



# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

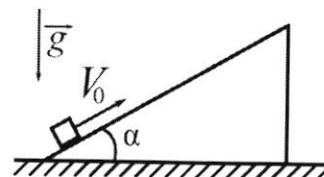
1. Фейерверк массой  $m = 2$  кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва  $H =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

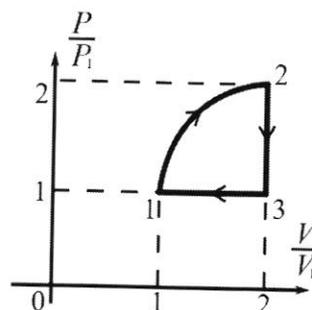
4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1-2 – дуга окружности с центром в точке 3. Температура газа в состоянии 1 равна  $T_1$ .

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.

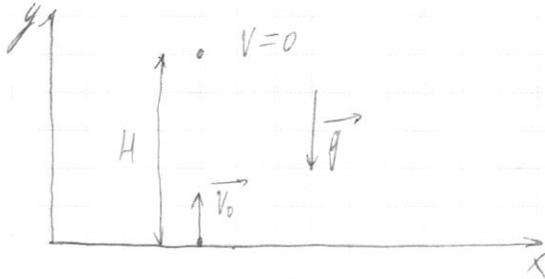
Во втором опыте заряд  $q$  однородно распределяют по стержню длины  $R$ , стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии  $2R$  от центра.

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.

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.



Найдём  $v_0$ :

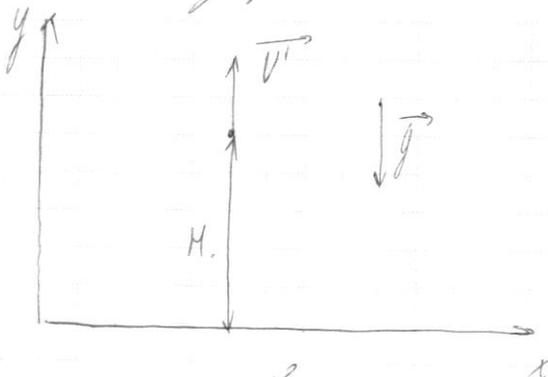
Уравнение движения:

$$\begin{cases} H = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \\ 0 = v_0 - gt \end{cases} \quad (t - \text{время полёта до высшей точки км)}$$

$$t = \frac{v_0}{g} \Rightarrow H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{20 \cdot 65} = \sqrt{1300} = 10\sqrt{13} \approx 35 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

На земле осколки падают в течение времени  $t \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  последним осколки падает время  $t$ , это был осколок, который полетел вертикально вверх после взрыва.



$v'$  - скорость осколка

Уравнение движения:

$$H = v' t - \frac{gt^2}{2}$$

$$65 = v' \cdot 10 - 5 \cdot 100 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 565 = v' \cdot 10 \Rightarrow v' = 56,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

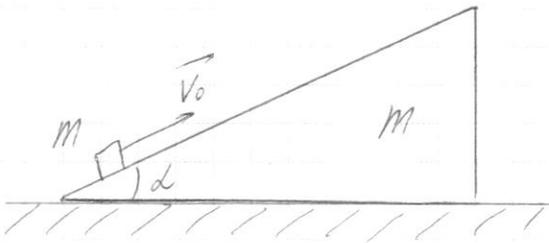
$$K = \frac{mv'^2}{2} = \frac{2}{2} \cdot 3192 = 3192 \text{ Дж}$$

(т.к. масса всех осколков равна  $m$ , а масса одинакова на скорость)

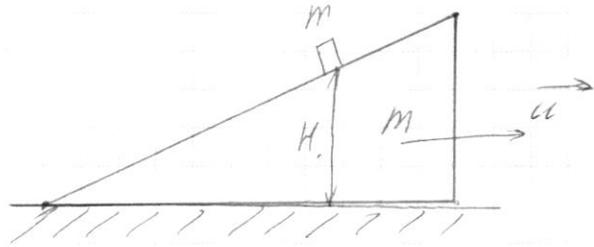
Ответ:  $v_0 = 35 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$K = 3192 \text{ Дж}$$

Задано:



Вопрос:



Максимальная высота H будет достигнута в тот момент, когда скорость шайбы относительно клина станет равна нулю (u - скорость клина в тот момент, когда шайба находится на высоте H)

З-н сохранения энергии:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + \frac{mu^2}{2} + mgh \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = \frac{2mu^2}{2} + mgh$$

$$V_0^2 = 2u^2 + 2gh$$

З-н сохранения импульса:

$$mV_0 \cdot \cos \alpha = mu + mu \Rightarrow V_0 \cos \alpha = 2u \Rightarrow u = \frac{V_0 \cos \alpha}{2}$$

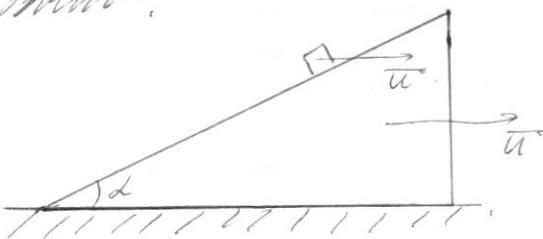
$$V_0^2 = 2 \cdot \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{4} + 2gh$$

$$V_0^2 = \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{2} + 2gh$$

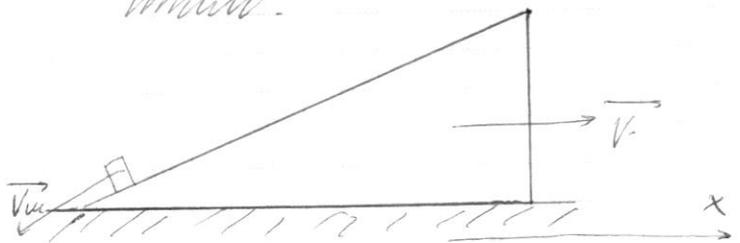
$$4 = \frac{4}{2} \cdot \frac{3}{4} + 20 \cdot H \Rightarrow 4 = \frac{3}{2} + 20H \Rightarrow \frac{5}{2} = 20H \Rightarrow H = \frac{1}{8} \text{ м}$$

$$= 0,13 \text{ м.}$$

Задано:

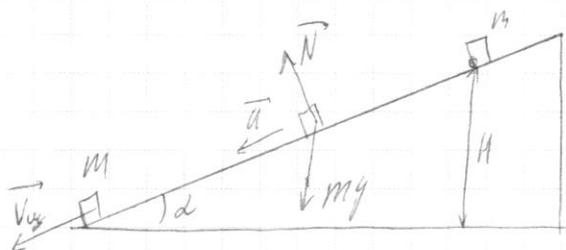


Вопрос:



### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Найдите скорость тела в момент отрыва от поверхности клина



Вспомогательные формулы Ньютона:

$$ma = mg \sin \alpha$$

$$a = g \sin \alpha = 5 \frac{m}{c^2}$$

( $v_{кл}$  - скорость клина у осн.)

Запишем движения:

$$\left. \begin{aligned} v_{кл} &= at \\ \frac{H}{\sin \alpha} &= \frac{at^2}{2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow t = \frac{v_{кл}}{a} \Rightarrow \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{a}{2} \cdot \frac{v_{кл}^2}{a^2}$$

$$\Rightarrow v_{кл} = \sqrt{\frac{2aH}{\sin \alpha}} = \sqrt{2 \cdot 5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 2} = \sqrt{\frac{5}{2}} \frac{m}{c}$$

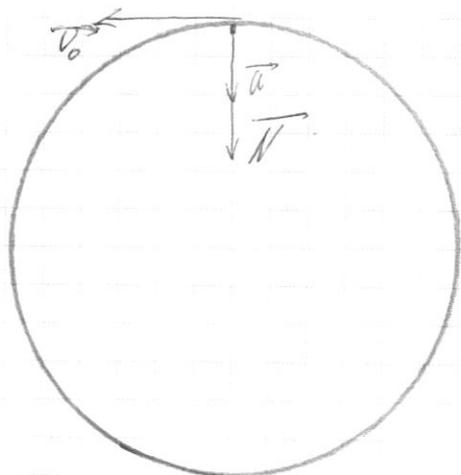
3-й закон сохранения энергии:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mv_{кл}^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$$

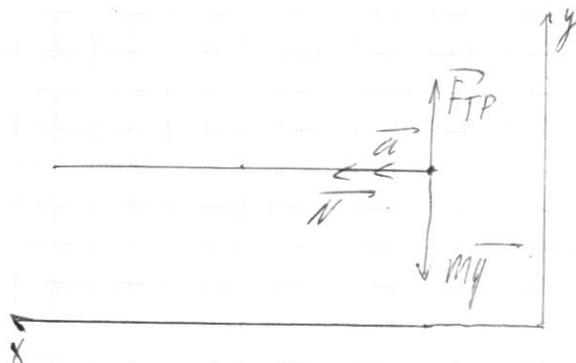
$$V_0^2 = v_{кл}^2 + V^2 \Rightarrow 4 = \frac{5}{2} + V^2 \Rightarrow V^2 = \frac{3}{2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{3}{2}} \approx 1,2 \frac{m}{c}$$

Ответ:  $H \approx 13 \text{ м}$

$$V = 1,2 \frac{m}{c}$$



N3



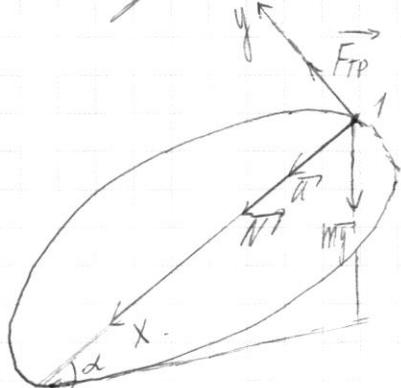
Запишем II-ую з-ну Ньютона:

$$\left. \begin{array}{l} \text{OX: } ma = N \\ \text{OY: } F_{TP} = mg \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} m \frac{v_0^2}{R} = N \\ F_{TP} = mg \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} N = 0,4 \cdot \frac{3,7^2}{1,2} = \frac{3,7^2}{3} = 5 \text{ Н} \\ F_{TP} = 4 \text{ Н} \end{array} \right\}$$

По III-ей з-ну Ньютона:

$$P = \sqrt{N^2 + F_{TP}^2} = \sqrt{25 + 16} = \sqrt{41} \approx 6,4 \text{ Н}$$

(N - сила реакции опоры со стороны сферы, F<sub>TP</sub> - сила тяжести со стороны сферы)



Для того, чтобы найти  $v_{\min}$ , нам нужно найти точку, где для удержания шарика минимальная масса шарика скорость, она и будет  $v_{\min}$ , с которой шарик сможет взлететь по сфере; это точка 1

II-ая з-на Ньютона.

$$\left. \begin{array}{l} ma = N' + mg \sin \alpha \\ F_{TP}' = mg \cos \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} m \frac{v_{\min}^2}{R} = N' + mg \sin \alpha \\ \mu N' = mg \cos \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N' = \frac{mg \cos \alpha}{\mu} \Rightarrow \frac{v_{\min}^2}{R} = \frac{g \cos \alpha}{\mu} + g \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\min}^2 = R g \frac{\cos \alpha}{\mu} + g \sin \alpha R = 1,2 \cdot \frac{10 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 0,9} + 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,2 =$$

$$= \frac{4}{3} \cdot \frac{10}{2} \cdot \sqrt{3} + 5 \cdot 1,2 = \frac{20}{\sqrt{3}} + 5 \cdot 1,2 = \frac{20}{\sqrt{3}} + 6 \approx 16 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$v_{\min} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

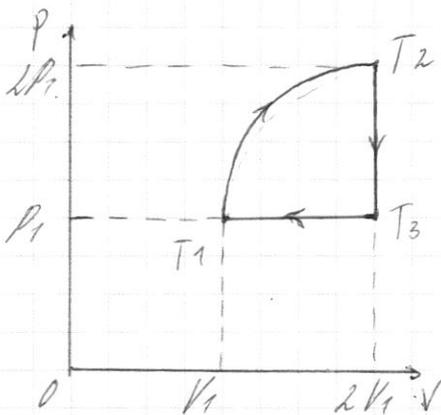
Ответ:  $P = 6,4 \text{ Н}$

$$v_{\min} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4.

Периодически график в координатах PV



$Q = \Delta U + A_1$  ( $A_1$  - работа совершаемая газом в процессе нагрева тела).

$$Q = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + A.$$

З-н. Менделеева-Клапейрона:

$$P_1 V_1 = \nu R T_1.$$

$$4 P_1 V_1 = \nu R T_2 \quad \Rightarrow T_2 = 4 T_1.$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R (4 T_1 - T_1) + V_1 P_1 + \frac{\pi P_1 V_1}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = \frac{3}{2} \nu R \cdot 3 T_1 + \nu R T_1 + \frac{\pi}{4} \nu R T_1 = \frac{9}{2} \nu R T_1 + \nu R T_1 + \frac{3}{4} \nu R T_1$$

$$= \frac{11}{2} \nu R T_1 + \frac{3}{4} \nu R T_1 = \frac{25}{4} \nu R T_1 = \frac{25}{4} R T_1 = 6,25 R T_1.$$

Найдём A:

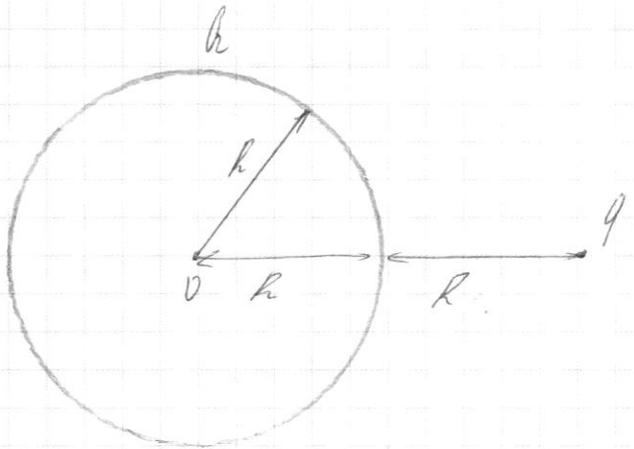
$$A = \frac{\pi P_1 V_1}{4} = \frac{3}{4} \nu R T_1 = 0,75 R T_1.$$

Найдём  $\eta$ :

$\eta = \frac{A}{Q} \cdot 100\%$  (В числителе сумма  $\Delta U$ , + является  $Q$ , это то количество теплоты, которое подводилось к газу), поэтому  $\eta = \frac{A \cdot 100\%}{Q} = \frac{3}{4} \frac{\nu R T_1}{\frac{25}{4} \nu R T_1} \cdot \frac{4 \cdot 100\%}{25} = \frac{3 \cdot 100\%}{25} = 12 \cdot 100\% = 12\%$

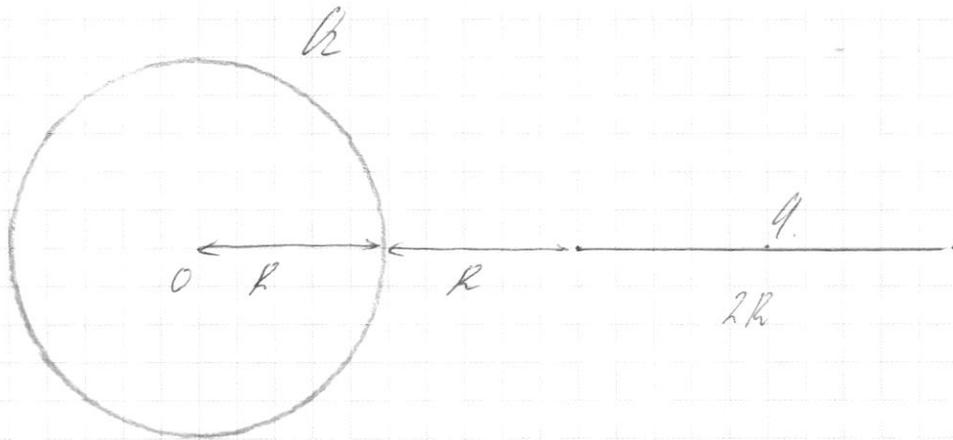
Ответ: 1)  $Q = 6,25 R T_1$  2)  $A = 0,75 R T_1$  3)  $\eta = 12\%$

№5.



Найти  $F_1$ :

$$F_1 = \frac{kqQ}{4R^2}$$



Пусть  $x$  - расстояние от центра до произвольной точки поверхности, тогда: ( $dq$  - заряд в каждой точке поверхности)

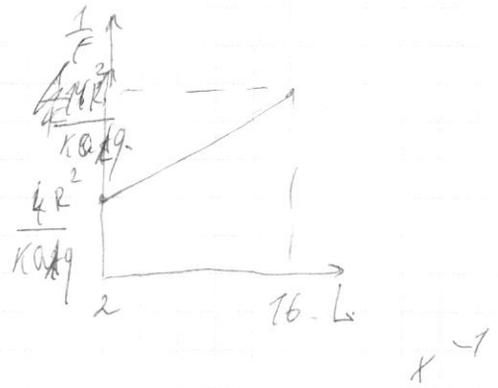
$$F = \int \frac{kadq}{x^2} = kQq \int_{2R}^{4R} \frac{1}{x^2}$$

Ответ. 1)  $F_1 = \frac{kqQ}{4R^2}$

2)  $kqQ \int_{2R}^{4R} \frac{1}{x^2}$

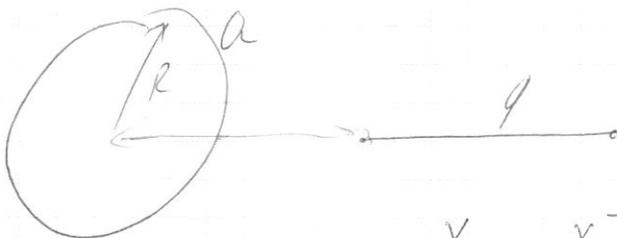


$$F = \frac{kqQ}{4R^2}$$



$$\frac{1}{F} = \frac{2R}{kQq} x^{-2}$$

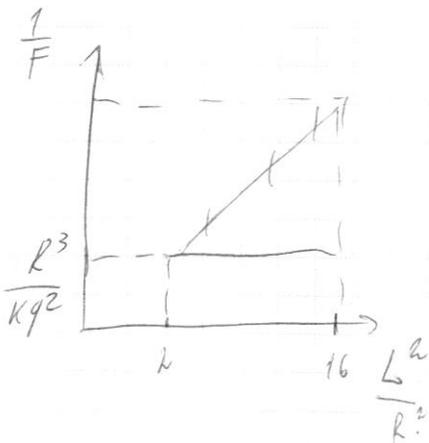
$$dq = \frac{q}{2R}$$



$$\frac{kQdq}{2R^2}$$

$$x^{-1} x^{-1} = \frac{1}{x^2} F = \frac{kqQ}{2R^2 R}$$

$$F = \frac{kqQ}{2R^2 R}$$

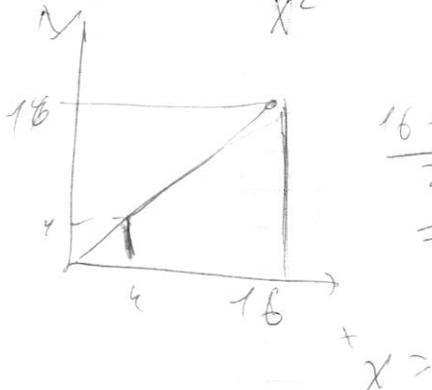


$$\frac{q}{x}$$

$$\frac{1}{x^2} = x^{-2}$$

$$dq = \frac{14 R^3}{k Q^2 q} \Rightarrow F = \frac{k Q q}{14 R^3}$$

$$F = \frac{kQdq}{x^2}$$

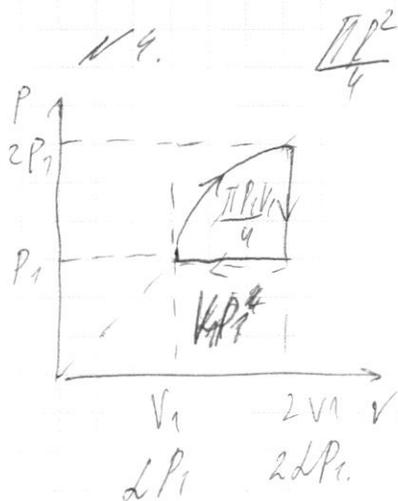


$$\frac{16+4}{2} \cdot 12 = 120$$

$$\int \frac{kQdq}{x^2} = kQ \int \frac{dq}{x^2} =$$

$$kQ \cdot q \int_0^R \frac{1}{2R x^2} = \frac{kQq}{120R}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$pV_1 = \nu R T_1$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) +$$

$$\left. \begin{aligned} 2p_1 V_1 &= \nu R T_1 \\ 4p_1 V_1 &= \nu R T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow T_2 = 4T_1$$

$$Q_2 = \frac{3}{2} \nu R (4T_1 - T_1) + \frac{\pi}{4} p_1 V_1 + p_1 V_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R 3T_1 + \frac{\pi}{4} \nu R T_1 + \nu R T_1 =$$

$$= \frac{9}{2} \nu R T_1 + \frac{\pi}{4} \nu R T_1 + \nu R T_1 =$$

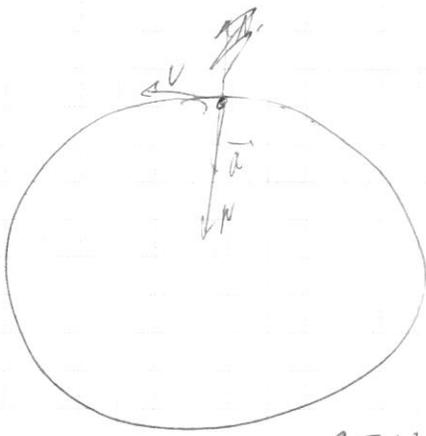
$$= \frac{11}{2} \nu R T_1 + \frac{3}{4} \nu R T_1 =$$

$$= \frac{22+3}{4} \nu R T_1 = \frac{25}{4} \nu R T_1 = Q$$

$$A = \frac{\pi p_1 V_1}{4} = \frac{3}{4} \nu R T_1$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{in}} = \frac{3}{14} \frac{\nu R T_1}{\frac{25}{4} \nu R T_1} = \frac{3}{25}$$

N/3.



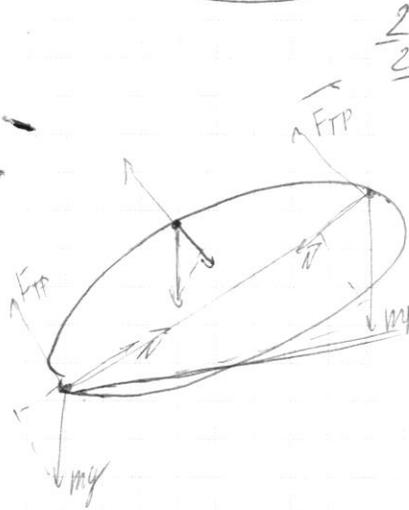
$$m\frac{v^2}{R} = N$$

$$m\frac{v^2}{R} = N \Rightarrow N = 0,4 \cdot \frac{3,7^2}{0,2} =$$

$$= \frac{3,7^2}{0,2} \approx 68,45 \text{ Н}$$

$$\begin{array}{r} 1279 \overline{) 3} \\ -12 \\ \hline 19 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1279 \overline{) 3} \\ -12 \\ \hline 1926,33 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 25 \overline{) 4} \\ 24 \\ \hline 16,25 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 37 \\ \times 37 \\ \hline 259 \\ 102 \\ \hline 7249 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 37 \\ \hline 111 \end{array}$$

$$\sqrt{4 \cdot 3^2 + 9^2} = 9\sqrt{2} = 5,6$$

$$\frac{3,7^2}{3}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 37 \\ \hline 259 \\ 111 \\ \hline 9369 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

$$m\alpha = N + mg \sin \alpha$$

$$m \frac{v^2}{R} = N + mg \sin \alpha$$

~~mg \cos \alpha~~  $N_{\text{нп}} = mg \cos \alpha$

$$N = \frac{mg \cos \alpha}{\mu}$$

$$m \frac{v^2}{R} = \frac{mg \cos \alpha}{\mu} + mg \sin \alpha$$

$$\frac{v^2}{1,2} = \frac{10 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 0,9} + 10 \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{v^2}{1,2} = \frac{5\sqrt{3}}{0,9} + 5$$

$$v^2 = \sqrt{\frac{1,2}{0,9} \cdot 5\sqrt{3} + 5 \cdot 1,2} = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot 5\sqrt{3} + 6} = \sqrt{\frac{20}{\sqrt{3}} + 6}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ \times 63 \\ \hline 184 \\ 378 \\ \hline 39860 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 64 \\ \hline 256 \\ 374 \\ \hline 4096 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 37 \\ \hline 259 \\ 111 \\ \hline 1369 \end{array}$$

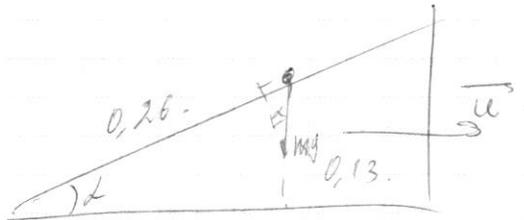
$$\begin{array}{r} 100 \overline{) 6} \\ 62 \\ \times 62 \\ \hline 124 \\ 312 \\ \hline 3844 \end{array}$$

$$\sqrt{3} = 1,7$$

$$\begin{array}{r} 1369 \overline{) 3} \\ -12 \\ \hline 16 \\ -15 \\ \hline 19 \end{array}$$

$$\sqrt{25+16}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$k = \frac{2}{k} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\begin{array}{r} 0,26 \\ \times 0,52 \\ \hline 0,52 \end{array}$$

$$mg \cdot \sin \alpha = ma \quad a = 5 \frac{m}{c}$$

$$\frac{0,13}{\sin \alpha} = 0,26$$

$$0,26 = \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{0,52}{1,54} \quad V = at \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{V}{a}$$

$$0,26 \cdot 2 = \frac{V^2}{a^2}$$

$$V^2 = \sqrt{0,26 \cdot 2 \cdot a} =$$

$$= \sqrt{\frac{1}{8} \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5} =$$

$$= \sqrt{\frac{5}{2}}$$

$$\begin{array}{r} 0,7 \\ \times 0,7 \\ \hline 0,49 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,2 \\ \times 1,2 \\ \hline 1,44 \end{array}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_{ux}^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$$

$$V_0^2 = V_{ux}^2 + V^2$$

$$9 = \frac{5}{2} + V^2$$

$$V^2 = \frac{3}{2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{3}{2}} \approx 1,24$$

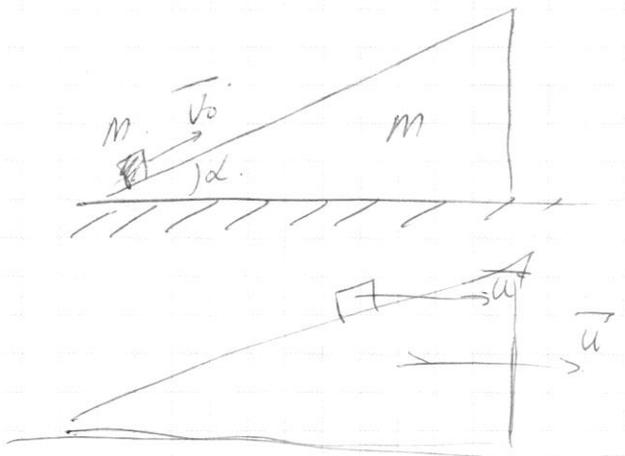
$$\frac{m}{\sin \alpha} \cdot \frac{2}{a} = \frac{V_{ux}^2}{a^2}$$

$$V_{ux} = \frac{\sqrt{2am}}{\sin \alpha} =$$

$$m \frac{m}{c^2}$$

$$= \frac{2 \cdot 5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 2}{1}$$

N2



~~mv\_0^2 = m u^2 + m g H~~

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m u^2}{2} + m g H$$

$$v_0^2 = 2 u^2 + 2 g H$$

$$v_0 = \sqrt{2} u \Rightarrow u = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m u^2}{2} + m g H + \frac{m u^2}{2}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{2 m u^2}{2} + m g H$$

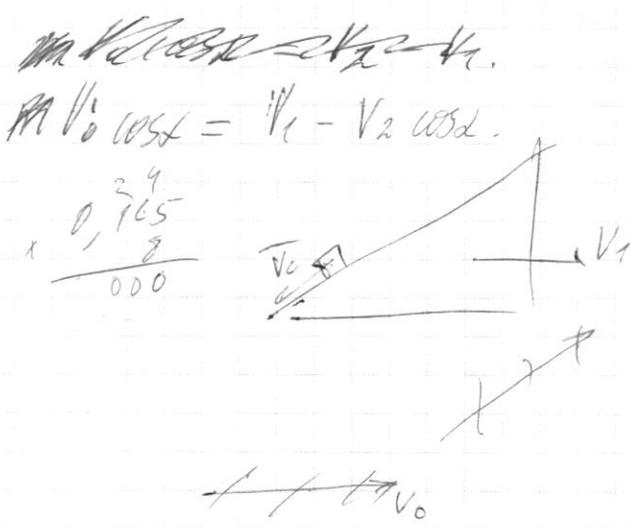
$$v_0^2 = 2 u^2 + 2 g H$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2}$$

$$v_0^2 = v_1^2 + v_2^2$$

$$m v_0 \cos \alpha = m u + m u$$

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



$$v_0^2 = 2 \frac{v_0^2}{4} \cos^2 \alpha + 2 g H$$

$$v_0^2 = \frac{v_0^2}{2} \cos^2 \alpha + 2 g H$$

$$4 = \frac{4}{2} \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 + 20 \cdot H$$

$$4 = 2 \cdot \frac{3}{4} + 20 \cdot H$$

$$4 = \frac{3}{2} + 20 H$$

$$v_0^2 = v_2^2 + (v_0 \cos \alpha + v_2 \cos \alpha)^2$$

$$v_0^2 = v_2^2 + \cos^2 \alpha (v_0 + v_2)^2$$

$$4 = v_2^2 + \frac{3}{4} (2 + v_2)^2$$

$$4 = v_2^2 + \frac{3}{4} (4 + 4 v_2 + v_2^2)$$

$$4 = v_2^2 + 3 + 3 v_2 + \frac{3}{4} v_2^2$$

$$16 = 4 v_2^2 + 12 + 12 v_2 + 3 v_2^2$$

$$0 = 7 v_2^2 + 12 v_2 - 4$$

$$D = 12^2 + 4 \cdot 7 \cdot 4 = 256$$

$$\frac{5}{2} = 20 H \Rightarrow H = \frac{5}{2 \cdot 20} = \frac{1}{8} \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 16 \\ \hline 112 \end{array} \quad \begin{array}{r} 144 \\ + 112 \\ \hline 256 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ 2^8 \end{array}$$

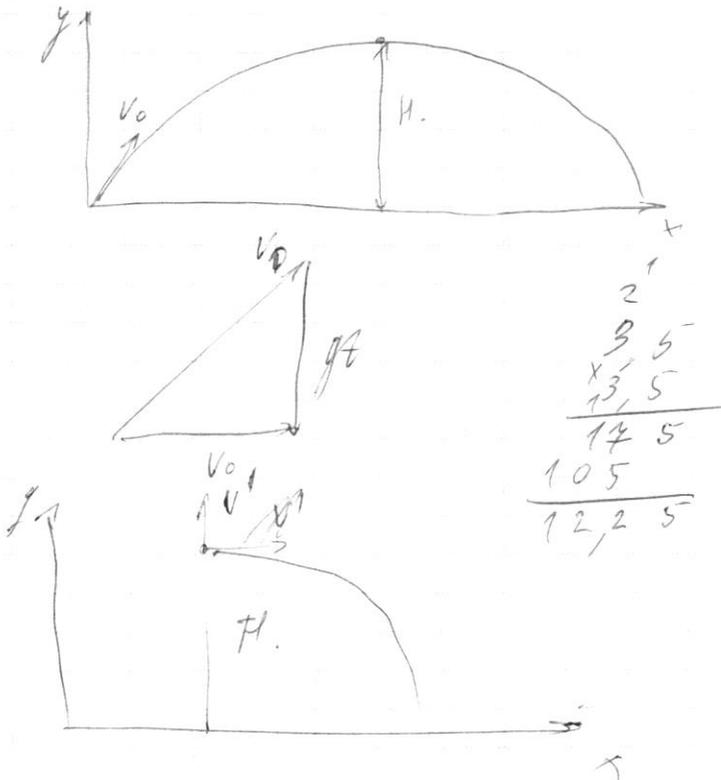
$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ + 17 \\ \hline 2189 \end{array} \quad \begin{array}{r} 20 \overline{) 17} \\ \underline{14} \phantom{0} \\ 3 \phantom{0} \phantom{0} \\ \underline{10} \phantom{0} \\ 2 \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \end{array}$$

$$\frac{-12 \pm \sqrt{256}}{14} = \frac{-12 \pm 16}{14} = \frac{4}{14} = \frac{1}{7}$$

$$\frac{-12 - 16}{14} = -2$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1.



$$\begin{aligned} H &= v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \\ 0 &= v_0 \sin \alpha t - gt \\ t &= \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \\ H &= v_0 \sin \alpha t - \frac{g}{2} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = \\ &= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \end{aligned}$$

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

$$v_0 \sin \alpha = \frac{v_0 \sin \alpha}{2} \frac{v_0^2}{g} = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH}$$

$$H = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow$$

$$t = \frac{v_0}{g}$$

$$\Rightarrow \frac{v_0 \sqrt{2}}{2g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 65} = \sqrt{1300} = 10\sqrt{13}$$

$$\begin{aligned} H &= v_0' t - \frac{gt^2}{2} \\ 65 &= v_0' \cdot 10 - \frac{10 \cdot 10^2}{2} = \\ \Rightarrow 65 &= v_0' \cdot 10 - 500 \Rightarrow \\ \Rightarrow 565 &= v_0' \cdot 10 \end{aligned}$$

$$v_0' = 56,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot v'^2 = 56,5^2$$

H =

$$\frac{gt^2}{2} - v_0' t =$$

$$v_0' t =$$



$$\begin{array}{r} 3/2 \\ 565 \\ \times 565 \\ \hline 2825 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ 32 \\ \hline 565 \\ \times 565 \\ \hline 2825 \\ 2825 \\ \hline 3102,25 \end{array}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)