

117214

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Кириков Григорий Алексеевич

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

Регистрационный номер 1444

Вариант задания 1,3

Дата проведения «17» февраля 2019 г.

Подпись участника Кириков

с работой ознакомлен

26.2.19

Кириков

117214

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
0	3	15	15	22	0					55

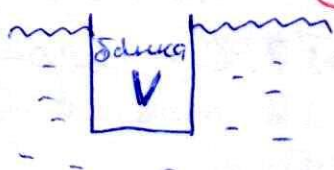
Шифр \_\_\_\_\_

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

используется нет

Вариант № 1

Задача 1 (0)



$$\Delta p = p_{\text{атм}} - p_{\text{ваз}}.$$

$$p_{\text{ваз}} = \rho g h, \text{ где } h - \text{высота столба}$$

$$h = \frac{V}{S}$$

$$\Delta p = p_{\text{атм}} - \rho g \frac{V}{S} = 10^5 - 10^4 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-3}}{0,02}$$

$$p_{\text{ваз}} = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S}$$

$$\Delta p = 10^5 - \frac{9,87}{0,02} = 99506 \text{ Па}$$

Ответ: 99506 Па

Задача 2 (3)

$$\textcircled{1} \delta Q = \Delta U + \delta A$$

$$\textcircled{1} \delta Q = C_v V \Delta T, \text{ где } C_v - \text{молярная теплоёмкость газа}$$

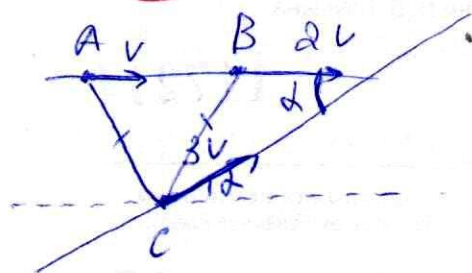
$$\textcircled{1} \Delta U = \frac{i}{2} \gamma R \Delta T$$

$$C_v V \Delta T = \frac{i}{2} \gamma R \Delta T + \delta A$$

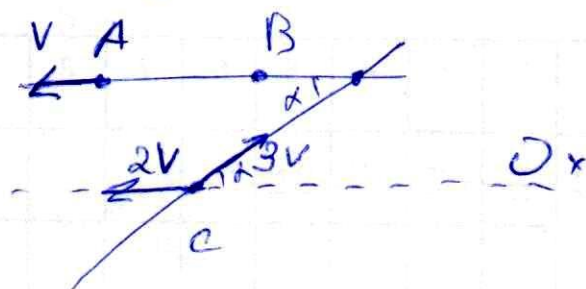
$$C_v = \frac{i}{2} R + \frac{\delta A}{\gamma \Delta T} = \frac{5}{2} \cdot 8,3 + \frac{500}{2 \cdot 10} = 18,3 \cdot \frac{5}{2} = 45,75 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Ответ:  $C_v = 45,75 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

№3 (15)



Перейдем в СО автомобиля В



Очевидно теперь, что для того, чтобы  $\triangle ABC$  оставался равнобедренным нужно, чтобы проекция автомобиля С на  $Ox$  была в два раза меньше проекции скорости автомобиля А, т.к. т. С - вершина  $P/\delta$   $\Delta$ -ка  $\Rightarrow$

$$2V - 3V \cos \alpha = \frac{1}{2} V$$

$$1,5 = 3 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

Ответ:  $60^\circ$

№4 (15)

В состоянии 1:

$$P_1 V_1 = \gamma R T_1$$

В сост. 2:

$$P_1 V_2 = \gamma R \frac{T_1}{4} \Rightarrow V_2 = \frac{1}{4} V_1$$

В сост. 3:

$$\frac{P_1}{2} \cdot V_2 = \gamma R T_3$$

$$\frac{P_1}{2} \cdot \frac{V_1}{4} = \gamma R T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{1}{8} T_1$$

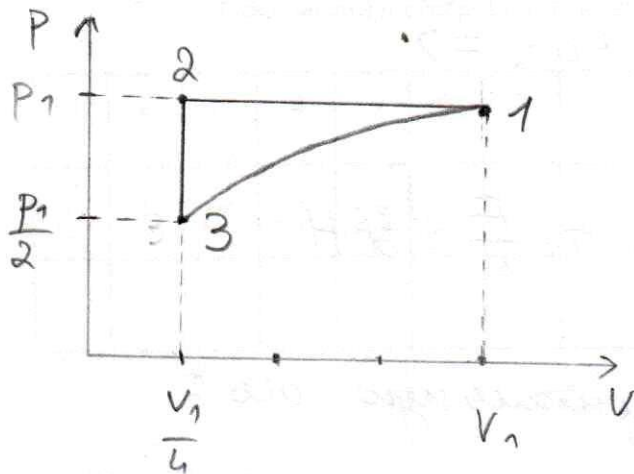
Для превращения 3-1:

$$P_3 V_3^n = P_1 V_1^n$$

$$\frac{P_1}{2} \cdot V_2^n = P_1 V_1^n$$

$$\frac{P_1}{2} \cdot \left(\frac{V_1}{4}\right)^n = P_1 V_1^n \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 4^{-n} = 1 \Rightarrow 4^n = \frac{1}{2} \Rightarrow n = -\frac{1}{2}$$

зависимость  $p(V)$  в процессе 3-1 корневая



в соот. 1:

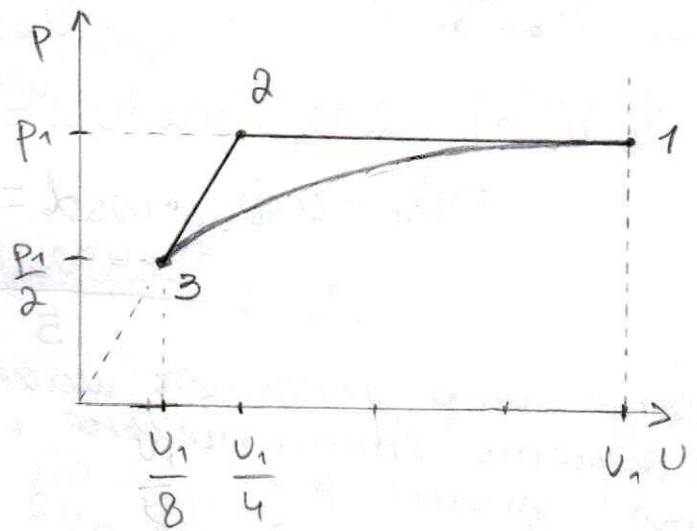
$$V_1 = \frac{i}{2} \nu R T_1$$

в соот. 2:

$$V_2 = \frac{i}{2} \nu R T_2 = \frac{i}{2} \nu R \frac{T_1}{4} = \frac{V_1}{4}$$

в соот. 3:

$$V_3 = \frac{i}{2} \nu R T_3 = \frac{i}{2} \nu R \frac{T_1}{8} = \frac{V_1}{8}$$



1-2 - изобара

2-3 - изохора

3-1 - политропа

$p \sim \sqrt[3]{V}$  на процессе 3-1

Ответ:  $\eta = -\frac{1}{2}$

Задача 5. (22)

пусть  $T$  - сила натяжения нити

$a_1$  - ускорение груза массой  $m$

$a_2$  - ускорение груза массой  $2m$

$a_3$  - ускорение груза массой  $3m$

Рассмотрим силы, действующие на каждое тело по II закону Ньютона

$$3T = 3ma_3$$

$$-2T = 2ma_2$$

$$F - T = ma_1$$

$$\Rightarrow a_3 = -a_2, \quad T = ma_3$$

Рисунки?

Рассмотрим случай, когда груз массой  $3m$  сместился вправо на расстояние  $x \Rightarrow$  груз  $2m$  сместился на  $x$  влево.

из соотношений кинематической связи, чтоб ускорения  
и  $2x + x + 2x = 5x \Rightarrow a_1 = 5a_3 \Rightarrow$

$$F - T = ma_1$$

$$F - ma_3 = ma_1$$

$$F = 6ma_3 = 6T \Rightarrow T = \frac{F}{6} = 2 \text{ Н}$$

Ответ: 2 Н

Задача 6 9

Распишем ЗСЧ на горизонтальную ось:



$v_m$  - скорость шара отн. клина

$$4m v_k + m v_k - 4m v_m^{\text{отн}} = m v$$

$$5v_k - 4v_m \cos \alpha = v$$

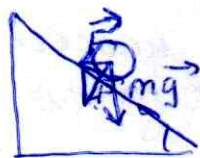
$$v_k = \frac{v + 4v_m \cos \alpha}{5}$$

Когда шар достигнет максимальной высоты, значит  
его скорость относительно клина станет равной нулю  
это значит:

$$4mg \sin \alpha + \frac{m v'^2}{2} + \frac{4m v'^2}{2} = \frac{m v^2}{2}, \text{ где } v' - \text{ скорость}$$

клина, когда шар достигнет до максимума  
т.к. трение отсутствует, то шар будет скользить и  
не возвращаться

$v' = v_k - \frac{F}{m} t$ , где  $F$  - сила, с которой шар воздействует на клин



$$F = 4mg \cos \alpha \sin \alpha \Rightarrow$$

$v' = v_k - 4g \cos \alpha \sin \alpha t$ , где  $t$  - время, за которое шар достиг максимума

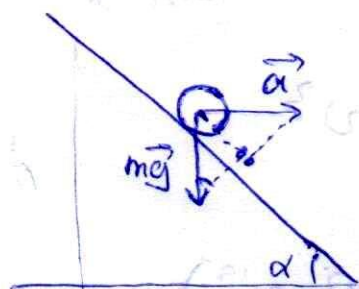
Перейдем в СО клина, тогда  
шар будет иметь дополнительное ускорение  $\frac{F}{m}$  вправо  
или  $2g \sin \alpha$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр 117214

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1



его ускорение ~~будет~~ равно  ~~$a \cos \alpha$~~

$$a_m = a \cos \alpha + g \sin \alpha =$$

$$= g \sin \alpha (4 \cos^2 \alpha + 1) \quad \text{на ось по касательной}$$

$$v_m = g a_m t \Rightarrow t = \frac{v_m}{a_m} \Rightarrow$$

$$v' = v_k - \frac{4 g \cos \alpha \sin \alpha \cdot v_m}{g \sin \alpha (4 \cos^2 \alpha + 1)} = v_k - \frac{4 v_m \cos \alpha}{4 \cos^2 \alpha + 1} \quad (1)$$

$$4 g h + \frac{5}{2} v'^2 = \frac{1}{2} v^2 \quad (2)$$

$$\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{v_m}{2 a_m} \quad (4) \quad v_k = \frac{v + 4 v_m \cos \alpha}{5} \quad (3)$$

(1) и (3):

$$(v_k - v') (4 \cos^2 \alpha + 1) = 4 v_m \cos \alpha$$

$$\begin{aligned} v' &= \frac{v + 4 v_m \cos \alpha}{5} - \frac{4 v_m \cos \alpha}{4 \cos^2 \alpha + 1} = \frac{v(4 \cos^2 \alpha + 1) + 4 v_m \cos \alpha (4 \cos^2 \alpha - 4)}{5(4 \cos^2 \alpha + 1)} \end{aligned}$$

No  $u_y(4)$ :  $v_m = H \cdot 2a_m \cdot \sin d \Rightarrow$

$$v' = \frac{v}{5} + \frac{4v_m \cos d (4\cos^2 d - 4)}{5(4\cos^2 d + 1)} = \frac{v}{5} + \frac{4\sqrt{2gh}(\cos^2 d - 1)}{5\sqrt{4\cos^2 d + 1}} =$$

$$= \frac{v}{5} - \frac{4}{5} \sin^2 d \sqrt{\frac{2gh}{4\cos^2 d + 1}}$$

Допускаем скользящий груз:

$$gh = \frac{2 \left( \frac{v}{5} - v' \right)^2 (4\cos^2 d + 1)}{5 \cdot 2 \sin^2 d} = \frac{2 \left( \frac{v}{5} - v' \right)^2 (4\cos^2 d + 1)}{5 \sin^2 d}$$

$$\frac{8}{5} \frac{\left( \frac{v}{5} - v' \right)^2 (4\cos^2 d + 1)}{\sin^2 d} + \frac{5}{2} v'^2 = \frac{1}{2} v^2$$

$$\frac{8}{5} \frac{(4\cos^2 d + 1)}{\sin^2 d} \left( \frac{v}{5} - v' \right)^2 = \frac{1}{2} \cdot 5 \left( \frac{v^2}{5} - v'^2 \right)$$

$$v'^2 = \frac{\frac{16(4\cos^2 d + 1)}{25 \sin^2 d} - 1}{\frac{16(4\cos^2 d + 1)}{25 \sin^2 d} + 1} \cdot \frac{v^2}{5}$$

$$h = \frac{\frac{1}{2} v^2 - \frac{5}{2} v'^2}{4g} = \frac{v^2 \left( \frac{1}{2} - \frac{\frac{16(4\cos^2 d + 1)}{25 \sin^2 d} - 1}{\frac{16(4\cos^2 d + 1)}{25 \sin^2 d} + 1} \right)}{8g}$$

Отсюда:  $h = \frac{v^2}{8g} \left( 1 - \frac{16(4\cos^2 d + 1) - 25\sin^2 d}{16(4\cos^2 d + 1) + 25\sin^2 d} \right)$

25 (двадцать пять) 34

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
						25				25
						30				30

117214

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)



Оценка 30 баллов  
Протокол № 5 от 26.02.19

Вариант № 3

Посчитаем, чему равно механическое напряжение в лопадке при вращении ротора:

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{F_{г.д.}}{S} = \frac{m \omega^2 \frac{1}{2} (D+h)}{S} = \frac{m 4 \pi^2 \nu^2 \frac{1}{2} (D+h)}{S}$$

Когда мех. напряжение материала на разрыв больше или равно этому значению, то лопасть оторвется

$$\Rightarrow \sigma = \frac{\Delta}{t} = \frac{F}{S} \Rightarrow$$

$$t = \frac{\Delta S}{F} = \frac{\Delta S}{m 2 \pi^2 \nu^2 (D+h)} = \frac{24 \cdot 10^{10} \cdot 100 \cdot 10^{-6} \cdot 60^2}{10^{14} \cdot 9,87 \cdot 10^8 \cdot 0,525} =$$

$$= 417^\circ \text{C} = 690 \text{ K}$$

Ответ:  $t = 417^\circ \text{C} = 690 \text{ K}$  - максимальная температура работы газа