

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

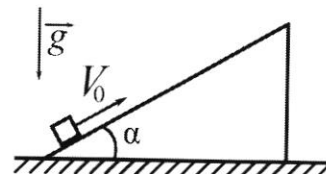
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разбивается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$ 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/с². 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/с².



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/с².

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/с².

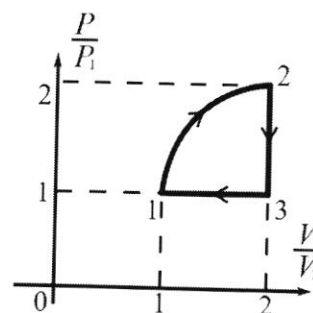
4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1-2 – дуга окружности с центром в точке 3. Температура газа в состоянии 1 равна T_1 .

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

2) Найдите работу A газа за цикл.

3) Найдите КПД η 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.

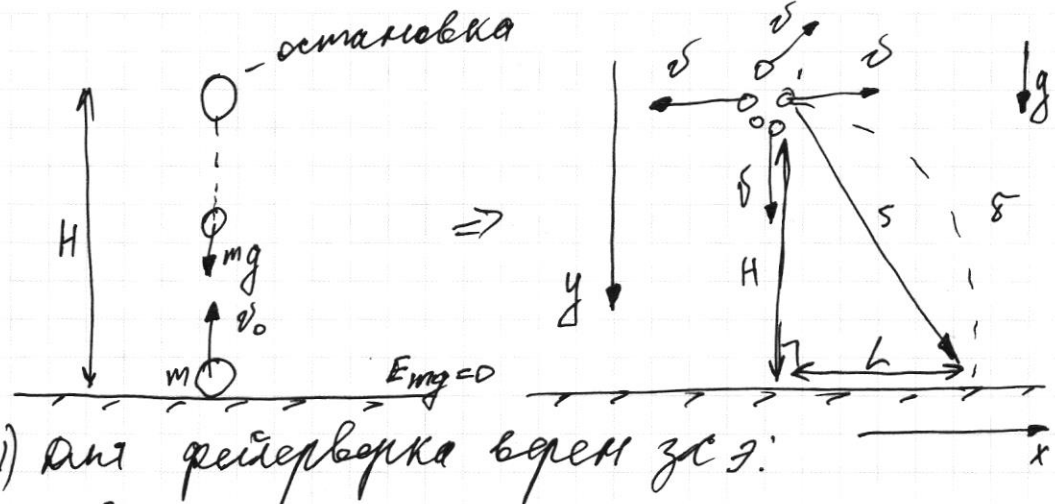
Во втором опыте заряд q однородно распределяют по стержню длины R , стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии $2R$ от центра.

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

$m = 2kl$
 $H = 65 \text{ м}$
 $\delta = 10 \text{ с}$
 1) $v_0 = ?$
 2) $K = ?$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



1) Для проверки времени зсз:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH \Rightarrow v_0^2 = 2gH$$

$$v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 65} = \sqrt{2 \cdot 650} = \sqrt{1300} = \sqrt{13 \cdot 100} = 10\sqrt{13} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Для системы "фейерверк \Rightarrow осколки" время зсц

по оси x: $x_0 = \sum_i m_i v_x = mv$

рассм. осколки с горизонт. скоростью v : $mg = ma \Rightarrow a = g = a_{\text{оск}}$

$\Rightarrow y: H = 0 + \frac{1}{2} g \delta^2$

$x: L = v\delta$

Треугольник перемещений:

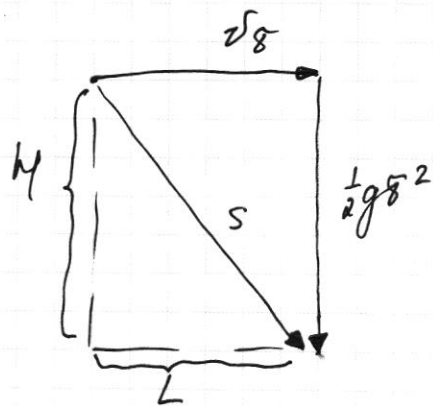
$$s^2 = H^2 + L^2$$

$$(v\delta)^2 = s^2 - \frac{g^2 \delta^4}{4}$$

$$v^2 = \frac{s^2 - \frac{1}{4} g^2 \delta^4}{\delta^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{s^2}{\delta^2} - \frac{1}{4} g^2 \delta^2}$$

$$K = \sum_i \frac{1}{2} m_i v^2 = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{s^2}{\delta^2} - \frac{1}{4} g^2 \delta^2 \right)$$



$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

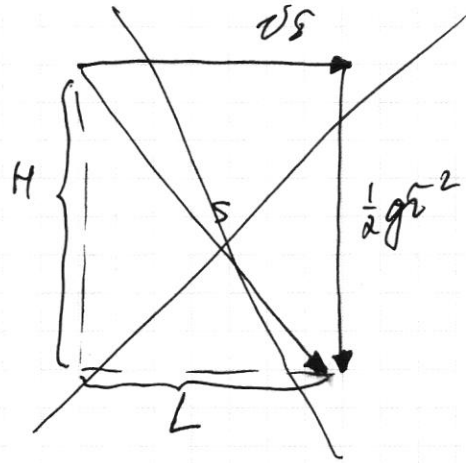
$$2) K = \sum_i \frac{1}{2} m_i v^2 = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\text{23M: } m g = m a \Rightarrow a = g = \text{const}$$

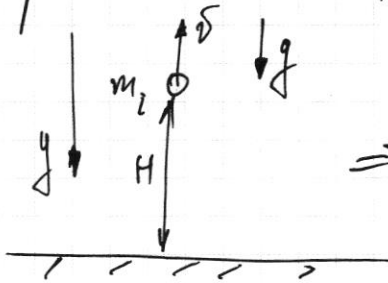
$$\Rightarrow L = v s$$

~~Принцип работы параллелограмма:~~

$$s^2 = H^2 + v^2 t^2$$



расщ. осколок, летящий вверх:



$$\Rightarrow \gamma: M = -v s + \frac{1}{2} g s^2$$

$$\Rightarrow v s = \frac{1}{2} g s^2 - M$$

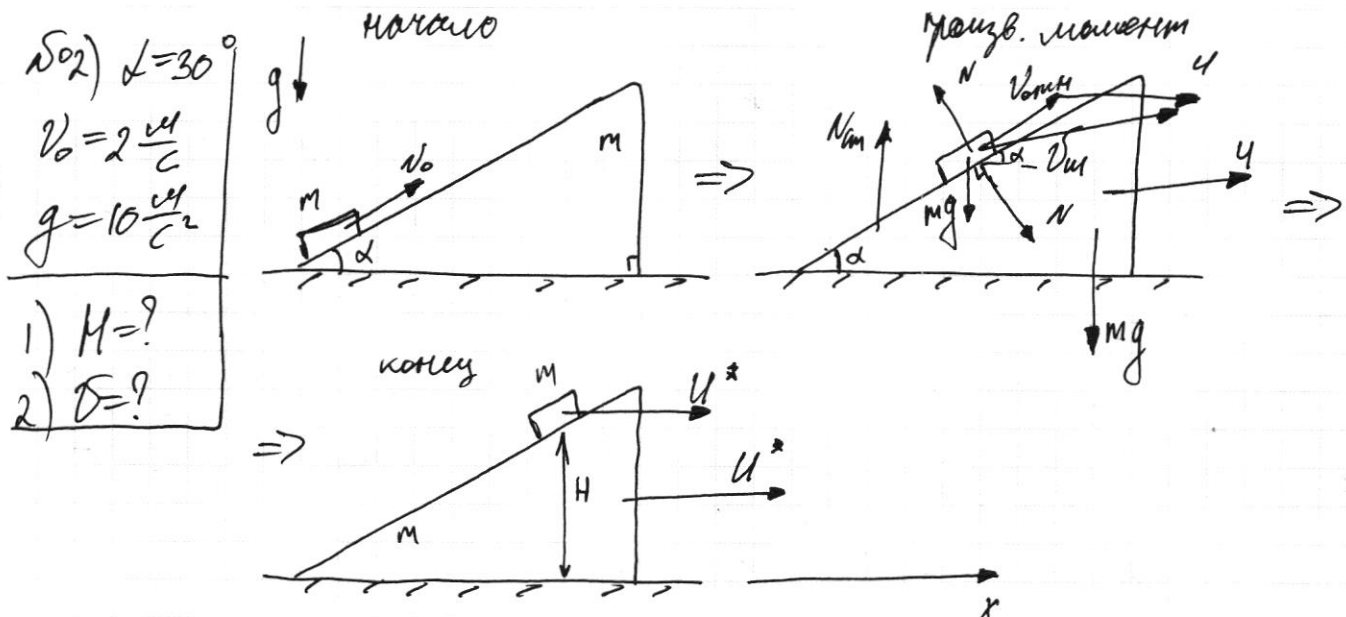
$$v = \frac{1}{2} g s - \frac{M}{s} = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 10 - \frac{65}{10} = 50 - 6,5 = 43,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\Rightarrow K = \sum_i \frac{1}{2} m_i v^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{1}{2} g s - \frac{M}{s} \right)^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 43,5^2 = 1892,25 \text{ Дж}$$

ответ: 1) $v_0 = \sqrt{2 g H} = 10 \sqrt{13} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$2) K = \frac{1}{2} m \left(\frac{1}{2} g s - \frac{H}{s} \right)^2 = 1892,25 \text{ Дж} \approx 1892 \text{ Дж}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Система „клин+шайба“ замкнута по оси $x \Rightarrow$ закон з.м.: $x \cdot m v_0 \cos \alpha = m u^2 + m u^2 = 2 m u^2$

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

$v_{\text{шайба}}$ - скорость шайбы
 $v_{\text{клин}}$ - скорость клина
 u - скорость клина
 $v_{\text{шайба}}$ - скорость шайбы

З.м.э для шайбы:

$$A_{m1} = \frac{1}{2} m u^2 + mgH - \frac{1}{2} m v_0^2 \quad (1)$$

З.м.э для клина:

$$A_{m2} = \frac{1}{2} m u^2 - 0 \quad (2)$$

т.к. движение без отрыва $A_{m1} + A_{m2} = 0$

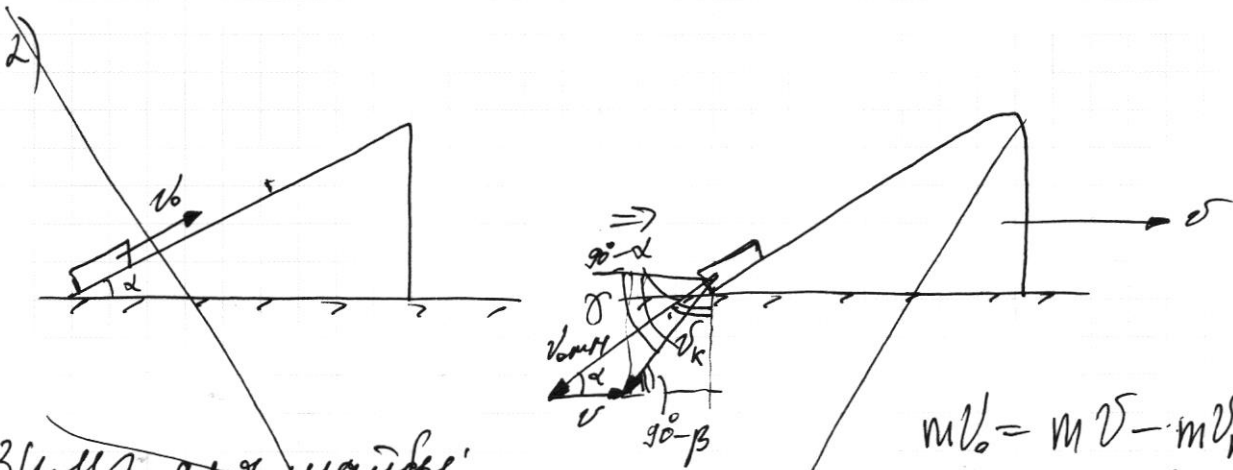
$$\Rightarrow 1+2: 0 = m u^2 + mgH - \frac{1}{2} m v_0^2 \quad /: m$$

$$- v_0^2 + 2gH + 2u^2 = 0$$

$$2gH = v_0^2 - 2u^2$$

$$H = \frac{v_0^2 - 2u^2}{2g} = \frac{v_0^2 - 2 \cdot \frac{1}{4} v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 - \frac{1}{2} v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g}$$

$$= \frac{4 - \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \frac{3}{4}}{2 \cdot 10} = \frac{4 - \frac{3}{2}}{20} = \frac{5}{40} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ м}$$



3 м/с ~~для маювд:~~

$$A_{x1} = \frac{1}{2} m v_k^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 \quad (3)$$

$$A_{x2} = \frac{1}{2} m v^2 - 0 \quad (4)$$

$$A_{x1} + A_{x2} = 0$$

$$\Rightarrow 3+4: 0 = \frac{1}{2} m v_k^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 + \frac{1}{2} m v^2$$

расщ. треугольннк скоростей:

$$v_k \cos \beta = v_{\text{отн}} \sin \alpha \quad (5)$$

$$v + v_k \sin \beta = v_{\text{отн}} \cos \alpha \quad (6)$$

$$\Rightarrow 5/6: \frac{v_k \cos \beta}{v + v_k \sin \beta} = \tan \alpha$$

$$v_k \cos \beta = \tan \alpha (v + v_k \sin \beta)$$

$$v_k \cos \beta - v_k \tan \alpha \sin \beta = v \tan \alpha$$

$$v_k \tan \alpha \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = v_k \cos \beta - v \tan \alpha$$

$$v_k^2 \tan^2 \alpha (1 - \cos^2 \beta) = v_k^2 \cos^2 \beta - 2 v_k \cos \beta v \tan \alpha + v^2 \tan^2 \alpha$$

$$v_k^2 = \left(\frac{2v - v_0}{\cos \alpha} \right)^2 + v^2 = 2 \cdot v \frac{2v - v_0}{\cos \alpha}$$

$$v_k =$$

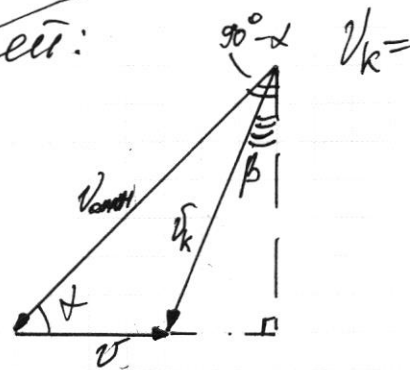
$$m v_0 = m v - m v_k \cos \beta$$

$$v_k \cos \beta + v = v_{\text{отн}} \cos \alpha$$

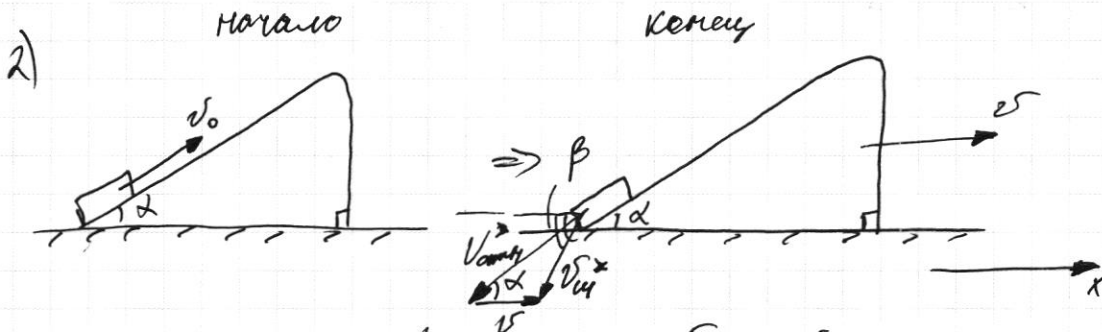
$$\Rightarrow m v_0 = m v - m (v_{\text{отн}} \cos \alpha - v)$$

$$v v_0 = 2 m v - m v_{\text{отн}} \cos \alpha$$

$$v_{\text{отн}} = \frac{2v - v_0}{\cos \alpha}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



зач по оси x : $m v_0 \cos \alpha = m v - m v_{cm}^* \cos \beta$
 $v_{cm}^* \cos \beta + v = v_0 \cos \alpha \rightarrow v_{cm}^* \cos \beta = v_0 \cos \alpha - v$
 $\Rightarrow m v_0 \cos \alpha = m v - m (v_0 \cos \alpha - v)$
 $v_0 \cos \alpha = 2v - v_0 \cos \alpha \rightarrow v_{cm}^* = \frac{2v - v_0 \cos \alpha}{\cos \alpha} =$
 $= \frac{2v}{\cos \alpha} - v_0$

зсэ для системы „центр + шайба“:

$$0 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} m v_{cm}^{*2} - \frac{1}{2} m v_0^2 \quad | : \frac{1}{2} m$$

По м. косинусов: $v_{cm}^{*2} = v_0^2 + v^2 - 2 v_0 v \cos \alpha$

$$v_{cm}^{*2} = \frac{4v^2}{\cos^2 \alpha} - \frac{4v v_0}{\cos \alpha} + v_0^2 + v^2 - 2 v_0 v \cos \alpha \cdot \left(\frac{2v}{\cos \alpha} - v_0 \right); \quad (\cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2})$$

$$v_{cm}^{*2} = \frac{16v^2}{3} - \frac{8v v_0}{\sqrt{3}} + v_0^2 + v^2 - 4v^2 + 2v v_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$v_{cm}^{*2} = \frac{16v^2 - 9v^2}{3} + \frac{3v v_0 - 8v v_0}{\sqrt{3}} + v_0^2$$

$$v_{cm}^{*2} = \frac{7v^2}{3} - \frac{5\sqrt{3}}{3} v v_0 + v_0^2$$

$$\Rightarrow v_{cm}^{*2} = v_0^2 - v^2 = \frac{7v^2}{3} - \frac{5\sqrt{3}}{3} v v_0 + v_0^2$$

$$-v - \frac{7}{3}v = -\frac{5\sqrt{3}}{3}v_0 \quad | \cdot (-1)$$

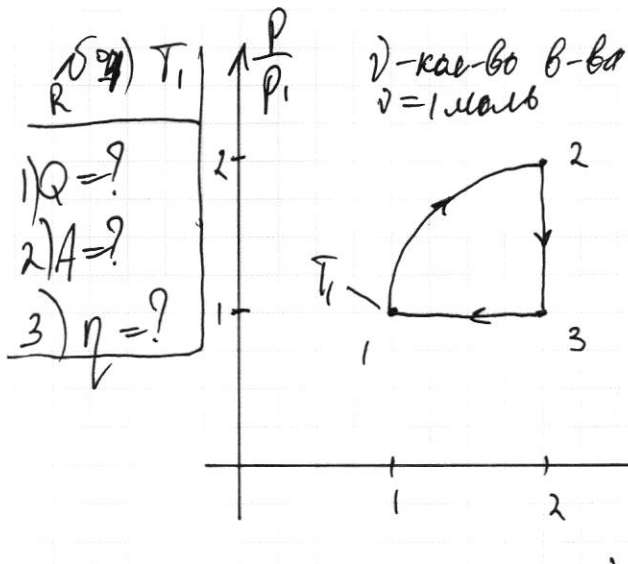
$$v + \frac{7}{3}v = \frac{5\sqrt{3}}{3}v_0$$

$$\frac{10v}{3} = \frac{5\sqrt{3}}{3}v_0 \Rightarrow v = \frac{5\sqrt{3}v_0}{10} = \frac{5\sqrt{3} \cdot 2}{10} = \frac{12.5\sqrt{3}}{10} = \sqrt{3} \frac{m}{c}$$

Ответ: 1) $v = 9,125 \frac{m}{c}$

2) $v = \frac{5\sqrt{3}}{4} \frac{m}{c} = 1,25 \frac{\sqrt{3} m}{c}$

2) $v = \sqrt{3} \frac{m}{c} \approx 1,7 \frac{m}{c}$



1) $Q = ?$
 2) $A = ?$
 3) $\eta = ?$

1) расши. уикл:
 1-2: расширение
 2-3: изохора
 1-3: изобара, сжатие
 $\rightarrow Q = Q_{12}$

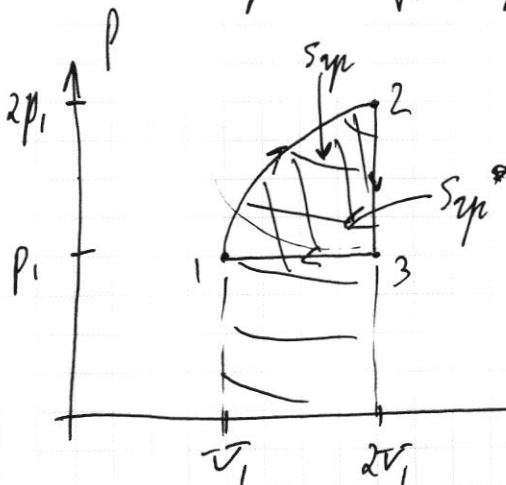
По 3-му зак. терм-ки:

$$Q_{12} = \Delta H_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + A_{12}$$

Упр-я М-к:

$$\left. \begin{aligned} p_1 V_1 &= \nu R T_1 \\ p_2 V_2 &= \nu R T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \bar{V}_2 = 2 \cdot 2 T_1 = 4 T_1$$

$$A_{12} = +S_{up} = + p_1 V_1 + \frac{1}{4} \pi p_1 V_1 = p_1 V_1 \left(1 + \frac{1}{4} \pi \right)$$



$$\Rightarrow Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \cdot 3 T_1 + p_1 V_1 \left(1 + \frac{1}{4} \pi \right)$$

$$Q_{12} = \frac{9}{2} \nu R T_1 + \nu R T_1 \left(1 + \frac{3.14}{4} \right)$$

$$Q_{12} = \frac{9}{2} \nu R T_1 + \frac{357}{200} \nu R T_1$$

$$Q_{12} = \frac{900 + 357}{200} \nu R T_1 = \frac{1257}{200} \nu R T_1 = \frac{628.5}{100} \nu R T_1$$

$$Q_{12} = 6,285 \cdot \nu R T_1 = 6,285 R T_1 = Q$$

$$2) A = +S_{up} = \frac{1}{4} \pi \cdot p_1 V_1 = \frac{1}{4} \pi \nu R T_1 = \frac{3.14}{4} \nu R T_1$$

$$A = \frac{314}{400} \nu R T_1 = \frac{157}{200} \nu R T_1 = 0,785 \nu R T_1$$

$$3) \eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_M}$$

$$Q_M = Q_{12} = 6,285 \nu R T_1$$

$$Q_x = -Q_{23} - Q_{31}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ I мот. терм-ки:

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + 0$$

Уп-я м-к:

$$4 p_1 V_1 = \nu R T_2$$

$$2 p_1 V_1 = \nu R T_3$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{T_3}{T_2} \Rightarrow T_2 = 2 T_3 = 2 \cdot 4 T_1 = 8 T_1$$

$$\Rightarrow T_3 = \frac{1}{2} T_2 = \frac{1}{2} \cdot 4 T_1 = 2 T_1$$

$$\Rightarrow Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R \cdot (-2 T_1)$$

$$Q_{23} = -3 \nu R T_1$$

№ II мот. терм-ки:

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + A_{31} = -\frac{3}{2} \nu R \cdot T_1 - p_1 V_1 = -\frac{3}{2} \nu R T_1 - \nu R T_1 = -\frac{5}{2} \nu R T_1$$

$$\Rightarrow Q_x = 3 \nu R T_1 + \frac{5}{2} \nu R T_1 = \frac{11}{2} \nu R T_1$$

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{\frac{11}{2} \nu R T_1}{6,285 \nu R T_1} \cdot \frac{500}{1000} = 1 - \frac{5500 \nu R T_1}{6285 \nu R T_1} \approx \frac{157}{1257} \approx 12\%$$

Ответ: 1) $Q = 6,285 \nu R T_1$

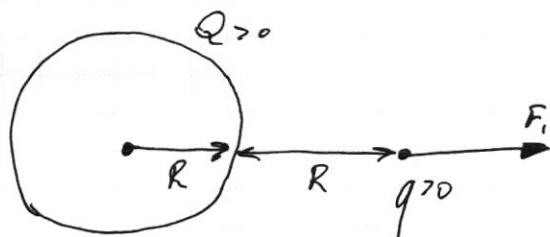
2) $A = 0,485 \nu R T_1$

3) $\eta = \frac{157}{1257} \approx 12\%$

№5) $Q > 0$,
 $R, q > 0, k$

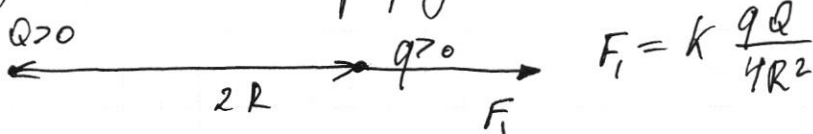
1) $F_1 = ?$

2) $F_2 = ?$



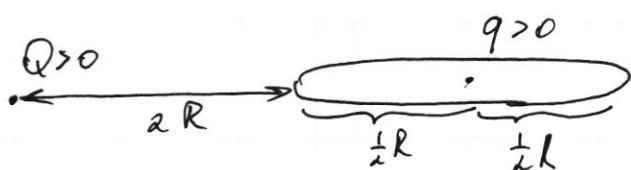
1) М.к. $q > 0$ и $Q > 0$,
 но сила отталки-
 вается.

2) Заменяем сферу на точечный заряд.



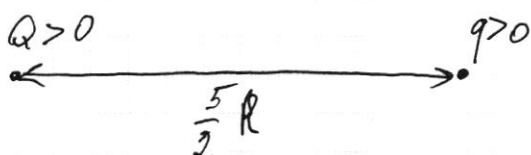
$$F_1 = k \frac{qQ}{4R^2}$$

2)



заменяем стержень
 на т. заряд $q > 0$.

\Rightarrow



$$F_2 = k \frac{Qq}{\frac{25}{4}R^2} = 4k \frac{Qq}{25R^2}$$

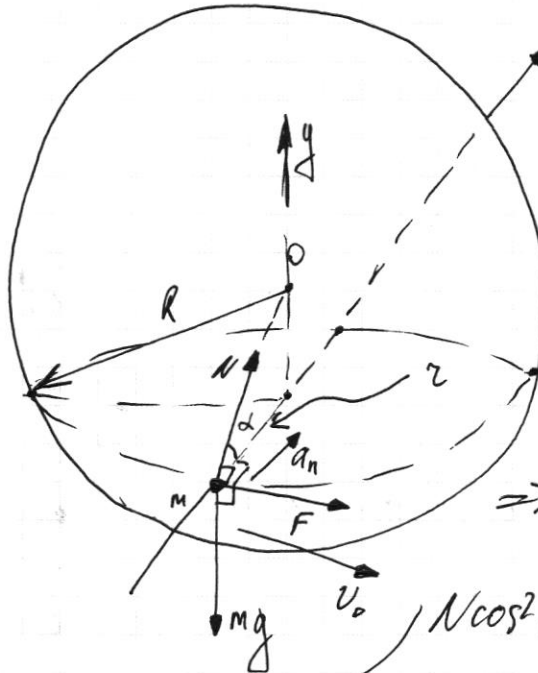
Ответ: 1) $F_1 = k \frac{qQ}{4R^2}$

2) $F_2 = 4k \frac{Qq}{25R^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$R = 1,2 \text{ м}$
 $v_0 = 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $m = 0,4 \text{ кг}$
 $\lambda \alpha = \frac{\pi}{6}$
 $\mu = 0,9$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

- 1) $P = ?$
- 2) $v_{\text{мтн}} = ?$



2-й м. гир. "м":

$$z: N \cos \alpha = m a_n,$$

$$a_n = \frac{v_0^2}{R}$$

$$z = R \cos \alpha$$

$$\Rightarrow a_n = \frac{v_0^2}{R \cos \alpha}$$

$$\Rightarrow N \cos \alpha = m \frac{v_0^2}{R \cos \alpha} \cdot \cos \alpha$$

$$\Rightarrow N \cos^2 \alpha = m \frac{v_0^2}{R}$$

$$y: N \sin \alpha - mg = 0$$

$$N \sin \alpha = mg \rightarrow \sin \alpha = \frac{mg}{N} = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

$$\Rightarrow 1 - \cos^2 \alpha = \frac{m^2 g^2}{N^2} \Rightarrow \cos^2 \alpha = 1 - \frac{m^2 g^2}{N^2} = \frac{N^2 - m^2 g^2}{N^2}$$

$$\Rightarrow N \cdot \frac{N^2 - m^2 g^2}{N^2} = m \frac{v_0^2}{R} \quad | \cdot N$$

$$N^2 - m^2 g^2 = m N \frac{v_0^2}{R}$$

$$N^2 - m \frac{v_0^2}{R} N - m^2 g^2 = 0$$

$$N^2 - 0,4 \cdot \frac{13,69}{1,2} N - 0,16 \cdot 100 = 0$$

$$N^2 - 0,4 \cdot 11,4 N - 16 = 0 \quad | \cdot 100$$

$$100 N^2 - 4 \cdot 114 N - 1600 = 0$$

$$100 N^2 - 456 N - 1600 = 0 \quad | : 4$$

$$\rightarrow 25N^2 - 114N - 400 = 0 \quad (1)$$

$$D = 114^2 + 100 \cdot 400 = 114^2 + 40000$$

$$- 25N^2 + 114N + 400 = 0$$

$$D = 114^2$$

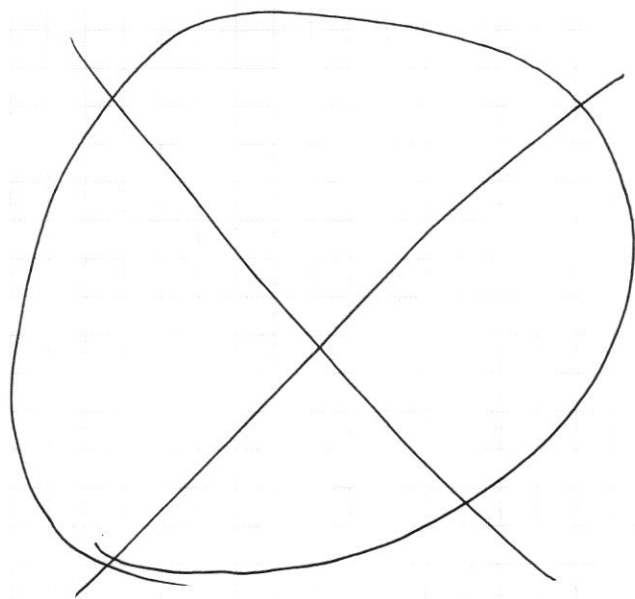
$$N^2 - 4,5N - 16 = 0$$

$$D = 20,25 + 64 = 84,25; \sqrt{D} \approx 9,2$$

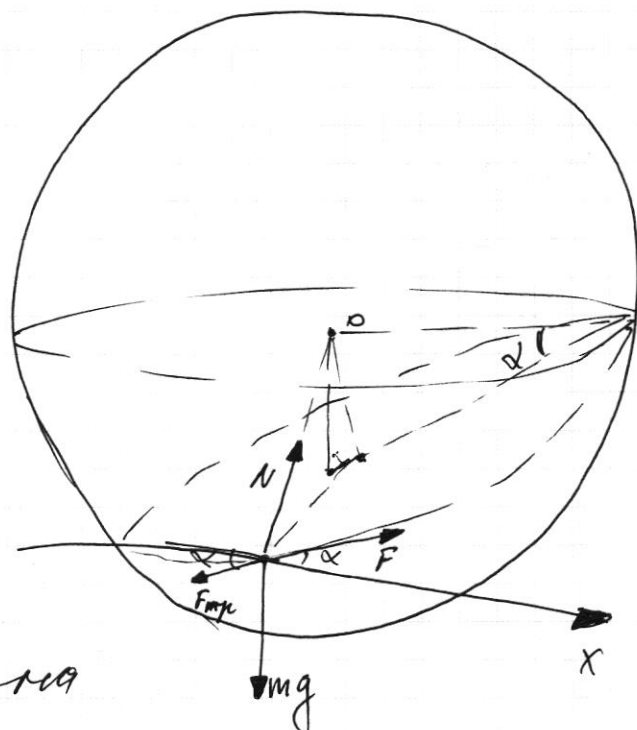
$$N = \frac{4,5 + 9,2}{2} = \frac{13,7}{2} \approx 6,85 \text{ Н}$$

По 3-ему з-му и: $P = N$.

2) Условие возможности движения со скоростью v_{max} : $F_{\text{тр}} \leq \mu N$. $F_{\text{тр}}$ — сила трения покоя.

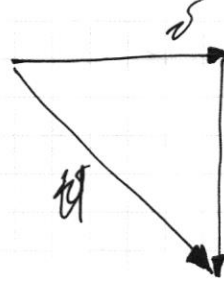
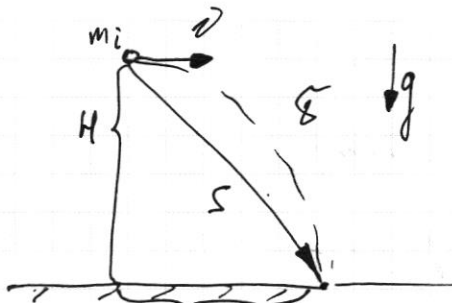


Пусть ось x горизонтальна



Ответ: 1) $N = P \approx 6,85 \text{ Н}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\begin{array}{r} 1 \quad 2 \\ 43,5 \\ -43,5 \\ \hline 217,5 \\ 1305 \\ 1440 \\ \hline 1892,25 \end{array}$$

ЗСЭ: $\frac{1}{2} m_i v^2 + m_i g H = \frac{1}{2} m_i u^2 \quad / \cdot 2$

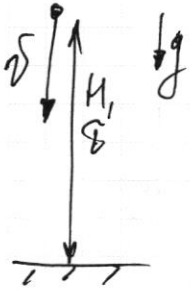
~~$v^2 + 2gH = u^2 \Rightarrow u = \sqrt{v^2 + 2gH}$~~

~~$u^2 = v^2 + 2gH$~~

$M = v\delta + \frac{1}{2} g \delta^2$

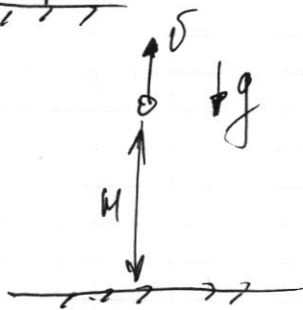
$\Rightarrow \delta = \frac{M - \frac{1}{2} g \delta^2}{g} = \frac{M}{g} - \frac{1}{2} \delta = \frac{65}{10} - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 10 = 6,5 - 50 = -43,5$

$K = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \left(\frac{65 - 5 \cdot 100}{10} \right)^2 =$



$M = \delta g + \frac{1}{2} g \delta^2$

$v = \frac{M - \frac{1}{2} g \delta^2}{g} = \frac{M}{g} - \frac{1}{2} g \delta =$



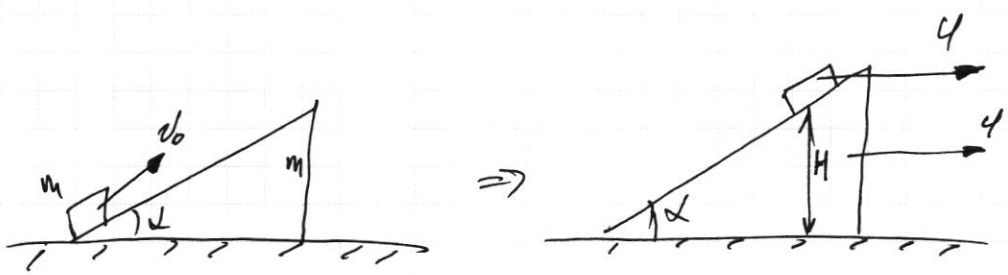
$M = -\delta g + \frac{1}{2} g \delta^2$

$\delta = \frac{\frac{1}{2} g \delta^2 - M}{g} = \frac{1}{2} g \delta - \frac{M}{g} = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 10 - \frac{65}{10} =$

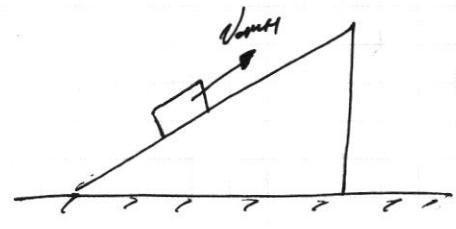
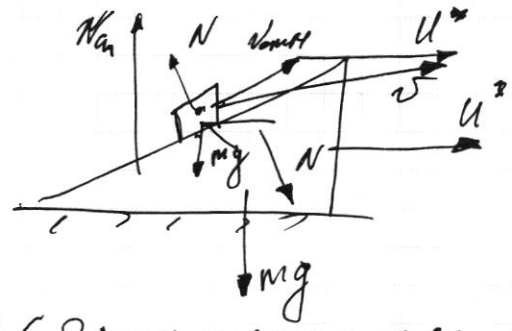
$= \frac{100 \cdot 5 - 65}{10} = \frac{435}{10}$

$K = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \frac{435^2}{100^2} = 4,35^2 =$

№2)



Вся кинема:



ЗС для системы "M+M'":

$$0 \quad \cancel{A_{K1}} + \cancel{A_{K2}} = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} \cdot 2 m v_0^2 + 2 m g H$$

$$A_{K1} = \frac{1}{2} m v^2 + m g H - \frac{1}{2} m v_0^2$$

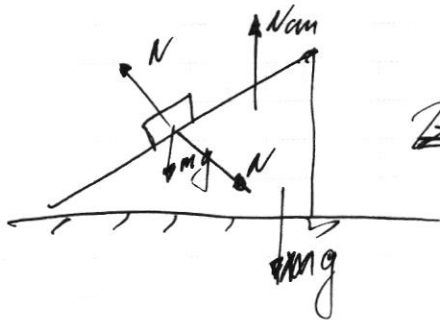
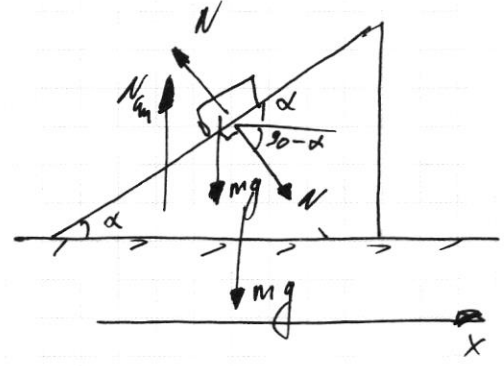
$$+ \quad A_{K2} = \frac{1}{2} m v^2 - 0$$

$$0 = m v^2 + m g H - \frac{1}{2} m v_0^2$$

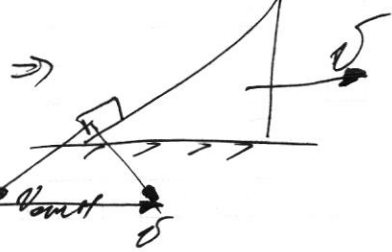
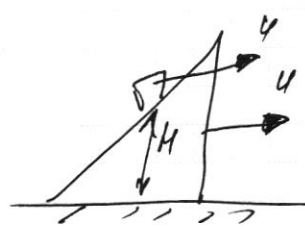
$$2 \text{ЗМ: } N \sin \alpha = m a$$

$$\Rightarrow a = N \sin \alpha$$

$$2 \text{ЗМ: } x: \quad \text{зсМ: } x: \quad x m v_0 \cos \alpha = 2 m v$$

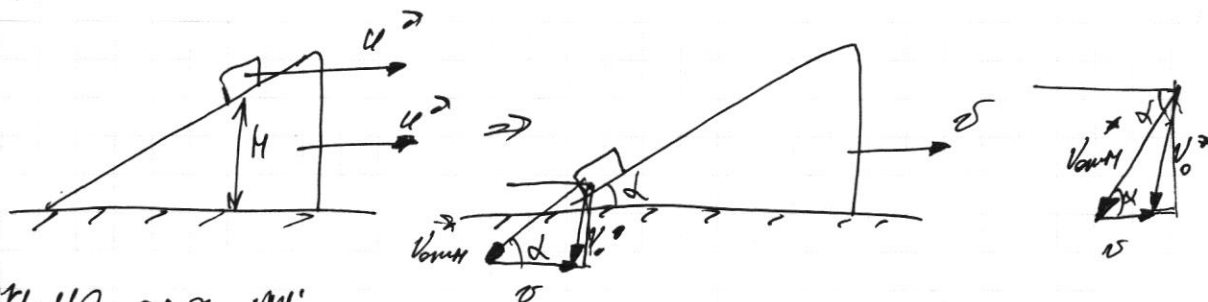


2ЗМ



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2)



Закон для m1:

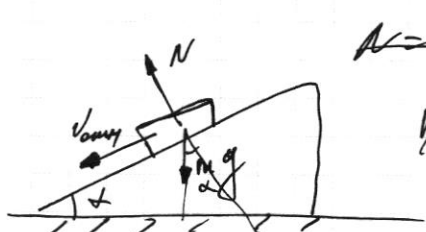
$$A_{m_1} = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} m u^2 - m g H$$

Закон для M:

$$A_{M_2} = \frac{1}{2} M v^2 - \frac{1}{2} M u^2$$

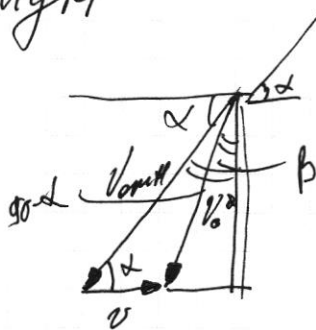
т.о. $0 = \frac{1}{2} m v_0^2 - m u^2 + \frac{1}{2} M v^2 - m g H$

В со кинетика:



$$N = m g \cos \alpha$$

$$m g \sin \alpha = m a$$



$$v_{0x} \cos \alpha = v + v_0 \sin \beta$$

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

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{v_0 \cos \beta}{v + v_0 \sin \beta}$$

Закон для M:

$$A_{M_1} = \frac{1}{2} M v_0^2 - \frac{1}{2} M v_0^2$$

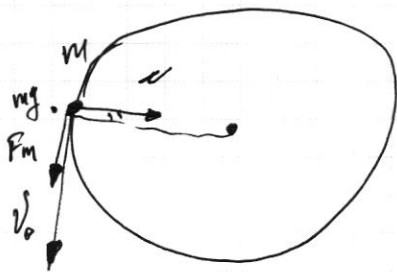
$$A_{M_2} = \frac{1}{2} M v^2 - 0$$

+ $0 = \frac{1}{2} M v_0^2 - \frac{1}{2} M v_0^2 + \frac{1}{2} M v^2$

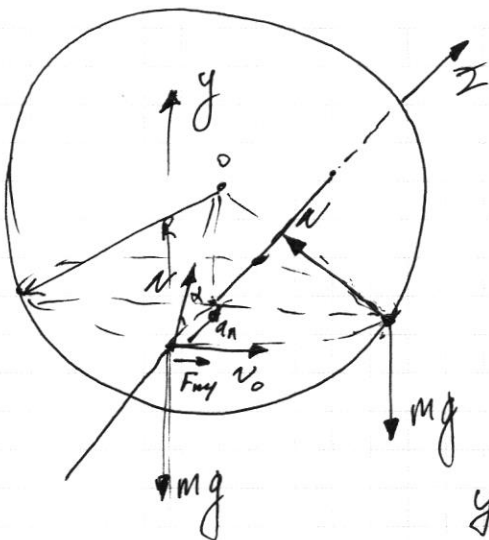
$$\Rightarrow \frac{1}{2} M v_0^2 = \frac{1}{2} M v_0^2 - \frac{1}{2} M v^2$$

\Rightarrow

№03)



$$\begin{array}{r} 114 \\ -114 \\ \hline 456 \\ +114 \\ \hline 570 \\ +114 \\ \hline 684 \\ +114 \\ \hline 798 \\ +114 \\ \hline 912 \end{array}$$



$$23M: z: N \cos \alpha = m \frac{v_0^2}{r}$$

$$N = \frac{m v_0^2}{r \cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{r}{R} \approx \frac{10000}{49000}$$

$$\Rightarrow N \frac{r}{R} = \frac{m v_0^2}{r}$$

$$N = \frac{R m v_0^2}{r^2}$$

$$y: N \sin \alpha - mg = 0$$

$$N \sin \alpha = mg$$

$$52996 \approx 52000$$

$$\begin{array}{r} 49000 \\ -1880 \\ \hline 47120 \end{array}$$

$$49000$$

$$\Rightarrow \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{mg}{N}$$

$$1 - \cos^2 \alpha = \frac{(mg)^2}{N^2}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{(mg)^2}{N^2}}$$

$$N \sqrt{1 - \frac{(mg)^2}{N^2}} = \frac{m v_0^2}{R \sqrt{1 - \frac{(mg)^2}{N^2}}}$$

$$N = \frac{m v_0^2}{R \left(1 - \frac{(mg)^2}{N^2}\right)}$$

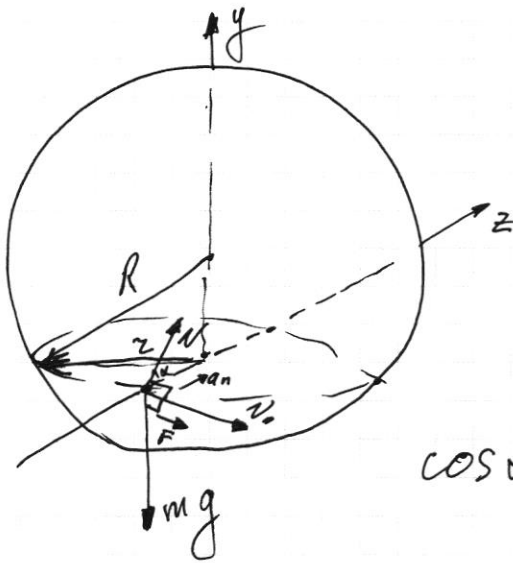
$$NR \left(1 - \frac{(mg)^2}{N^2}\right) = m v_0^2 \quad | \cdot N^2$$

$$NR(N^2 - (mg)^2)$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ 34 \\ \cdot 37 \\ \hline 259 \\ +111 \\ \hline 370 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1369 \quad | \quad 120 \\ -120 \quad 11,40 \\ \hline 169 \\ -120 \\ \hline 490 \\ -480 \\ \hline 1000 \end{array}$$

503)



$$z: N \cos \alpha = m \frac{v_0^2}{z}$$

$$y: N \sin \alpha = mg$$

$$N \sin \alpha = mg$$

$$1 - \cos^2 \alpha = \frac{(mg)^2}{N^2}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{(mg)^2}{N^2}}$$

$$z = R \cos \alpha = R \sqrt{1 - \frac{(mg)^2}{N^2}}$$

$$\Rightarrow NR \sqrt{1 - \frac{(mg)^2}{N^2}} \cdot \sqrt{1 - \frac{(mg)^2}{N^2}} = m v_0^2$$

$$NR \left(1 - \frac{(mg)^2}{N^2}\right) = m v_0^2$$

$$NR - \frac{m^2 g^2 R}{N} = m v_0^2 \quad | \cdot N$$

$$N^2 R - m^2 g^2 R - m v_0^2 N = 0$$

$$N^2 R - m v_0^2 N - m^2 g^2 R = 0$$

$$D = m^2 v_0^4 + 4R \cdot m^2 g^2 R = m^2 v_0^4 + 4m^2 g^2 R^2 =$$

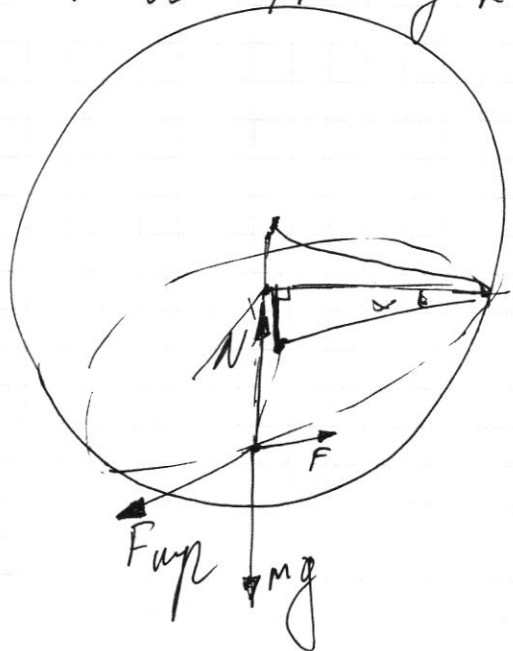
~~1309~~
 $\frac{1309}{1200} \approx 1,1$
 $\frac{1690}{1500} \approx 1,1$
 $\frac{190}{190}$

357
 $\frac{77}{400} = 0,1925$
 200

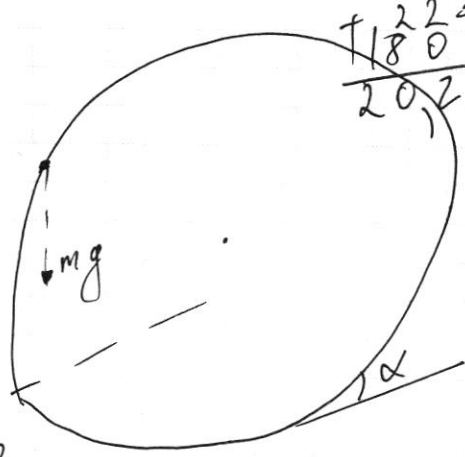
$\frac{4 + 3,14}{4} = \frac{7,14}{4}$

$\frac{714}{3140}$

2)



$$F_{up} \leq \mu N$$



$\frac{2}{45} = 0,044$
 $\frac{45}{45} = 1$

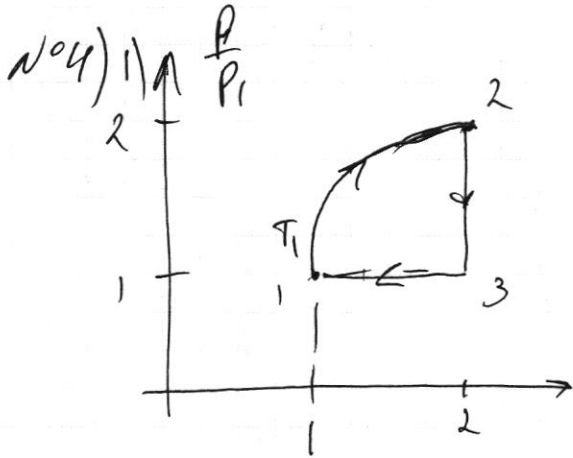
$\frac{180}{2025}$

$\frac{92}{184} = 0,5$
 $\frac{828}{8464}$

$\frac{85}{85} = 1$
 $\frac{425}{680}$
 $\frac{7225}{7225}$

$\frac{95}{95} = 1$
 $\frac{475}{855}$
 $\frac{8281}{8281}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (\sqrt{v_2} - \sqrt{v_1})$$

$$p_2 \sqrt{v_2} = \nu R T_2 \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{\sqrt{v_2}}{\sqrt{v_1}} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$p_1 \sqrt{v_1} = \nu R T_1$$

$$\Rightarrow T_2 = 2 \cdot 2 \cdot T_1 = 4T_1$$

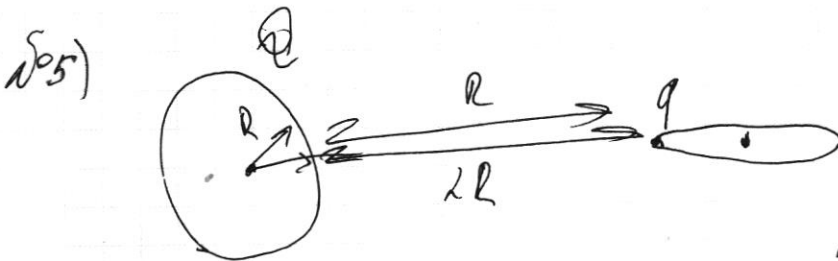
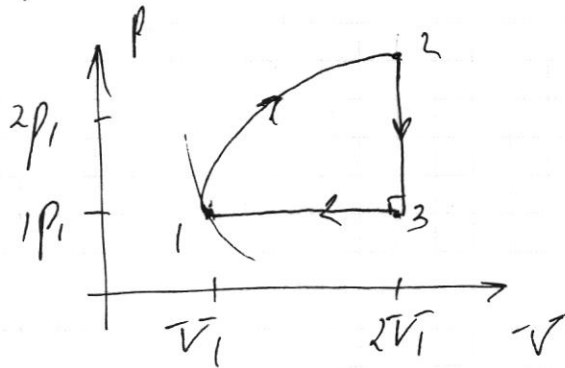
$$\Rightarrow \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \cdot 3T_1$$

$$A_{12} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1^2 + 1 = \frac{\pi}{4} + 1$$

$$Q_{12} =$$

$$2) A = ?$$

$$3) \eta = 1 - \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$$



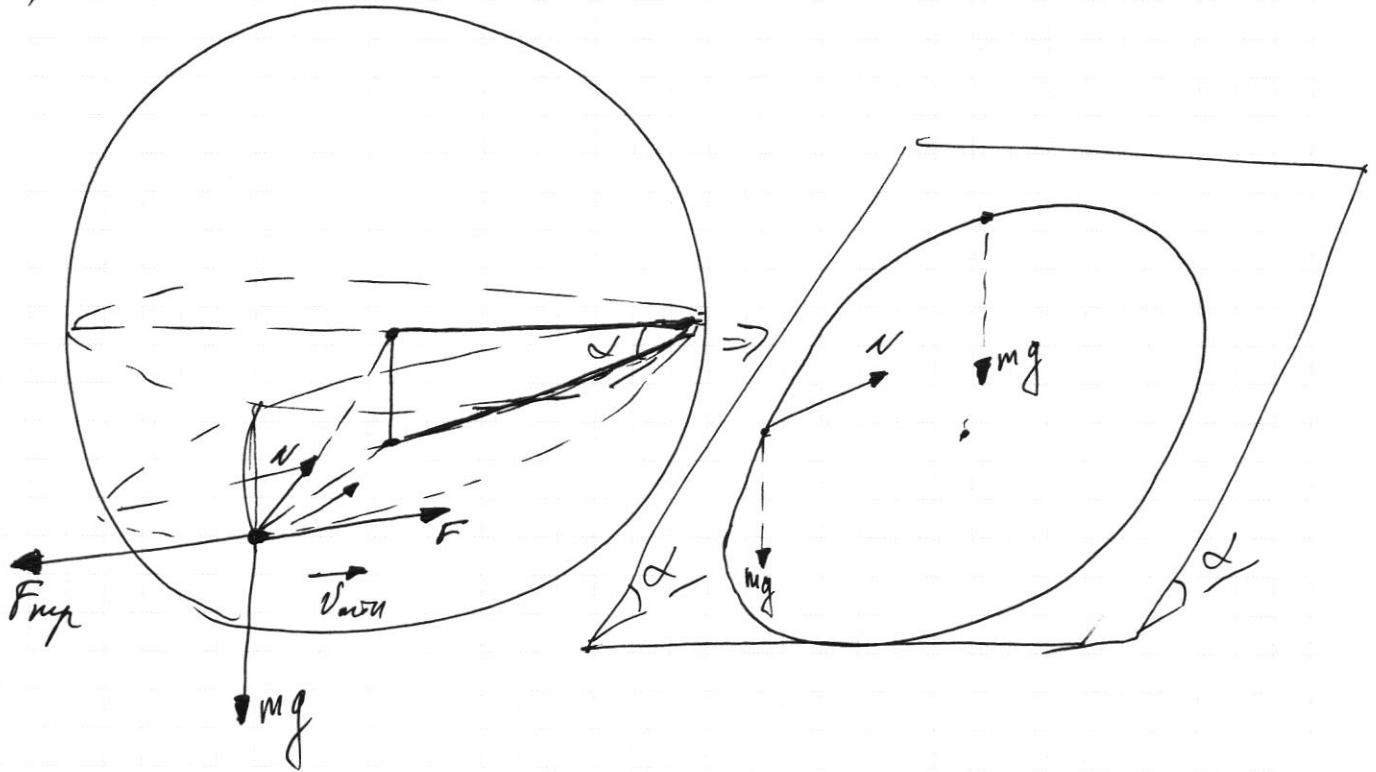
$$\begin{array}{r} 5500 \quad 16285 \\ 55000 \quad 99 \\ \hline 40280 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1571257 \\ 15709124 \\ \hline 1287 \\ 3130 \\ -2514 \\ \hline 6180 \\ \hline 285 \end{array}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3)



$$F_{\text{нр}} \leq kN$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)