

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарем)

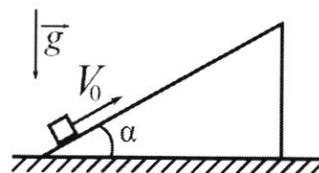
1. Фейерверк массой $m = 1 \text{ кг}$ стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3 \text{ с}$ разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями.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

1) На какой высоте H взорвался фейерверк?

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

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 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.

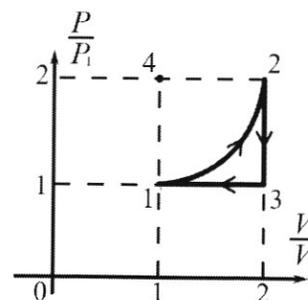
2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

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 объем 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 $q > 0$.

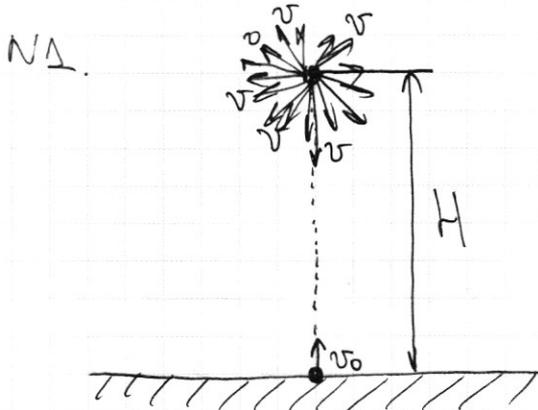
1) Найдите силу F_1 , действующую на заряженный шарик.

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



~~Запишем закон сохранения энергии:~~
 1) Запишем ЗСЭ для фейерверка:
 $\frac{mv_0^2}{2} = mgh$, где v_0 - нач. скорость
 фейерверка.

Отсюда $h = \frac{v_0^2}{2g}$. Запишем также закон движения.
 По условию, фейерверк движется с ускорением $-g$ и через
 T его скорость стала равна 0.

$$\text{Тогда } 0 = v(t) = v_0 - gT \Rightarrow v_0 = gT \Rightarrow h = \frac{(gT)^2}{2g} = \frac{gT^2}{2} =$$

$$= \frac{10 \cdot 3^2}{2} = 45 \text{ м} \leftarrow \text{Ответ}$$

2) Так как ~~начальная скорость~~ фейерверк в точке H остановился,
 то все снаряды разлетались со ск. v и относительно
 земли. Пусть массы осколков m_1, m_2, \dots, m_k , всего их
 соств. k . Тогда $\sum k = \sum m_i v_i^2 = v^2 \cdot \sum m_i = v^2 \cdot m \Rightarrow$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{\sum k}{m}} = 60 \text{ м/с}$$

Первым, очевидно, прилетит осколок, v которого направлено
 вертикально вниз. Найдем время его полета:

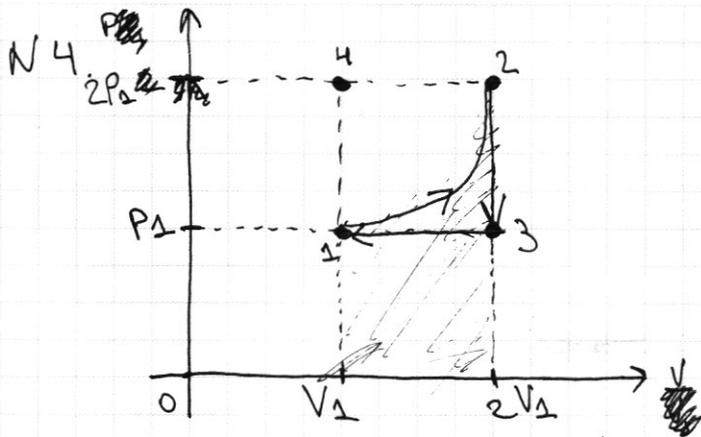
$$H = vt + \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t^2 + \frac{2v}{g}t - \frac{2H}{g} = 0$$

$$t = \frac{-\frac{2v}{g} + \sqrt{\left(\frac{2v}{g}\right)^2 + 4 \cdot \frac{2H}{g}}}{2} = \frac{-\frac{2v}{g} + \sqrt{\frac{4v^2}{g^2} + \frac{4H}{g}}}{2} = \frac{-\frac{2v}{g} + \sqrt{\frac{4v^2 + 4Hg}{g^2}}}{2} = \frac{-\frac{2v}{g} + \frac{2\sqrt{v^2 + Hg}}{g}}{2} =$$

$$= \frac{-2v + 2\sqrt{v^2 + Hg}}{2g} = \frac{-60 + 2\sqrt{3600 + 2 \cdot 45 \cdot 10}}{20} = \frac{-60 + 2\sqrt{3600 + 900}}{20} = \frac{-60 + 2\sqrt{4500}}{20} =$$

$$= \frac{-60 + 2 \cdot 3\sqrt{500}}{20} = \frac{-60 + 6\sqrt{500}}{20} = \frac{-60 + 6 \cdot 22.36}{20} = \frac{-60 + 134.16}{20} = \frac{74.16}{20} = 3.708 \text{ с}$$

ответ \uparrow \circlearrowleft 0.16 с

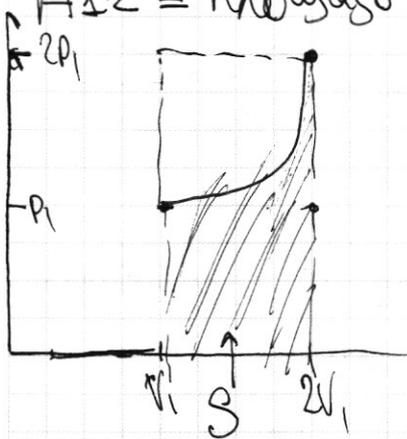


1) По IЗТД $Q = A + \Delta U$

На участках 2 и 3 работа, как видно из графика, неполюми-
 тельная, а ΔU отрицательное $\Rightarrow Q_{23} < 0$ и $Q_{31} < 0$.

А на участке 12 и то, что $\Delta U > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$ и это
 Q в процессе расширения. Найдем его

A_{12} = площадь под графиком



$A_{12} = (2V_1 - V_1) \cdot 2P_1 - \frac{\pi P_1 V_1}{4} =$

$= 2P_1 V_1 - \frac{\pi}{4} P_1 V_1 = P_1 V_1 (2 - \frac{\pi}{4}) \approx$

$\approx P_1 V_1 (2 - 0,78) = 1,22 P_1 V_1$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (2P_1 \cdot 2V_1 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} \cdot 3P_1 V_1 =$
 $= \frac{9}{2} P_1 V_1 = 4,5 P_1 V_1$

$Q = A + \Delta U = P_1 V_1 (1,22 + 4,5) = P_1 V_1 \cdot 5,72$ ← ответ

2) $A_{за\ цикл} = A_{12} + A_{23} + A_{31}$

$A_{12} \approx 1,22 P_1 V_1$

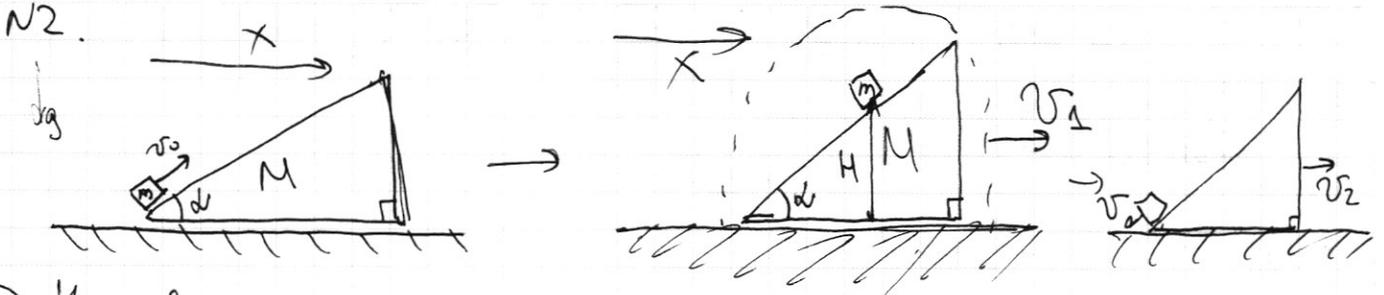
$A_{23} = P_0 \Delta V = 0$, т.к. $\Delta V = 0$

$A_{31} = P(V_1 - 2V_1) = -P_1 V_1$

$\Rightarrow A_{за\ цикл} = 1,22 P_1 V_1$ ← ответ

3) $\eta = \frac{A_{за\ цикл}}{Q_H} \cdot 100\% = \frac{1,22 P_1 V_1}{5,72 P_1 V_1} \approx 3,80\%$ ← ответ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Направим ось x как на рисунке. Т.к. трения нет, то выполняется ЗСМ (ЗСЭ) (v_1 - скорость всей конструкции после того как шайба заехала на H , тогда клин с шайбой будут двигаться с одинаковой скоростью):

$$\begin{cases} m v_0 \cos \alpha = (M+m) v_1 \\ \frac{m v_0^2}{2} = m g H + \frac{(M+m) v_1^2}{2} \end{cases} \quad \begin{matrix} v_0 \text{ и } v_1 \text{ неизвестны, } M=2m, \\ \text{решим} \end{matrix}$$

$$\begin{cases} v_0 \cos \alpha = 3 v_1 \\ v_0^2 = 2 g H + 3 v_1^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_1 = \frac{v_0 \cos \alpha}{3} \\ v_0^2 = 2 g H + 3 \cdot \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{9} \Rightarrow \end{cases}$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2 g H}{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{3}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 0,2}{1 - \frac{9}{75}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 75}{66}} = \sqrt{\frac{50}{11}} =$$

$$= \left(5 \sqrt{\frac{2}{11}} \right) \approx 2,1 \text{ м/с}$$

2) ЗСМ и ЗСЭ будут выглядеть точно такие как и в 1) где высота (а также $M=m$), запишем также ЗСЭ где спуска:

$$\begin{cases} v_0 \cos \alpha = 2 v_{11} \\ v_0^2 = 2 g h + 2 v_{11}^2 \end{cases} \quad \begin{matrix} h - \text{новая макс. высота} \\ v_2 - \text{скорость клина в конце} \\ v_1 - \text{скорость шайбы после} \\ \text{набора высоты } h \end{matrix}$$

$$\begin{cases} 2 m v_{11} = m v_2 - m v_0 \cos \alpha \\ (2 g h + v_{11}^2) m = \frac{m v_2^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2} \end{cases}$$

Скажем найдем h

$$\text{Из пункта 1: } H = \frac{v_0^2 - 3v_1^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} \left(1 - \frac{\cos^2 \alpha}{3}\right)$$

$$\text{В то же время: } h = \frac{v_0^2}{2g} \left(1 - \frac{\cos^2 \alpha}{2}\right)$$

$$\text{Тогда } \frac{h}{H} = \frac{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{2}}{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{3}} = \frac{1 - \frac{9}{50}}{1 - \frac{9}{75}} = \frac{\frac{41}{50}}{\frac{44}{75}} = \frac{41}{44} \Rightarrow h = \frac{41}{44} H$$

Рассмотрим последние 2 ур-ние;

$$v_2 = \cancel{2v_{11} + v \cos \alpha} \quad 2v_{11} + v \cos \alpha$$

$$2 \cdot g \cdot \frac{41}{44} H = (2v_{11} + v \cos \alpha)^2 + v^2$$

$$\frac{41}{22} g H = 4v_{11}^2 + 4v_{11} v \cos \alpha + v^2 \cos^2 \alpha + v^2$$

$$v^2 (1 + \cos^2 \alpha) + v (4v_{11} \cos \alpha) + (4v_{11}^2 - \frac{41}{22} g H) = 0$$

$$\text{Мы знаем, что } v_{11} = \frac{v_0 \cos \alpha}{2}$$

$$v^2 \left(1 + \frac{9}{25}\right) + v \left(4 \cdot 8 \sqrt{\frac{2}{11}} \cdot \frac{3}{8}\right) + \left(4 \cdot \frac{50 \cdot 9}{11 \cdot 25 \cdot 2} - \frac{41 \cdot 10 \cdot 1}{22 \cdot 8}\right) = 0$$

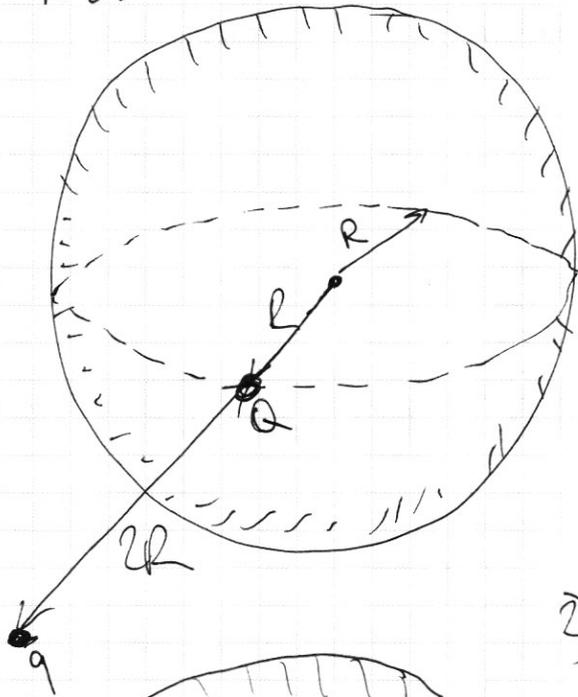
$$\frac{34}{25} v^2 + 12 \sqrt{\frac{2}{11}} v + \left(\frac{36}{11} - \frac{82}{11}\right) = 0 \quad \sqrt{\frac{2}{11}} \approx 0,42$$

$$v = \frac{-12 \sqrt{\frac{2}{11}} + \sqrt{\frac{144 \cdot 2}{11} + 4 \cdot \frac{34}{25} \cdot \frac{46}{11}}}{2 \cdot \frac{34}{25}} \approx \frac{-5,04 + 7}{2,72} = \frac{1,96}{2,72} =$$

$$= \frac{196}{272} \approx 0,72 \text{ м/с} \leftarrow \text{Ответ}$$

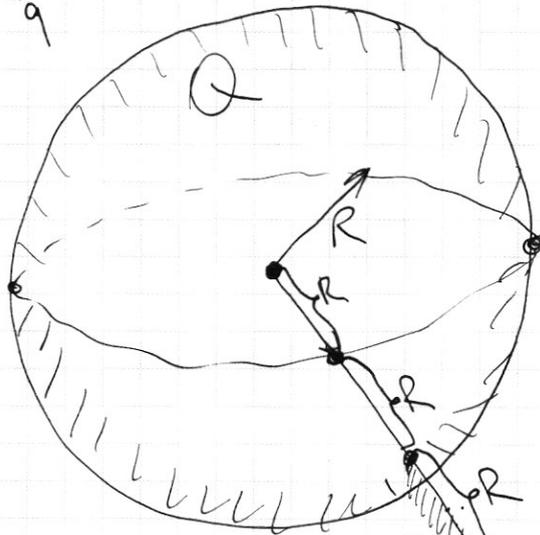
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.



1) Шарики находятся на расстоянии $2R$ от центра \Rightarrow на расстоянии $2R - R = R$ от заряда.

$$\text{Тогда } F_1 = k \frac{qQ}{(2R)^2} = \frac{kqQ}{4R^2}$$



$$\begin{aligned} F_{\text{каждой}} &= \frac{kqQ}{R^2} \\ F_{\text{каждой}} &= \frac{kqQ}{4R^2} \\ F_{\text{выше-ближе}} &= \frac{kq^2}{R^2} \end{aligned}$$

Рассмотрим малое приращение ΔR .

Тогда

$$F_2 = \frac{kqQ}{R^2} + \frac{kqQ}{(R+\Delta R)^2} + \dots + \frac{kqQ}{4R^2}$$

Пусть всего N кусочков. Вынесем

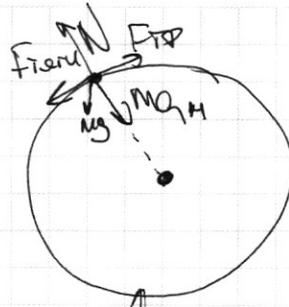
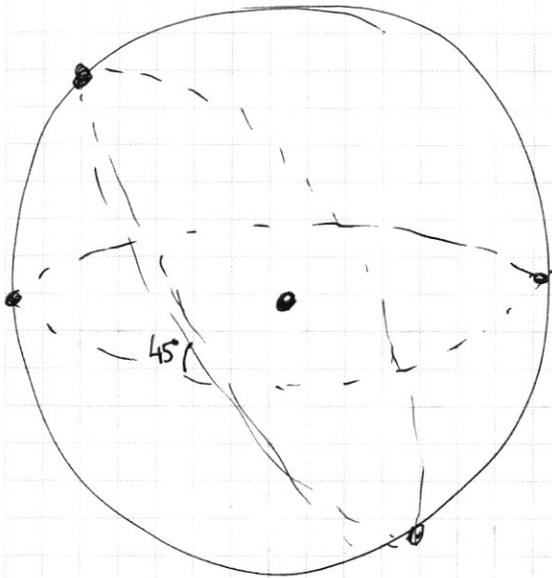
$$\frac{kqQ}{R^2} \text{ за скобку}$$

$$F_2 = \frac{kqQ}{R^2} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R+\Delta R} + \frac{1}{R+\Delta R} + \dots + \frac{1}{4R} \right)$$

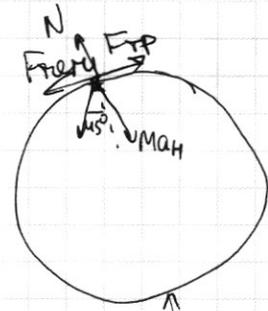
$$\text{Тогда } 2NR \cdot \Delta R = 4R, \Rightarrow NR = R$$

Суммируем все и получаем ответ.

N3.



первый случай.



второй случай.

Δ) По условию $mg \Rightarrow a_n = 2g$

$$\overline{a_{\text{полн}}} = \overline{a_{\tau}} + \overline{a_n} = 0 + 2g = 2g$$

2) Из Δ) знаем, что $F_{\text{тр}1} = F_{\text{тр}2} = \mu N$.

N здесь равно mg или $m \frac{v^2}{R}$. Во II случае к N добавляется ещё проекция силы тяжести на ось перп. кан. $g \cos \alpha$.

Тогда во втором случае:

~~$m \frac{v^2}{R}$~~ $F_{\text{тр}1} = F_{\text{тр}2}$

$$\frac{m v_0^2}{R} = \mu m \left(\frac{v_{\text{min}}^2}{R} + g \cos 45^\circ \right)$$

$$\text{Отсюда } v_{\text{min}} = \sqrt{\frac{v_0^2 - R g \cos 45^\circ}{\mu}} \approx \sqrt{\frac{13}{0,8}} \approx \sqrt{16} = 4 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{min}} \approx 4 \text{ м/с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_{11}^2 = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{3} \Rightarrow 3v_{11}^2 = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{3}$$

$$v_1^2 = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{4}$$

$$h = \frac{v_0^2 + \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{3}}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} \left(1 + \frac{\cos^2 \alpha}{3} \right)$$

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

$$m v_0 \cos \alpha = 3 m v_{11}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{3 m v_{11}^2}{2} + m g h$$

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

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

$$2 m v_1 = m v + m v_2 \cos \alpha$$

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

$$H = \frac{v_0^2 - 3 v_{11}^2}{2g}$$

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

~~$$3 v_{11} = 2 v_1$$~~
~~$$v_{11} = \frac{2}{3} v_1$$~~

$$v_{11} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{3}$$

$$v_1 = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{4}$$

~~$$h = \frac{v_0^2 - \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{3}}{2g}$$~~

$$v_0^2 - \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{2} = \frac{v_0^2}{2g} \left(1 - \frac{\cos^2 \alpha}{2} \right)$$

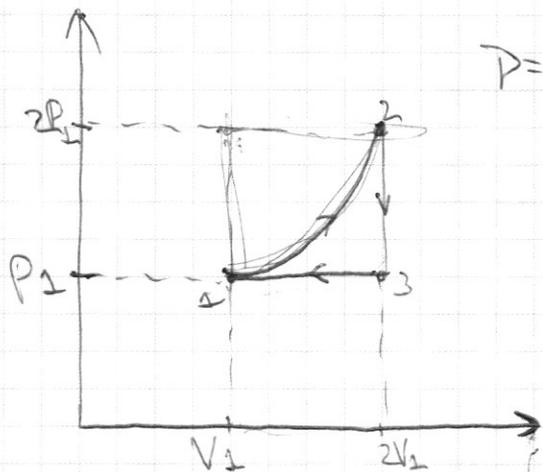
$$H = \frac{v_0^2 - \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{3}}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} \left(1 - \frac{\cos^2 \alpha}{3} \right)$$

$$\frac{h}{H} = \frac{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{2}}{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{3}}$$

~~$$\frac{41}{50} = 0.82$$~~
~~$$\frac{41}{50} = 0.82$$~~
~~$$\frac{41}{50} = 0.82$$~~

~~$$x = \frac{0.2 \cdot 41}{40} = \frac{8.2}{40} = \frac{41}{200}$$~~

~~$$\frac{9}{25} / 3 = \frac{3}{25} = \frac{6}{50}$$~~



$$P=1$$

12 - расширение

$$Q = A + \Delta U$$

$$\frac{3,14}{4} = \frac{1,57}{2} =$$

$$\approx 0,78$$

$$A = 2P_1 V_1 \cdot \frac{1}{2}$$



$$A = 2P_1 V_1 - \frac{\pi P_1 V_1}{4} = P_1 V_1 \left(2 - \frac{\pi}{4} \right)$$

$$1,22 P_1 V_1$$

$$2 - 0,78 \approx 1,22 P_1 V_1$$

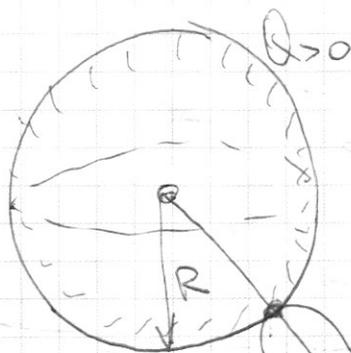
$$\Delta U = \frac{3}{2} (2P_1 \cdot 2V_1 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} \cdot 3 \cdot P_1 V_1 = \frac{9}{2} P_1 V_1$$

$$Q = A + \Delta U = P_1 V_1 (1,22 + 4,5) \approx 5,72 P_1 V_1$$

$$A = 0,22 P_1 V_1$$

$$D = \frac{0,22 P_1 V_1}{5,72 P_1 V_1} = \frac{0,22}{5,72} = \frac{22}{572} = \frac{11}{286} \approx \frac{1716}{40000}$$

$$4000 + 560 + 6 = 4576$$



$$R = \frac{N \Delta R}{2}$$

$$\frac{2200 \cdot 1716}{1716 \cdot 13,84} = \frac{4840}{4576} = \frac{1}{2640}$$

$$1 + \frac{1}{260}$$

$$F_1 = k \frac{Qq}{4R^2} \quad \Delta R \rightarrow \quad UR = 2N \Delta R$$

$$F_2 = k \frac{Qq}{R^2} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{2R} \right) \cdot \frac{1}{UR} \quad 2R = N \Delta R$$

$$(R + \Delta R)^2 = R^2 + 2R \Delta R + \Delta R^2$$

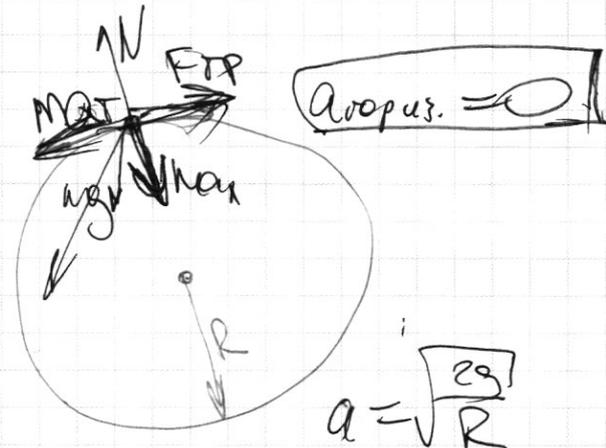
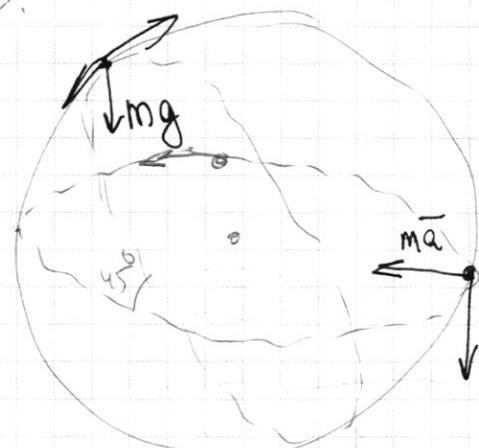
$$F_2 = \frac{kQq}{R^2} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{2R} \right) \cdot \frac{1}{R + \Delta R}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$k = \frac{mv^2}{2} \cdot N = \frac{mv^2}{2}$
 $v = \sqrt{\frac{2k}{m}} = 60 \text{ м/с}$
 $60 \text{ м/с} = 180 \text{ м/с}^2$
 $y(t) = H + vt + \frac{gt^2}{2}$
 $0 = H + vt + \frac{gt^2}{2}$
 $t^2 + \frac{2v}{g}t - \frac{2H}{g} = 0$
 $t^2 + 12t - 9 = 0$
 $t = \frac{-12 + \sqrt{144 + 36}}{2} = \frac{-12 + \sqrt{180}}{2} = 3\sqrt{5} - 6$

$\frac{mv^2}{2} = mgh$
 $H = \frac{v^2}{2g} = \frac{36}{2 \cdot 9} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ м}$
 $v(t) = v_0 - gt$
 $v(t) = 0 = v_0 - gt \Rightarrow v_0 = gt$
 $H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{g^2 t^2}{2g} = \frac{g t^2}{2}$
 $v_0 = gt \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}$
 $H = \frac{g}{2} \left(\frac{v_0}{g}\right)^2 = \frac{v_0^2}{2g}$
 $288 + 4 \cdot \frac{34}{25} \cdot 46$
 184
 1381
 1564
 256
 538
 538
 44
 38

13.



$$N = \frac{mv^2}{R} = 2mg$$

~~$$ma = 2mg$$~~

~~$$v = \sqrt{\frac{29}{R}} = \sqrt{\frac{20}{1}} = 2\sqrt{5} \text{ m/s}$$~~

$$v_0 = \sqrt{20}$$

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

~~$$a = \frac{v_0^2}{R} = \frac{20}{1}$$~~



$$F_{GB} = \mu \frac{mv^2}{R}$$

$$N_1 = \overrightarrow{ma} + \overrightarrow{mg} = \frac{mv_{min}^2}{R} + mg \cos 45^\circ = m \left(\frac{v_{min}^2}{R} + g \cos 45^\circ \right)$$

~~$$\frac{mv_0^2}{R}$$~~

$$\frac{mv_0^2}{R} = \mu N_1$$

$$\sqrt{2} \approx 1,4$$

$$\frac{10}{14} \approx \frac{50}{7} \approx 7 \frac{mv_0^2}{R} = \mu m \left(\frac{v_{min}^2}{R} + g \cos 45^\circ \right)$$

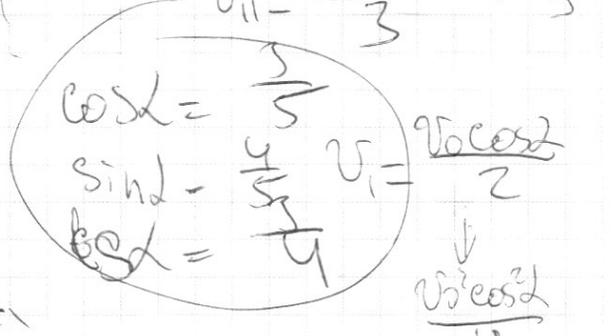
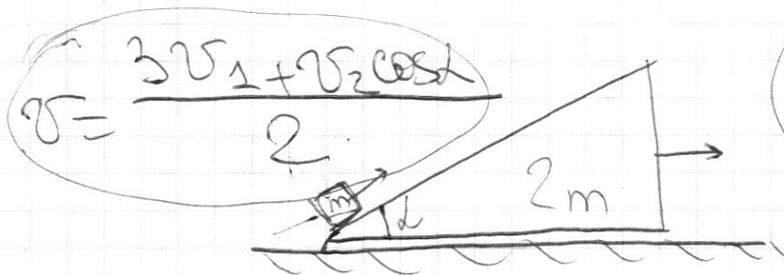
$$\frac{13}{0,8} = \frac{13 \cdot 5}{4} \approx 16 \quad v_{min} \approx 4 \text{ m/s} \quad \sqrt{\frac{v_0^2 - Rg \cos 45^\circ}{\mu}} = \sqrt{\frac{20 - 1 \cdot 10 \cdot \sqrt{2}}{0,8}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\sqrt{8} \left\{ \begin{aligned} \frac{3m v_1^2}{2} + mgH &= \frac{2m v^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} \\ 3m v_1 &= 2m v - m v_2 \cos \alpha \end{aligned} \right.$$

$$3m v_1 = 2m v - m v_2 \cos \alpha$$

$$v_{11} = \frac{v \cos \alpha}{3} \Rightarrow v_{11}^2 = \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{9}$$



$$\left\{ \begin{aligned} m v_0 \cos \alpha &= 2m v_{11} \\ \frac{m v_0^2}{2} &= \frac{3m v_{11}^2}{2} + mgH \end{aligned} \right.$$

$$v_0 = \frac{2 \cdot 27}{5} = 5 \sqrt{\frac{27}{11}} \quad v_{11} = \frac{4 v_1}{5}$$

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

$$H = \frac{v_0^2 + 3 v_1^2}{2g} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 25}{2 \cdot 9,8} = \frac{27}{25}$$

$$\frac{m \left(\frac{3 v_1}{\cos \alpha} \right)^2}{2} = \frac{3m v_1^2}{2} + mgH$$

$$\frac{9 v_1^2}{2 \cos^2 \alpha} = \frac{3 v_1^2}{2} + gH$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gH \cos^2 \alpha}{9 - 3 \cos^2 \alpha}}$$

$$9 v_1^2 = 3 v_1^2 \cos^2 \alpha + 2gH \cos^2 \alpha$$

$$\frac{18}{9,8} = \frac{2}{11} \sqrt{\frac{360 \cdot 188}{198 \cdot 0,181848}}$$

$$\frac{3m v_1^2}{2} + mgh = m \left(\frac{3v_1 + v_2 \cos \alpha}{2} \right)^2 + \frac{m v_2^2}{2} \quad \sqrt{\frac{2}{g}} = \sqrt{181818}$$

$$6v_1^2 + 4gh = 9v_1^2 + 6v_1 v_2 \cos \alpha + v_2^2 \cos^2 \alpha + 2v_2^2$$

$$v_2^2 \left(\cos^2 \alpha + 2 \right) + 6v_1 v_2 \cos \alpha - v_2 + (3v_1^2 + 4gh) = 0$$

$$v_2^2 \cdot \frac{59}{25} + 6 \sqrt{\frac{2}{11}} \cdot \frac{3}{5} v_2 + \frac{8}{11} - 4 \cdot 10 \cdot 0,2 = 0$$

$$v_2 = -\frac{18}{5} \cdot \sqrt{\frac{2}{11}} + \sqrt{\frac{324}{25} \cdot \frac{2}{11} + \frac{59}{25} \cdot \frac{82}{11} \cdot 4}$$

$$\begin{array}{r} 1960 \cdot 272 \\ 1904 \cdot 20 \\ \hline 560 \\ 504 \\ \hline 160 \\ \hline 324 \cdot 2 \\ \hline 85 \cdot 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ 72 \\ \hline 1504 \\ \times 7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 648 + 19352 \\ \hline 20000 \\ \hline 25 \\ \hline 800 \\ \hline 11 \end{array}$$

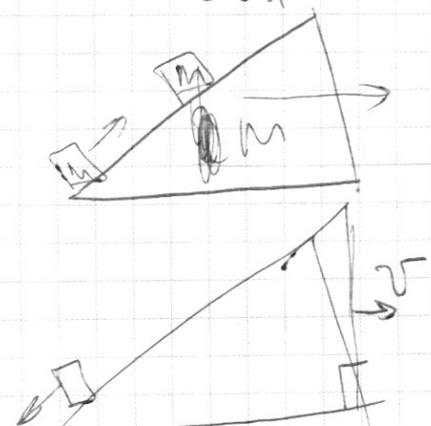
$$\begin{array}{r} 7 \\ \times 59 \\ \hline 4723 \\ \hline 13352 \end{array}$$

$$m v_0 \cos \alpha = 3m v_1$$

$$\begin{array}{r} 13352 \\ + 648 \\ \hline 20000 \\ \hline 25 \\ \hline 800 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$\frac{648 + 800}{5 \sqrt{11}} = \frac{\sqrt{152}}{5 \sqrt{11}} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_0 \quad v_1 \quad v_2 \quad v_h$$



$$\begin{cases} m v_0 \cos \alpha = 2m v_1 & m v_0 \cos \alpha = m v + m v_2 \cos \alpha \\ \frac{m v_0^2}{2} = mgh + \frac{2m v_1^2}{2} & \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} \\ 2m v_1 = m v + m v_2 \cos \alpha \\ mgh + \frac{2m v_1^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} \end{cases}$$