

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

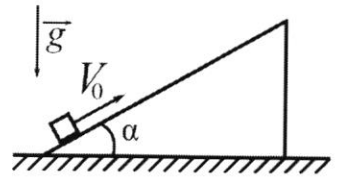
1. Фейерверк массой $m = 1 \text{ кг}$ стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3 \text{ с}$ разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. 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?

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 раз больше массы шайбы. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1) Найдите начальную скорость V_0 шайбы.

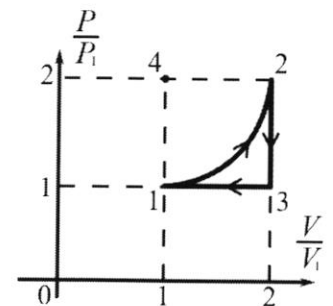
2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

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

№ 4

Дано

уравник $p_2 = p(V)$

$Q_1 = ?$

$A_{12} = ?$

$\eta = ?$

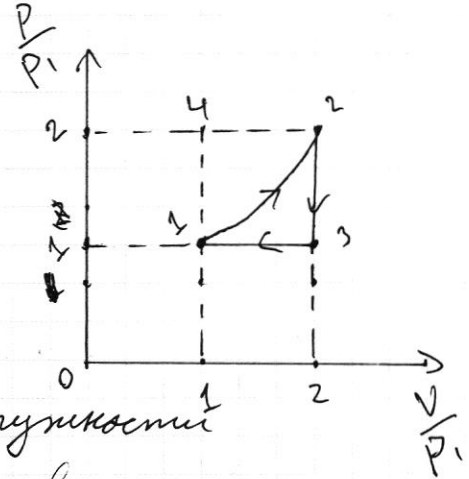
Решение.

~~из~~ из уравника

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

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

Т.к. 1-2 дуга - часть окружности



то радиусы из точек 1 и 2 ~~равны~~ к центру
равны $V_2 - V_1$ - численно равны $V_2 - V_1 = p_2 - p_1$

$V_1 = p_2$ - численно

Тогда на участке 1-2

A_{12} численно равна площади дуги

$A_{12} = p_2 V_1 = \frac{\pi R^2}{4}$ где R - радиус дуг в процессе 1-2

$$A_{12} = 2p_1 V_1 = \frac{\pi p_1 V_1}{4} \quad R^2 = p_1 V_1 \quad \text{т.к. } p_1 = V_1 \text{ - численно}$$

$$A_{12} = p_1 V_1 \left(2 - \frac{\pi}{4}\right), \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) =$$

$$= \frac{9}{2} p_1 V_1$$

По I.З. Термодинамики

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} \quad Q_{12} = Q_1$$

$$Q_{12} = p_1 V_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}\right) = p_1 V_1 \cdot 7,285$$

Q_1 - кол-во подведенной
к газу энергии т.к.
в остальных процессах
энергия газа увеличивается

В процессе 2-3

Изотерма.

$$A_{23} \approx 0 \text{ т.к. } \Delta V = 0 \quad \Delta U_{23} = \frac{3}{2} V_1 (P_1 - P_2) = -\frac{3}{2} P_1 V_1$$

В процессе 3-1

Изобара

$$A_{31} = P_1 (V_1 - V_2) = -P_1 V_1 \quad \Delta U_{31} = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_1 V_2) = -\frac{3}{2} P_1 V_1$$

$$A_2 = A_{12} + A_{23} + A_{31} = P_1 V_1 \left(2 - \frac{\pi}{4}\right) - P_1 V_1 = P_1 V_1 \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) =$$

$$A_2 \approx 0,215 \cdot P_1 V_1$$

Q_2 - количество отведенного тепла

$$Q_2 = Q_{23} + Q_{31} = -\frac{3}{2} P_1 V_1 - P_1 V_1 - \frac{3}{2} P_1 V_1 = -4 P_1 V_1$$

$$\eta = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1} = \frac{7,285 P_1 V_1 - 4 P_1 V_1}{7,285 P_1 V_1} =$$

$$= \frac{P_1 V_1 \left(2 - \frac{\pi}{4}\right) - 4 P_1 V_1}{\left(2 - \frac{\pi}{4}\right) P_1 V_1} = 1 - \frac{4}{2 - \frac{\pi}{4}} = 1 - \frac{4 \cdot 4}{26 - \pi} =$$

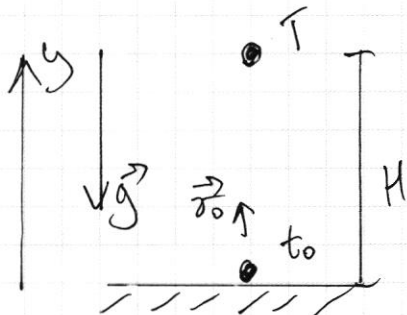
$$= \frac{16}{26 - \pi} = 1 - \frac{16}{26 - \pi} = \frac{4 - \pi}{4} \cdot \frac{84}{8 - \pi} = \frac{4 - \pi}{8 - \pi} \approx 0,20,15$$

Ответ: $Q_1 = 7,285 P_1 V_1$, $A_2 = 0,215 \cdot P_1 V_1$

$$\eta = 0,15$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



По гр. перемещения

$$y = y_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$\text{Ду: } \begin{cases} y_0 = h \\ v_{0x} = v_0 \\ a_x = -g \end{cases} \Rightarrow y = h + v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

Для $t = T$

$$y = h \quad h = v_0 T - \frac{g T^2}{2}$$

По гр. скорости

$$v_{1x} = v_{0x} + a_x t$$

$$\text{Ду: } \begin{cases} v_{1x} = v_1 \\ v_{0x} = v_0 \\ a_x = -g \end{cases} \Rightarrow v_1 = v_0 - g t$$

Для $t = T$ $v_1 = 0$

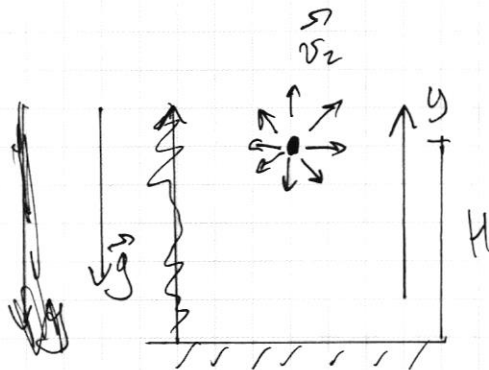
$v_0 = gT$ - подставим в гр. перемещения.

$$h = \frac{g T^2}{2} = 45 \text{ м}$$

Поше вунева:

$$K = \sum m \frac{v_2^2}{2} = m \frac{v_2^2}{2}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2K}{m}} = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



По ур. перемещения

$$y = y_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

ОУ: $y_0 = H$

$v_{0x} = v_2 \cos \alpha$
 $a_x = -g$

- м.к. все скалки летят под разными углами $\cos \alpha$ проекция на ось Oy.

$$y = H - v_2 \cos \alpha t - g \frac{t^2}{2}$$

по ур. первым приземлит скалок с максимальным $\cos \alpha$ то есть $\cos \alpha = 1$ чтобы v_2 было направленно вниз

$$y = H - v_2 t - g \frac{t^2}{2}$$

для $t = \tau_1$ - время падения

$$y = 0$$

$$0 = H - v_2 \tau_1 - g \frac{\tau_1^2}{2}$$

$$g \frac{\tau_1^2}{2} + v_2 \tau_1 - H = 0$$

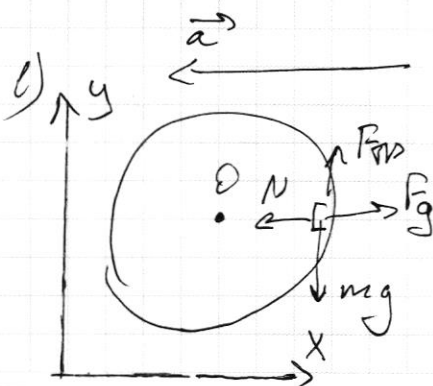
$$\tau_1 = \frac{-v_2 \pm \sqrt{v_2^2 + 4H \frac{g}{2}}}{g} = \frac{-v_2 \pm \sqrt{v_2^2 + 2gH}}{g}$$

$$= \frac{-60 \pm \sqrt{3600 + 900}}{10} = -6 \pm \sqrt{45} \text{ м.к}$$

$\tau_1 > 0$ то подходит корень $-6 + \sqrt{45}$

Ответ: $H = 45 \text{ м}$, $\tau_1 = -6 + \sqrt{45}$

№3



По II з.к $ma = N + Fg + mg + P_{\text{пр}}$

ОХ: $ma = N$ Fg - действует на шар.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

По III з.н

$$N = F_g \quad F_g = 2mg \quad N = 2mg$$

$$ma = 2mg$$

$$a = 2g$$

2) $\alpha = 45^\circ$; $\mu = 0,8$; $R = 1\text{ м}$

т.к. в верхней части траектории $\vec{v} \perp \vec{a}$

$$\text{ОХ: } ma = N + mg \sin \alpha$$

а в нижней

$$\text{ОХ: } ma = N$$

В нижней точке траектории

По II з.н $m\vec{a} = \vec{N}_2 + \vec{m}\vec{g} + \vec{F}_{\text{сп}2}$

$$\text{ОХ: } ma = N_2 - mg \sin \alpha$$

$$\text{ОУ: } \mu N_2 = mg \cos \alpha \quad N_2 = \frac{mg \cos \alpha}{\mu}$$

$$a_2 = g \left(\frac{\cos \alpha}{\mu} - \sin \alpha \right) = \frac{v_2^2}{R} \Rightarrow v_2^2 = Rg \left(\frac{\cos \alpha}{\mu} - \sin \alpha \right)$$

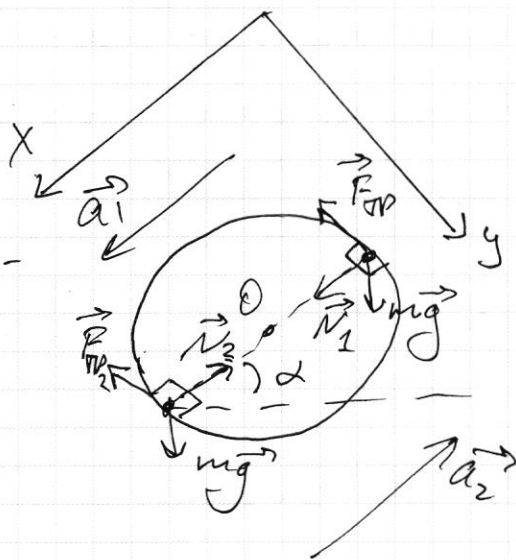
В верхней точке траектории

$$\text{ОУ: } \mu N_1 = mg \cos \alpha \quad N_1 = \frac{mg \cos \alpha}{\mu}$$

$$\text{ОХ: } ma_1 = N_1 + mg \sin \alpha$$

$$a_1 = g \left(\frac{\cos \alpha}{\mu} + \sin \alpha \right) = \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow v_1^2 = Rg \left(\frac{\cos \alpha}{\mu} + \sin \alpha \right)$$

В верхней точке $v_1 > v_2$ значит, $v_{\text{min}} = v_1$



$$v_{\text{мин}} = \sqrt{v_1^2} = \sqrt{Rg \left(\frac{\cos \alpha}{\mu} - \sin \alpha \right)} = \sqrt{10 \left(\frac{\sqrt{2}}{1,6} - \frac{\sqrt{2}}{2} \right)} =$$

$$= \sqrt{5\sqrt{2} \left(\frac{1-0,8}{0,8} \right)} = \sqrt{\frac{5}{4}\sqrt{2}} = \sqrt{1,25\sqrt{2}}$$

Ответ: $v_{\text{мин}} = \sqrt{1,25\sqrt{2}}$

N 5

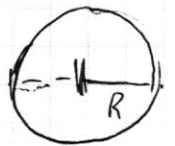
1) Т.к. внутри заряженной сферы заряд $q = 0$ то на заряд q будет действовать сила F от сферы такая же как и от точечного заряда такой же величины как Q и у сферы помещенного в ее центр.

~~$$F_1 = \frac{k \cdot |Q| \cdot |q|}{R^2}$$~~

$$F_1 = \frac{|Q| \cdot |q| \cdot k}{9R^2} = \frac{Qqk}{9R^2} \quad \text{т.к. } Q > 0 \text{ и } q > 0$$

2) Примем сферу за точку с зарядом Q .

$F_2 = \sum F$ где F сила которой R действует на сферу, ~~к которой~~ $3R$ ~~длина~~ $3R$ длины стержня где $3R \gg R$



тогда у концов $F' = \frac{Qqk}{9R^2}$ - F у первого конца
 $F'' = \frac{Qqk}{16R^2}$ $F = F' + F'' = \frac{Qqk}{R^2} \cdot \frac{25}{144}$ если так

на суммировать от концов то получим

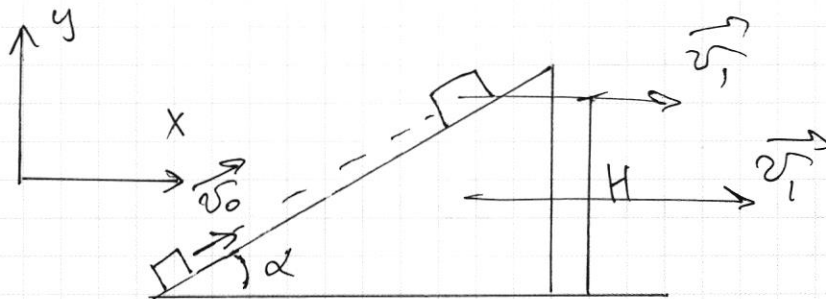
$$F_2 = F \cdot \frac{R}{2,5R} = \frac{Qqk}{R^2} \cdot \frac{25}{144} \cdot \frac{R}{2,5R} = \frac{Qqk \cdot 25R}{288R^2 \cdot 2,5R}$$

Ответ: $F_1 = \frac{Qqk}{9R^2}$; $F_2 = \frac{Qqk \cdot 2,5R}{288R^2 \cdot 2,5R}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2

- 1) По ЗСЭ для шайбы P_0 ЗСИ для системы шайба + клин
- $$E_{K1} = E_{K2} + E_{K3}$$
- $$m\vec{v}_0 = 3m\vec{v}_1$$



После того как шайба дойдет до высоты H она ненадолго закрепит и будет двигаться вместе с клином.

$$\text{ОХ: } m v_0 \cos \alpha = 3m v_1$$

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

$$E_{K1} = m \frac{v_0^2}{2} \quad E_{K2} = 3m \frac{v_1^2}{2} \quad E_{K3} = mgH$$

$$E_{K2} = \frac{3m}{2} \cdot \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{9} = \frac{m v_0^2 \cos^2 \alpha}{2}$$

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{gH}{\frac{1}{2} - \frac{\cos^2 \alpha}{2}}} = \sqrt{\frac{2gH}{1 - \cos^2 \alpha}}$$

- 2) После взезда на высоту H у клина с шайбой будет скорость v_2 . После того как клин съедет в начальную точку у него будет скорость v_3

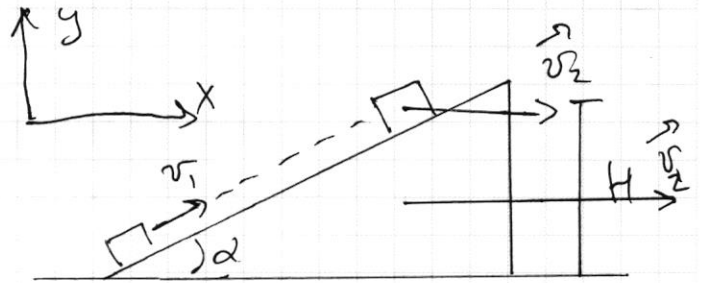
Относительно клина и v относительно земли

При падении:

$$m \vec{v}_0 = 2m \vec{v}_2$$

$$Ox: v_0 \cos \alpha = 2v_2$$

$$v_2 = \frac{v_0 \cos \alpha}{2}$$



Перейдем в систему отсчета клина
тогда земля ~~едет~~ движется со скоростью v_2 а маябка не движется.

По ЗСЭ ~~mg~~

$$E_k = E_{п} \text{ для } \begin{matrix} \text{маябка} \\ \text{и клина} \end{matrix} \quad E_{п} = mgh \quad E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$E_{k1} + E_{k2} = E_{п}$ для системы маябка + клин

$$E_{п} = mgh \quad E_{k1} = \frac{mv_3^2}{2} \quad E_{k2} = \frac{mv_1^2}{2}$$

где v - скорость клина после взаимодействия

$$\frac{v_3^2}{2} + \frac{v_1^2}{2} = gh$$

По ЗСИ для системы маябка + клин

$$0 = m \vec{v}_3 + m \vec{v}_1$$

$$Ox: m v_3 \cos \alpha = m v_1$$

$$Oy: m v_3 \sin \alpha = 0 \Rightarrow v_3 = v_1 \quad \vec{v}_3 \uparrow \vec{v}_1 \downarrow$$

$$2 \frac{v_3^2}{2} = gh \quad v_3 = \sqrt{gh}$$

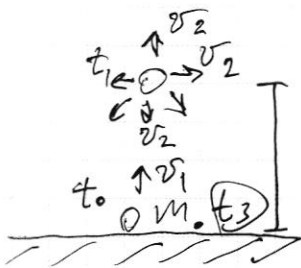
Тогда относительно земли он движется со скоростью $v_3 - v_2 = \sqrt{gh} - \frac{v_0 \cos \alpha}{2}$

Найдем v_2 как в (1) вопросе $\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{2mv_2^2}{2}$

$$\text{откуда } v_0 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \cos^2 \alpha}} \quad v_2 = \frac{\cos^2 \alpha}{2} \sqrt{\frac{2gh}{1 - \cos^2 \alpha}}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \cos^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{2gh}{\sin^2 \alpha}}, \quad v_2 = \sqrt{gh} - \frac{\cos^2 \alpha}{2} \sqrt{\frac{2gh}{1 - \cos^2 \alpha}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



N1

$m = 1 \text{ кг}$
 $t_1 = 3 \text{ с}$

$\tau = 10 \text{ с}$ - от взрыва до последнего осколка

$$E_{k0} = \sum E_k = \sum \Delta m \cdot v_2^2 = m v_2^2$$

$$R = E_{k0} = m g v_2^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{R}{m g}} = \sqrt{\frac{3600}{1 \cdot 10}} = 60$$

для $v_2 = 60$ для осколка начавшего вращаться

Вертик. запишем ур. перемещ. т.к. у него время полета будет наибольшее, его время полета

$y = y_0 + v_{0y} t + \frac{a_x t^2}{2}$ будет равно $t_3 = \tau$

ОУ: $y_0 = h$
 $v_{0x} = v_2$
 $a_x = -g$

$$y = h + v_2 t - g \frac{t^2}{2}$$

для $t = t_3$

$$y = h + v_2 \tau - g \frac{\tau^2}{2}$$

$$0 = h + v_2 \tau - g \frac{\tau^2}{2}$$

$$v_x = v_2 - g \frac{\tau}{2}$$

v_x^2

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

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

$$v_2 = v_1 - g \frac{T}{2}$$

$$\frac{v_1^2}{2} = g \left(v_1 T - g \frac{T^2}{2} \right)$$

$g = 10 \quad T = 30$

$$\frac{v_1^2}{2} - g v_1 T + g \frac{T^2}{2} = 0$$

$D = 0$

$$v_1 = \frac{g T \pm \sqrt{g^2 T^2 - 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot g \frac{T^2}{2}}}{2} =$$

$$v_1 = \underline{30} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$h = 30 \text{ м}$$

$$H = v_1 T - \frac{g T^2}{2} = 30 \cdot 3 - \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ м}$$

$$H = 45 \text{ м}$$

~~.....~~

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2}$$

~~.....~~

Пока упр. пер. для осей берем влево

$$h = \underline{45} = v_2 z - \frac{g z^2}{2}$$

$$v_2 = \frac{h + \frac{g z^2}{2}}{z} = \frac{h}{z} + \frac{g z}{2} = 4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} + \frac{100}{2} = 50 + 4,5$$

$$= 54,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{1}{16} + \frac{1}{9} = \frac{9+16}{144} = \frac{25}{144}$$

Для осколка берем вниз

упр пер.

$$y = h - v_2 t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\text{для } y = 0 \quad y = 0 = h - v_2 t_3 - \frac{g t_3^2}{2}$$
$$\frac{g t_3^2}{2} + v_2 t_3 - h = 0$$

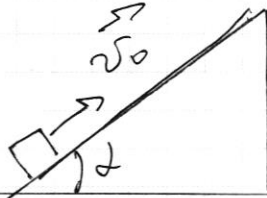
$$5 t_3^2 + 54,5 t_3 - 45 = 0$$

$$t_3 =$$

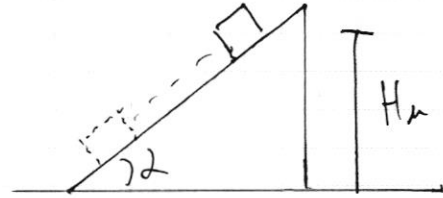
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

1) \vec{g}



2)



$$\cos \alpha = 0,6 \quad h = 0,2 \text{ м}$$

по ЗСЭ

$$E_{k1} = E_{n2} + E_{k2}$$

$$m \frac{v_0^2}{2} = mgh + 3m \frac{v_1^2}{2}$$

по ЗСУ

$$mv_0 = 3mv_1$$

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

~~$$v_0 = \sqrt{2gh}$$~~

$$m \frac{v_0^2}{2} - \frac{3}{2} m \frac{v_1^2}{2} = mgh$$

$$\frac{v_0^2}{2} - \frac{3}{2} \frac{v_0^2}{9} = gh$$

$$v_0^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6} \right) = gh$$

$$v_0^2 \left(\frac{2}{6} \right) = gh$$

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

Когда ~~шапка~~ шапка вернется в точку старта

$$|\vec{v}_1| = |\vec{v}_0| \quad \vec{v}_1 \uparrow \downarrow \vec{v}_0$$

по ЗСЭ. по ЗСУ

$$mv_0 = ?$$

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

$$v_0 = \frac{2gh}{2 - \cos^2 \alpha}$$



в $t=0$
По упр. пер

$x = 10c$ от начала
 $H = v_z t + g \frac{t^2}{2}$

$$y = y_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

ОУ: $y_0 = 0$
 $v_{0x} = v_0$
 $a_x = -g$

$$\Rightarrow y = 0 + v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

для $t = T$

$$\frac{10 \cdot g}{2}$$

$$y = h$$

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

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

По упр. ск

$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

ОУ: $v_x = v_{x1}$
 $v_{0x} = v_0$
 $a_x = -g$

$$\Rightarrow v_1 = v_0 - g t$$

для $t = T$

$$v_1 = 0$$

10.3

$$0 = v_0 - g T \Rightarrow v_0 = g T = 30 \frac{м}{с}$$

$$h = g \frac{T^2}{2} = \frac{10 \cdot g}{2} = 45 \cdot м$$

2)

2) $\alpha = 45^\circ$ $\mu = 0,8$ $R = 10$

① OX: $\mu N = mg \cos \alpha$

OY: $ma = N - mg \sin \alpha$

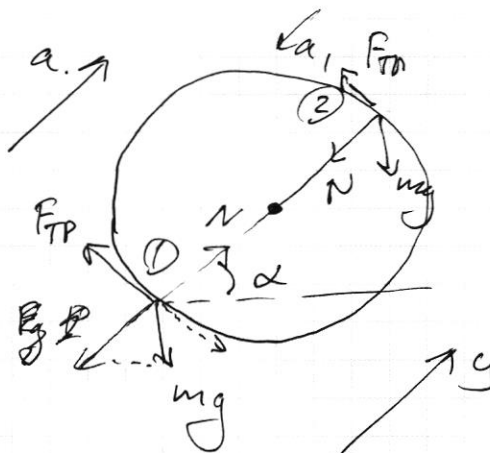
$a = \frac{g \cos \alpha}{\mu} - g \sin \alpha$

$a = \frac{v_1^2}{R} = g \left(\frac{\cos \alpha}{\mu} - \sin \alpha \right)$

$v_1 = \sqrt{Rg \left(\frac{\cos \alpha}{\mu} - \sin \alpha \right)}$

$v_1^2 = Rg \left(\frac{\cos \alpha}{\mu} - \sin \alpha \right)$

$\frac{10 \cdot (\sqrt{2} - 0,8 \sqrt{2})}{1,6} = \frac{10 \sqrt{2} (0,2)}{1,6} = \frac{\sqrt{2}}{0,8}$



② OX': $\mu N = mg \cos \alpha$

OY': $ma = N + mg \sin \alpha$

$a = g \left(\frac{\cos \alpha}{\mu} + \sin \alpha \right)$

$\frac{v_2^2}{R} = g \left(\frac{\cos \alpha}{\mu} + \sin \alpha \right)$

$v_2^2 = Rg \left(\frac{\cos \alpha}{\mu} + \sin \alpha \right)$

Итак $v_2 = \sqrt{Rg \left(\frac{\cos \alpha}{\mu} + \sin \alpha \right)}$ - если v будет меньше то авто выйдет на ч

$\frac{10 \left(\frac{\sqrt{2}}{2 \cdot 0,8} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)}{1,6} = \frac{10 \sqrt{2} \left(\frac{1,8}{1,6} \right)}{1,6}$

$\frac{5}{4} \frac{14}{10} = 1,25$

$\frac{5}{4} = 1,25$

$v = 1$ м/с

по I з. Т

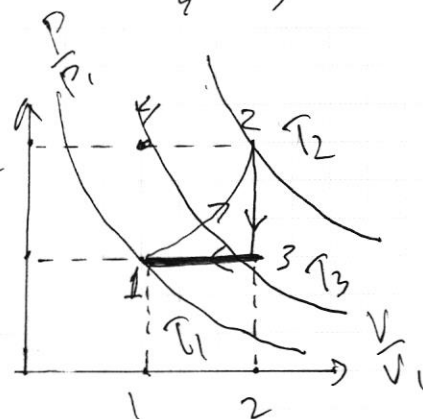
$Q = \Delta U + A$

$\Delta U = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$
 $\frac{3}{2} p_1 V_1 - p_1 V_1 = p_1 V_1 \frac{3}{2} = 3 p_1 V_1$

1)

2) Изобара $p_1 = p_2$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ ①

3) Изотерма $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ ②



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) После взрыва τ - время ~~полета~~ полета
осколок приземлившийся последним имеет

$$\begin{aligned} &100 \cdot 10 \\ &500 - h \\ &\frac{500}{10} = 50 \end{aligned}$$

время полета τ .

$$K = \sum \Delta m v_2^2 = m \frac{v_2^2}{2}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{3600}{1}} = 60 \frac{м}{с}$$

Первым осколкам будет

осколок летевший вверх.

$$h - v_2 \tau_1 - g \frac{\tau_1^2}{2} = 0 \quad \text{где } \tau_1 - \text{время полета}$$

~~осколка~~

$$45 - 60 \tau_1 - 5 \tau_1^2 = 0$$

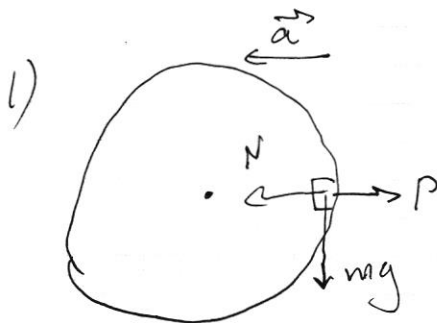
$$5 \tau_1^2 + 60 \tau_1 - 45 = 0$$

$$\tau_1 = \frac{-60 \pm \sqrt{3600 + 4500}}{10} = -6 \pm \sqrt{45} = -6 \pm 3\sqrt{5}$$

$$\approx 1,2 \text{ с}$$

ответ: $\tau_1 = 1,2 \text{ с}$

№3



$$P = 2mg = N$$

$$ma = N$$

$$a = 2g$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Т.к. дуга 1-2 часть окружности R и
точек 1 и 2 к центру равны

$\Delta r = \Delta V$ касательно равны
 $A = \Delta p \Delta V = \frac{\pi R \Delta r^2 \Delta r \Delta V}{2 \cdot 4} = \dots$

$2 \Delta p \Delta V \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)$

① = ② через T_2

$T_3 \frac{p_1}{p_2} = T_1 \frac{V_2}{V_1}$

$T_3 = \frac{p_1 V_1}{\Delta R} \quad T_1 = \frac{p_2 V_2}{\Delta R}$

$p_1^2 V_1 = p_2^2 V_2^2$

$p_2 = \frac{p_1^2 V_1}{V_2^2}$

2-3) Условно $\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_3}$

3-1) Условно $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_3}$



$T_3 = T_2 \frac{p_1}{p_2} = T_1 \frac{V_2}{V_1}$

~~$\frac{p_2 V_2}{\Delta R} = \frac{p_1 V_1}{\Delta R} = \frac{p_2 V_2}{\Delta R} = \frac{p_1 V_1}{\Delta R}$~~

Т.к. $\frac{V_2}{V_1} = 2 \quad V_2 = 2V_1 \quad \Delta V = V_1$

Т.к. $\frac{p_2}{p_1} = 2 \quad p_2 = 2p_1 \quad \Delta p = p_1$

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

$$Q_1 = A + \Delta U \quad \Delta U = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} p_1 V_1$$

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

$$Q_1 = p_1 V_1 \left(\frac{3}{2} + 2 - \frac{1}{4} \right) = p_1 V_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{1}{4} \right)$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3$$

$$A_1 = p_1 V_1 \left(2 - \frac{1}{4} \right) \quad A_2 = 0 \text{ м.к.к. } V = 0 \quad A_3 = \int p \Delta V = p_1 V_1$$

$$A_2 = p_1 V_1 \left(2 - \frac{1}{4} \right) - p_1 V_1 = p_1 V_1 \left(1 - \frac{1}{4} \right)$$

$$Q_2 = Q_{23} + Q_{31}$$

$$Q_{23} = \Delta U = \frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1) = \frac{3}{2} V_1 p_1$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U = p_1 V_1 + p_1 V_1 = 2 p_1 V_1$$

$$Q_2 = V_1 p_1 \cdot 3,5$$

$$\eta = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1} = \frac{p_1 V_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{1}{4} \right)}{\frac{7}{2} p_1 V_1} = \frac{\frac{13}{2} - \frac{1}{4}}{\frac{7}{2}} =$$

$$= \frac{26 - 1}{4} \cdot \frac{2}{7} = \frac{26 - 1}{14}$$

$$\frac{13}{2} = 6,5 + 0,785$$

$$\frac{A_1}{A_3} = \frac{p_1 V_1 \left(2 - \frac{1}{4} \right) - p_1 V_1}{p_1 V_1 \left(2 - \frac{1}{4} \right)} = \frac{314 \overline{) 4}}{34 \overline{) 785}} + 6,5$$

$$= p_1 V_1 \frac{1 - \frac{1}{4}}{2 - \frac{1}{4}} = \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{8 - 1} = \frac{0,86}{4,86}$$

$$\frac{3}{5} \cdot \frac{4}{8 - 1} = \frac{0,86}{4,86}$$

$$\frac{86}{486}$$

$$\frac{314 \overline{) 4}}{34 \overline{) 0,785}} = 1 - 0,785 = 0,215$$

$$\frac{314 \overline{) 4}}{34 \overline{) 0,785}} = 0,215$$

$$\frac{314 \overline{) 4}}{34 \overline{) 0,785}} = 0,215$$

$$\frac{314 \overline{) 4}}{34 \overline{) 0,785}} = 0,215$$