

117242

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника

Черкасов Даниил Владиславович

Город, № школы (образовательного учреждения)

Москва, №1568  
(ГБОУ школа №1568)

Регистрационный номер

3723

Вариант задания

2, 4(НЗ)

Дата проведения

«17» февраля 2019 г.

Подпись участника

Черк

С работой ознакомлен

26.02.19

Черк

Добавляется лосось

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

117242

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
1	1	15	11	5	25					58
		15								

Шифр \_\_\_\_\_  
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2

№1

Дано:  $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$

$d = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м}$

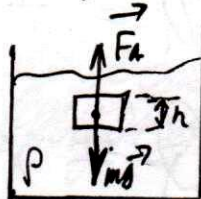
$h = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\pi = 3,14$

$\rho_H - \rho_B = ?$

Решение:



Предположим, что шайба погружена полностью, тогда

$F_{A_{\max}} \leq mg$

$F_A = \rho g V_{\text{погр}}$

$F_{A_{\max}} = \rho g V_{\text{погр}}$

$V_{\text{погр}} = S \cdot h$       $S = \frac{\pi d^2}{4}$

$mg < F_{A_{\max}} = \rho \cdot g \cdot h \cdot \frac{\pi d^2}{4} ?$

$\rho \cdot g \cdot h \cdot \frac{\pi d^2}{4} \leq mg$

①

Подставим значения и вычислим значение  $F_{A_{\max}}$  и  $mg$ :

$1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,02 \text{ м} \cdot \frac{3,14 \cdot (0,06 \text{ м})^2}{4} \leq$

$\leq 0,1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$0,5652 \text{ Н} \leq 1 \text{ Н (В)}$

$\Rightarrow$  предположение верное  $\Rightarrow$  ?  
шайба полностью погружена в воду  $\Rightarrow$  ?



$$P_H - P_B = \rho g h \quad \left( \begin{array}{l} \text{это разность давлений} \\ \text{жидкости на уровнях равновесия} \\ \text{на высоте } h \text{ (одни и те же уровни)} \end{array} \right)$$

$$P_H - P_B = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,02 \text{ м} = 200 \text{ Па}$$

Ответ: 200 Па.

N2

Дано:

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

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

$$A_{\text{газа}} = 200 \text{ Дж}$$

$$U_1 - U_2 = 249 \text{ Дж}$$

$$R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$C = ?$$

Решение:

$$Q = \Delta U + A_{\text{газа}}$$

$$\Delta U = -(U_1 - U_2)$$

$$Q = A_{\text{газа}} - (U_1 - U_2)$$

$$Q = C R \cdot \nu$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$A_{\text{газа}} = \nu R \Delta T$$

$$C = \frac{Q}{\nu R}$$

$$C = \frac{200 \text{ Дж} - 249 \text{ Дж}}{8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 1 \text{ моль}} = -5,9 \text{ К}$$

или

Ответ: -5,9 К.

N3 Дано:

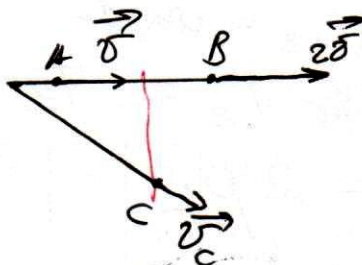
$$v_A = v$$

$$v_B = 2v$$

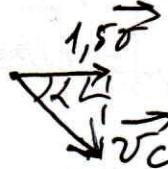
$$\triangle ABC (AC = BC)$$

$$\alpha = 30^\circ$$

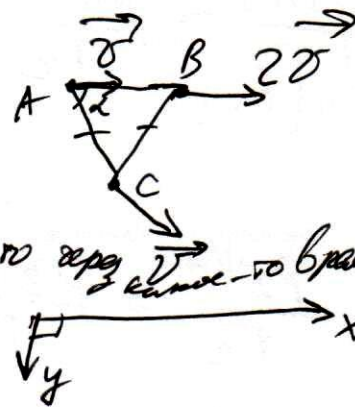
$$v_C = ?$$



Есть  $v_C$  в другую сторону по сравнению с  $v_A$  и  $v_B$



скорость мотоцикла



должна быть такой, чтобы он с одинаковой

скоростью ~~по всем~~ ~~по всем~~ угам от

автомобилей A и автомобилей B, иначе

$\triangle ABC$  не будет равнобедренным ~~проекция~~

$\Rightarrow$  проекция ~~относит~~ ~~относит~~ скорости

мотоцикла на ось X должна быть

одинаковой по модулю (на ось Y у него

противоположные проекции, т.к. A и B не видны на

ней)  $\Rightarrow v_{Cx} = \frac{v + 2v}{2} = 1,5v$

$v_C = \frac{1,5v}{\cos \alpha}$

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

Ответ:  $\sqrt{3} v$ .

N4

Дано:  $V_1, i=3$

$V_4, T_1$

$$T_2 = 2T_1$$

$$1-2: V = \text{const}$$

$$2-3: p = \text{const}$$

$$V_3 = 4V_1$$

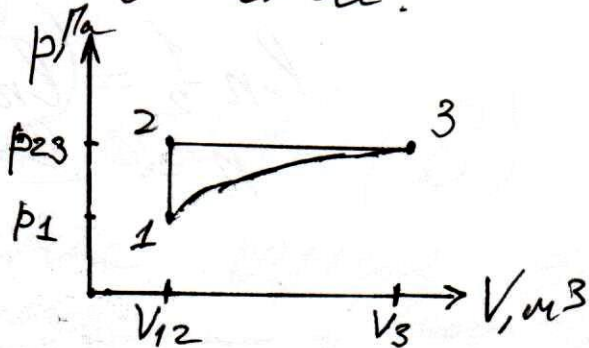
$$3-1: pV^n = \text{const}$$

$n=?$

$(p, V) - \text{II-IV}$

$(V, p) - \text{II-IV}$

Решение:





$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad V_{12} = \text{const}$$

$$T_2 = 2 T_1$$

$$p_2 = 2 p_1$$

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

$$V_3 = 4 V_1$$

$$p_{23} = \text{const}$$

$$T_3 = 4 T_2$$

$$T_3 = 8 T_1$$

$$U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 \quad U_2 = \frac{3}{2} \nu R T_2 \quad U_2 = 2 U_1$$

$$U_3 = \frac{3}{2} \nu R T_3 = 12 \nu R T_1 = 8 U_1$$

Пусть

$$p V^n = C, \quad C - \text{константа}$$

$$\frac{C}{C_0} = \frac{p}{p_0} \left( \frac{V}{V_0} \right)^n [C] = [C_0]$$

$$p_0 = 1 \text{ Па} \quad V_0 = 1 \text{ м}^3 \quad C_0 = 1 [C_0]$$

$$\ln \frac{C}{C_0} = \ln \frac{p}{p_0} + n \ln \frac{V}{V_0}$$

$$\ln \frac{C}{C_0} = \ln \frac{p_1}{p_0} + n \ln \frac{V_1}{V_0}$$

$$\ln \frac{C}{C_0} = \ln \frac{p_{23}}{p_0} + n \ln \frac{V_3}{V_0}$$

$$p_{23} = 2 p_1$$

$$V_3 = 4 V_1$$

$$-\ln \frac{2 p_1}{p_0} + \ln \frac{p_1}{p_0} = n \left( \ln \frac{4 V_1}{V_0} - \ln \frac{V_1}{V_0} \right)$$

$$\ln \frac{1}{2} = (\ln 4) \cdot n$$

$$n = \frac{\ln \frac{1}{2}}{-2 \cdot \ln \frac{1}{2}} = -0,5$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Шифр

117242

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 2

№4 (продолжение)  $p = C \cdot \sqrt{V} \Rightarrow$  На графике  $(p, V)$  будет участок 3-1 будет иметь параболлическую форму. График  $(p, V)$  приведён в начале решения

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

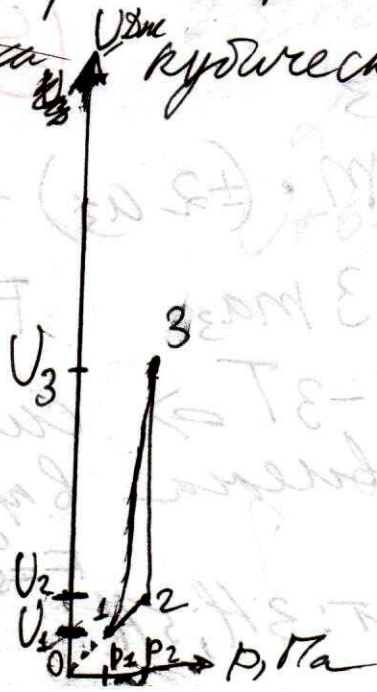
$$\frac{C \cdot \sqrt{V} \cdot V}{T} = \text{const} \Rightarrow$$

$$V = \frac{p^2}{C^2}$$

$$\frac{p^3}{C^2 T} = \text{const} \Rightarrow T \sim p^3$$

$$U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow U \sim p^3 \Rightarrow \text{участок 3-1}$$

на графике  $(p, V)$  будет иметь форму участка кубической параболы.



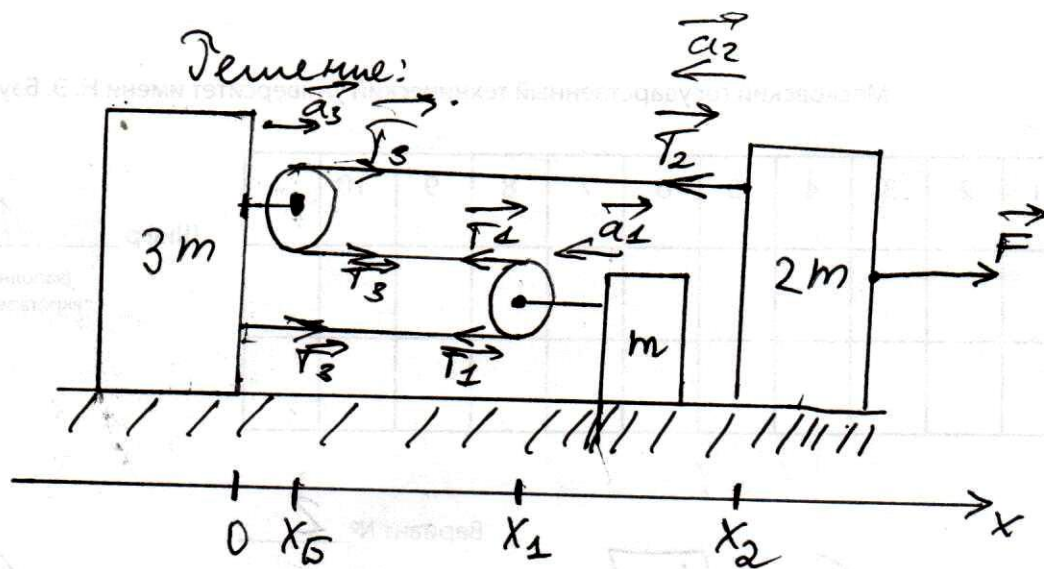
Ответ:  $n = -0,5$



N 5

Дано:  
 $m, 2m, 3m$   
 $T = 1 \text{ Н}$

$F = ?$



$$T_1 = T_2 = T_3 = T$$

$x_1 + x_1 - x_B + x_2 - x_B + l = \text{const}$   
 Двиги продифференцируем по времени:

$$a_1 + a_1 - a_B + a_{2x} - a_B = 0$$

$$a_{2x} = \pm(2a_B - 2a_1)$$

$a_B = a_3$  (т.к. блок закреплён на  
 пружине массой 3m)

$$3T_3 = 3m a_3$$

$$2T_1 = m a_1$$

$$T_2 + F = 2m a_2$$

$$x: T = m a_3 \quad x: T = \frac{m a_1}{2}$$

$$x: F - T = 2m a_{2x}$$

$$2a_3 = a_1$$

$$a_{2x} = -2a_3$$

$$F = 2m \cdot (\pm 2a_3) + m a_3$$

$$F = -3m a_3$$

$$F = 5m a_3$$

$$F = -3T \Rightarrow$$

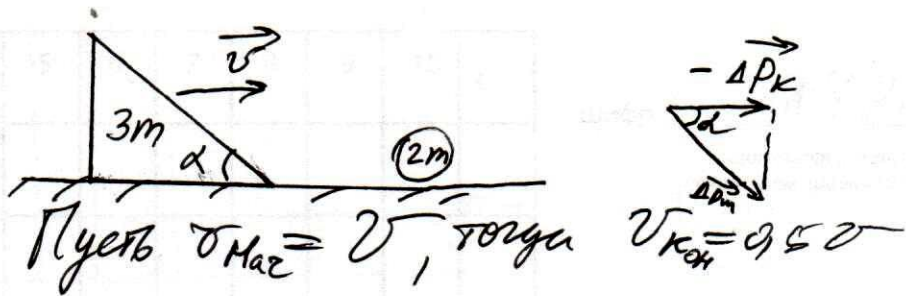
$\{$  направлена  
 $F = 3 \text{ Н}$

сила  $F$   
 в противоположную  
 сторону. (гусак)  
 $F = 5 \text{ Н}$

От вет: 3 Н; 5 Н.

N6

Дано:

 $3m, 2m$  $v_{KH} = 0,5 v_{Hoc}$  $\alpha = ?$ 

$$\Delta p_K : \cos \alpha = \Delta p_H$$

$$\Delta p_K = 3m v - 3m \cdot 0,5v = 1,5m v$$

$$\frac{3m v^2}{2} = \frac{3m (0,5v)^2}{2} + \frac{2m v_m^2}{2}$$

$$3v^2 = 0,75v^2 + 2v_m^2$$

$$\frac{2,25v^2}{2} = v_m^2$$

$$\frac{1,5}{\sqrt{2}} v = v_m$$

$$\frac{1,5m v}{\cos \alpha} = 2m \frac{v \cdot 1,5}{\sqrt{2}}$$

$$\cancel{1,5m} \cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

Ответ:  $45^\circ$

25



30 (тридцать) БУ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						30			

117242

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)



Вариант № 4

N 7

Дано:

$$m = 500 \text{ кг}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$V = 0,55 \text{ м}^3$$

$$C_y = 0,5$$

$$C_x = 0,15$$

$$S_{\text{крыль}} = 0,01 \text{ м}^2$$

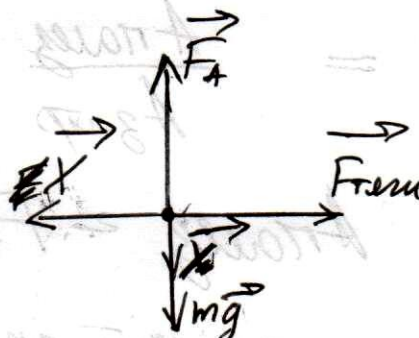
$$S_{\text{носер}} = 0,05 \text{ м}^2$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\eta = 65\%$$

$$1. U = ? F_{\text{тяги}} = ?$$

$$2. P = ?$$



$$F_A = Y + mg$$

$$F_A = \rho g V$$

$$Y = C_y S_{\text{крыль}} \frac{\rho U^2}{2}$$

$$F_{\text{тяги}} = X$$

$$X = C_x S_{\text{носер}} \frac{\rho U^2}{2}$$

!!! Не полностью: Подъёмная сила всего аппарата ~ мощности одного крыла или всей площади крыльев.

Возьмём, что  $S_{\text{крыль}}$  площадь крыла, тогда  $S_{\text{крыль}} = \frac{S_{\text{крыль}}}{2}$

$$U = \sqrt{\frac{(\rho g V - mg) 4}{C_y S_{\text{крыль}} \rho}} = 2 \sqrt{\frac{\rho g V - mg}{C_y S_{\text{крыль}} \rho}}$$

$$U = 2 \sqrt{\frac{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,55 \text{ м}^3 - 500 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,5 \cdot 0,01 \text{ м}^2 \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\& F_{\text{тр}} = \frac{F_{\text{д}}}{2} \text{ (так как двусторонний)}$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{C_x S_{\text{попер.}} \rho V^2}{4}$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{0,15 \cdot 0,04 \text{ м}^2 \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot (20 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{4} = 150 \text{ Н}$$

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{зат}}} \cdot 100\%$$

$\& A_{\text{пол}} = F_{\text{тр}} \cdot l$ , где  $l$  — путь, пройденный аппаратом за время  $\Delta t$

$$A_{\text{зат}} = P \cdot \Delta t$$

$$P = \frac{F_{\text{тр}} \cdot l \cdot 100\%}{\eta \cdot \Delta t}$$

$$\& F_{\text{тр}} = 2 F_{\text{тр}1}$$

$$\& \frac{l}{\Delta t} = V$$

$$P = \frac{2 F_{\text{тр}1} V \cdot 100\%}{\eta}$$

$$P = \frac{2 \cdot 150 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 100\%}{65\%} \approx 9231 \text{ Вт}$$

Ответ: 1.  $V = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $F_{\text{тр}1} = 150 \text{ Н}$   
2.  $P = 9231 \text{ Вт}$