

Работа на 3 листах.

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

128007

Шифр

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Профессор  
(наименование дисциплины)

Муравский

Фамилия И.О. участника Косминин Никита Николаевич

Город, № школы (образовательного учреждения) школа № 1580,

г.гроз Москва;

Регистрационный номер класс 8

Вариант задания № 3.

Дата проведения «17» февраля 20119 г.

Подпись участника Кино

лист 1 из (3)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
10	10	20	1	28		15				84
10	11	16	1	28		15				84

128007

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 3

Дано:  $t_y = 5^\circ\text{C}$ ;  $t_c = 18^\circ\text{C}$ ;  $t_{xc} = 85^\circ\text{C}$ ;  $t_{y2} = -55^\circ\text{C}$ ;  $t_{c2} = 5^\circ\text{C}$ ;

$n_{\text{перек}} = ?$

Реш:

1) По формулам промежуток времени  $\tau$  в 1-ом случае.  
 П.к. температура в салоне не изменяется, то  $\Phi_{\text{период}} = \Phi_{\text{улицы}}$ ;  
 (сколько тепла поглотит, столько и отдаёт);  
 $\alpha_n \cdot \tau \cdot (t_{xc} - t_c) = \alpha_y \cdot \tau \cdot (t_c - t_y)$ , где  $\alpha_n$  - коэффициент теплопередачи перек, а  $\alpha_y$  - коэффициент теплопередачи улицы.  
 $\alpha_y = \frac{\alpha_n \cdot (t_{xc} - t_c)}{t_c - t_y}$ ;

2) По формулам промежуток времени  $\tau$  во 2-ом случае.  
 $n_n \cdot \alpha_n \cdot \tau \cdot (t_{xc} - t_{c2}) = \alpha_y \cdot \tau \cdot (t_{c2} - t_{y2})$  ;

$$n_n \cdot \alpha_n \cdot (t_{xc} - t_{c2}) = \frac{\alpha_n (t_{xc} - t_c)}{t_c - t_y} \cdot (t_{c2} - t_{y2})$$

$$n_n = \frac{(t_{xc} - t_c) \cdot (t_{c2} - t_{y2})}{(t_c - t_y) \cdot (t_{xc} - t_{c2})}$$

$$n_n = \frac{(85 - 18) \cdot (5 - (-55))}{(18 - 5) \cdot (85 - (-55))} \quad n_n \approx 2,2 \Rightarrow \text{Нужно 3 перек.}$$

108

~5.

Дано:  $m_g = 1,7 \text{ кг}$ ;  $V_{\text{воз}} = 15 \text{ л} = 0,015 \text{ м}^3$ ;  $t_{\text{воз}} = 26^\circ \text{C}$ ;  $V_{\text{нл}} = 3,5 \text{ л} = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ ;  $t_{\text{нл}} = 1539^\circ \text{C}$ ;  $c_{\text{нл}} = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$ ;  $\rho_{\text{нл}} = 7450 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  (при  $t_{\text{нл}}$ );  $\lambda_{\text{нл}} = 265 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ ;  $c_g = 4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$ ;  $\rho_{\text{воз}} = 1000 \text{ м}^3$ ;  $t_{\text{кун.}} = 100^\circ \text{C}$ ;  $\rho_g = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ ;

$$\frac{m_{\text{нл}}}{m_{\text{воз}}} = ?$$

Реш:

$$V_{\text{воз. конденс.}} (1) = V_{\text{воз}} - V_{\text{нл}};$$

$$V_1 = 0,015 - 3,5 \cdot 10^{-3} - 3,5 \cdot 10^{-3} = 11,5 \cdot 10^{-3} \text{ (м}^3\text{)};$$

~~и Массу нехем~~

Допускаем, все вода испарилась.

$$\text{Потери } Q_{\text{нл}} \geq Q_{\text{воз}} + Q_g = c_g \cdot \rho_{\text{воз}} \cdot V_1 \cdot (t_{\text{кун.}} - t_{\text{воз}}) + V_g \cdot V_1 \cdot \rho_g;$$

$$Q_g = 4190 \cdot 1000 \cdot 11,5 \cdot 10^{-3} \cdot (100 - 26) + 2,26 \cdot 10^6 \cdot 11,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1000;$$

$$Q_g = 29555690 \text{ (Дж)};$$

$$Q_{\text{вспра}} = c_{\text{нл}} \cdot m_g \cdot (t_{\text{кун.}} - t_{\text{воз}}); \quad Q_{\text{вспра}} = 460 \cdot 1,7 \cdot (100 - 26);$$

$$Q_{\text{вспра}} = 57868 \text{ (Дж)};$$

$$Q_{\text{нл}} = \lambda_{\text{нл}} \cdot V_{\text{нл}} \cdot \rho_{\text{нл}} + V_{\text{нл}} \cdot \rho_{\text{нл}} \cdot c_{\text{нл}} \cdot (t_{\text{нл}} - t_{\text{кун.}});$$

$$Q_{\text{нл}} = 265 \cdot 10^3 \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 7450 + 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 7450 \cdot 460 \cdot (1539 - 100);$$

$$Q_{\text{нл}} = 24691460,5 \text{ (Дж)};$$

$$Q_{\text{всг}} + Q_{\text{всгпа}} = 57868 + 29555690 = 29613558 > Q_{\text{хл}} = ?$$

$\Rightarrow$  не вся вода превратилась в пар.

~~Из уравнения теплового баланса:~~

$$\cancel{Q_n + Q_{\text{всг}} + Q_{\text{хл}} + Q_{\text{всгпа}} = 0;}$$

$$\cancel{c_b \cdot V_1 \cdot \rho_b \cdot (t_{\text{кин}} - t_{\text{всг}}) + m_n \cdot r_b + c_{\text{хл}} \cdot m_{\text{хл}} \cdot (t_{\text{кин}} - t_{\text{всг}}) + Q_{\text{хл}} = 0;}$$

$$+ \cancel{- c_{\text{хл}} \cdot V_{\text{хл}} \cdot \rho_{\text{хл}} \cdot (t_{\text{кин}} - t_{\text{хл}}) - \lambda_{\text{хл}} \cdot F_{\text{хл}} \cdot t_{\text{хл}}}$$

$$\cancel{Q_{\text{хл}} = c_{\text{хл}} \cdot m_{\text{хл}}}$$

$$m_n =$$

Из уравнения темп. баланса:

$$Q_n + Q_{\text{всг}} + Q_{\text{хл}} + Q_{\text{всгпа}} = 0;$$

$$m_n \cdot r_b + c_b \cdot V_1 \cdot \rho_b \cdot (t_{\text{кин}} - t_{\text{всг}}) - Q_{\text{хл}} + Q_{\text{всгпа}} = 0;$$

$$Q_{\text{хл}} = Q_b = c_b \cdot V_1 \cdot \rho_b \cdot (t_{\text{кин}} - t_{\text{всг}})$$

$$m_n =$$

$$m_n \cdot r_b + c_b \cdot V_1 \cdot \rho_b \cdot (t_{\text{кин}} - t_{\text{всг}}) - Q_{\text{хл}} + Q_{\text{всгпа}} = 0;$$

$$Q_{\text{хл}} = Q_{\text{всгпа}} = c_b \cdot V_1 \cdot \rho_b \cdot (t_{\text{кин}} - t_{\text{всг}})$$

$$m_n =$$

$$m_n = \frac{246 \cdot 97469,5 - 57868 - 1190 \cdot 11,5 \cdot 1000 \cdot (100 - 26)}{2,26 \cdot 10^6}$$

$$m_n \approx 9,3$$

$$m_n \approx 9,3 (\text{кг});$$

$$\frac{m_n}{m_{\text{всг}}} = \frac{9,3}{V_{\text{всг}} \cdot \rho_{\text{всг}}} = \frac{9,3}{0,015 \cdot 10^3} \approx 0,6$$

Ответ: в пар превратилась 0,6.



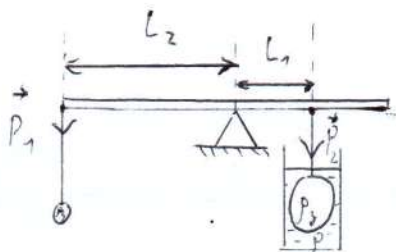
2. (Horse)

Dane:  $\rho_z = 19300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ;  $r_o = 3r_u$ ;  $l_1 = 1\text{m} = 0.01\text{m}$ ;  $l_2 = 6\text{m} = 0.06\text{m}$ ;  
 ~~$m_{\text{horse}} = 0$~~

$\rho$  - ? ;  $l$  - ?

Реш.:

1)



Из условия моментов им:

$$P_1 \cdot l_2 = P_2 \cdot l_1;$$

$$P_1 = m_u \cdot g; \quad m_u = \cancel{\frac{4}{3} \pi r_u^3 \rho_z} = \frac{4}{3} \pi r_u^3 \cdot \rho_z;$$

$$P_2 = m_o \cdot g - F_A; \quad m_o = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_o^3 \cdot \rho_z = 36 \pi r_u^3 \cdot \rho_z;$$

$$F_A = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_o^3 \cdot \rho = 36 \pi r_u^3 \cdot \rho;$$

$$\frac{4}{3} \pi r_u^3 \cdot \rho_z \cdot g \cdot l_2 = 36 \pi r_u^3 (\rho_z - \rho) g \cdot l_1 \quad | : \pi r_u^3 g;$$

$$\frac{4}{3} \rho_z \cdot l_2 = 36 (\rho_z - \rho) \cdot l_1;$$

$$\frac{4}{3} \rho_z \cdot l_2 - 36 \rho_z \cdot l_1 = -36 \rho l_1;$$

$$\rho = \frac{\frac{4}{3} \rho_z l_2 - 36 \rho_z l_1}{-36 l_1}; \quad \rho = \frac{\frac{4}{3} \cdot 19300 \cdot 0.06 - 36 \cdot 19300 \cdot 0.01}{-36 \cdot 0.01};$$

$$\rho \approx 13581 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right);$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

128007

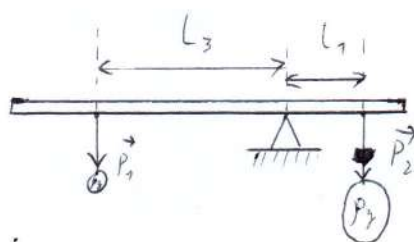
Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 3.

~ 2 (продольное)

2)



$$L = l_3 + l_1$$

из правила моментов им:

$$P_1 = P_2$$

$$l_1 \cdot m \cdot g = l_3 \cdot m \cdot g$$

$$l_1 \cdot 36 \pi \cdot r_m^3 \cdot \rho_g = \left( \frac{3}{4} \right) \pi \cdot r_m^3 \cdot \rho_g \cdot l_3$$

$$l_1 \cdot 36 = \frac{3}{4} l_3$$

$$l_3 = 48 l_1$$

$$l_3 = 0.901$$

$$l_3 = 0.98 \text{ (м)}$$

$$L = 0.98 + 0.01 = 0.99 \text{ (м)}$$



Ответ: ~~4~~ ~~м~~ плотность жидкости -  $13581 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

~~и~~ расстояние между шариками -  $0.99 \text{ м}$

~3.

16,6 м/с.

22,2

Дано:  $V_{max} = 175 \text{ км/ч}$ ;  $N = 10 \text{ д.с.} = 79380$  Б;  $V = 80 \text{ км/ч} = 22,2 \text{ м/с}$ ;  
 $q_{\sigma} = 45 \cdot 10^6 \text{ Дж}$ ;  $\rho_{\sigma} = 735 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;  $S_1 = 7,5 \text{ км}^2$ ;  $V_1 = 5 \text{ м} = 0,5 \text{ м}^3$ ;  
 $V_2 = 0,55 \text{ м}^3$ ;

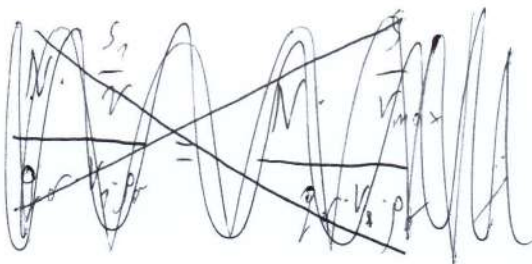
5-!

Дем.:

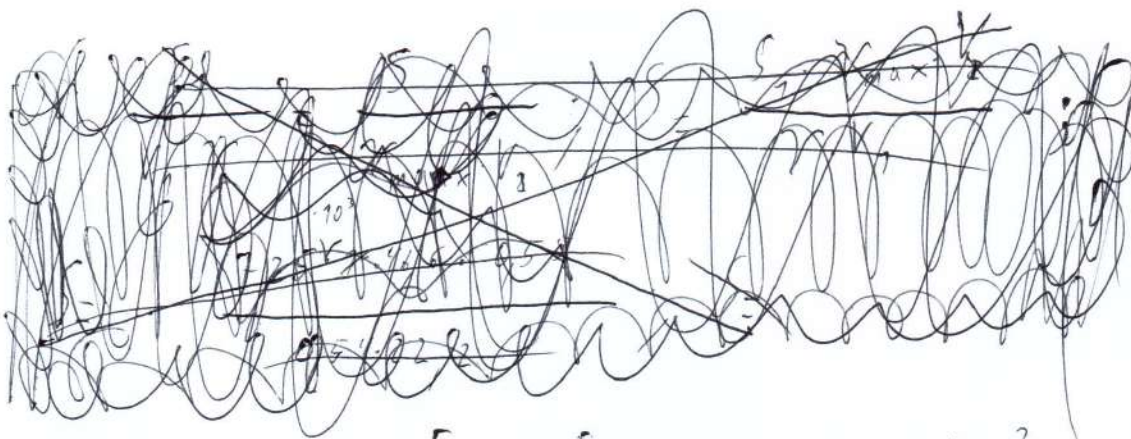
$$\eta = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{осл.}}}$$

$$Q_{\text{пол.1}} = F_{\text{comp.}} \cdot S_1; Q_{\text{пол.2}} = \frac{V_{\text{max}}^2}{r^2} \cdot F_{\text{comp.}}$$

$$Q_{\text{осл.1}} = q_{\sigma} \cdot V_1 \cdot \rho_{\sigma}; Q_{\text{осл.2}} = q_{\sigma} \cdot V_2 \cdot \rho_{\sigma}$$



лет n-2 кривизна



$$\frac{F_{\text{comp.}} \cdot S_1}{q_{\sigma} \cdot V_1 \cdot \rho_{\sigma}} = \frac{F_{\text{comp.}} \cdot S \cdot \frac{V_{\text{max}}^2}{r^2}}{q_{\sigma} \cdot V_2 \cdot \rho_{\sigma}} \quad ; \quad \frac{F_{\text{comp.}}}{q_{\sigma} \cdot \rho_{\sigma}}$$

$$\frac{S_1}{V_1} = \frac{S \cdot V_{\text{max}}^2}{V_2 \cdot r^2} \quad ; \quad S = \frac{S_1 \cdot V_2 \cdot r^2}{V_1 \cdot V_{\text{max}}^2}$$

$$S = \frac{725 \cdot 10^3 \cdot 0,55 \cdot (22,2)^2}{(46,6)^2 \cdot 0,54} ;$$

$$S = 457\,154\,078 \text{ (м)};$$

$$\text{Ответ: } 157\,078 \text{ м.}$$

20

Ситуационная задача.

$10 \cdot 10^5 \text{ м}$ ;

Дано:  $h = 11000 \text{ м}$ ;  $l = 30 \text{ м}$ ;  $L = 100 \text{ км}$ ;  $l_{\text{прел. (з)}} = 10 \text{ км} = 10^4 \text{ м}$ ;

$V = 450 \text{ км/ч} = 125 \text{ м/с}$ ;  $\beta$  (аэродинамическое качество) = 10;

Найти: сможет ли ~~самолёт~~ самолёт долететь до аэропорта; время полёта до аэропорта ( $t$ ).

Реш.:

1) Чтобы долететь до аэропорта самолёт должен пропланировать 100 км, но т.к. при подъёме и взлётно-посадочной полёте самолёту нужен запас расстояний 10 км, то по сути своей самолёт должен пропланировать 110 км. Но самолёт это не материальная точка, у него есть размеры, если самолёт пролетит 110 км, то он ~~только каснётся~~ каснётся взлётно-посадочной полосы только передней стойкой шасси. ~~В результате~~ а посадка \* на сигнальные огни ~~и на~~ <sup>и на</sup> ~~берега~~ катастрофическая. И тогда отн. земли самолёт должен пролететь  $L + l + l_z$ .

\* \* \* - задняя стойка шасси расп.  $\approx$  по середине корпуса, но если ~~запас~~ попытаться приземлиться самолёт, так, чтобы она

поврежден  $\Rightarrow$  катастрофе!\*

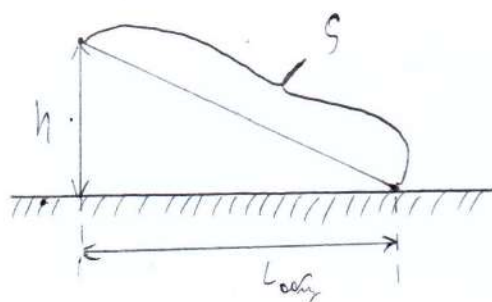
Допустим, что самолёт летит до аэродрома, и на некоторых своих возможностях садит ~~самолёт~~ (конец хвоста самолёта будет <sup>равно</sup> над началом взлётно-посадочной полосы); Тогда:

$$\beta = \frac{L_{\text{взл}}}{h}; \beta = \frac{L + L_z + L}{h}; \beta = \frac{1 \cdot 10^4 + 1 \cdot 10^5 + 30}{11000}; \beta \approx 10 = 7$$

$\Rightarrow$  самолёт не сможет ~~лететь~~ успешно сесть на аэродром.

2)  $\beta = \frac{L_{\text{взл}}}{h}; L_{\text{взл}} = \beta \cdot h; L_{\text{взл}} = 10 \cdot 11000 = 11 \cdot 10^4 \text{ (м)}$  (Как мы видим, самолёт не сможет даже касаться взлётно-посадочной полосы за границей колеи)

По теореме Пифагора:



$$h^2 + L_{\text{взл}}^2 = S^2$$

$$h^2 + h^2 \beta^2 = S^2$$

$$t = \frac{S}{v};$$

$$t = \frac{h^2 + h^2 \beta^2}{v}; t = \frac{11000^2 + 11000^2 \cdot 100}{450}; t = 27157778 \text{ (с)}$$

Ответ: 27157778 с.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр 128007

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 3

Дано:  $N=4$ ;  $L_r=0,05 \text{ м}$ ;  $L_m = 88 \text{ м} = 0,88 \text{ м}$ ;

Найти:  $\frac{R_p}{R}$ ;

Реш:

Если длина стальных прутков в каждой трубке одинакова, то  $\frac{V_r}{N \cdot S_m} = \frac{V_m}{S_m}$  где  $V_r$  и  $V_m$  - объёмы прутков и большой трубки соответственно,  $S_m$  - площадь сечения прутка.

$$\frac{V_r}{N} = \frac{V_m}{S_m}$$

$$\frac{V_r}{N} = V_m$$

$$V_m \cdot N = V_r$$

$$V_r = V_{\text{пробная}} + (L_r - L) \cdot S_r$$

$$S_m \cdot L \cdot N = N \cdot S_m \cdot L$$

$$\frac{V_r}{N} = S_r \cdot (L_r - L); \quad \frac{S_r \cdot L}{N} = S_r \cdot (L_r - L);$$

$$L = N \cdot L_r - N \cdot L; \quad L = \frac{N \cdot L_r}{N+1}; \quad L = \frac{4 \cdot 0,05}{4+1} = 0,04 \text{ (м)};$$