

+ 1 лист

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

601814

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика  
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Николаев Айал

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Якутск, ГБОУ Р(а)

РМ

Регистрационный номер 4973

Вариант задания 4 10.2

Дата проведения «22» февраля 2020 г.

Подпись участника Айал

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»

Тридцать девять баллов

601814

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Всего
0	5	4	0	-	16	14				39

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 4

М2

Дано:

$r$

$\mu$

$g$

$h$

$T = ?$

Вывести:

$m$  — масса груза

$\mu$  — коэффициент трения

$$G \frac{\mu h}{r^2} = \mu g$$

$$p s = m g$$

$p$  — давление груза

$s$  — площадь поверхности

$$p = \frac{\mu R T}{\mu V} = \mu \frac{2}{5}$$

$V$  — объем

$$T = \frac{\mu V g}{s R \mu} = \frac{\mu \frac{4}{3} \pi r^3 g}{\mu \pi r^2 R} = \frac{\mu h^3 g}{3 r^2 R}$$

$$s = \frac{4 \pi r^2}{3}$$

$$V = s h$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{\mu h^3 g}{3 r^2 R}$$

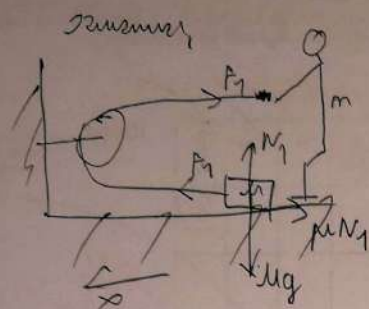
N3

Demo:

$\mu = 3m$

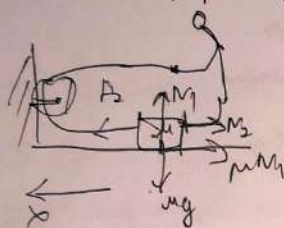
$F_1 = 600N$

$F_2 = ?$



С. уравнения для равновесия  
 $\sum F_x = 0 \Rightarrow F_{тр} + mg + \mu g + N_1 + N_2 + F_1 = 0$   
 ОО:  $F_1 = \mu N_1$  ОО:  $N_1 = mg = 3mg$

$F_1 = \mu 3mg$



но  $\sum F_y = 0$   $N_2 = -mg$

но  $\sum F_x = 0$

$m\vec{a} = N_1 + \vec{F}_{тр} + mg + N_2 + F_2$

ОО:  $F_2 + mg$

$F_2 - N_2 + \mu N_1 = 0$

$F_2 = mg + \mu 3mg$

$F_2 = mg + F_1 \Rightarrow$  Ответ:  $F_2 = mg + F_1$

ОО:  $N_1 = mg$

N4

Demo:

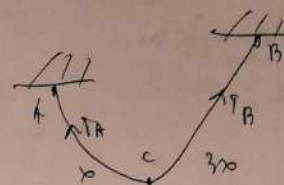
$F_A = 3H$

$F_B = 7H$

$\frac{AC}{BC} = \frac{2}{3}$

$F_C = ?$

рисунок:



$\sum M = 0$

Омн. (.) A:  $T_C \cdot AC - (BC + AC) T_B = 0$

$AC T_C = (BC + AC) T_B$

$T_C = 4 T_B = 28H$

Омн. (.) B:  $T_C \cdot BC - (BC + AC) T_A = 0$

$T_C = \frac{4}{3} T_A = 4H$

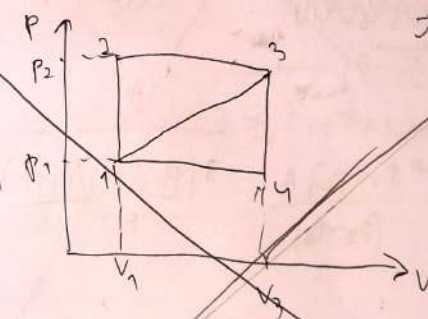
N6

Demo:

$\eta_1 = \frac{1}{11}$

$\eta_2 = ?$

рисунок:



Адиаб. раз-огр. адиаб. (i=1)

$A = (P_2 - P_1)(V_3 - V_1)$

$W_{12} = P_1 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_3 + P_2 V_4$

$A + V_1(P_1 + P_2) = V_3(P_2 - P_1)$   
 $V_3 = \frac{A + V_1(P_1 + P_2)}{P_2 - P_1}$

$\eta_1$  - работа за цикл  $A/2$

$\eta_1 = \frac{2V_1(P_2 - P_1) + \frac{5}{2} P_2(V_3 - V_1)}{A}$



601814

Шифр

используется для идентификации  
свертываемой работы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Всего

Вариант № 4

№6 (прод.)

$$\eta_1 = \frac{A}{3V_1(p_2 - p_1) + 5p_2 A}$$

$$\eta_2 = \frac{A}{3 \left( p_2 A + p_2 V_1 + p_2^2 V_1 - p_2 V_1 + p_1^2 V_1 \right) + \frac{(p_1 + p_2) A}{(p_2 - p_1)}}$$

$$\eta_2 = \frac{A(p_2 - p_1)}{3p_2 A + 3p_2^2 V_1 + 3p_1^2 V_1 + A p_1 + A p_2} = \frac{A(p_2 - p_1)}{4A p_2 + A p_1 + 3V_1(p_1^2 + p_2^2)}$$

$$\eta_3 = \frac{A}{p_2 V_1 + 3p_2 V_1}$$

$$\eta_3 = \frac{2A(p_2 - p_1)}{3V_1(p_2 - p_1)^2 + 5p_2 A} = 2\eta_1$$

$$\eta_1 = \frac{A(p_2 - p_1)}{3V_1(p_2 - p_1)^2 + 5p_2 A}$$

$$\eta_2 = \frac{A/2}{\frac{3}{2}(p_2 V_3 - p_1 V_1) + \frac{(p_1 + p_2)(V_3 - V_1)}{2}} = A$$

$$\eta_3 \text{ (за все время)} = \frac{A}{\frac{3}{2}V_1(p_2 - p_1) + \frac{5}{2}p_2(V_3 - V_1)} = 2\eta_1$$

$$\eta_2 = \frac{A}{3p_2 V_3 - 3p_1 V_1 + p_1 V_3 - p_1 V_1 + p_2 V_3 - p_2 V_1} = \frac{A}{4p_2 V_3 - 4p_1 V_1 - p_1 V_3 - p_2 V_1}$$

$$\eta_1 = \frac{A}{3p_2 V_1 - 3p_1 V_1 + 5p_2 V_3 - 5p_2 V_1} = \frac{A}{5p_2 V_3 - 2p_2 V_1 - 3p_1 V_1}$$

$$\eta_1 = \frac{A}{3V_1(p_2 - p_1) + \frac{5p_2 A}{(p_2 - p_1)}}$$

$$\eta_2 = \frac{A}{3(p_2 V_3 - p_1 V_1) + \frac{(p_1 + p_2) A}{(p_2 - p_1)}} = \frac{3 \left( p_2 \left( A + V_1(p_1 + p_2) \right) - p_1 V_1 \right) + (p_1 + p_2) A}{(p_2 - p_1)}$$

$$\eta_3 = \frac{A}{\frac{3}{2}V_1(p_2 - p_1) + \frac{5}{2} \frac{p_2 A}{(p_2 - p_1)}} = 2\eta_1$$

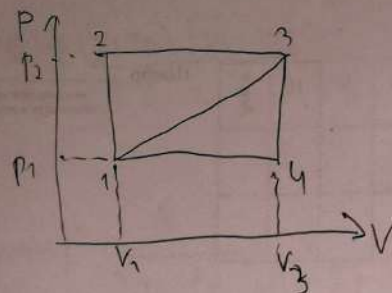
Nb

Дано:

$$\eta_1 = \frac{1}{n}$$

$\eta_2 = ?$

Схема:



$$\eta_1 = \frac{A}{Q_{n1}} = \frac{A/2}{Q_{n1}}$$

1, А-работа за весь цикл 1-2-3-4-1

$$Q_{n1} = \Delta U_{13} + A + p_1(V_3 - V_1)$$

$$Q_{n1} = \Delta U_{13} + A + p_1(V_3 - V_1)$$

$$\eta_1 = \frac{A/2}{\Delta U_{13} + A + p_1(V_3 - V_1)} = \frac{A/2}{(i + \frac{1}{2})(p_2 V_3 - p_1 V_1) + \frac{A}{2} + p_1(V_3 - V_1)}$$

$$\eta_2 = \frac{A/2}{\Delta U_{13} + \frac{A}{2} + p_1(V_3 - V_1)} = \frac{A/2}{(i + \frac{1}{2})(p_2 V_3 - p_1 V_1) + \frac{A}{2} + p_1(V_3 - V_1)}$$

$$\eta(\text{за весь цикл}) = \frac{A}{\Delta U_{13} + A + p_1(V_3 - V_1)} = 2\eta_1$$

Для одноатомного газа ( $i = \frac{5}{2}$ ) найдем

$$\eta_1 = \frac{A/2}{\frac{5}{2}(p_2 V_3 - p_1 V_1) + \frac{A}{2} + p_1(V_3 - V_1)}$$

$$\eta_2 = \frac{A/2}{\frac{5}{2}(p_2 V_3 - p_1 V_1) + \frac{A}{2} + p_1(V_3 - V_1)}$$

$$\left( \frac{5}{2}(p_2 V_3 - p_1 V_1) + \frac{A}{2} + p_1(V_3 - V_1) \right) \eta_2 = A/2$$

$$\left( \frac{5}{2}(p_2 V_3 - p_1 V_1) + \frac{A}{2} + p_1(V_3 - V_1) \right) = \frac{A}{2\eta_2}$$

$$\eta_2 = \frac{A/2}{\frac{A}{2\eta_2}}$$

$$\frac{5}{2}(p_2 V_3 - p_1 V_1) + p_1(V_3 - V_1) = \frac{A}{2\eta_2} - \frac{A}{2} = \frac{A}{2} \left( \frac{1}{\eta_2} - 1 \right)$$

$$\frac{3}{2}(p_2 V_3 - p_1 V_1) + p_1(V_3 - V_1) = \frac{A}{2\eta_1} - A = A \left( \frac{1}{2\eta_1} - 1 \right)$$

$$\frac{A}{2} \left( \frac{1}{\eta_2} - 1 \right) = A \left( \frac{1}{2\eta_1} - 1 \right)$$

$$\frac{1}{\eta_2} - 1 = 2 \left( \frac{1}{2\eta_1} - 1 \right)$$



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Всего
						14				

Шифр 601814

занимается ответственным секретарем приемной комиссии

Вариант № 10. 2

Дано:

$$l = 1 \text{ м}$$

$$T_1 = 293^\circ \text{K}$$

$$L_1 = 0,1510 \text{ м}$$

$$L_2 = 0,1511 \text{ м}$$

$$T_2 = 423^\circ \text{K}$$

$$k_1 = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$$

$k = ?$

Решение:

$$X_1 = l(1 + k_T \Delta T_0) = 1,00216 \text{ м}$$

(длина линейки после нагрева)  
на  $\Delta T_0 = 180^\circ \text{C}$

$$L_2 = L_1(1 + k \Delta T)$$

$$k = \frac{L_2 - L_1}{L_1 \Delta T}$$

$$\Delta X_1 (\text{изм. грав.}) = \frac{X_1}{n} = 0,100216 \text{ м}$$

путь,  $n$  — количество делений равно 10

из следующего  
пропорции  
получим

$$\left( \begin{array}{l} L_0 \\ X_1 - L_2 \end{array} \right) \Rightarrow L_0 = L_2 \frac{L}{X_1} = 0,15172 \text{ м}$$

$L_0$  — длина после  
нагрева прутка  
до  $200^\circ \text{C}$

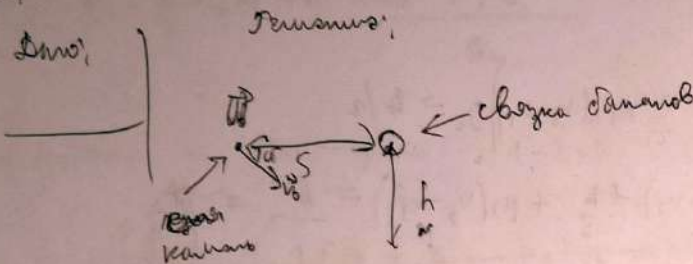
$$\frac{1}{\eta_2} = 2 \left( \frac{1}{2\eta_1} - 1 \right) + 1 = \frac{1}{\eta_1} - 1$$

$$\eta_2 = \frac{1}{\frac{1}{\eta_1} - 1} = \frac{\eta_1}{1 - \eta_1} = 0,1$$

16

$$\text{Ответ: } \eta_2 = \frac{1}{10} = 0,1$$

N1



$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{-2a} = \frac{v_0^2}{2a}$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$h = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g}$$

$$L_0 = L_1 (1 + k \Delta T)$$

↙

$$k = \frac{L_0 - L_1}{L_1 \Delta T} = 2,83 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Ombrem:  $k = 2,83 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  —

14. Samol.