

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?

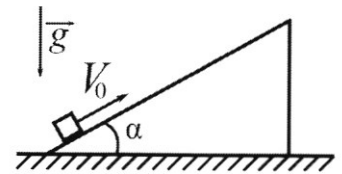
2) В течение какого промежутка времени τ осколки будут падать на землю?

через какое время

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

после взрыва первый осколок упадет на землю

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол α 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.

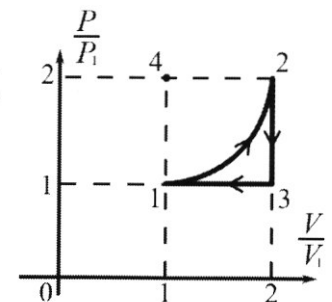
2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

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 η 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

№3.

$$F = 2mg$$

1) a - ?

2) $V_{\text{мин}}$ - ?

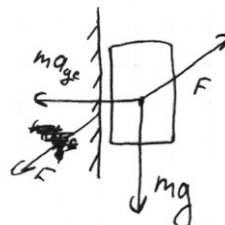
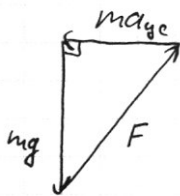
$$\alpha = 45^\circ$$

$$\mu = 0.8$$

$$R = 1 \text{ м}$$

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

①



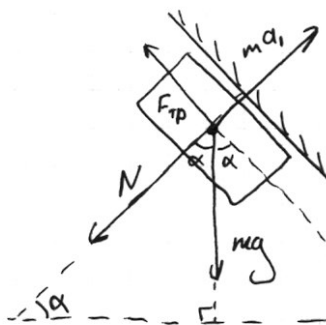
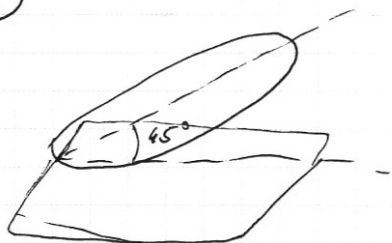
$$(ma_{цс})^2 + (mg)^2 = F^2$$

$$m^2 a_{цс}^2 + m^2 g^2 = 4m^2 g^2$$

$$a_{цс} = g \sqrt{4 - 1} = g \sqrt{3} \approx 17.3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$a = a_{цс} = 17.3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, т.к. ~~модель~~ модель движется равномерно, то тангенциального ускорения нет.

②



← Верхнее положение гра движения.

$$\begin{cases} F_{тр} - mg \cos \alpha = 0 \\ N + mg \sin \alpha - ma_1 = 0 \\ F_{тр} \leq \mu N \end{cases}$$

$$a_1 = \frac{v^2}{R} \leftarrow \text{центростремительное ускорение}$$

$$+ mg \cos \alpha \leq \mu (ma_1 - mg \sin \alpha)$$

$$+ g \cos \alpha \leq \mu \frac{v^2}{R} - \mu g \sin \alpha$$

$$v^2 \geq \frac{R}{\mu} (\mu g \sin \alpha + g \cos \alpha)$$

$$v \geq \sqrt{\frac{Rg}{\mu} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha)} \Rightarrow v_{\text{мин}} = \sqrt{\frac{Rg}{\mu} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha)}$$

$$V_{\text{мин}} = \sqrt{\frac{1 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{Ф}}{\text{с}^2}}{0.8} \cdot (0.8+1) \frac{\sqrt{2}}{2}} \approx 4. \text{ мВ} \frac{\text{Ф}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) $a = 17.3 \frac{\text{Ф}}{\text{с}^2}$

2) $V_{\text{мин}} = 4. \text{ мВ} \frac{\text{Ф}}{\text{с}}$

~ 5.

$Q > 0$

$R, 3R$

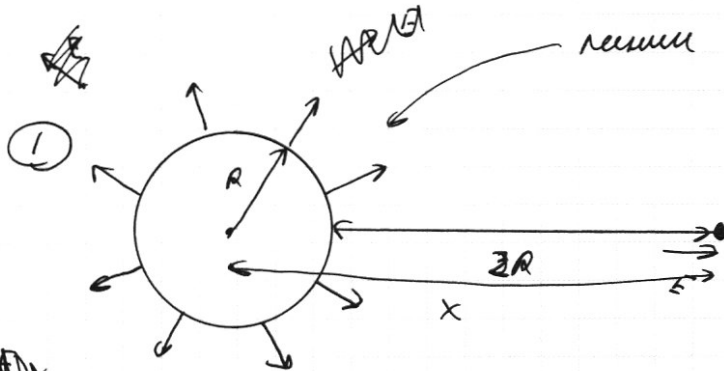
$q > 0$

1) $F_1 - ?$

$R, 3R$

2) $F_2 - ?$

$k \cdot$

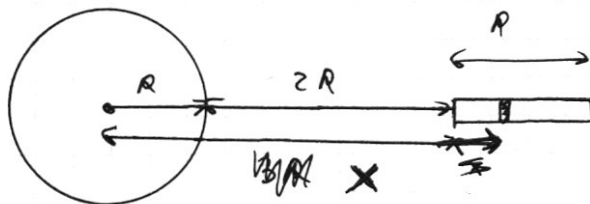


Напряженность электрического поля E от сферы (равномерно заряженной) за ее пределами такая же, как и от точечного заряда Q с таким же суммарным зарядом

$$E_1 = \frac{kQ}{x^2} \quad F_1 = E_1 q \quad x = 2R + R = 3R$$

$$F_1 = \frac{kQq}{9R^2}$$

②



Рассмотрим маленький кусочек стержня длиной $dx \ll R$ и зарядом dq .

$$E = \frac{kQ}{(3R+x)^2}$$

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

$$dF = E dq = \frac{kQq}{R} \cdot \frac{dx}{9R^2 + 6Rx + x^2}$$

$$F = \int dF = \frac{kQq}{R} \int_0^R \frac{dx}{9R^2 + 6Rx + x^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

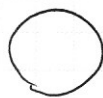
$$E = \frac{kQ}{x^2}$$

$$dF = E dq = \frac{kQq}{R} \frac{dx}{x^2}$$

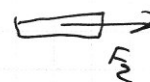
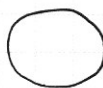
$$F_2 = \int_{3R}^{4R} dF = \int_{3R}^{4R} \frac{kQq}{R} \cdot \frac{dx}{x^2} = \frac{kQq}{R} \cdot \left(\frac{1}{3R} - \frac{1}{4R} \right) =$$

$$= \frac{kqQ}{12R^2}$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{kQq}{9R^2}$



2) $F_2 = \frac{kQq}{12R^2}$



№1.

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$T = 3 \text{ с}$$

$$k = 1800 \text{ Дж}$$

$$\tau = 10 \text{ с}$$

1) u - ?

2) t - ?

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

1) Старт

2) Тенс на высоте H

3) Взрыв

4) Падение



$$\frac{u_1 - u_2}{g} = T$$

$$gH = \frac{u_1^2}{2} - \frac{u_2^2}{2}$$

3. с. Э

$$H = \frac{u_1^2}{2g} - \frac{u_2^2}{2g}$$

$$K_2 = \frac{m u_2^2}{2} = k$$

$$\begin{cases} u_2 = \sqrt{\frac{2k}{m}} \\ H = \frac{1}{2g} (gT + u_2)^2 + \frac{u_2^2}{2g} \end{cases}$$

$$H = \frac{1}{2g} \left(gT + \sqrt{\frac{2k}{m}} \right)^2 - \frac{k}{mg} = \frac{1}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \cdot \left(30 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} + \sqrt{\frac{36000 \text{ Дж}}{1 \text{ кг}}} \right)^2 - \frac{180 \text{ Дж}}{10}$$

$$= \frac{1}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \left(30 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 60 \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)^2 - 18 \text{ м} = \frac{8100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} - 180 \text{ м} = 815 \text{ м} - 180 \text{ м} = 405 \text{ м} - 180 \text{ м} = 325 \text{ м} = 325 \text{ м}$$

② Самым первым упадет осколок после взрыва имеющий вертикальную скорость вниз.

$$k = \sum_i \frac{m_i}{2} v^2 = \frac{m}{2} v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$

$$\frac{m_i}{2} v^2 + m_i g H = m_i \frac{v_k^2}{2}$$

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

$$t = \frac{v_k - v}{g} = \frac{1}{g} \cdot \left(\sqrt{\frac{2k}{m} + 2gH} - \sqrt{\frac{2k}{m}} \right) =$$

$$= \frac{1}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \cdot \left(\sqrt{\frac{36000 \text{ Дж}}{1 \text{ кг}} + 5500 \text{ Дж}} - \sqrt{\frac{36000 \text{ Дж}}{1 \text{ кг}}} \right) =$$

$$= \frac{1}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \cdot \left(10 \sqrt{101} \frac{\text{м}}{\text{с}} - 60 \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = 10 \sqrt{101} - 60$$

$$\approx 10 \text{ м/с}^2 \cdot (10.1 - 6) \approx 4 \text{ с.}$$

Ответ: 1) $H = 325 \text{ м}$

2) $t = 4 \text{ с.}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_{\text{мин}} = \sqrt{\frac{14 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{C}^2}}{0.8} \cdot (0.8 + 1) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = 4.23 \frac{\text{Дж}}{\text{C}}$$

Ответ: 1) $a = 17.3 \frac{\text{Дж}}{\text{C}^2}$

2) $v_{\text{мин}} = 4.23 \frac{\text{Дж}}{\text{C}}$

№4.

$v = 1 \text{ моль}$

$i = 3$

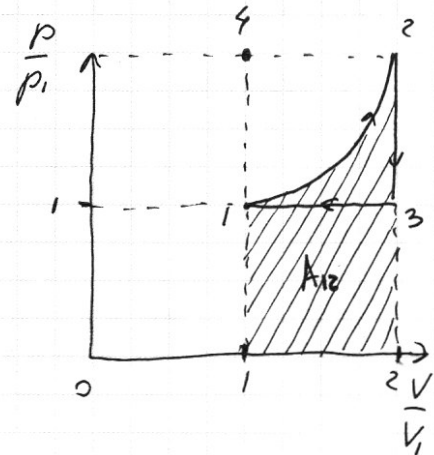
p_1, V_1

1) Q_{12} -?

2) A -?

3) η -?

$$\textcircled{1} \begin{cases} p_1 \cdot V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \\ \frac{p_2}{p_1} = 2 \quad \frac{V_2}{V_1} = 2 \\ p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ 4p_1 V_1 = \nu R T_2 \\ T_2 = 4T_1 \end{cases}$$



$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot 3 \nu R T_1 = \frac{9}{2} p_1 V_1$$

Изменение внутренней энергии газа, $\nu = \frac{3}{2}$ т.к газ одноатомный

$$A_{12} = p_2 \cdot (V_2 - V_1) - \frac{1}{4} \pi (p_4 - p_1) (V_2 - V_1)$$

$$p_4 = 2p_1 \quad V_2 = 2V_1 \quad p_2 = 2p_1$$

$$A_{12} = 2p_1 V_1 - \frac{1}{4} \pi p_1 V_1 = p_1 V_1 \left(2 - \frac{\pi}{4} \right)$$

Работа газа на участке 12 численно равна площади под

графиком домноженной на p, V_1 .

По второму началу термодинамики:

$$Q = A_{12} + \Delta U_{12} = p, V_1 \left(6.5 - \frac{\pi}{4} \right) = p, V_1 \left(6.5 - \frac{3.14}{4} \right) \approx \\ \approx p, V_1 \cdot (6.5 - 0.75) \approx p, V_1 \cdot 5.75$$

$$\textcircled{2} \quad A_{31} = -p, (V_2 - V_1) = -p, V_1 \quad A_{23} = 0.$$

$$A = A_{12} + A_{31} = p, V_1 \left(1 - \frac{\pi}{4} \right) \approx 0.25 p, V_1$$

③ На участке 1-3 внутренняя энергия газа уменьшалась и работа была отрицательной, а на участке 2-3 вн. энергия уменьшалась и работа была равной 0, поэтому тепло подводилось только на участке 1-2, отсюда КПД

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{23} \frac{p, V_1}{p, V_1} = \frac{1}{23} \approx 0.046$$

Ответ: 1) $\frac{23}{4} p, V_1$
2) $\frac{1}{4} p, V_1$
3) $0.046 = 4.6\%$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2.

$$\cos \alpha = 0.6$$

1) V_0 - ?

$$M = 0.2 \text{ т}$$

$$m = 2 \text{ т}$$

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

2) V_0 - ?

$$M = m$$

1) Когда шайба поднимется на максимальную

высоту относительно клина она

остановится, а в

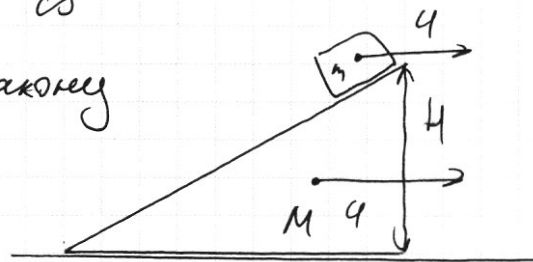
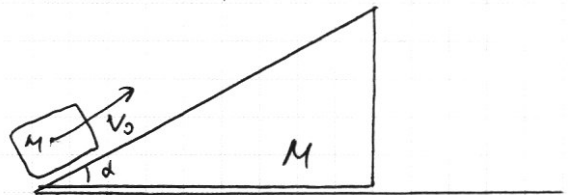
земной системе

отсчета будет ехать

вместе с клином со

скоростью U , по закону

сохранения импульса



для системы тел m и M
на горизонтальную ось:

$$m V_0 \cos \alpha = (M + m) U = 3m U$$

$$U = \frac{1}{3} V_0 \cos \alpha = 0.2 V_0$$

По закону сохранения энергии:

$$\frac{m V_0^2}{2} = M \frac{U^2}{2} + m \frac{U^2}{2} + mgH$$

$$\frac{2 V_0^2}{2} = \frac{3U^2}{2} + gH = \frac{3 \cdot 0.04 V_0^2}{2} + gH$$

$$\frac{V_0^2}{2} (1 - 0.12) = gH$$

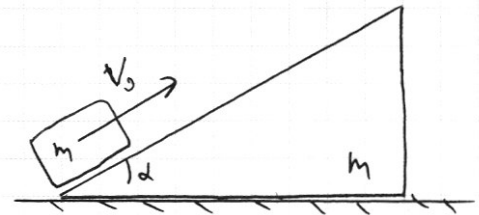
$$V_0 = \sqrt{\frac{gH}{0.44}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 0.2}{0.44}} = \sqrt{\frac{1}{0.22}} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 2.14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Считаю, что шайба от клина

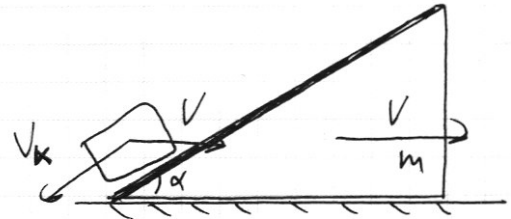
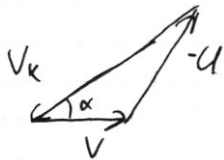
не отскакивает:

$$3. \text{с.ч.} : m V_0 \cos \alpha = 2mV - m V_k \cos \alpha$$

$$3. \text{с.з.} : m \frac{V_0^2}{2} = m \frac{V^2}{2} + m \frac{V^2}{2}$$



$$-U = \bar{V}_k + \bar{V}$$



$$U^2 = (-V + V_k \cos \alpha)^2 + (V_k \sin \alpha)^2$$

$$V_0^2 = V_k^2 \cos^2 \alpha - 2V V_k \cos \alpha + V^2 + V_k^2 \sin^2 \alpha + V^2$$

$$\begin{cases} V_0^2 = V_k^2 - 2V V_k \cos \alpha + 2V^2 \\ V_0 \cos \alpha = 2V - V_k \cos \alpha \end{cases}$$

$$V = (V_0 + V_k) \cdot \frac{\cos \alpha}{2} = 0.5(V_0 + V_k)$$

~~$$V_0^2 = V_k^2 - 1.5 \cdot V_k \cdot 0.5(V_0 + V_k) + 2 \cdot 0.09(V_0 + V_k)^2$$~~

~~$$V_0^2 = V_k^2 - \cos^2 \alpha V_k (V_0 + V_k) + 2 \cdot \frac{(V_0 + V_k)^2 \cos^2 \alpha}{4}$$~~

~~$$V_0^2 = V_k^2 - \cos^2 \alpha V_k V_0 - \cos^2 \alpha V_k^2 + \frac{1}{2} \cos^2 \alpha (V_0^2 + 2V_k V_0 + V_k^2)$$~~

~~$$V_0^2 = V_k^2 - \cos^2 \alpha V_k V_0 - \cos^2 \alpha V_k^2 + V_0^2 \frac{\cos^2 \alpha}{2} + V_k V_0 \cos^2 \alpha + \frac{V_k^2 \cos^2 \alpha}{2}$$~~

~~$$V_0^2 \left(1 - \frac{\cos^2 \alpha}{2}\right) = V_k^2 \left(1 - \cos^2 \alpha + \frac{\cos^2 \alpha}{2}\right) = V_k^2 \left(1 - \frac{\cos^2 \alpha}{2}\right)$$~~

~~$$V_k = V_0$$~~

~~$$V = \frac{V_0 + V_0}{2} = V_0 \cos \alpha$$~~

~~$$V_k = \frac{2V - V_0 \cos \alpha}{\cos \alpha} = \frac{2V}{\cos \alpha} - V_0$$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V_0^2 = \frac{4V^2}{\cos^2 \alpha} + V_0^2 - \frac{4VV_0}{\cos \alpha} - 2V(2V - V_0 \cos \alpha) + 2V^2$$

$$\cancel{V_0^2} = \frac{4}{\cos^2 \alpha} V^2 + \cancel{V_0^2} - \frac{4VV_0}{\cos \alpha} - 4V^2 + 2VV_0 \cos \alpha + 2V^2$$

~~V_0^2~~

$$V^2 \left(\frac{4}{\cos^2 \alpha} - 2 \right) + V \left(2V_0 \cos \alpha - \frac{4V_0}{\cos \alpha} \right) = 0$$

$$V \left(\frac{4}{\cos^2 \alpha} - 2 \right) = V_0 \left(\frac{4}{\cos \alpha} - 2 \cos \alpha \right) = V_0 \cos \alpha \left(\frac{4}{\cos^2 \alpha} - 2 \right)$$

$$V = V_0 \cos \alpha$$

$$\begin{cases} V_0 \cos \alpha = 2H \\ \frac{V_0^2}{2} = 2 \frac{4^2}{2} + gH \end{cases}$$

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

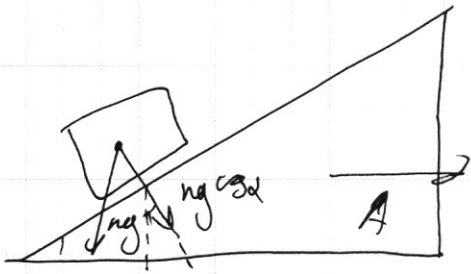
$$V_0^2 \left(1 - \frac{\cos^2 \alpha}{2} \right) = 2gH$$

$$V_0^2 = \frac{4gH}{2 - \cos^2 \alpha} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{4gH}{2 - \cos^2 \alpha}}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{8}{2 - 0.36}} = \sqrt{\frac{8}{1.64}} = 2 \sqrt{\frac{1}{0.82}} \approx 2.2 \frac{m}{c}$$

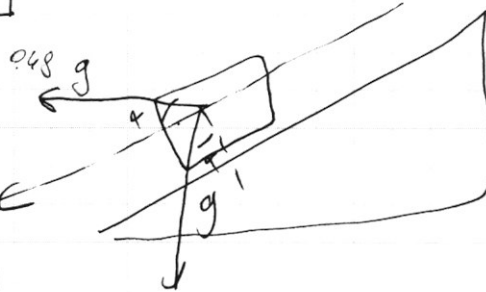
$$V = V_0 \cdot \cos \alpha = 2.2 \frac{m}{c} \cdot 0.6 = 1.32 \frac{m}{c}$$

Ответ: 1) $2.14 \frac{m}{c}$ 2) $1.32 \frac{m}{c}$



$$g \cos \alpha \sin \alpha = 0.48g$$

В С.Д клина:



$$a = 0.48g \cdot 0.6 + 0.8g$$

$$a = 0.8 \cdot 1.36g$$

$$V = 0.48 \cdot t$$

$$2V_0 = 0.8 \cdot 1.36g t \Rightarrow V_0 = 0.8 \cdot 0.68g t$$

$$V = 0.8 \cdot 0.6g t$$

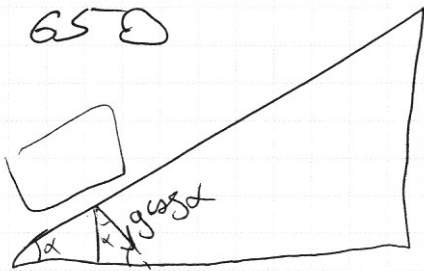
$$\begin{cases} g \cdot 1.088 \cdot t = 2V_0 \\ 0.48g \cdot t = V \end{cases}$$

$$\frac{V}{2V_0} = \frac{0.6}{1.36}$$

$$V = \frac{1.2}{1.36} V_0 = \frac{0.6}{0.68} V_0$$

$$2.48g \sin \alpha + \frac{N}{m} =$$

$$0.48g \cdot 0.6 + 0.9 \cdot 0.8 = 2g \cdot 0.8 (1.36)$$



$$g \cos \alpha \sin \alpha$$

$$405$$

$$180$$

$$325$$

$$2g \cdot 0.8 (1.36)$$

$$173$$

$$173$$

$$519$$

$$6110$$

$$17300$$

$$23929$$

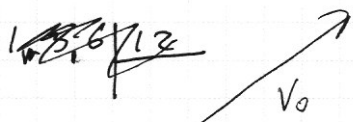
$$V = g \cos \alpha \sin \alpha t$$

$$36$$

$$65$$

$$101$$

$$0.6 \cdot 0.8$$



$$\frac{26}{4} = 6.5$$

$$\frac{128}{2} = 64$$

$$17300 + 173 \cdot 70 + 173 \cdot 3 =$$

$$1241$$

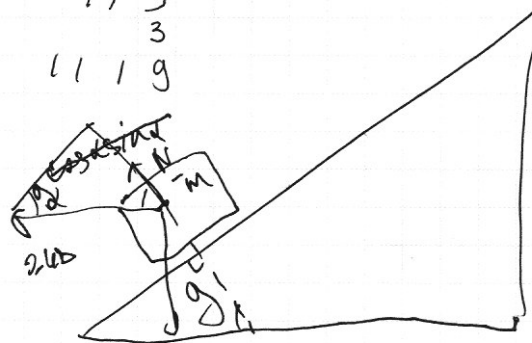
$$1119$$

$$17300$$

$$12110$$

$$1119$$

$$30519$$



$$3 \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{2}}{0.8}} = 3 \sqrt{\frac{\sqrt{2}}{0.4\sqrt{2}^2}} = 3 \sqrt{\frac{1}{0.4\sqrt{2}^2 \cdot 10}} = 0.6 \sqrt{\frac{1}{2\sqrt{10}}}$$

$$\sqrt{1.41}$$

$$3.7$$

$$3.8$$

$$259$$

$$304$$

$$1110$$

$$1140$$

$$1369$$

$$1440$$

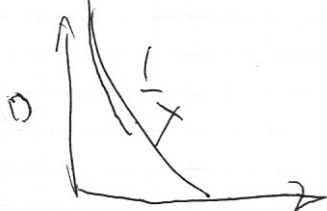
$$0.6$$

$$3.75$$

$$\frac{3}{0.2 \cdot 3.75}$$

$$\frac{15}{3.75}$$

$$= \frac{15}{\frac{15}{4}} \quad 4 \cdot 0.1 = 0.4$$



$$100 | 48$$

$$96 | 20$$

$$40$$

$$\sqrt{22} \approx 4.8$$

$$16$$

$$10$$

$$48$$

$$\infty - \frac{1}{4R} \sim \frac{1}{3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5
2 2
1.7 3
1.7 3
5 1 9
1 2 1 0
1 7 3 0 0
2 9 9 2 9

$$\frac{1.8 \sqrt{2}}{0.8 \cdot 2} = \frac{90 \sqrt{2}}{8}$$

$$\frac{3}{\sqrt{10}} \sqrt{\frac{10}{2}} = \sqrt{\frac{10}{1.41}}$$

3
141.08
28
2
1 4 1
7
2987

10
1.41

9 9 1
10 0 0 | 1.41
9 8 7 | 80
1 3 0

1.41
3
4,23

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

9 9
100 | 23
86 | 45
1 3 0
1 1 5
1 5 0

100 | 22
88 | 454545
120
110
100
4R

9 10
100 | 82
82 | 12
180
164
160

$$F = \frac{kQq}{R} \cdot \int_{3R}^{\infty} \frac{dx}{x^2} = \frac{1}{4R} - \frac{1}{3R} = \frac{1}{12R}$$

$$\frac{kQq}{12R}$$

$$36 + 81 =$$

36
81
117

$$g(4+9) = 9 \cdot 13$$

$$1.6 \cdot 3 = 3 + 1.8$$

9 | 16
3 | 4
88

2
3.5
1.3.5
12 5
10 5 0
12 2 5

2
3.7
3.7
2 5 9
11 10
13 6 9

4.55
22
44
44
45

1
2.15
2.15
107.5
2 1 5 0
4 3 0 0 0 2
4 6 2 2 5 - 2.0.2
13.2



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)

$mV_0 \cos \alpha$



$$U = \frac{1}{20} \left(gT + \sqrt{\frac{2k}{m}} \right)^2 - \frac{k}{mg} =$$
$$= \frac{1}{20} (30 + 60)^2 - 180 = \frac{8100}{20} - 180$$
$$405 - 180 = 225.$$