

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

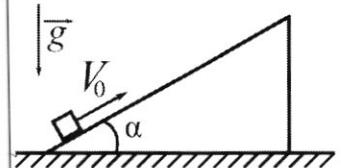
Шифр

(заполняется секретарем)

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/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.



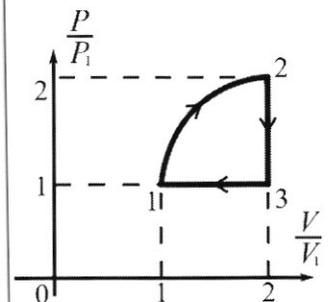
- 1) На какую максимальную высоту H над точкой старта поднимется шайба на клине?
- 2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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

№1

$m = 2 \text{ кг}$
 $H = 65 \text{ м}$
 $\tau = 10 \text{ с}$
 $v_0 = ?$
 $E_k = ?$

1) По з. с. э. (т.к. сопротивление воздуха отсут-
ствует):

$$\frac{m v_0^2}{2} = mgH \quad | : m$$

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

$$v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 65} = \sqrt{1300} = 10\sqrt{13} \approx 10 \cdot 3,6 \approx 36 \text{ м/с}$$

$$\sqrt{9} < \sqrt{13} < \sqrt{16} \quad \approx 3,6 \text{ м/с}$$

$$\sqrt{13} \approx 3,6$$

Ответ: $v_0 \approx 36 \text{ м/с}$

2) $\tau = t + 2t'$

$H = v_0 t + g \frac{t^2}{2}$ для скалка, который упадет быстрее всего

$h = v_0 t' - g \frac{t'^2}{2}$ высота для скалка, который упадет медленнее
всех и падает на высоту h

$$t' = \frac{v_k - v_0}{g}$$

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

$h \left\{ \begin{array}{l} \vec{v}_k = 0 \\ \vec{v}_0 \\ \vec{g} \end{array} \right.$

Из закона сохранения энергии:

$$\frac{m v_k^2}{2} = mgH + \frac{m v_0^2}{2} \quad | : m$$

$$\frac{v_k^2}{2} = gH + \frac{v_0^2}{2} \Rightarrow v_k = \sqrt{2gH + v_0^2}$$

$$\tau = \frac{v_0}{g} + \frac{\sqrt{2gH + v_0^2} - v_0}{g}$$

$$100 = \sqrt{2gH + v_0'^2} + v_0'$$

$$2gH + v_0'^2 = v_0'^2 - 200v_0' + 10000$$

$$200v_0' = 8700$$

$$v_0' = 43,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Продолжение на
странице №3

$$\Sigma E_k = \frac{\Sigma m \cdot v_0'^2}{2} \Rightarrow E_k = \frac{m v_0'^2}{2} = \frac{2 \cdot 43,5^2}{2} = 192,25 \text{ Дж}$$

Ответ: $E_k = 192,25 \text{ Дж}$

N2

$$\alpha = 30^\circ$$

$$v_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$m = M$$

$$H = ?$$

$$v = ?$$

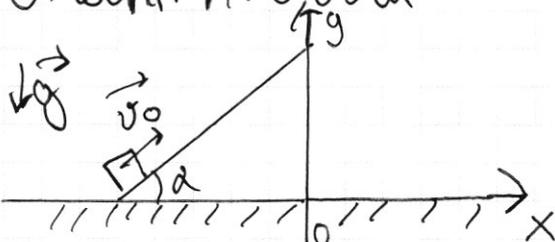
1) За высоту будет отвечать только v_y составляющая, а за скорость клина только v_x , ~~ногда если перейти в систему отсчета, где клин покоится, то по закону сохранения энергии в замкнутой системе (трение отсутствует):~~

$$\frac{m v_y^2}{2} = m g H \quad | : m \Rightarrow \frac{v_y^2}{2} = g H \Rightarrow H = \frac{v_y^2}{2g}$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha = 2 \cdot \frac{1}{2} = 1$$

$$H = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ м}$$

Ответ: $H = 0,05 \text{ м}$



* По з.с.и.:

$$O_x: m v_x = m v_{\text{клин}}$$

$v_x = v_{\text{клин}}$. Вся v_x перейдет в скорость клина

$$\text{т.е. } \frac{m v^2}{2} = m g H + \frac{m v_{\text{клин}}^2}{2}$$

$$4 = 1 + 3$$

2) Полная скорость клина следует из закона сохранения импульса.
Продолжение на странице 4

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1 (продолжение)

Если $\tau = 10\text{c}$ — это время которое прошло от падения первого осколка, то:
 Для быстрого (первого): / Для последнего:

$$H = v_0' t + \frac{g t^2}{2}$$

$$2h + H$$

$$H = v_0' t + \frac{g t^2}{2}$$

$$\tau_{\text{подъёма}} = \tau_{\text{спуска}}$$

$$h = v_0' \tau - \frac{g \tau^2}{2}$$

$$\tau_{\text{подъёма}} = \tau' = \frac{10}{2} = 5\text{c}$$

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

Потому:

$$\tau_{\text{подъёма}} = \frac{v_0' - v_0}{-g} \Rightarrow v_0' = g \tau = 5 \cdot 10 = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\sum E_k = \frac{\sum m v_0'^2}{2}$$

$$\sum \Delta m = m$$

$$\sum E_k = K$$

$$\sum E_k = \frac{2 \cdot 50^2}{2} = 2500 \text{ Дж}$$

Ответ: $\sum E_k = 2500 \text{ Дж} \Rightarrow K = 2500 \text{ Дж}$

$$m\vec{v}_{0x} = m\vec{v}_{\text{шляпа}} = m\vec{v}'_{\text{шляпа}} + m\vec{v}_{\text{шайбы}}$$

$$0x: v_{\text{шляпа}} = v'_{\text{шляпа}} + v_{\text{шайбы}x}$$

Полная скорость шайбы по з. с э.:

$$mgH = m\frac{v'^2}{2} \Rightarrow v'^2 = 2gH \Rightarrow v' = \sqrt{2gH} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{\text{шайбы}x} = -v' \cos \alpha = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$v'_{\text{шляпа}} = v \quad v_{\text{шляпа}} = v_0 \cos \alpha = \sqrt{3}$$

$$\sqrt{3} = v - \frac{\sqrt{3}}{2}$$

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

$$v = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,85 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $v = 0,85 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$R = 1,2 \text{ м}$$

$$v_0 = 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

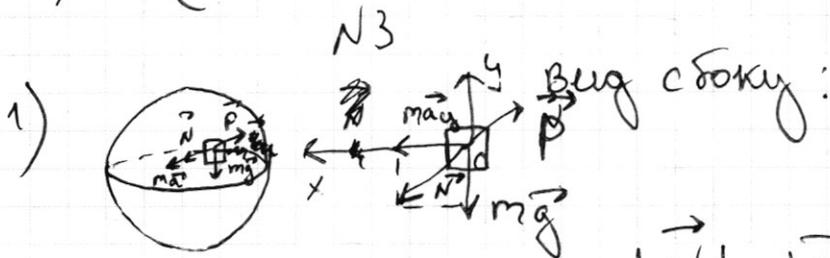
$$\alpha = \frac{\pi}{6}$$

$$\mu = 0,9$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$P = ?$

$v_{\text{min}} = ?$



По II з.н.:

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

По теореме Пифагора:

$$N = \sqrt{m^2 a_y^2 + m^2 g^2} = m \sqrt{a_y^2 + g^2}$$

$$a_y = \frac{v_0^2}{R} = \frac{3,7^2}{1,2} \approx 11,1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad 3 \cdot 3,7 \approx 11,1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 11 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$N = 0,4 \cdot \sqrt{221} = 6 \text{ Н}$$

$$\sqrt{221} \approx 15 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$|\vec{N}| = |\vec{P}| = 6 \text{ Н}$$

Ответ: $P = 6 \text{ Н}$

2)



$$\text{По II з.Н} \\ m\vec{a}_y = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$$

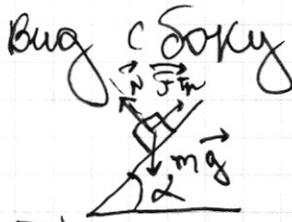
$$m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = \vec{N}$$

$$\Downarrow m\vec{a} = \vec{N}$$

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

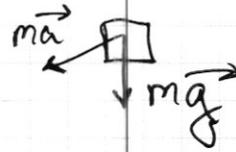
$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$a = \frac{v_{\min}^2}{R}$$



Вид с боку

Вид сверху



$$\alpha = 30^\circ$$

$$Ox: mg \sin \alpha = \mu N$$

$$Oy: mg \cos \alpha = N \cos \beta$$

$$\frac{m v_{\min}^2}{R} = N \quad \Downarrow$$

$$mg \sin \alpha = \mu \frac{mg \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$\sin \alpha = \mu \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$\cos \beta = \frac{\mu \cos \alpha}{\sin \alpha} =$$

$$= \mu \sqrt{3}$$

$$N = \frac{mg \cos \alpha}{\mu \sqrt{3}} \quad \Leftarrow$$

$$\frac{v_{\min}^2}{R} = \frac{g \cos \alpha}{\mu \sqrt{3}}$$

$$v_{\min} = \sqrt{\frac{g R \cos \alpha}{\mu \sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{6}{0,9}} \approx \sqrt{7} \approx 2,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } v_{\min} = 2,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



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)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Q > 0$
 R
 $2R$
 $q > 0$
 $F_1 - ?$
 $F_2 - ?$
 $* R' = 2R$

1)

N5

По теореме Гаусса:

$$N = 4\pi k Q$$

$$N = ES$$

$$ES = 4\pi k Q$$

$$S = 4\pi R^2$$

$$E \cdot 4\pi R^2 = 4\pi k Q$$

$$E = \frac{kQ}{R^2}$$

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

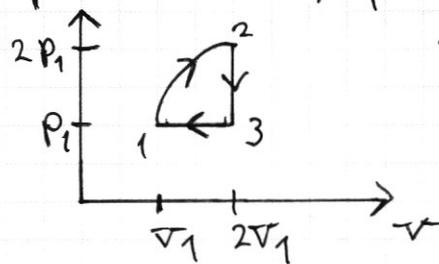
2)

$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$
 $E = E_1 - E_2$
 $\vec{F} + \vec{F}' = \vec{F}_2$
 $F_2 = F - F' = \frac{kQq}{(2,5R)^2} = \frac{kQq}{6,25R^2}$

Можно считать стержень q точечного заряда, тогда весь заряд стержня будет сосредоточен на центре его длины.

Ответ: $\frac{kQq}{6,25R^2}$

T_1
 $\partial = 1 \text{ моль}$
 $\frac{i}{2} = \frac{3}{2}$
 $Q - ?$



Понеришаем график $\frac{P}{P_1} \left(\frac{v}{v_1} \right)^b$
 $P(v)$

По I закону термодинамики:
 $\Delta U = Q + A'$

$$A_1 - ? \quad \left| \quad Q = \Delta U + A_1 \right.$$

$$\eta - ? \quad \left| \quad \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \right.$$

$$\Delta U = \frac{9}{2} \nu R T_1 =$$

$$= \frac{9}{2} R T_1$$

По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$1) p_1 \nu_1 = \nu R T_1$$

$$2) 2p_1 \cdot 2\nu_1 = \nu R T_2$$

$$T_2 = 4T_1 \Rightarrow \Delta T = 3T_1$$

A_1 = S поверхности полая сферической

$$S_{\text{сф}} = \frac{4\pi R_{\text{сф}}^2}{4}$$

$$R_{\text{сф}} = 2\nu_1 - \nu_1 = \nu_1$$

$$R_{\text{сф}} = 2p_1 - p_1 = p_1$$

$$S_{\text{сф}} = \frac{\pi p_1 \nu_1}{4}$$

$$S = S_{\text{сф}} + S' \Rightarrow S = \frac{\pi}{4} p_1 \nu_1 + p_1 \nu_1 = \frac{\pi}{4} \nu R T_1 + \nu R T_1 = \left(1 + \frac{\pi}{4}\right) \nu R T_1$$

$$S' = p_1 \nu_1$$

$$Q = \frac{9}{2} R T_1 + \left(1 + \frac{\pi}{4}\right) \nu R T_1 \quad \# \quad \text{Если } \pi = 3,14, \text{ то } \frac{\pi}{4} = 0,785$$

$$Q = \frac{9}{2} R T_1 + 1,785 R T_1 = 6,285 R T_1$$

$$2) A = A_1 - A_2$$

$$A_2 = p_1 (2\nu_1 - \nu_1) = p_1 \nu_1 = \nu R T_1 = R T_1$$

$$A = \frac{\pi}{4} \nu R T_1 = 0,785 R T_1$$

$$3) \eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} \cdot 100\%$$

$$* T_3 = 2T_1$$

$$Q_X = Q_2 + Q_3$$

$$Q_2 = \Delta U_2$$

$$\Delta T' = T_2 - T_3 = 4T_1 - 2T_1 = 2T_1 \Rightarrow \Delta U_2 = \frac{3}{2} \cdot 2R T_1 = 3R T_1$$

$$Q_3 = \Delta U_3 + A_2$$

$$\Delta T'' = T_3 - T_1 = 2T_1 - T_1 = T_1$$

$$\Delta U_3 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T'' = \frac{3}{2} T_1 R$$

$$A_2 = \nu R T_1 = R T_1$$

$$Q_3 = \frac{5}{2} R T_1$$

$$Q_X = \frac{5}{2} R T_1 + 3R T_1 = \frac{11}{2} R T_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{6,285 RT_1 - 5,5 RT_1}{6,285 RT_1} \cdot 100\% \approx 12,4\%$$

Ответ: $Q = 6,285 RT_1$, $A = 0,785 RT_1$, $\eta = 12,4\%$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

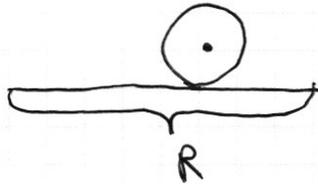
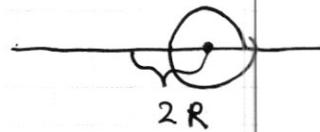
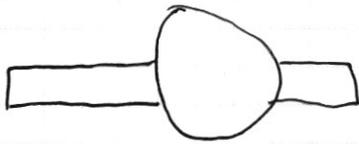
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$M = 2m$

$$E = \frac{Q \cdot k}{(R+R)^2} \quad N5 \quad F = qE = \frac{qQk}{(2R)^2} = \frac{qQk}{4R^2}$$



$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{q}{2\epsilon_0 r}$$

$$ES = 4\pi kQ$$

$$E = \frac{4\pi kQ}{4\pi R^2}$$

$$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{q}{R \cdot 2 \cdot \epsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{kQ}{R^2 \cdot 2,5}$$

$$\begin{array}{r} 2,5 \\ \times 2,5 \\ \hline 6,25 \end{array}$$

$$F = \frac{q \cdot Q \cdot k}{4R^2}$$

$$F' = k$$

$$1,7 \frac{2}{10}$$

$$17 \frac{2}{10}$$

$$8,5$$

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

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

$2h + H$

От 1 до последнего

$$\begin{array}{r} 3,14 | 9 \\ \hline 0 \quad 0,785 \\ \hline 31 \quad 4 \\ - 28 \quad 0 \\ \hline 34 \quad 0 \\ - 32 \quad 0 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$A = p \Delta V$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} p R \Delta T$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 2$$

$$\frac{p_2}{p_1} = 2$$

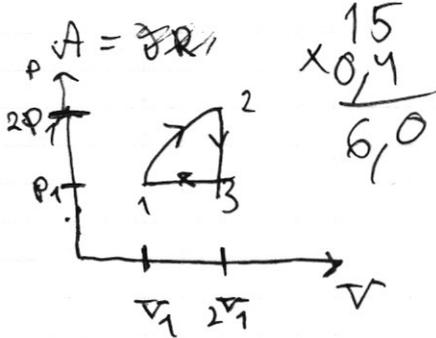
3,7

$$\frac{3,6}{1,2} \approx 3$$

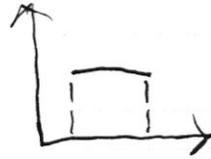
$$2V_1 \cdot 2p_1 = \nu R T_2$$

$$T_2 = 4T_1$$

$$\frac{3,7}{11,1}$$



$$15 \times \frac{0,4}{6,0}$$



$$p(V_2 - V_1)$$

$$S = \frac{\pi R^2}{4}$$

$$R = p_1 V_1$$

$$p V_1$$

$$A = \pi \frac{p_1^2 V_1^2}{4} + p_1 V_1 = \frac{\pi \cdot \nu^2 R^2 T_1^2}{4} + \nu R T_1$$

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

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

$$\begin{array}{r} 314 \overline{) 400} \\ \underline{0} 78 \\ 3140 \\ \underline{2800} \\ 3400 \\ \underline{3200} \\ 2000 \end{array}$$

$$T_2 = \frac{4p_1 V_1}{\nu R} \quad T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}$$

$$0,785 \cdot 4$$

$$\begin{array}{r} 314 \overline{) 4} \\ \underline{0} 785 \\ 3144 \\ \underline{28} \\ 34 \\ \underline{32} \\ 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6,285 \\ \underline{55} \\ 0,785 \overline{) 6,285} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3140 \\ \underline{4} \\ 785 \\ \underline{8} \\ 0 \end{array}$$

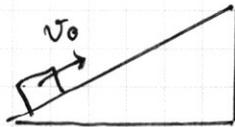
$$0,785$$

$$0,785 \overline{) 6,285}$$

$$\begin{array}{r} 785 \overline{) 6285} \\ \underline{0} 124 \\ 7850 \\ \underline{6285} \\ 15650 \\ \underline{12560} \\ 30900 \\ \underline{25140} \\ 579600 \end{array}$$

221

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



По з.с.и.

$$mv_0 = mv_1$$

По з.с.э.

$$\frac{mv_y^2}{2} = mgyH$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha \quad \frac{1}{2} = gH$$

$$v_0 \sin \alpha$$

$$H = \frac{l}{20} = 0,05 \text{ м}$$

$$mv_x = mv_k$$

$$v_x = v_k$$

Если бы клин покоился:

$$mgyH = \frac{mv_k^2}{2}$$

$$v_k = \sqrt{2gH} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgyH + \frac{mv_k^2}{2} \quad v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v^2 = 2gH + v_{\text{клина}}^2$$

$$v = \sqrt{3+1} = 2$$

$$2h = h_1 + h_2 = 5v_0 - 2,5 +$$

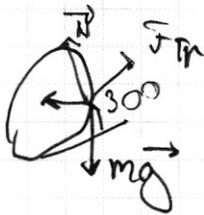
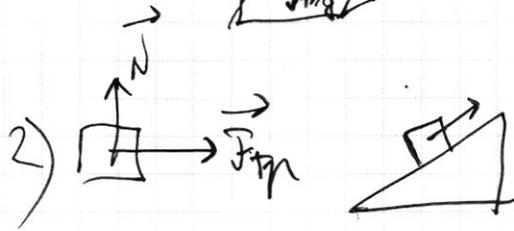
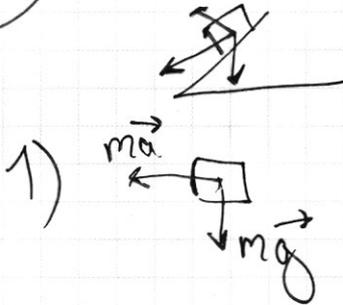
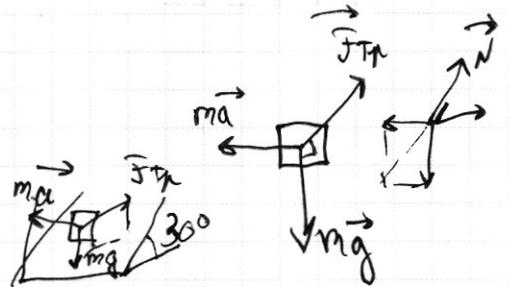
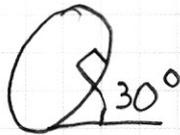
$$t = 5c$$

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

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

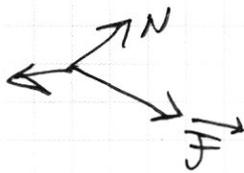
$$v_0 = g t = 100 \cdot 50 \frac{m}{c}$$

$$\frac{m v^2}{2} = 2500 \text{ Дж}$$



$$mg \sin \alpha = \mu N$$

$$N =$$



$$\frac{\sqrt{3}}{2} : \frac{1}{2} = \sqrt{3}$$

$$\begin{array}{r} 60 \overline{) 9} \\ 54 \\ \hline 60 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} 100 \\ 66,666 \end{array}$$

$$\sqrt{9} < \sqrt{6,6} < \sqrt{9} \quad 2,6$$

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

$$v_0 t - \frac{g t^2}{2} - H = 0$$

По Т. Буемма

$$t_1 t_2 = -\frac{H}{\frac{g}{2}}$$

$$t_1 + t_2 = -\frac{v_0}{\frac{g}{2}}$$

$$1) H = v_0 t + \frac{g t^2}{2}$$

$$2) H = v_0 t + \frac{g t^2}{2}$$

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

$$\tau = t + 2t'$$

$$10 = \frac{130}{\sqrt{1300 + v_0^2} + v_0} + \frac{2v_0}{g}$$

$$\frac{10 - \frac{2v_0}{g}}{10} = \frac{130}{\sqrt{1300 + v_0^2} + v_0}$$

$$\frac{100 - 2v_0}{10} = \frac{130}{\sqrt{1300 + v_0^2} + v_0} \Rightarrow 100 \sqrt{1300 + v_0^2} + 100v_0 - 2v_0^2 -$$

$$100 = \sqrt{2gH + v_0^2} + v_0$$

$$\sqrt{2gH + v_0^2} = \sqrt{2g \cdot 100} - v_0$$

$$2gH + v_0^2 = v_0^2 - 200v_0 + 10000$$

$$200v_0 = 8700$$

$$v_0 = 43,5 \frac{m}{c}$$

$$v_0 t - 5t^2 - H = 0$$

$$-t^2 + \frac{v_0 t}{5} - \frac{H}{5} = 0$$

$$\frac{65}{5} = 13 \quad 13$$

$$t = \frac{24}{v_k + v_0}$$

$$t' = \frac{v_k - v_0}{g}$$

$$100 = \sqrt{2gH + v_0^2} - v_0 + 2v_0$$

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

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

$$v_k = \sqrt{2gH + v_0^2}$$

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

$$t' = \frac{v_0}{g}$$

$$\begin{array}{r} -10000 \\ 1300 \\ \hline 8700 \end{array}$$

$$87 \overline{) 143,5}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ 43,5 \\ \times 43,5 \\ \hline 2175 \\ 1705 \\ \hline 19225 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$m = 2 \text{ кг}$
 $H = 65 \text{ м}$
 $\tau = 10 \text{ с}$
 $v_0 = ?$

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

$\frac{mv_0^2}{2} = mgh$

$\sqrt{13} \approx 3,6$

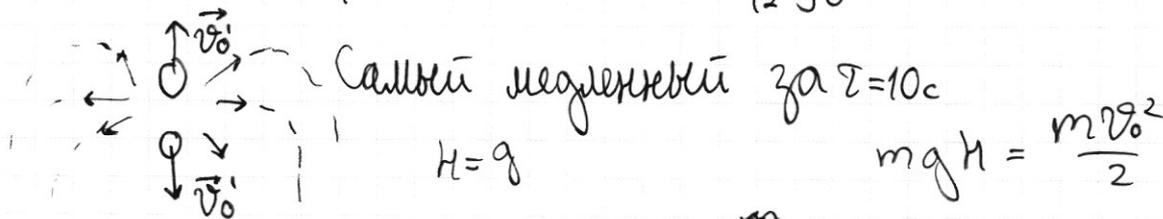
$\begin{array}{r} \times 65 \\ 20 \\ \hline 1300 \\ 100 \cdot 13 \end{array}$

$1) H = \frac{v_0^2}{2g}$

$v_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{1300} = 10\sqrt{13} \approx 3,6 \cdot 10 = 36 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$\sqrt{9} < \sqrt{13} < \sqrt{16}$
 $3 < 3,6 < 4$

$\begin{array}{r} \times 3,6 \\ 36 \\ \hline 216 \\ 108 \\ \hline 1296 \end{array}$



$H + h =$

$\frac{mv_0'^2}{2} = E_k$

$\tau = 10 \text{ с}$

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

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

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

$t = t' + \tau$

$h = v_0' (t' + \tau) - \frac{g(t' + \tau)^2}{2}$

$\tau_{\text{под}} = \tau_{\text{спуска}}$

$\frac{v_k - v_0}{\tau} = g$

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

$\frac{v_k - v_0}{\tau} = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2H}$

$\frac{v_k + v_0}{2H} = \frac{1}{\tau}$

$\tau v_k + \tau v_0 = 2H$

$\tau = \frac{2H}{v_k + v_0}$

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

$10 =$