

# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

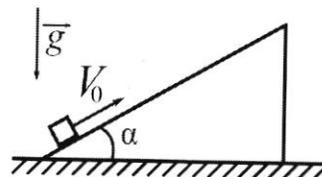
1. Фейерверк массой  $m = 1 \text{ кг}$  стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через  $T = 3 \text{ с}$  разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Суммарная кинетическая энергия осколков сразу после взрыва  $K = 1800 \text{ Дж}$ . На землю осколки падают в течение  $\tau = 10 \text{ с}$ .

1) На какой высоте  $H$  взорвался фейерверк?

2) В течение какого промежутка времени  $\tau$  осколки будут падать на землю? *1 осколок?*

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол  $\alpha$  такой, что  $\cos \alpha = 0,6$ . Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают некоторую начальную скорость  $V_0$  (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину и поднимается на максимальную высоту



$H = 0,2 \text{ м}$ . Масса клина в два раза больше массы шайбы. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

1) Найдите начальную скорость  $V_0$  шайбы.

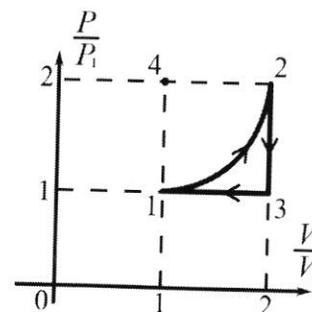
2) Найдите скорость  $V$  клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

3. По внутренней поверхности проволочной сферы равномерно движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Сила, с которой модель действует на сферу, в два раза больше силы тяжести, действующей на модель. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) Найдите ускорение  $a$  модели.

2) Вычислите минимальную допустимую скорость  $V_{MIN}$  равномерного движения модели по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол  $\alpha = 45^\circ$ . Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы  $\mu = 0,8$ , радиус сферы  $R = 1 \text{ м}$ . Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1-2 – дуга окружности с центром в точке 4. Считать заданными давление  $P_1$  и объём  $V_1$ .



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

2) Найдите работу  $A$  газа за цикл.

3) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

5. Заряд  $Q > 0$  однородно распределен по сфере радиуса  $R$ . В первом опыте на расстоянии  $3R$  от центра сферы помещают небольшой по размерам шарик с зарядом  $q > 0$ .

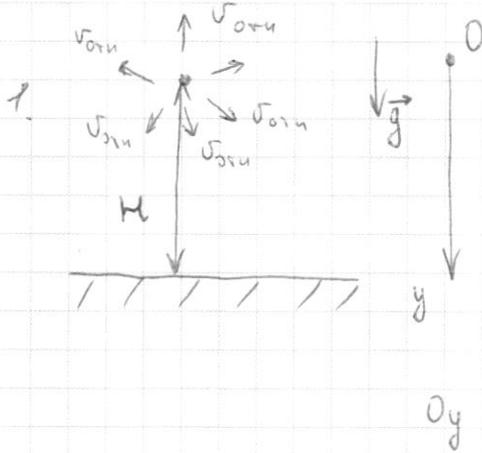
1) Найдите силу  $F_1$ , действующую на заряженный шарик.

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  $3R$  от центра.

2) Найдите силу  $F_2$ , с которой заряженный стержень действует на заряженную сферу.

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

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Т.к взрыв в верхней точке траекторий, то скорость  $\underline{v} = 0$  - скорость снаряда перед взрывом.

Тогда:  $\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{g \vec{a} t^2}{2}$ , где  $v_0$  - нач. скорости

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

$$v_0 = v = v_0 - gt \Rightarrow v_0 = gt$$

$$-H = -gt^2 + \frac{gt^2}{2}$$

$$H = \frac{gt^2}{2}$$

; по условию  $t$  - время до взрыва  
 $t = T = 3\text{ с}$

$$\Rightarrow H = \frac{gT^2}{2} = 45\text{ м.}$$

2) По теореме Кёшижа для осколков:  $\frac{mV_c^2}{2} + \frac{\sum m_i v_{0i}^2}{2} = K$

$K$  - кин. энергия;  $m$  - масса;  $m_i$  - масса осколка;  $V_c$  - скорость центра масс осколков,  $v_i = 0$  т.к взрыв в верх. точке;  $v_{0i}$  - эти скорости эти Ц.М.

$$\text{Т.к } v_c = 0 \Rightarrow \frac{m v_{0i}^2}{2} = K \Rightarrow v_{0i} = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1800 \text{ Дж}}{1 \text{ кг}}} = 60 \text{ м/с.}$$

Первым упадет осколок, скорость которого направл вниз

$$\Rightarrow \vec{s} = \vec{v} t_1 + \frac{a t_1^2}{2}$$

$$Oy: H = v_{0i} t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$$

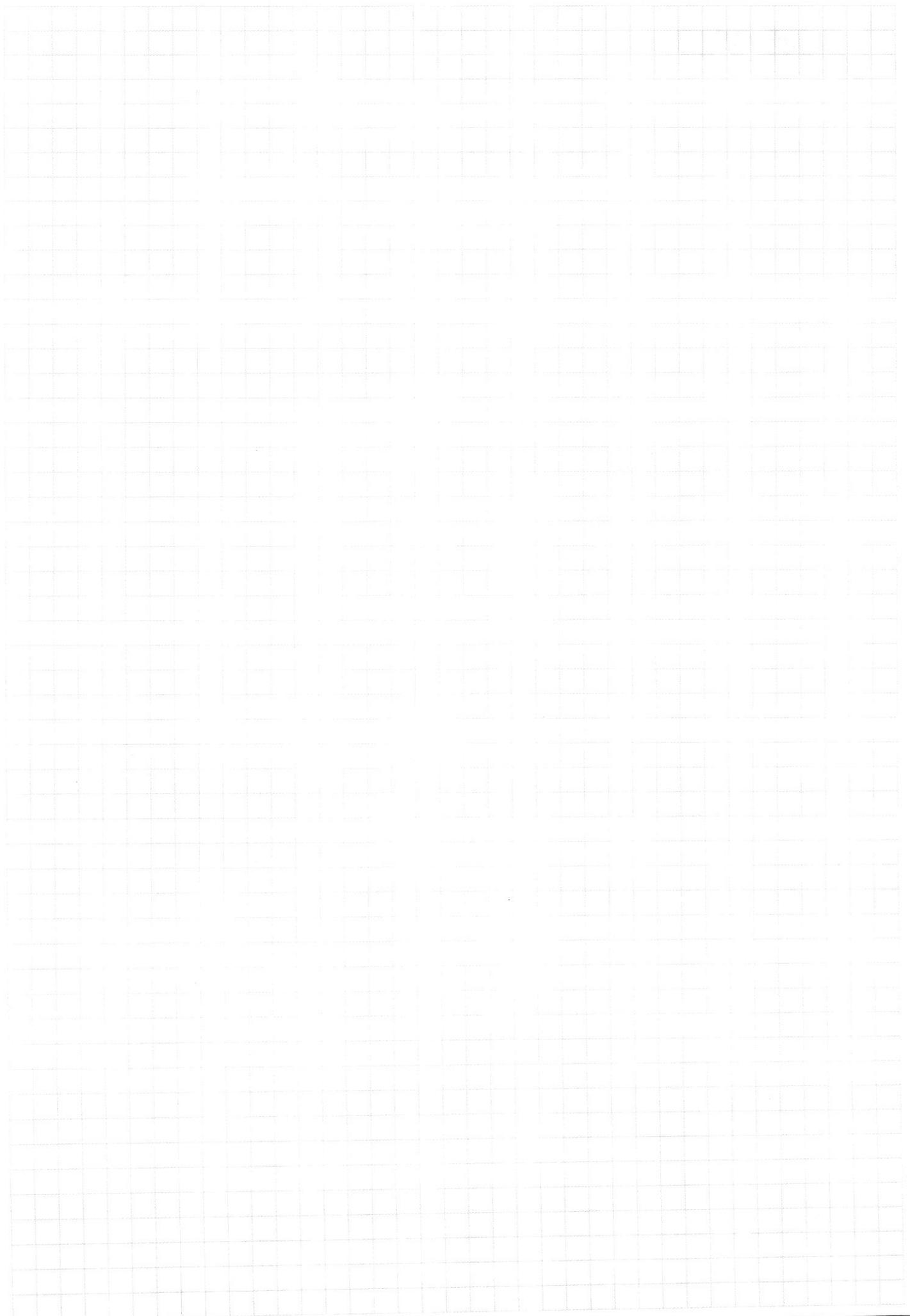
$t_1$  - время падения осколка [с].

$$60 t_1 + 5 t_1^2 - 45 = 0$$

$$t_1^2 + 12 t_1 - 9 = 0$$

$$D = 200 \Rightarrow t_1 = \frac{-12 + \sqrt{200}}{2} = 10\sqrt{2} - 6 \approx 14 - 6 \approx 8 \text{ с}$$

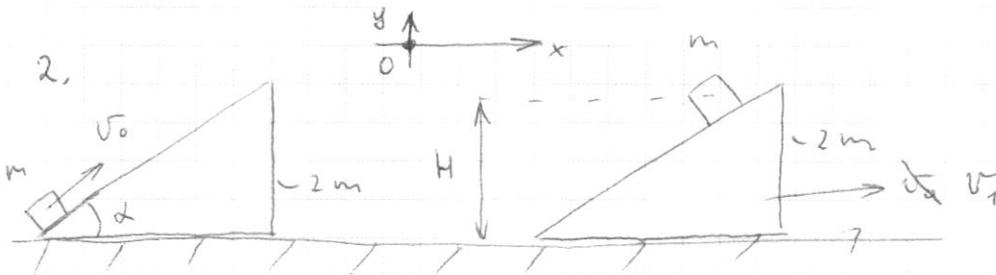
Ответ: 45 м; 8 с.



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 2  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\cos \alpha = 0,6$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = 0,8.$$

$m$  - масса бруска

1) По ЗСИ для системы груз + клин: в проекции на  $Ox$ :

$$m\vec{v}_0 = m\vec{v}_1 + 2m\vec{v}_1 \quad \text{на } Oy \text{ импульс не сохраняется.}$$

$$Ox: m v_0 \cos \alpha = m v_1 + 2m v_1$$

$$v_1 = \frac{v_0 \cos \alpha}{3} = \frac{1}{5} v_0$$

По ЗСЭ для системы

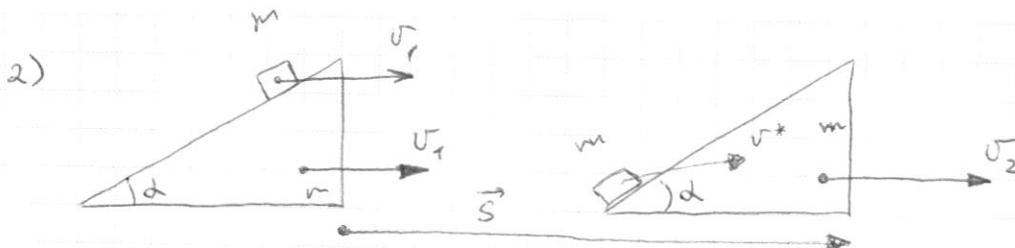
$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{2m v_1^2}{2} + mgH$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 2v_1^2 + 2gH.$$

$$v_0^2 = \frac{1}{25} v_0^2 + \frac{2}{25} v_0^2 + 2gH$$

$$\frac{22}{25} v_0^2 = 2gH.$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{50}{22} gH} = \sqrt{\frac{50}{22} \cdot 10 \cdot 0,2} = \sqrt{\frac{50}{11}} = 5 \sqrt{\frac{2}{11}} \frac{m}{c}$$



$\vec{s}$  - перемещение  
клина

$$mgH + \frac{m v_1^2}{2} + \frac{3}{2} m v_1^2 = m \frac{v^*^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2}$$

$$2gH + 3m v_1^2 = v^*^2 + v_2^2$$

(по ЗСЭ)  
для системы)

$v^*$  - модуль скорости  
матбл.

Аналогично, как для пункта 1,  $v_1 = \frac{60}{41} \frac{m}{c}$  (из СИ и ЗСЭ.)  
но при одинак массах бруска и кинна

Т.к на систему дейст только вертикальные сил, то  
кинульс системы по горизонтальной сокращаетс.

Пусть  $v^*$  - скорость бруска у основания поверхности  
кинна, тогда по

ЗСЭ для системы:

$$\frac{mv_x^2}{2} = mgH + \frac{mv_1^2}{2} \quad \frac{mv_x^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = mgH + \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$v_x^2 = 2gH + v_1^2$$

$$v_x^2 = 2gH + 2v_1^2 - v_2^2$$

$$v_x^2 = v_x^2 + v_y^2, \text{ где } v_y^2 = 2gH$$

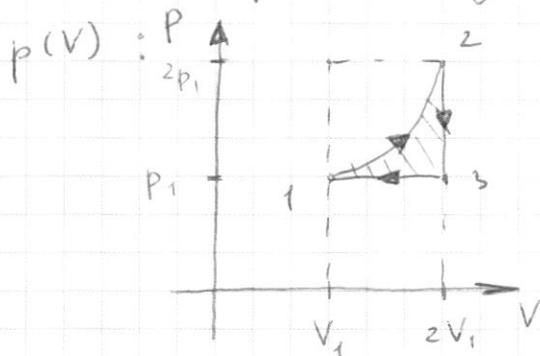
т.к на <sup>кинна</sup> бруска со стороны <sup>бруска</sup> кинна дейст сила  $N$ , то

шл киннульс по оси  $x$ :

$$v_2 - v_1 = \frac{Nt \sin \alpha}{m}, \quad t - \text{ время спуска}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4. 1) Перечертите предложенный график в задании в координатах



По I началу термодинамики:

$$Q_{\Sigma} = A_{\Sigma} + \Delta U; \quad \Delta U = 0, \text{ т.к. цикл.}$$

$$Q_{\Sigma} = A_{\Sigma}; \quad A_{\Sigma} = S_{\text{фр}} + S_{\text{кр}}$$

$$S_{\text{фр}} = S_{\text{кр}} - S_{\text{кр}} = p_1 V_1 - \frac{\pi p_1 V_1}{4}$$

$$S_{\text{фр}} = p_1 V_1 \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) \approx 0,25 p_1 V_1$$

$$\Rightarrow Q_{\Sigma} = 0,25 p_1 V_1$$

2) Газ расширяется в процессе 1-2:

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}; \quad A_{12} = S_{\text{кр}} \quad S_{\text{кр}12} = 2p_1 V_1 - \frac{\pi p_1 V_1}{4} =$$

$$= p_1 V_1 \left(2 - \frac{\pi}{4}\right) \approx 1,25 p_1 V_1$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (4p_1 V_1 - p_1 V_1) = 4,5 p_1 V_1$$

$$\Rightarrow Q_{12} = 1,25 p_1 V_1 + 4,5 p_1 V_1 = 5,75 p_1 V_1 \Rightarrow Q_n = 5,75 p_1 V_1$$

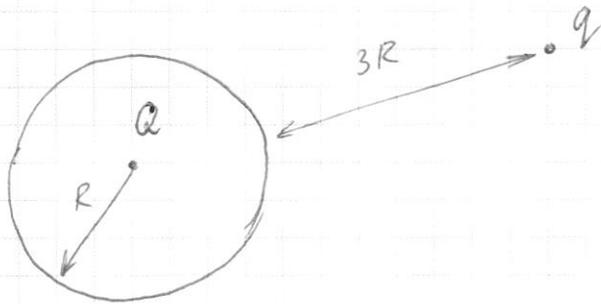
2)  $A_{\Sigma} = Q_{\Sigma} = 0,25 p_1 V_1$  (см. п.1. решения)

3) по определению:  $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_n} = \frac{0,25 p_1 V_1}{5,75 p_1 V_1} = \frac{25}{575} = \frac{1}{23}$

Ответ:  $0,25 p_1 V_1$ ;  $5,75 p_1 V_1$ ;  $0,25 p_1 V_1$ ;  $\frac{1}{23}$ .

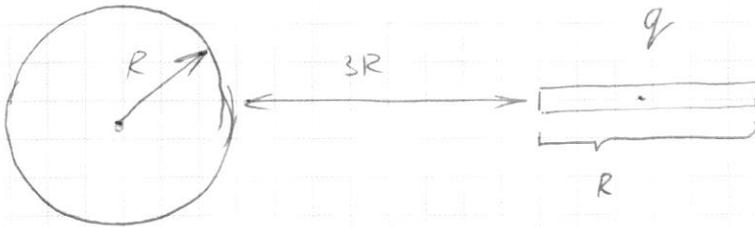
5.

1)



$F_1$  - сила гравитации на шарик;  $F_1 = \frac{kQq}{(R+3R)^2} = \frac{kQq}{16R^2}$

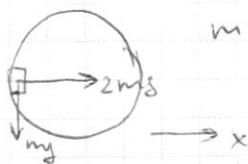
2)



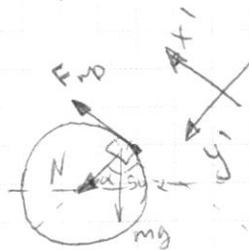
Т.к. заряд распределен равномерно по стержню, то  $\alpha = \frac{q}{R}$  - плотность заряда.

Тогда сила гравитации на стержень  $F = \sum_i F_i = \sum_i \frac{kQq_i}{R_i^2} = \sum_i \frac{kQq_i}{(4R+R_i)^2} = kQq \sum_i \frac{1}{(4R+R_i)^2}$ ; Ответ:  $\frac{kQq}{16R^2}$ ;  $kQq \sum_i \frac{1}{(4R+R_i)^2}$

3.



m - масса шара



1) По 2ЗН для машинки на ось x:

$$ma = 2mg$$

$$a = 2g.$$

Ответ:  $a = 2g$ ;

$$v_{min} = \frac{5\sqrt{2}}{4} \frac{m}{c}$$

2) По 2ЗН для машинки

Скорость минимальна, когда машинка почти соскальзывает

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

$$Ox': 0 = 0 - mg \cdot \sin \alpha + F_{тр} \Rightarrow F_{тр} = mg \sin \alpha \Rightarrow \mu N = mg \sin \alpha.$$

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

$$Oy': m \frac{v_{min}^2}{R} = N + mg \cos \alpha$$

$$v_{min}^2 = R \left( \frac{g \sin \alpha}{\mu} + g \cos \alpha \right) \Rightarrow v_{min} = \sqrt{Rg \left( \frac{\sin \alpha}{\mu} + \cos \alpha \right)} = \sqrt{1 \cdot 10 \left( \frac{\sqrt{2}}{1,6} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)} \frac{m}{c}$$

$$v_2^2 \left( 1 + \frac{1}{0,36} \right) - \frac{2 \cdot 0}{0,6}$$

$$m v_0 \cos \alpha = m v_1 + m v_1 = 2 m v_1$$

$$v_1 = \frac{v_0 \cos \alpha}{2} = \frac{v_0 \cos \alpha}{2} = \frac{v_0 \cdot 0,6}{2} = \frac{3}{10} v_0 = 0,3 v_0$$

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

$$v_0^2 = 2 v_1^2 + 2 g H$$

$$v_0^2 - 2 \cdot 0,09 v_0^2 = 2 g H$$

$$v_0^2 - 0,18 v_0^2 = 2 g H$$

$$0,82 v_0^2 = 2 g H$$

$$0,41 v_0^2 = g H$$

$$v_0^2 = \frac{10 \cdot 0,2}{0,41} = \frac{2}{0,41} = \frac{40 \cdot 200}{41}$$

$$v_0 = \frac{200}{41} \frac{m}{c} \Rightarrow v_1 = \frac{3 \cdot 200}{10 \cdot 41} = \frac{3 \cdot 20}{41} = \frac{60}{41} \frac{m}{c}$$

$$v_2^2 \left( 1 + \frac{100}{36} \right) - \frac{2 \cdot 60 v_2}{41 \cdot 0,36} = 2 \cdot 10 \cdot 0,2 + 3 \cdot \frac{60}{41} - \frac{4 \cdot 3600}{41^2 \cdot 0,36}$$

$$v_2^2 \left( \frac{136}{36} \right) - \frac{120}{41 \cdot 0,36} v_2 = 4 + \frac{180}{41} - \frac{4 \cdot 100 \cdot 100}{41^2} \quad S = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

$$\frac{136}{36} v_2^2 - \frac{12000}{41 \cdot 36} v_2 = \frac{41 \cdot 4 + 170}{41} - \frac{40000}{41^2}$$

$$v_2^2 \quad S = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = \frac{m (v_2^2 - v_1^2)}{2 \sin \alpha}$$



23U:

$$m a = N \cdot \sin \alpha$$

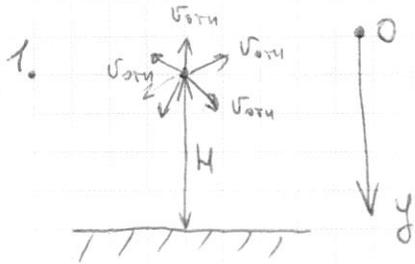
$$N \sin \alpha = m a$$

$$N = \frac{m a}{\sin \alpha}$$

$$A = N \cdot s \cdot \sin \alpha = \frac{m (v_2^2 - v_1^2)}{2 \sin \alpha}$$

$$v_1^2 - v_2^2 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{\sin \alpha}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) По теореме Кёнига:

$$\frac{m v_c^2}{2} + \frac{\sum m_i v_{отн i}^2}{2} = K$$

$K$  - кин. энергии  
после взрыва  
 $m_i$  - масса осколка  
 $v_i$  - скорости осколка

$v_c$  - скорость  
центра масс.

Т.к. взрыв в верхней точке траектории, то

$$v_c = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{m v_{отн}^2}{2} = K$$

$$v_{отн} = \sqrt{\frac{2K}{m}} \quad \text{— скорости осколка; } v_{отн} = 60 \frac{м}{с}$$

Т.к. осколки падают  $t = 10$  с, то для осколка, который полетел вверх после взрыва:

$$\vec{s} = \vec{v}t + \frac{a t^2}{2}$$

$$\text{по } Oy: H = -v_{отн} t + \frac{g t^2}{2}$$

$$H = -v_{отн} t + \frac{g t^2}{2} \Rightarrow t = \frac{v_{отн} + \sqrt{v_{отн}^2 + 2gH}}{g}$$

$$H = -\sqrt{\frac{2K}{m}} t + \frac{g t^2}{2} = -\sqrt{\frac{2 \cdot 1800}{1m}} \cdot 10 + \frac{10 \cdot 100}{2} = -600 + 500$$

$$2gH + 3m v_1^2 = v_2^2 + \frac{(2v_1 - v_2)^2}{\cos^2 \alpha} = \frac{4v_1^2}{\cos^2 \alpha} - \frac{2v_1 v_2}{\cos^2 \alpha} + \frac{v_2^2}{\cos^2 \alpha} + v_2^2$$

$$2gH + 3m v_1^2 = v_2^2 + \frac{4v_1^2}{\cos^2 \alpha} - \frac{2v_1 v_2}{\cos^2 \alpha} + \frac{v_2^2}{\cos^2 \alpha}$$

$$v_2^2 = 2gH + 3m v_1^2 - \frac{4v_1^2}{\cos^2 \alpha} + \frac{2v_1 v_2}{\cos^2 \alpha} - \frac{v_2^2}{\cos^2 \alpha}$$

$$v_2^2 \left(1 + \frac{1}{\cos^2 \alpha}\right) - \frac{2v_1 v_2}{\cos^2 \alpha} = 2gH + 3m v_1^2 - \frac{4v_1^2}{\cos^2 \alpha}$$

2-3:  $Q_{23} = A_{23} + \Delta U$   
 $Q_{23} = 0 + \frac{3}{2} \Delta R$

$\Delta R T_2 = 4 p_1 V_1$

$\Delta R T_1 = p_1 V_1$

1-2:

$2 p_1 A_{12} = 2 p_1 V_1 - \frac{\pi p_1 V_1}{4}$

$\Delta U = \frac{3}{2} \Delta R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (4 p_1 V_1 - p_1 V_1) = \frac{9}{2} p_1 V_1$

$\Delta U = 4,5 p_1 V_1$

$Q_{23} = Q_{12} = 2 p_1 V_1 + 4,5 p_1 V_1 - \frac{\pi p_1 V_1}{4}$

10,0  
6,50  
-0,75  
5,75

$A_{\Sigma} = p_1 V_1 (1 - \frac{\pi}{4})$

$6,5 p_1 V_1 - \frac{\pi p_1 V_1}{4} \approx p_1 V_1 (6,5 - \frac{3}{4})$

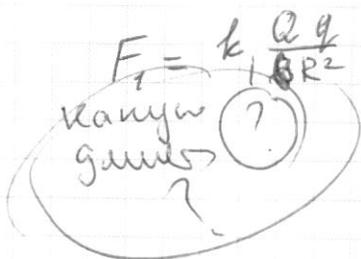
$A_{\Sigma} = p_1 V_1 (1 - 0,25)$

$A_{\Sigma} = 0,75 p_1 V_1$

$Q_{nos} = 5,75 p_1 V_1$

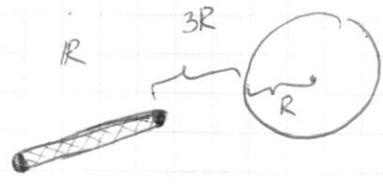
$\eta = \frac{0,25}{5,75} = \frac{25}{575} = \frac{5}{115} = \frac{1}{23}$

5.  $Q > 0$



$F_1 = k \frac{Qq}{R^2} = k \frac{Qq}{9R^2}$

$q_i = \frac{q}{R_{op}}$



$\frac{1}{4R} - \frac{1}{5R}$

$F_i = k \frac{Qq_i}{R_i^2}$

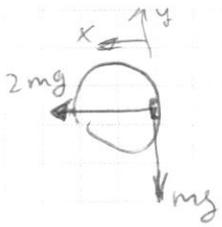
$F_{\Sigma} = F_2 = \sum F_i = \sum \frac{kQq_i x_i}{R_i^2} = \sum \frac{kQq}{R_{op} R_i^2}$

$= \frac{kQq}{R_{op}} \sum \frac{1}{R_i^2} = kQq \cdot \frac{1}{4R}$

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

$v_0 = gt$

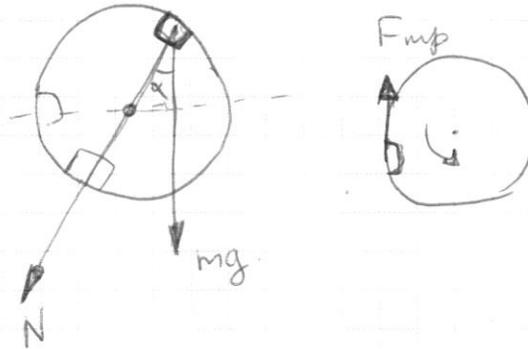
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



230:

$$ma = 2mg$$

$$a = 2g$$

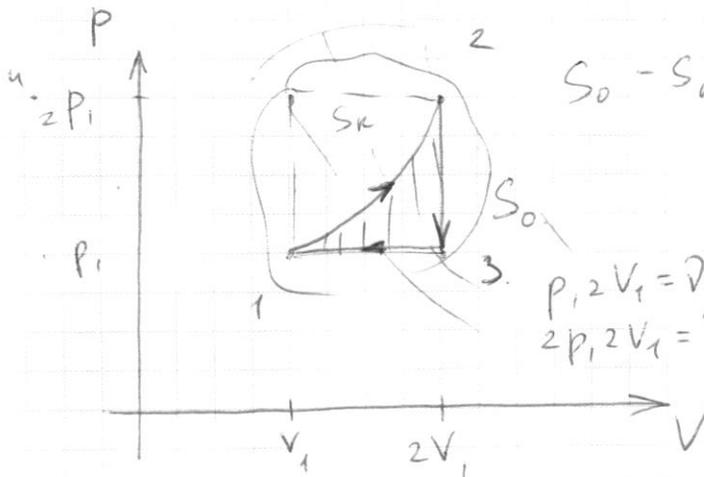


$$mg + N$$

$$ma = N + mg \cos \alpha$$

$$m \frac{v_{\min}^2}{R} = N + mg \cos \alpha$$

$$v_{\min}$$



$$S_0 - S_\kappa$$

$$\frac{\pi p_1 V_1}{4} = S_\kappa$$

$$p_1 2V_1 = \nu RT_3$$

$$2p_1 2V_1 = \nu RT_2$$

$$S_0 = p_1 V_1$$

$$Q_\Sigma = A_\Sigma + \Delta U ; \Delta U = 0 \text{ тк цикла.}$$

$$A_\Sigma = S_\varphi = S_0 - S_\kappa = p_1 V_1 - \frac{\pi p_1 V_1}{4}$$

$$1-2: Q_{12} = A_{12} + \Delta U \quad \frac{3}{2} \nu RT_3 - \frac{3}{2} \nu RT_2$$

$$Q_{12} = A_{12} + \frac{3}{2} \nu RT$$

$$A_{12} = 2p_1 V_1 - \frac{\pi p_1 V_1}{4}$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} \nu 2\nu RT_3 - \frac{\pi p_1 V_1}{4}$$

$$Q_{12} = 2p_1 V_1 - \frac{\pi}{4} p_1 V_1 + \frac{3}{2} \cdot 2p_1 V_1 - \frac{3}{2} \nu R \cdot 4p_1 V_1$$

$$Q_{12} = 2p_1 V_1 - \frac{\pi}{4} p_1 V_1 + 3p_1 V_1 - 6p_1 V_1$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{Mv_0^2}{2} = \frac{\sum m_i v_i^2}{2} = K$$
 где  $v$  - скорости осколков  
 $m$  - масса осколка

$$K = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

$$s = vt + \frac{gt^2}{2}$$

$$x: H = -vt + \frac{gt^2}{2}; t = 10 \text{ сек}$$

$$x: H = vt + \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{g}{2} t^2 + vt - H = 0$$

$$D = v^2 + 2gH$$

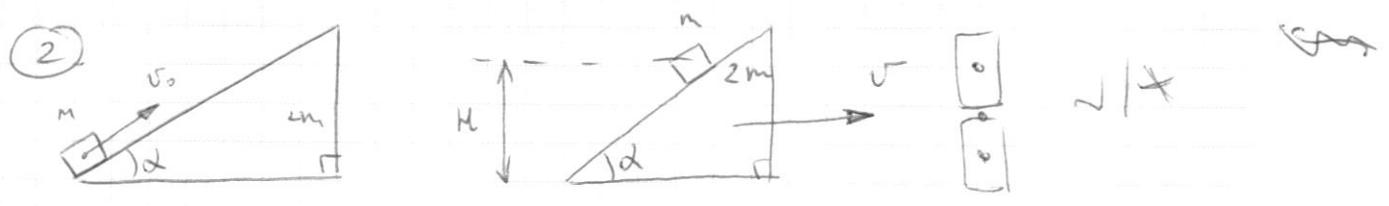
$$t = \frac{-v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{g}$$

$$\sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{3600} = 60$$

$$60 \cdot 10 = 600$$

$$10 \cdot 100 = 1000$$

$$\frac{500}{2} = 250$$



ЗСД для системы:

$$m\vec{v}_0 = 2m\vec{v} + m\vec{v}$$

$$0x: mv_0 \cos \alpha = 3mv$$

$$v_0 \cos \alpha = 3v \Rightarrow v = \frac{v_0 \cos \alpha}{3} = \frac{1}{5} v_0$$

$$a_{ny} = mg - N \cos \alpha$$

$$H = \frac{a_{ny} t^2}{2} = H$$

ЗСД:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{2mv^2}{2} + mgH$$

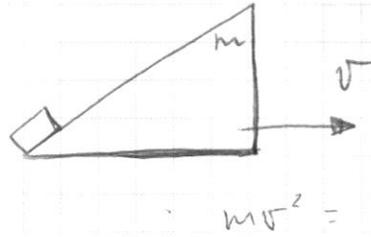
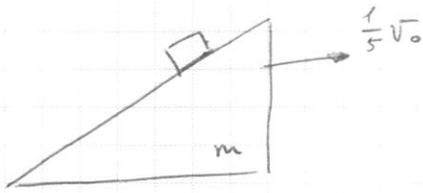
$$v_0^2 = v^2 + 2v^2 + 2gH$$

$$v_0^2 = \frac{v_0^2}{25} + \frac{2v_0^2}{25} + 2gH$$

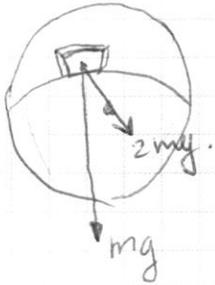
$$\frac{22}{25} v_0^2 = 2gH$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{50gH}{22}} = \sqrt{\frac{50}{22} gH}$$

$t = \frac{2H}{a_{ny}}$



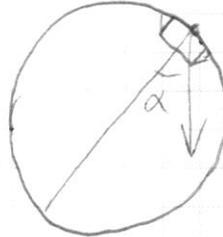
3.



$$a = 2g$$



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



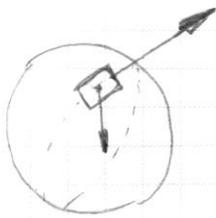
$$\sqrt{1800}$$

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

$$H = -vt + \frac{gt^2}{2}$$

$$-600 + 5 \cdot 100$$

$$-100$$



$$m \frac{v^2}{R} = mg \cdot \cos \alpha$$

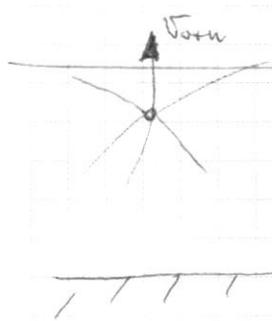
$$\frac{v^2}{R} = g \cos \alpha$$

$$v = \sqrt{Rg \cos \alpha}$$

$$H = \frac{v^2}{2g}$$

$$H = \frac{600 \cdot 3800}{20}$$

6000



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

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

$$2a\Delta s = v_0^2 - v^2$$



6 гр. со

600 м

$$H = -vt + \frac{gt^2}{2}$$

$$H = -600 + \frac{10 \cdot 100}{2}$$

$$H = 500 - 600$$

$$x^2 + 12x - 9 = 0$$

$$D = 144 + 9 \cdot 4 = 144 + 36 = 180$$

~~10~~

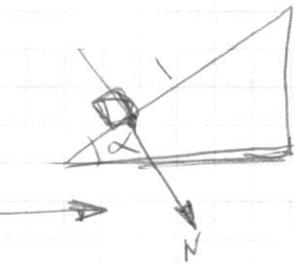
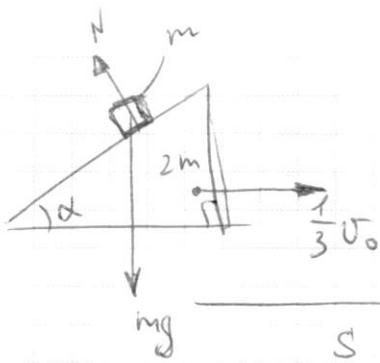
$$2,00 \sqrt{2,25}$$

1,5

$$2mV_1 = mV_2 + mV^* \cdot \cos \alpha$$

$$2V_1 = V_2 + V^* \cos \alpha$$

$$V^* = \frac{2V_1 - V_2}{\cos \alpha}$$

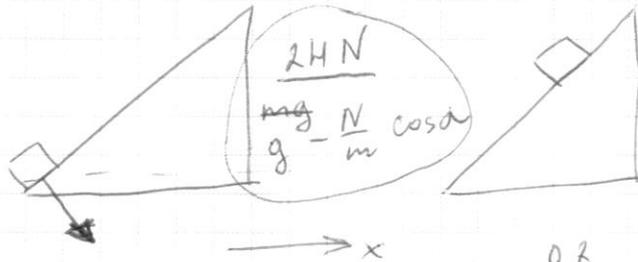
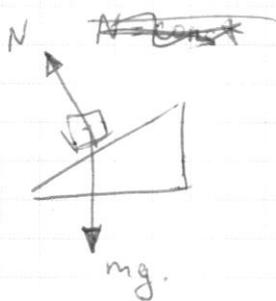


24am  
5md.

~~1/3 v\_0 m +~~

$$a = \frac{N}{m} \sin \alpha =$$

$$Nt = v_2 - v_1$$



234:

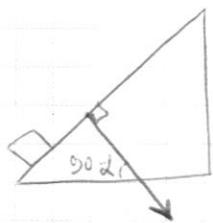
0,8       $\frac{3}{10} = \frac{4}{5}$

$2ma = N \sin \alpha$      $0_x: 2ma = N \sin \alpha$     24am

$0 \rightarrow \frac{1}{3} v_0$

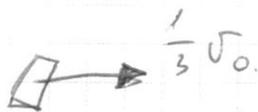
$2m \frac{\Delta v}{\Delta t} = N \sin \alpha$

$\frac{3}{7}$



По 3ИИ и маиба:

же кинма:



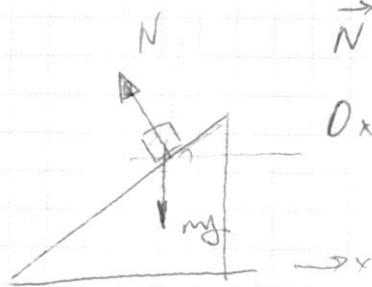
$\Delta \vec{p} = \vec{N}t = \frac{1}{3} v_0 m$

$Nt = Nt \sin \alpha = \frac{1}{3} v_0 m$

$Nt = \frac{3}{5} v_0 m \cdot \frac{3}{5}$

А Рабона  $\Delta \vec{p} = \vec{N}t = m \vec{v}_0 - m \frac{1}{3} \vec{v}_0$

$Nt = 10 v_0 m$



$\vec{N}t = m \vec{v}_0 - m \frac{1}{3} \vec{v}_0$

$Nt \sin \alpha = \frac{1}{3} v_0 m$

$0_x: -Nt = m v_0 \cos \alpha - m \frac{1}{3} v_0$

$Nt = \frac{2 v_0 m}{3 \sin \alpha}$

$Nt = \frac{3}{5} m v_0 - m \frac{1}{3} m v_0$

$Nt = \frac{10}{12} v_0 m$

$Nt = m \left( \frac{3}{5} v_0 - \frac{1}{3} v_0 \right)$

$Nt = \frac{5}{6} v_0 m$

$ma = N \sin \alpha$

$a = \frac{N}{m} \sin \alpha$

$m \vec{a}_m = \vec{N} + m \vec{g}$

~~$N = m a$~~

$Nt = m \frac{4}{15} v_0$

$Nt = \frac{5}{6} m v_0$

~~$N = m \frac{4}{15} v_0$~~

$Nt = \frac{N \cdot 2H}{a} = \frac{N \cdot 2H}{g - N \cos \alpha}$

$x + m a_{mx} = -N + 0$

90 град.

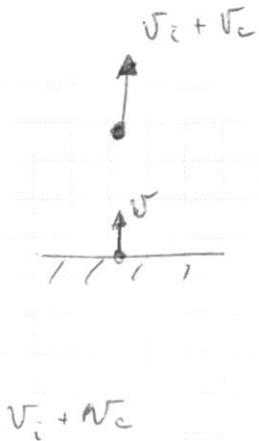
$a_{mx} = \frac{N \sin \alpha}{m}$

$0_y: m a_{my} = N \cos \alpha + N \cos \alpha - mg$

$N \cdot 2 \frac{2H}{g - N \cos \alpha}$

$v_2 - v_1 = at = \frac{Nt}{m} \sin \alpha$

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{Mv_c^2}{2} + \frac{\sum m_i v_i^2}{2} = K$$

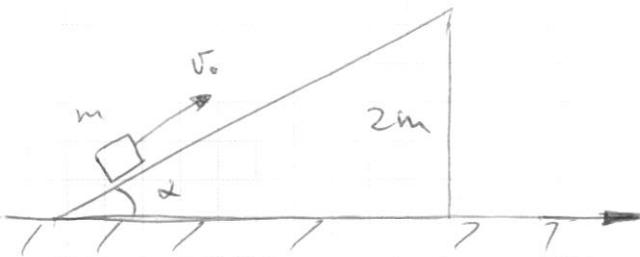
$$\frac{Mv_c^2}{2} + \frac{Mv_i^2}{2} = K$$

$$M(v_c^2 + v_i^2) = 2K$$

$$g_c v_c^2 + v_i^2 =$$

$$mv + 2mv =$$

$$u = -(v_i + v_c)t + \frac{gt^2}{2}$$



Э энергии системы сохр.

$$\frac{mv_0^2}{2} + 0 = mgH + \frac{mv^2}{2} + \frac{2mv^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{3mv^2}{2}$$

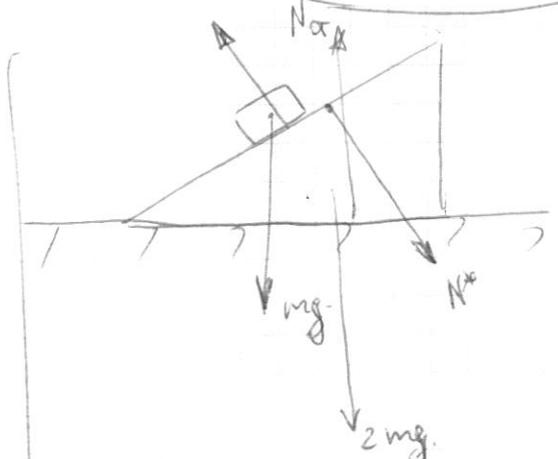
$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{3mv_0^2}{18}$$

$$\frac{6mv_0^2}{18} = mgH$$

$$\frac{v_0^2}{3} = gH$$

$$v_0 = \sqrt{3gH}$$

$0x$   
 $mv_0 = 3mv$   
 $v = \frac{1}{3}v_0$



$$m v_0 \cos \alpha = 2 m v_1$$

$$v_1 = \frac{v_0 \cos \alpha}{2} = 0,3 v_0$$

$$v_2 - v_1 = \frac{N \sin \alpha}{m} t$$

$$A = N S \sin \alpha = \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2 \sin \alpha}$$

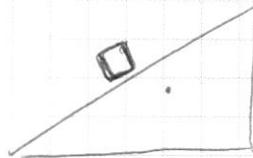
$$\frac{m v_0^2}{2} = m g h + m v_1^2$$

$$v_0^2 = 2 g h + 2 v_1^2$$

$$0,82 v_0^2 = 2 g h$$

$$v_0^2 = \frac{2 g h}{0,82} = \frac{g h}{0,41} = \frac{100 \cdot 10 \cdot 0,2}{0,41} = \frac{2000}{0,41}$$

$$v_0 = \frac{60}{41}$$



$$m v_x + m v_2 = 2 m v_1$$

$$v_x = 2 v_1 + v_2$$

$$2 v_1 = v_2 + v_x$$

$$\frac{34}{9} v_x = 2 v_1 + v_2$$

$$\frac{34}{9} v_2^2 - \frac{1000}{41 \cdot 3} v_2 - 4 + \frac{180}{41} + \frac{1000}{41} = 0$$

$$\frac{34}{9} v_2^2 - \frac{1000}{41 \cdot 3} v_2 - 4 + \frac{180}{41} + \frac{1000}{41} = 0$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$v_y^2 = 2 g h$$

$$\frac{m v_x^2}{2} = m g h + m v_1^2$$

$$v_x^2 = 2 g h + 2 v_1^2$$

$$v_x^2 = v_x^2 - v_y^2 = 2 g h + 2 v_1^2 - 2 g h =$$

$$= 2 v_1^2$$

$$v_x = \sqrt{2} v_1$$

$$v_y^2 = 2 g h$$

$$v_x^2 = 4 v_1^2 + 4 v_1 v_2 + v_2^2$$

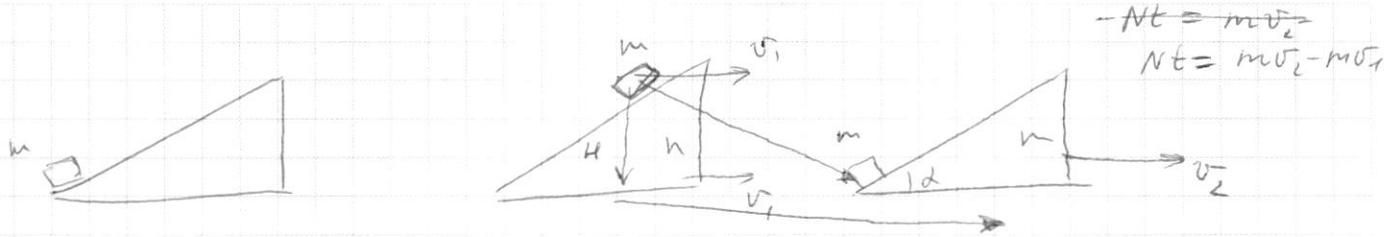
$$\frac{m v_x^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = m g h + m v_1^2$$

$$N t \sin \alpha = m (v_2 - v_1)$$

$$v_x^2 = 2 g h + 2 v_1^2 = v_2^2$$

$$\frac{N t \cos \alpha}{m} = (v_2 - v_1) c + g d$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$-Nt = m v_2$$

$$Nt = m v_2 - m v_1$$

$$v_x = v_1 - a_x t = v_1 - \frac{N \sin \alpha}{m} t = v_1 - \frac{g}{m} (v_2 - v_1) m$$

$$v_y = a_y t$$

$$a_x = \frac{N \sin \alpha}{m}$$

$$25R^2 - 16R^2 = 9R^2$$

$$\frac{1}{16R^2}$$

$$v_1 - v_2 + v_1 = 2v_1 - v_2$$

$$a_y = -\frac{N \cos \alpha}{m} + g = \frac{N \sin \alpha}{m} \cdot \text{ctg} \alpha + g$$

$$\frac{1}{16} - \frac{1}{25}$$

$$25 - 16 = \frac{25 - 16}{16 \cdot 25}$$

$$a_y t = (v_2 - v_1) \text{ctg} \alpha + g t$$

$$\frac{9}{16 \cdot 25}$$

$$9$$

$$v^{*2} = (2v_1 - v_2)^2 + ((v_2 - v_1) \text{ctg} \alpha + g t)^2$$

$$10 \left( \frac{\sqrt{2}}{1,6} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \frac{2\sqrt{2} - 1,6\sqrt{2}}{3,2} \cdot 10$$

$$\frac{0,4\sqrt{2}}{3,2} \cdot 10 = \frac{4\sqrt{2}}{3,2} = \frac{\sqrt{2}}{0,8} = \frac{10\sqrt{2}}{8} =$$

$$= \frac{5\sqrt{2}}{4}$$