

# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

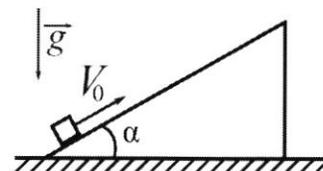
1. Фейерверк массой  $m = 2$  кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва  $H = 65$  м. На землю осколки падают в течение  $\tau = 10$  с.

1) Найдите начальную скорость  $V_0$  фейерверка.

2) Найдите суммарную кинетическую энергию  $K$  осколков сразу после взрыва.

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ . Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают начальную скорость  $V_0 = 2$  м/с (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



1) На какую максимальную высоту  $H$  над точкой старта поднимется шайба на клине?

2) Найдите скорость  $V$  клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса  $R = 1,2$  м равномерно со скоростью  $V_0 = 3,7$  м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели  $m = 0,4$  кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) С какой по величине силой  $P$  модель действует на сферу?

2) Рассмотрим модель автомобиля равномерно движущуюся по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол  $\alpha = \frac{\pi}{6}$ . Вычислите минимальную допустимую скорость  $V_{MIN}$  такого

равномерного движения. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы  $\mu = 0,9$ .

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

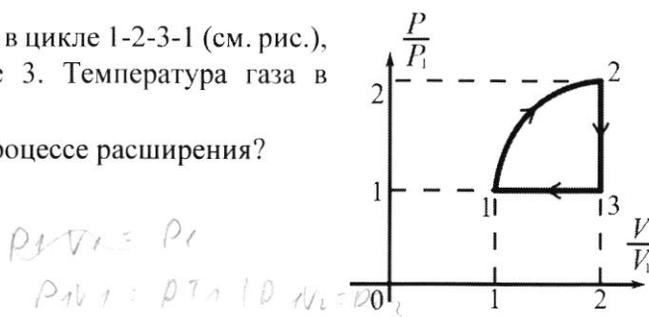
4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1-2 – дуга окружности с центром в точке 3. Температура газа в состоянии 1 равна  $T_1$ .

1) Какое количество  $Q$  теплоты подведено к газу в процессе расширения?

2) Найдите работу  $A$  газа за цикл.

3) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

Универсальная газовая постоянная  $R$ .



5. Заряд  $Q > 0$  однородно распределен по сфере радиуса  $R$ . В первом опыте на расстоянии  $2R$  от центра сферы помещают небольшой по размерам шарик с зарядом  $q > 0$ .

1) Найдите силу  $F_1$ , действующую на заряженный шарик.

Во втором опыте заряд  $q$  однородно распределяют по стержню длины  $R$ , стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии  $2R$  от центра.

2) Найдите силу  $F_2$ , с которой заряд сферы действует на заряженный стержень.

Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Явлениями поляризации пренебрегите.



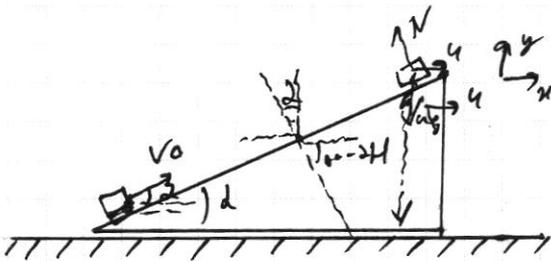
$$\textcircled{=} \frac{(10^3 - 130)^2}{4 \cdot 10^7} \rho_{\text{ж}} = \frac{870^2}{4 \cdot 10^7} \rho_{\text{ж}} = \left( \frac{870}{2 \cdot 10^4} \right)^2 \rho_{\text{ж}} = \left( \frac{87}{2} \right)^2 \frac{\rho_{\text{ж}}}{2} = \frac{7569}{2} \rho_{\text{ж}} =$$

$$= \boxed{3784,5 \rho_{\text{ж}}} \quad (2)$$

$$\begin{array}{r} 82 \\ \times 82 \\ \hline 609 \\ 696 \\ \hline 2569 \end{array} \Bigg| 2$$

$$\begin{array}{r} 3284,5 \\ -15 \\ \hline -14 \\ \hline -16 \\ \hline -16 \\ \hline 9 \\ \hline -8 \\ \hline 10 \end{array}$$

N 2



Т.к. все взаимодействия между телами, следовательно ЗСЭ и ЗСЧ в течение на  $\rho_{\text{ж}}$ :

из ЗСЭ для максимальной высоты  $h$  тела. Высота:

$$mgh + \frac{2\pi \cdot u^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2}$$

из ЗСЧ для этого тела на  $C_{\text{ж}}$ :

$$m v_0 \cos \alpha = 2\pi u$$

$$u = \frac{v_0 \cos \alpha}{2}$$

$$gh = \frac{v_0^2}{2} - \frac{2u^2}{2}$$

$$h = \frac{v_0^2 - 2u^2}{2g} = \frac{v_0^2 - 2 \cdot \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{4}}{2g} = \frac{2v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha}{4g} =$$

$$= \frac{v_0^2 (2 - \cos^2 \alpha)}{4g} = \frac{v_0^2 (2 - \frac{3}{4})}{4g \cdot 10 \text{ м/с}^2} =$$

$$= \frac{5}{10} \text{ м} = \boxed{\frac{1}{2} \text{ м}}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~По времени перемещение груза в поле~~

По длине перемещение груза ~~из состояния покоя~~ в конечное состояние:

$$\frac{dV^2}{dt} + \frac{dU'^2}{dt} = \frac{dV_0^2}{dt} \quad | \quad V^2 + U'^2 = V_0^2$$

По длине перемещение груза ~~из состояния покоя~~ с учётом силы тяжести и силы трения:

$$\Delta P_{\text{сп}} = (\vec{N} + m\vec{g}) \Delta t = \mu (\vec{v} - \vec{u}) m$$

$$x: \quad (v_x - u) m = -N \sin \alpha \cdot \Delta t$$

$$y: \quad \frac{1}{2} v_y \cdot m = -mg \cdot \Delta t + N \cos \alpha \Delta t$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = (N$$

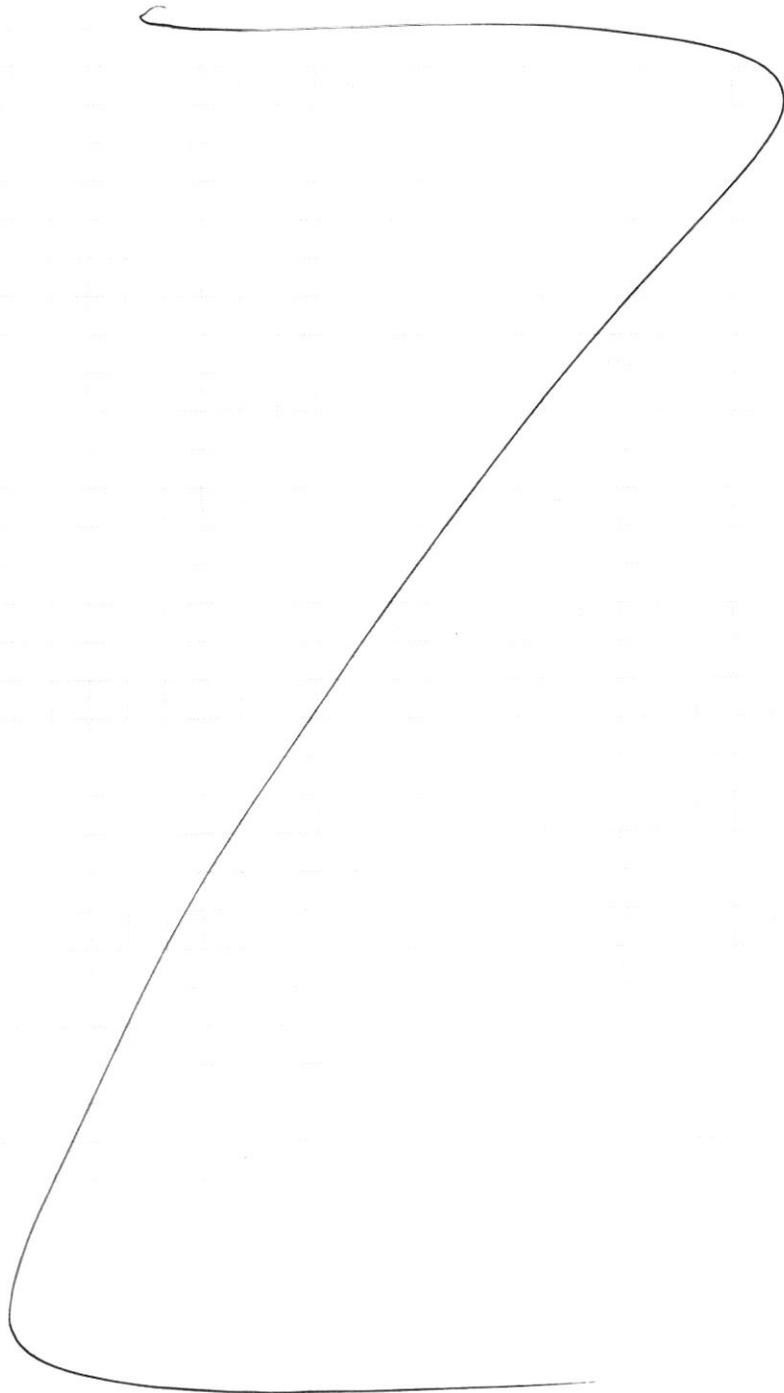
$$P_{\text{тр}} \cdot x = N \sin \alpha \cdot \Delta t = \mu m (u_x - u) m$$

$$N = mg \cos \alpha$$

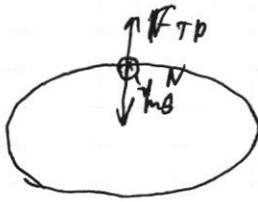
$$(v_x - u) m = -mg \cos \alpha \sin \alpha \cdot \Delta t$$

$$v_y \cos \alpha + v_x \sin \alpha = u_x \sin \alpha \quad - \text{учёт направления}$$

$$\begin{aligned} & \left( \frac{N \cos \alpha - mg}{m} \right) \Delta t \cdot \cos \alpha + \left( \frac{um - N \sin \alpha \cdot \Delta t}{m} \right) \sin \alpha = \\ & = \frac{(um - N \sin \alpha \Delta t) \sin \alpha}{m} \end{aligned}$$



1)



Умножив на  $mg$  получим  
 сила реакции, сила инерции, которая  
 не даёт ему упасть и сила реакции  
 опоры.

Из условия 1. Убрана:

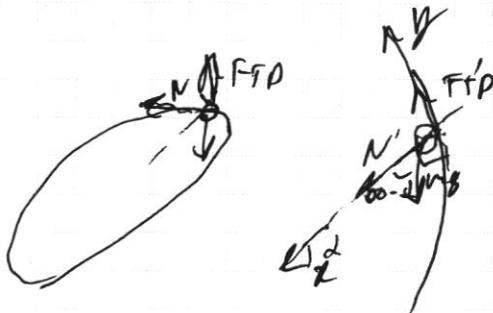
$$\begin{cases} N = \frac{v_0^2}{R} \cdot m \\ F_{TP} = mg \end{cases}$$

По условию 2. Убрана на  $v_0$  и не получится  
 числа, но мы не знаем  $N$  и  $F_{TP}$ , а по известным - выведем.

$$Q = mgR \sqrt{F_{TP}^2 + N^2} = \sqrt{m^2 g^2 + \frac{v_0^4}{R^2} \cdot m^2} =$$

$$= m \sqrt{g^2 + \frac{v_0^4}{R^2}} = 0,4 \cdot \sqrt{10^2 + \frac{3,2^4}{1,2^2}} =$$

2)



Рассмотрим движение массы  
 в нижней части траектории  
 круга. В этот момент на  
 массу действуют три  
 силы

По условию 1. Убрана:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{TP} = m\vec{a}_g$$

$$\text{или } N' \sin \alpha + mg$$

$$\text{или } N' + mg \sin \alpha = \frac{mv_{\min}^2}{R}$$

$$\text{или } F_{TP}' = mg \cos \alpha$$

Нужно найти минимальную скорость:

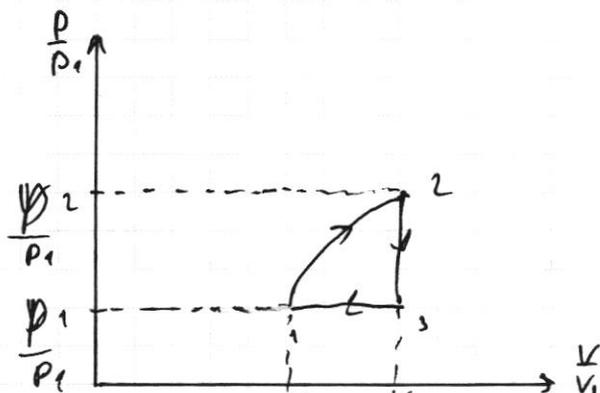
$$F_{TP}' = \mu N' = \mu \left( \frac{mv_{\min}^2}{R} - mg \sin \alpha \right) =$$

$$\frac{\mu v_{\min}^2}{R} - \mu g \sin \alpha = \frac{\mu g \cos \alpha}{\mu} = g \cos \alpha$$

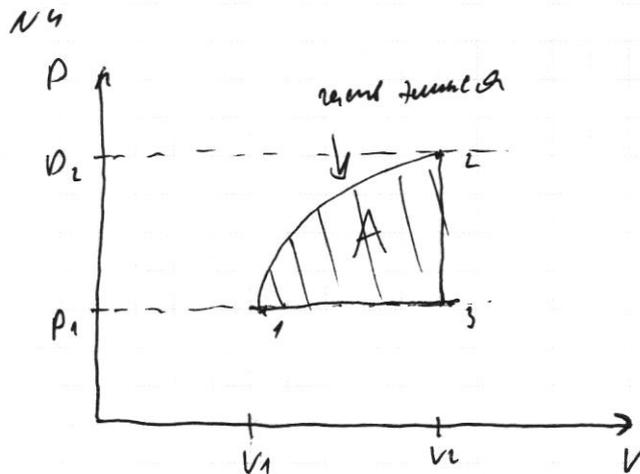
$$v_{\min}^2 = \left( \frac{g \cos \alpha}{\mu} - g \sin \alpha \right) R$$

$$v_{\min} = \sqrt{\left( \frac{g \cos \alpha}{\mu} - g \sin \alpha \right) R}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



По началу  $V_1, V_2$ . Температуры:



$Q = \Delta U + A$ , где  $\Delta U$  — изменение внутренней энергии  
или,  $A$  — работа газа

$A = \int P dV$  — площадь под графиком  $P$  vs  $V$  процесс

из условия:  $\frac{V_2}{V_1} = \gamma = \frac{P_2}{P_1} = \gamma \quad | \quad P_1 V_1 = R T_1$

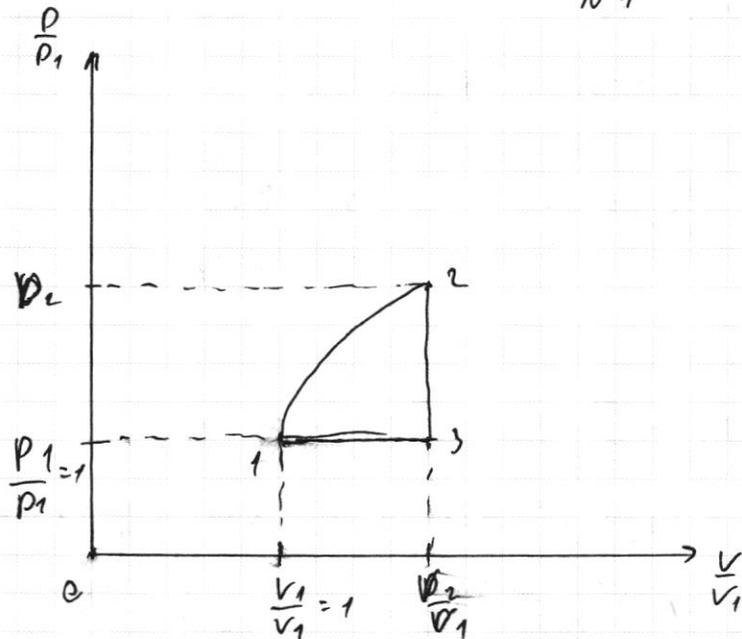
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_2}{P_1}$$

$$\begin{aligned} Q_{12} &= \Delta U_{12} + A_{12} = \\ &= C_V (T_2 - T_1) + \int_{P_1}^{P_2} P dV = C_V (T_2 - T_1) + \frac{P_2 (V_2 - V_1)}{\gamma} \\ &= C_V \left( \frac{P_2 V_2}{R} - T_1 \right) + \frac{V_2}{\gamma} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1) = \\ &= \frac{3}{2} R \left( \frac{1}{2} P_2 V_2 - \frac{1}{2} P_1 V_1 \right) + \frac{V_2}{4} (P_2 V_2 + P_1 V_1) + \frac{P_1 V_2}{2} + \\ &\quad + P_2 V_2 - P_1 V_1 = \\ &= \frac{3}{2} P_2 V_2 + \frac{V_2}{4} P_2 V_2 + \frac{V_2}{4} P_1 V_1 - \frac{3}{2} P_1 V_1 - P_1 V_1 + \\ &\quad + \frac{V_2}{4} P_2 V_2 - \frac{V_2}{2} P_1 V_2 + P_1 V_2 = \\ &= \frac{3}{2} R T_2 + \frac{V_2}{4} R T_2 + \frac{V_2}{4} R T_1 - \frac{3}{2} R T_1 - R T_1 - \frac{V_2}{2} R T_3 + R T_3 \end{aligned}$$

$$\left( \frac{P}{P_1} \right)^2 + \left( \frac{V}{V_1} \right)^2 = \frac{V_2}{V_1} - 1 = \frac{P_2}{P_1} - 1 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} = 3$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4



$$\left(\frac{p}{p_1} - 1\right)^2 + \left(\frac{v}{v_1} - \frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{v_2}{v_1} - 1 = \frac{p_2}{p_1} - 1$$

при  $p_2 = p_1$ ;  $v = v_2$ :

$$4 + 1 - 2 \frac{v_2}{v_1} + \frac{v_2^2}{v_1^2} + \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{v_2}{v_1} - 1$$

$$4 + \left(1 - \frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{v_2}{v_1} - 1$$

$$5 + 1 - 2 \frac{v_2}{v_1} + \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{v_2}{v_1}$$

$$\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 - \frac{v_2}{v_1} + 6 = 0$$

$D = 9$

$$\left(1 - \frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{v_2}{v_1} - 1$$

$$\frac{v_2}{v_1} - 1 = 1 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = 2 = \frac{p_2}{p_1}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = c_v(T_2 - T_1) + \frac{\sqrt{10}}{4} (P_2 - P_1)(V_2 - V_1) + P_1(V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} R T_2 - \frac{3}{2} R T_1 + \frac{\sqrt{10}}{4} (P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_2 + P_1 V_1) +$$

$$+ P_1 V_2 - P_1 V_1 \quad \textcircled{E}$$

$$\begin{cases} P_2 V_2 = R T_3 \\ P_1 V_1 = R T_1 \end{cases} \quad \left| \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} = 2 \right.$$

$$V_2 = 2V_1 \quad T_3 = 2T_1$$

$$\begin{cases} P_2 V_2 = R T_2 \\ P_1 V_2 = R T_3 \end{cases} \quad \left| \quad \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_3} = 2 ; T_2 = 2T_3 \right.$$

$$T_2 = 4T_1$$

$$\textcircled{E} \quad R \left( \frac{3}{2} T_2 - \frac{3}{2} T_1 + \frac{\sqrt{10}}{4} \cdot T_2 - \frac{\sqrt{10}}{2} T_3 + \frac{\sqrt{10}}{4} T_1 \right) =$$

$$= R \left( \frac{3}{2} \cdot 4T_1 - \frac{3}{2} T_1 + \frac{\sqrt{10}}{4} \cdot 4T_1 - \frac{\sqrt{10}}{2} \cdot 2T_1 + \frac{\sqrt{10}}{4} T_1 \right) =$$

$$= R \left( 6T_1 - \frac{3}{2} T_1 + \sqrt{10} T_1 - \sqrt{10} T_1 + \frac{\sqrt{10}}{4} T_1 \right) =$$

$$= R \left( 2T_1 + R T_1 \left( \frac{18 - 6 + \sqrt{10}}{4} \right) \right) =$$

$$= \boxed{R T_1 \cdot \left( \frac{18 + \sqrt{10}}{4} \right)}$$

$$A = \frac{\sqrt{10}}{4} (P_2 - P_1)(V_2 - V_1) = \frac{\sqrt{10}}{4} (P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_2 + P_1 V_1) =$$

$$= \frac{\sqrt{10}}{4} R (T_2 - 2T_3 + T_1) = \frac{\sqrt{10}}{4} R (4T_1 - 4T_1 + T_1) =$$

$$= \boxed{\frac{\sqrt{10}}{4} T_1 R}$$

$$Q_{2 \rightarrow 1} = -A_{12} + \Delta U_{21} = -A_{12} - P_1(V_2 - V_1) + c_v(T_1 - T_2) =$$

$$= -P_1 V_2 + P_1 V_1 + \frac{3}{2} R T_1 + \frac{3}{2} R T_2 =$$

$$= -R T_3 + R T_1 + \frac{3}{2} R T_1 - \frac{3}{2} R \cdot 4T_1 =$$

$$= -2R T_1 + R T_1 + \frac{3}{2} R T_1 - 6R T_1 =$$

$$= -R T_1 + \frac{3}{2} R T_1 = R T_1 \left( \frac{3 - 11}{2} \right) =$$

$$= R T_1 \cdot \left( -\frac{11}{2} \right)$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

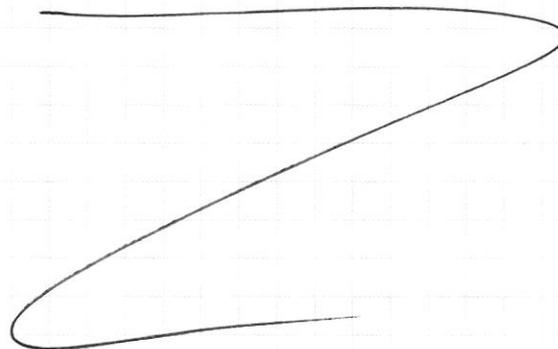
$$\begin{cases} p_2 V_2 = \nu T_2 \\ p_1 V_2 = \nu T_3 \end{cases} \Rightarrow \nu = \frac{T_2}{T_3} \\ T_3 = \nu T_2$$

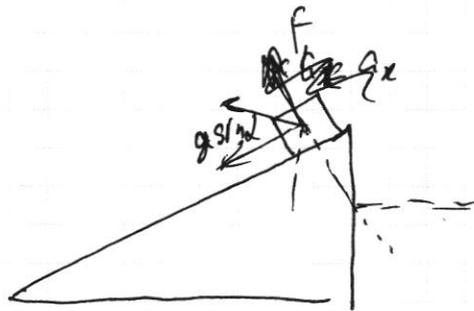
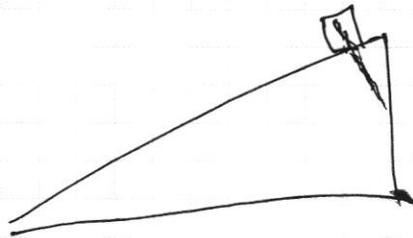
$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu T_1 \\ p_1 V_2 = \nu T_3 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 3T_1 \Rightarrow T_3 = 9T_1$$

$$\begin{aligned} Q_{12} &= \frac{3}{2} \nu R \cdot 9T_1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \cdot R \cdot T_1 \\ &= R \left( \frac{3}{2} \cdot 3T_1 + 3T_1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{4} \right) + R \cdot T_1 \left( \frac{\sqrt{2}}{4} - \frac{3}{2} - 1 \right) - R \cdot 9T_1 \left( \frac{\sqrt{2}}{2} - 1 \right) = \\ &= RT_1 \left( \frac{9}{2} + \frac{3\sqrt{2}}{4} + \frac{\sqrt{2}}{4} - \frac{3}{2} - 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 12 \right) = \\ &= RT_1 \left( \frac{12 + 2\sqrt{2}}{4} \right) = \boxed{\frac{6 + \sqrt{2}}{2} RT_1} \end{aligned}$$

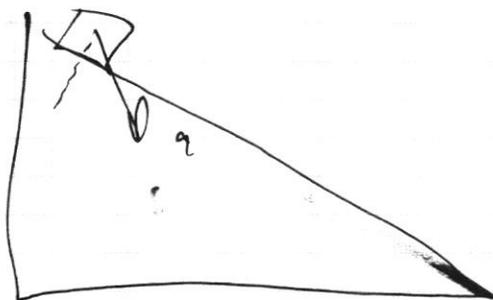
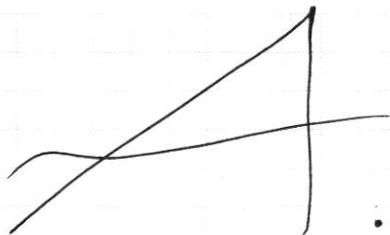
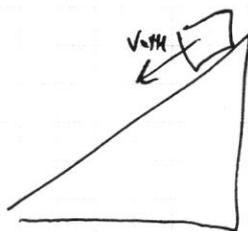
или так

$$\begin{aligned} A &= \frac{\sqrt{2}}{4} \cdot (p_2 - p_1)(V_2 - V_1) = \frac{\sqrt{2}}{4} (p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2 + p_1 V_1) = \\ &= \frac{\sqrt{2}}{4} \cancel{RT_2} - \frac{\sqrt{2}}{4} \cdot R(T_2 - 2T_3 + T_1) = \\ &= \frac{\sqrt{2}}{4} \cdot R(3T_1 - 18T_1 + 9T_1) = \\ &= -14T_1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{4} R \end{aligned}$$





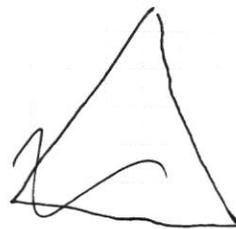
$$\vec{a}_{\text{отн}} = \vec{a} - \vec{a}_{\text{пер}}$$



$$mV^2 = m u'^2$$

$V = u'$

$$\frac{mV^2}{2} + \frac{m u'^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2}$$



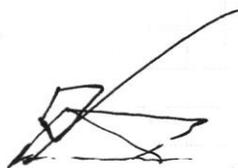
$$\frac{V_2}{V_1} - 1 = \frac{V_0^2}{V_1^2} - 1$$

$$= \frac{P_2}{P_1} - 1$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_2}{P_1}$$

$$J \cdot r \cdot R$$

$$= \pi (P_2 - P_1) (V_2 - V_1) = J \cdot \frac{P_2}{P_1} P_1 \cdot \frac{(V_2 - V_1)^2}{V_1}$$



$$\frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{P_2 - P_1}{P_1}$$

$$P_1 V_2 = V_1 P_2$$

$$\left(\frac{P}{P_1}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_1}\right)^2 = \frac{V_3}{V_1} - \frac{V_0}{V_1}$$

$$\left(\frac{P}{P_1}\right)^2 + \frac{V^2}{V_1^2} = \frac{V_3 - V_0}{V_1}$$

$$A = \int P dV = \int P^2 =$$

$$= J \cdot r \cdot R$$

Груз:

$$\Delta P_y = -N \cos \alpha \cdot \Delta t + mg \cdot \Delta t$$

$$\Delta P_x = -N \sin \alpha$$



$$\frac{\Delta P_y}{\Delta P_x} = mg$$

Кли:

$$\Delta P_x' = N \cos(90^\circ - \alpha) \cdot \Delta t$$

$$\Delta P_y' = N \sin \alpha \cdot \Delta t$$

$$\left(\frac{P}{P_1}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_1}\right)^2 =$$

$$P_1 V_1 =$$

$$P_x' = u m + \Delta P_x' = u m + N \sin \alpha \cdot \Delta t$$

$$P_x = u m + \Delta P = u m - N \sin \alpha \cdot \Delta t$$

$$P_x = \left(\frac{P_1}{P_1} + \frac{u}{V_1}\right)^2 = \frac{V_3}{V_1}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$m\vec{g} + \frac{mv^2}{R^2}\vec{R}$

$(\frac{P}{P_1})^2 + (\frac{V}{V_1})^2 = \frac{V_2 - V_1}{V_1}$

$\frac{V_2}{V_1} = 3$

$\frac{P_2}{P_1} = 3$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{P_1}{P_2} \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{P_2}{P_1} - 1 = \frac{V_2}{V_1} - 1$$

$$P_2 \frac{V_1}{P_1} = P_1 \frac{V_2}{P_2}$$

$$P_2 V_1 = P_1 V_2$$

$$P_1 V_1 = R T_1$$

$$P_2 V_2 = R T_2$$

$$P_2 V_3 = R T_3$$

$$Q = \Delta U + A = \nu C_V (T_2 - T_1) + \int P dV = \nu C_V (T_2 - T_1) + \frac{\nu R (P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}{4} =$$

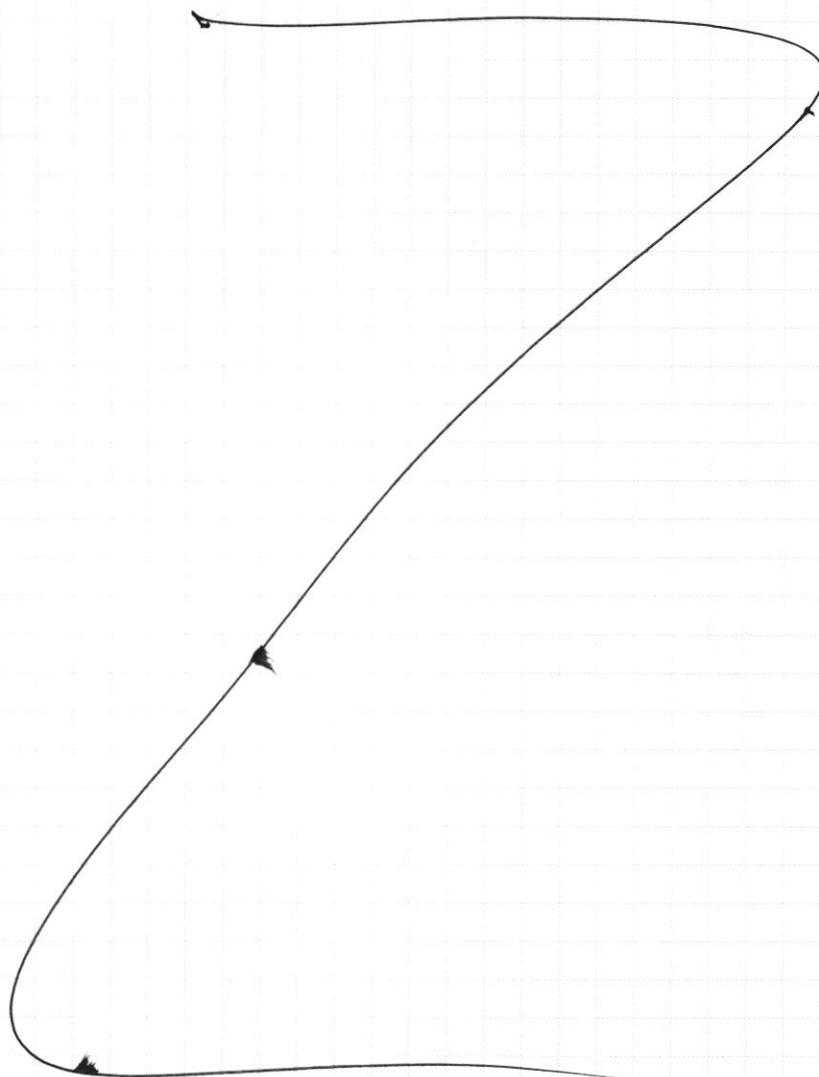
$$= \nu C_V (T_2 - T_1) + \frac{\nu R (P_2 V_2 - V_1 P_2 - P_1 V_2 + P_1 V_1)}{4} + P_1 V_1$$

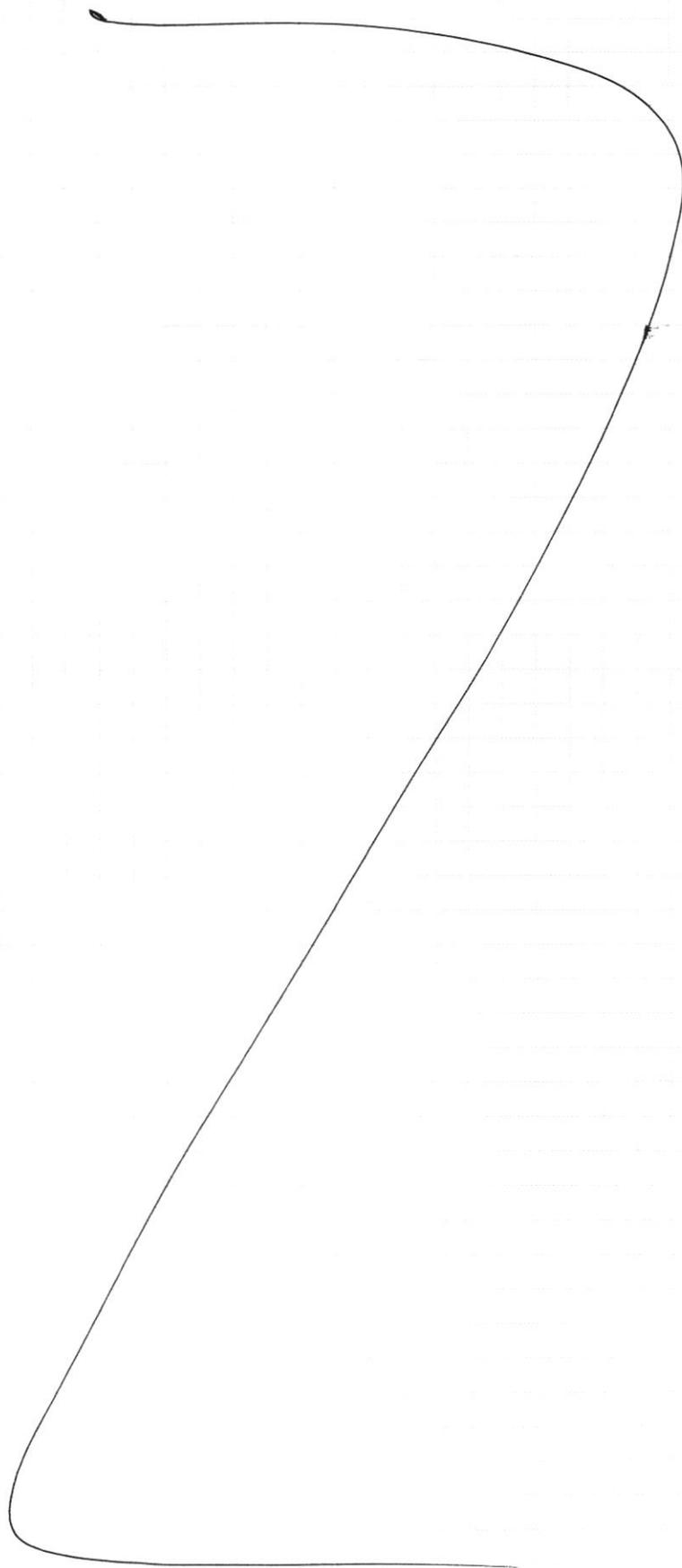
$\nu$   
 $\nu$   
 $\nu$

$$Q = \nu C_V - \nu C_P \quad | \quad \nu = \frac{C_V}{28}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{Q_{11} - Q_{22}}{Q_{11}} = \frac{|Q_{12}| - |Q_{21}|}{|Q_{12}|} = K T_1 \left( \frac{\frac{18 + \sqrt{0}}{4} - \frac{11}{2}}{\frac{18 + \sqrt{0}}{4}} \right) z$$
$$= \boxed{K T_1 \left( \frac{\sqrt{0} - 4}{18 + \sqrt{0}} \right)}$$





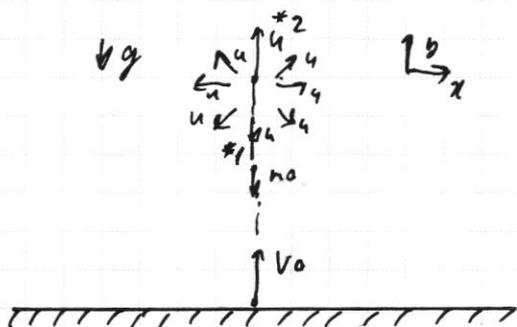
черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 1

$u$  - скорость осевого



Используя формулы за время выполнения работы, соответствующей высоте  
спускаемого груза по сравнению с высотой  $h_0$

Во время движения не происходит изменения скорости  $u$ ,  
перемещая его высоту  $h$ .

$$H = \frac{0^2 - V_0^2}{2g} = \frac{-V_0^2}{-2g} = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gH} = \boxed{10\sqrt{13} \text{ м/с}}$$

~~В момент разрыва канат. и т.д. скорость груза~~

$\tau$  - время разрыва, расстояние между системами осей  $1^*$  и  $2^*$ :

$$\begin{cases} y_1^*(t) = H - ut - \frac{gt^2}{2} \\ y_2^*(t) = H + ut - \frac{gt^2}{2} \end{cases} \begin{cases} 0 = H - ut_1 - \frac{gt_1^2}{2} \\ 0 = H + ut_2 - \frac{gt_2^2}{2} \\ t_2 - t_1 = \tau \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 = H - ut_1 - \frac{gt_1^2}{2} \\ 0 = H + ut_2 - \frac{g(\tau + t_1)^2}{2} \end{cases} \begin{cases} gt_1^2 + 2ut_1 - 2H = 0 \\ D = u^2 + 2gH \\ -u \pm \sqrt{u^2 + 2gH} \end{cases}$$

$$0 = 2H - u \cdot \tau - \left( \frac{gt_1^2}{2} + \frac{g(\tau + t_1)^2}{2} \right)$$

$$0 = 2H - u \cdot \tau - \frac{g}{2} (t_1^2 + (\tau + t_1)^2)$$

$$u = \frac{2H - g\tau^2}{2\tau} = g\tau^2$$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 11  
(Нумеровать только чистовики)