~~$V_{шайбы} = S\cdot d = \frac{\pi D^2}{4}\cdot d = \frac{\pi\cdot 36}{4}\cdot 2 = 56{,}55 см^3$~~

№1

$F_A \vee mg$ $\qquad$ $V_{шайбы} = S \cdot d = \frac{\pi D^2}{4} \cdot d = 56,55 см^3$

$\square$

$\rho_ж g V_T \vee mg$

$\rho_ж V_T \vee m$

$1 г/см^3 \cdot 56,55 см^3 < 100 г$

$\Rightarrow mg > F_A \Rightarrow$ тело полностью погружено

Пусть на верхнее основание шайбы давит p. Тогда на нижнее $p + \Delta p$

$\Delta p = \rho_ж g D = 1000 \cdot 9,87 \cdot 0,06 = 592,2 \frac{Н}{м^2}$

Ответ: $\Delta p = 592,2 \frac{Н}{м^2}$

30 (игрудусть) Кит

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

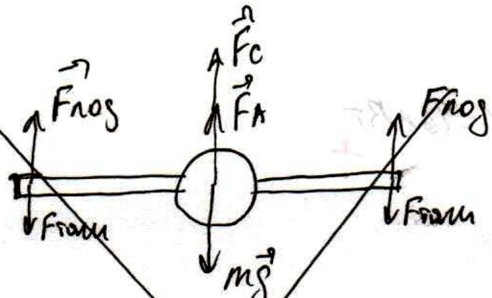
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

117260

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 4



Рассмотрим состояние равновесия аппарата:

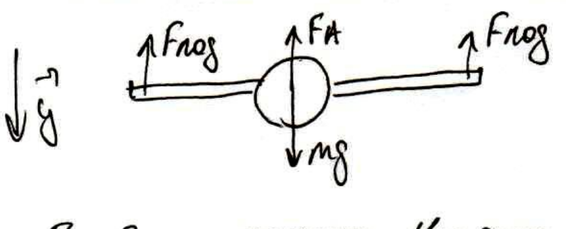
$0 = 2F_{под} + F_A + F_c - mg - 2F_{тяж}$

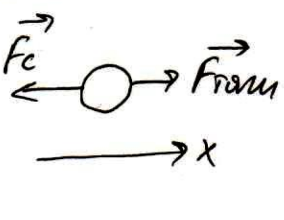
Найдём нужную скорость для погружения ($F_{тяж} = 0$):

$mg = 2F_{под} + F_A + F_c$

$2F_{под} + F_c = mg - F_A = C_y S_{кр.} \rho U^2 + C_x S_{попер} \rho U^2 \cdot \frac{1}{2}$

$U^2 (C_y S_{кр} \rho + \frac{1}{2} C_x S_{попер} \rho) = mg - F_A = mg - \rho g V$





По 2-му закону Ньютона:

$m\vec{a} = \Sigma \vec{F}$

Рассмотрим состояние равновесия:

$2g(\rho V - M)$ по модулю +

$mg = F_A + 2F_{под} = \rho g V + C_y S_{крыла} \rho U^2 \Rightarrow U^2 = \left| \frac{mg - \rho g V}{C_y S_{крыла} \rho} \right| = \left| \frac{500 \cdot 9,87 - 1000 \cdot 9,87 \cdot 0,55}{0,5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,01 \cdot 1000} \right| =$

$= 197,4 \Rightarrow U = 14,05$ м/с +

$Ox: 2F_{там} = \cancel{2_1} F_c$

$F_{там} = \cancel{Fc}\ \frac{1}{2} F_c = \frac{1}{4} C_x S_{попер} \rho U^2 = \frac{1}{4} \cdot 0{,}15 \cdot 0{,}05 \cdot 1000 \cdot 14{,}05^2 = 370{,}13 Н$ +

$\cancel{\eta = \frac{A_з}{A_п} = \frac{Nt}{F_{там} \cdot S} = \frac{Nt}{F_{там} \cdot Ut} = \frac{N}{F_{там} \cdot U} \Rightarrow N = F_{там} \cdot U \cdot \eta}$

$N = \frac{A_з}{t}$

$\eta = \frac{A_п}{A_з} = \frac{2F_{там} \cdot S}{Nt} = \frac{2F_{там} \cdot U \cdot t}{N \cdot t} = \frac{2F_{там} \cdot U}{N}$

$\Rightarrow N = \frac{2F_{там} \cdot U}{\eta} = 16000 \frac{Дж}{с} \cancel{= 16 \frac{кДж}{с}} = 16 кВт$

Ответ: $U = 14{,}05$ м/с + ; $F_{там} = 370{,}13 Н$ ≈ ; $N = 16 кВт$ +