

74

Шифр

117257

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника

Брюзгин Дмитрий Александрович

Город, № школы (образовательного учреждения)

Москва, ГБОУ школа  
№ 1580 при МГТУ им. Н.Э. Баумана

Регистрационный номер

1957

Вариант задания

2, 3

Дата проведения «17»

февраля 2019 г.

Подпись участника

69 (шестьдесят девять)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	10	15	15	6	23					59

117257

Шифр

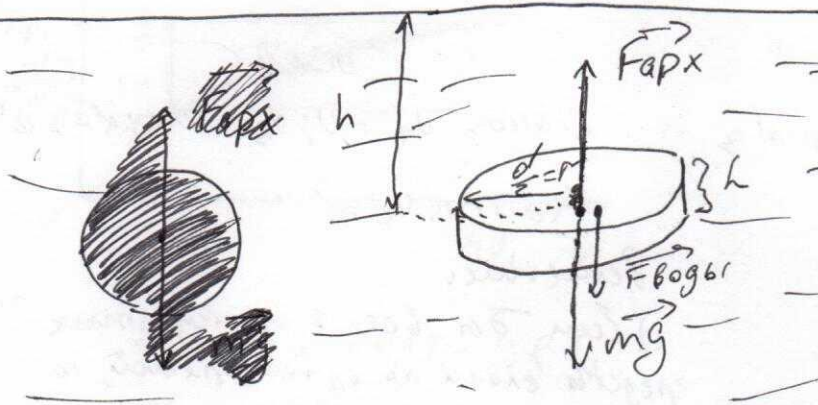
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

*[Handwritten signature]*

Вариант № 2

257

N1



Дано:  $r = \frac{d}{2} = 0,03 \text{ м}$

$L = 0,02 \text{ м}$

$m = 9,1 \text{ кг}$

Найти:  $P_{\text{низ}} - P_{\text{верх}} = ?$

Решение:

1) Запишем динамическое уравнение движения для май-

бы в вертикали на ось:  $F_{\text{арх}} - mg - F_{\text{вод}_в} = 0$

$P_{\text{в}} \cdot g \cdot V - mg - P_{\text{в}} \cdot g \cdot h = 0$ , где  $h$  - глубина, на которой находится центр майбы.

$h = \frac{P_{\text{в}} \cdot g \cdot V - mg}{P_{\text{в}} \cdot g}$ , где  $V = S \cdot h = 2\pi r \cdot L$

$h = 2\pi r \cdot L - \frac{mg}{P_{\text{в}}}$ ;  $h = 2\pi r \cdot L - \frac{m_{\text{майбы}}}{P_{\text{в}}}$

2) Верхняя грань находится на глубине  $h - \frac{L}{2}$ ; Нижняя:  $h + \frac{L}{2}$ ;

Тогда на верхнюю грань давит вода:  $P_{\text{верх}} = P_{\text{в}}(h - \frac{L}{2})$

А на нижнюю грань так же давит вода и сила Архимеда

$P_{\text{низ}} = P_{\text{в}}(h + \frac{L}{2}) + F_{\text{арх}} \cdot S$

Разность:  $P_{\text{низ}} - P_{\text{верх}} = P_{\text{в}}(h + \frac{L}{2} - h + \frac{L}{2}) + F_{\text{арх}} \cdot S = P_{\text{в}} L + P_{\text{в}} \cdot 2\pi r \cdot L \cdot 2\pi r$

$P_{\text{разность}} = P_{\text{в}}(L + 4\pi^2 r^2 L) = P_{\text{в}} L (1 + 4\pi^2 r^2) = P_{\text{в}} L (1 + \pi^2 d^2) = 1000 \cdot 10 \cdot 0,02 \cdot (1 + 3,14^2 \cdot 0,06^2) =$

Ответ:  $P_{\text{низ}} - P_{\text{верх}} = 200 \text{ Па}$

$= 200 \text{ Па}$

Дано:  $\text{He} \Rightarrow i=3; \nu=1 \text{ моль}; A=200 \text{ Дж}; \Delta U=249 \text{ Дж}$

Найти:  $C=?$

Решение: 1) По определению  $C = \frac{Q}{\Delta T}$

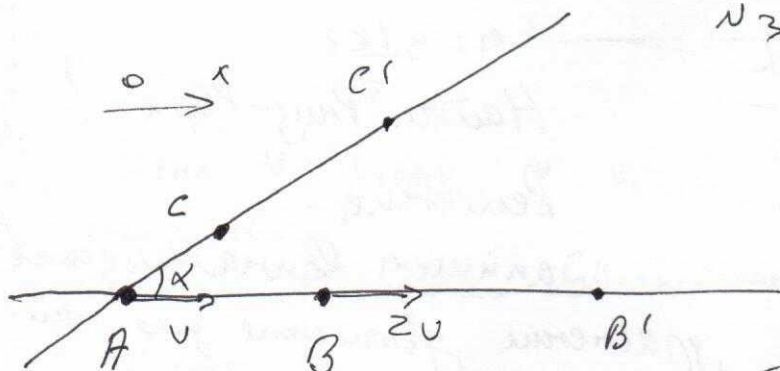
$$2) \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow \boxed{\Delta T = \frac{2 \Delta U}{3 \nu R}}$$

$\text{He} \Rightarrow i=3$

3) Запишем I закон термодинамики:  $Q = A_{\text{газа}} + \Delta U$ .

Тогда  $C = \frac{(A_{\text{газа}} + \Delta U) \nu R}{2 \Delta U}; C = \frac{(200 - 249) 3 \cdot 1,8,3}{2 \cdot (-249)} = 2,45$

Ответ:  $C = 2,45 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$



N3

Дано:  $v_A = v; v_B = 2v; \alpha = 30^\circ$

Найти:  $v_C=?$

Решение:

1) Если бы все 3 транспортных средства ехали по одной прямой, то

точке C необходимо было бы ехать быстрее точки A на столько же, на сколько медленнее точки B, для того, чтобы сохранить среднее положение. В данном случае роль этой скорости выполняет проекция скорости C на ось (дорогу A и B). то есть:  $v_C \cos \alpha = \frac{(v_A + v_B)}{2}$

$$v_C \cos \alpha = \frac{(v + 2v)}{2}$$

$$\boxed{v_C = \frac{3v}{2 \cos \alpha}} = \frac{\sqrt{3} \cdot v \cdot 2}{2 \cdot \sqrt{3}} = \sqrt{3} v$$

Ответ:  $v_C = \sqrt{3} v$

N4

Дано:  $v_1; p_1; U_1; T_1; T_2 = 2T_1; (1-2) - \text{Изотермический}; p_2 = p_1 (\text{изобарный}); V_2 = 4V_1$

(2-1) - Попробуем  $pV^n = \text{const}$

Найти:  $n=?$

Решение 1) По 3-му закону для процесса 1-2:  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Leftrightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{2T_1} \Rightarrow \boxed{\frac{p_2}{p_1} = \frac{1}{2}}$

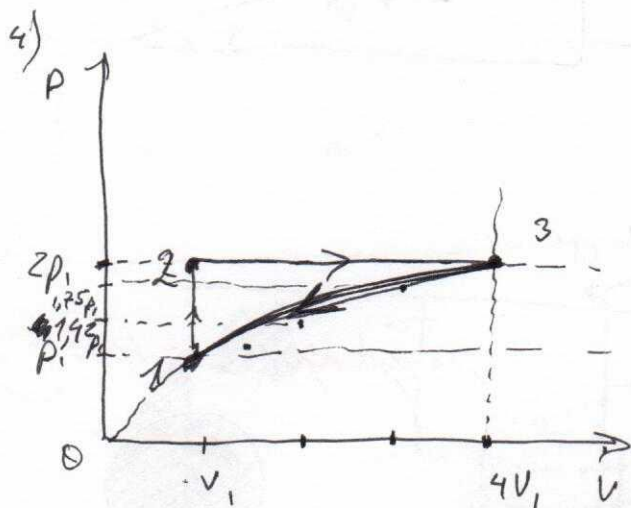
$$\begin{cases} T_2 = 2T_1 \\ V_2 = 4V_1 \\ p_2 = \frac{1}{2} p_1 \end{cases}$$

21. По 2-му Бернулли:  $\frac{v_2}{T_2} = \frac{v_3}{T_3} \Rightarrow \frac{v_1}{2T_1} = \frac{4v_1}{T_3} \Rightarrow$

$T_3 = 8T_1 = 4T_2$

$v_3 = 4v_1$

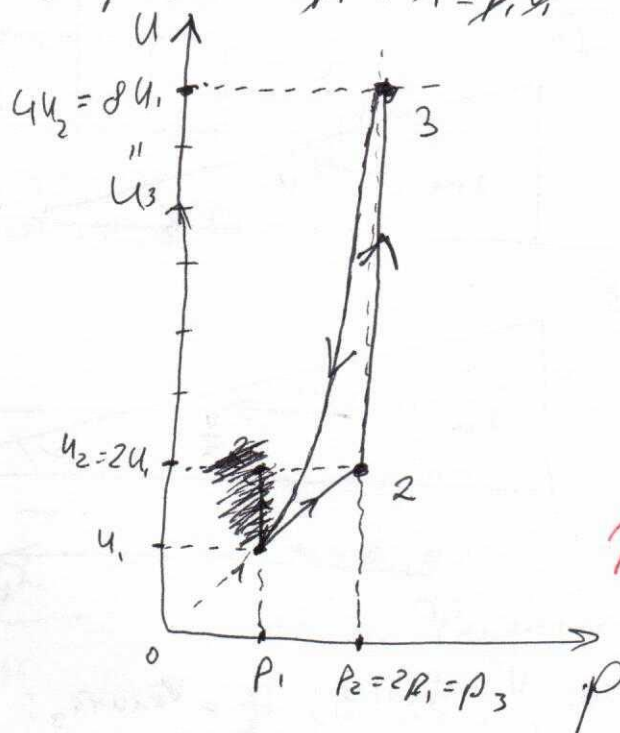
$p_3 = p_2 = 2p_1$

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


$$\Delta U_{1-2} = \int R dT = \int R T_1$$

$$U_1 = \partial R T_1 \Rightarrow U_2 = 2 \partial R T_1 = 2 U_1$$

$$\rho_2 = 2\rho_1$$



$$\Delta U_{2-3} = \cancel{D R \Delta T} = \cancel{D R} \cdot 3 T_2 \Rightarrow$$

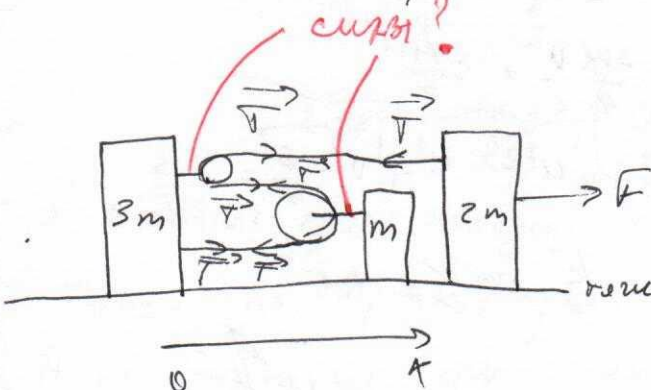
$$\Rightarrow u_2 = \partial R T_2 \Rightarrow u_3 = \partial R T_2 \cdot 4 =$$

$$\Rightarrow U_3 = 4U_2 = 8U_1$$

Пример: 3-15  $p\sqrt{V} = \text{const} \Rightarrow \cdot V = \frac{\text{const}^2}{p^2}$   
 $pV = \nu RT = \frac{\text{const}^2}{p} = \nu RT \Rightarrow$   
 $\nu \text{ постоянна и } T = \text{const}$

$$\Delta T = \frac{\rho_{\text{const}}}{\rho} = \frac{\rho_{\text{const}}}{\rho}$$

График - изображение



~ 5

Найти:  $F_{\text{ср}} = ?$  Дано:  $T = 14$

Решение: Из условия независимости и турас  
от, следует, что во всей длине шп

присутствуют точки и те же равны по модулю силы тяжести  $\vec{T}$ .

1) Из динамического уравнения для галактик массы  $m$  и  $M$  в системе отсчета  $S$  (где  $M$  — масса галактики,  $m$  — масса звезды) получим:

$$F - T = 2mg \Rightarrow (F = 2mg + T$$

$$\begin{cases} 3T = 3m_2g \\ 2T = m_3g \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F = m g_1 \cdot 2 + T \\ T = m g_2 \\ T = \underline{\underline{m g_3}} \end{array} \right.$$

Тело массой  $m$  в граде  
легко тает еще сильнее  
а, должно быть в граде  
должны таять  $a_1$  но на него  
действуют силы тяжести

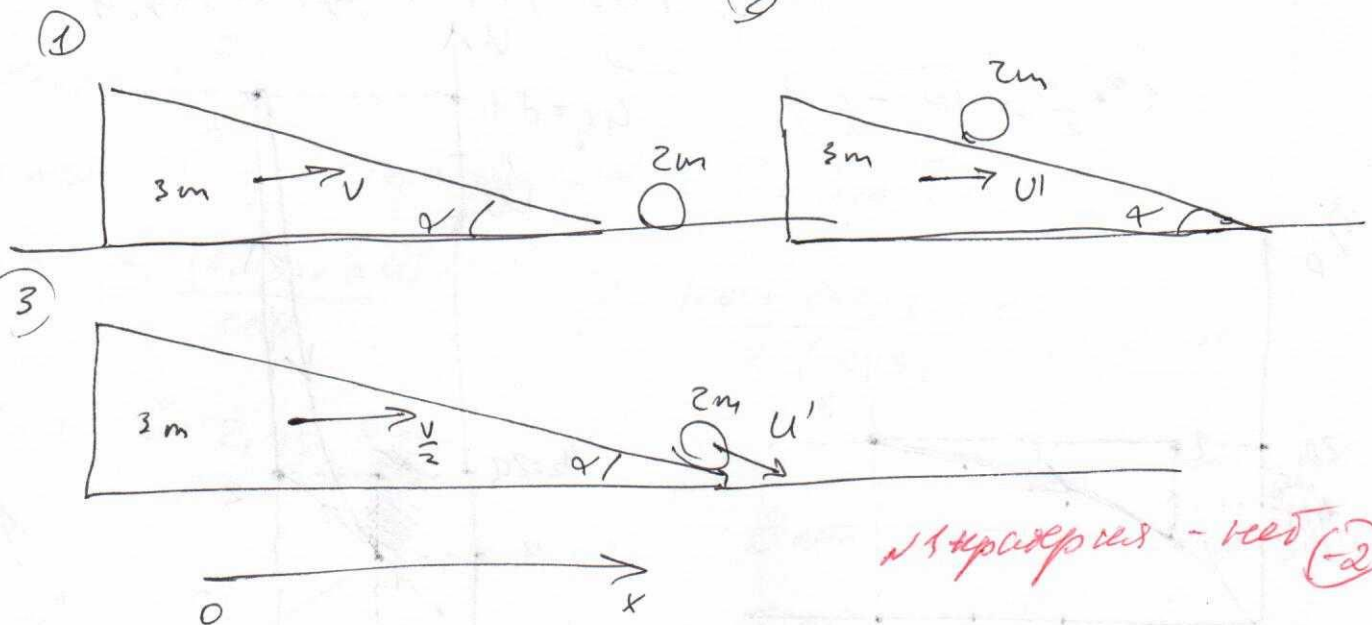
Физически  
для остальных  
тел:

У.О. получим  $m a_2 = 4 m a_1 = T \Rightarrow$  Подставим в уравнение

$$\boxed{F = \frac{T}{2} \text{ и } T = \frac{3T}{2}}; F = \frac{3}{2} \cdot 1 = 1,5 \text{ Н.}$$

Ответ:  $F = 1,5 \text{ Н.}$

№6.



некрайняя - нет (-2)

Дано:  $v = v_{\text{клин}_1}$ ;  $\frac{v}{2} = v_{\text{клин}_3}$ ;  $M_{\text{кл}} = 3 \text{ м}$ ;  $m_{\text{шара}} = 2 \text{ м}$

Найти:  $\alpha = ?$

Решение: 1) Рассмотрим следующее состояние (3). Проекции на ось x: скорости.

$u' \cdot \cos \alpha$ ;

Запишем ЗСИ по ox: (для 1 и 3)

$$3 m v = 3 m \frac{v}{2} + 2 m u' \cos \alpha$$

$$\frac{3 m v}{2} = 2 m u' \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{3 v}{4 \cdot u'}; (1)$$

Запишем ЗСЭ для 1 и 3:  $\frac{3 m v^2}{2} = \frac{3 m v^2}{4 \cdot 2} + \frac{2 m u'^2}{2}$

$$v^2 \left( \frac{3}{2} - \frac{3}{4} \right) = u'^2 \Rightarrow u' = \sqrt{v^2 \cdot \frac{3}{4}} = \frac{v \cdot 3}{2 \sqrt{2}}$$

Подставим в (1)  $\Rightarrow \cos \alpha = \frac{3 \cdot v \cdot 2 \sqrt{2}}{4 \cdot v \cdot 3} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$

Ответ:  $\alpha = 45^\circ$ .

23

5 (меть) кп

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

117257

Шифр

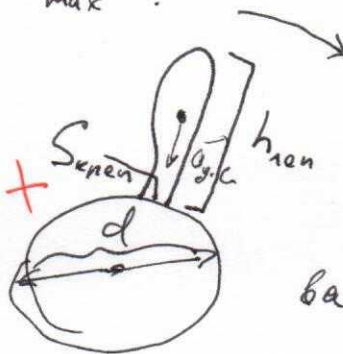
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)



Вариант № 3

Дано:  $d = 1 \text{ м}$ ;  $m_{\text{лопасты}} = 2,142$ ;  $h = 0,05 \text{ м}$ ;  $S_{\text{среч}} =$   
 $\omega = 10000 \frac{\text{об}}{\text{мин}} = 166,67 \frac{\text{об}}{\text{сек}}$ ;  $\alpha = 240000 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ ;  
 $\sigma = \frac{\alpha}{t}$ ; Найти:  $t_{\text{max}} = ?$

Решение:



1) Во время вращения на лопасть будет действо-  
 вать  $a_{\text{у.с.}} = \omega^2 R$ ; где  $\omega = 2\pi \left( n + \frac{h}{2} \right) \cdot \frac{1}{T}$   
 $= 2\pi \cdot \omega \left( n + \frac{h}{2} \right)$

Тогда  $a_{\text{у.с.}} = 4\pi^2 \omega^2 \left( n + \frac{h}{2} \right)^2$ ;

- нет решения  
 - учтены не все силы