

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

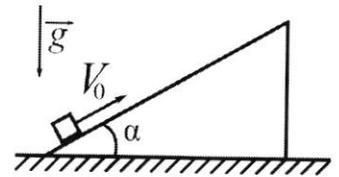
Шифр

(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?~~ *первый.*
- 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.

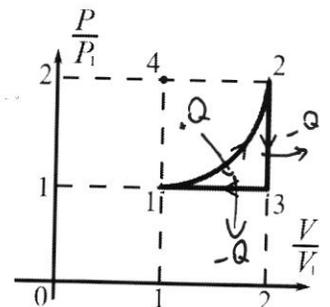
1) Найдите ускорение a модели.

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.

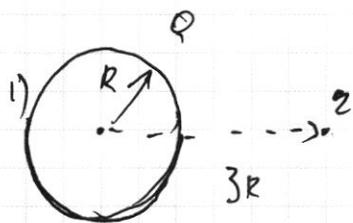
Во втором опыте заряд q однородно распределяют по стержню длины R , стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии $3R$ от центра.

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

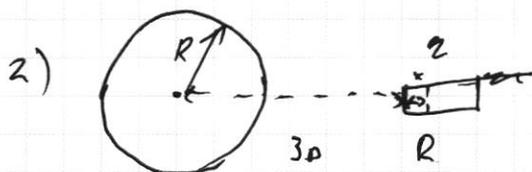
Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Явлениями поляризации пренебрегите.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5
Лаконично
Q
R
R
R
R
R



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



$$F = k \int_0^R \frac{Q \cdot \frac{q}{R} \cdot dx}{(3R+x)^2} = \frac{kQq}{R} \int_0^R \frac{dx}{(3R+x)^2}$$

$$\int 3R+x = dx$$

$$dx = dx$$

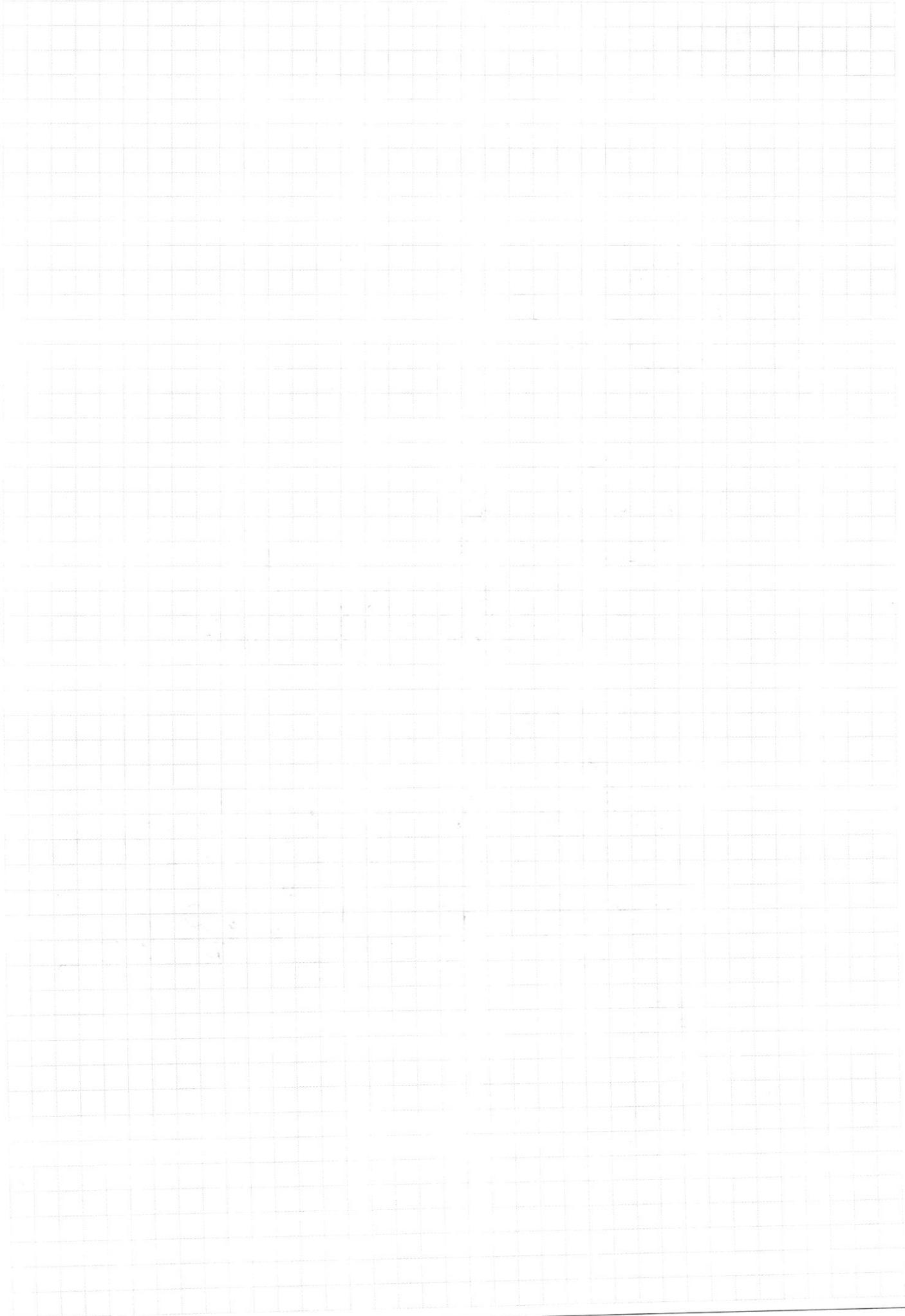
~~$$F = \frac{qQ}{R} \int_0^R \frac{dx}{(3R+x)^2} = \frac{qQ}{R} \cdot \left(-\frac{1}{x}\right) \Big|_0^R = \frac{qQ}{R} \cdot \left(-\frac{1}{R}\right)$$~~

$$F = \frac{qQ}{R} \int_{3R}^{4R} \frac{da}{a^2} = \frac{qQ}{R} \cdot \left(-\frac{1}{a}\right) \Big|_{3R}^{4R} = \frac{qQ}{R} \cdot \left(-\frac{1}{3R} + \frac{1}{4R}\right)$$

$$= \frac{qQ}{12R^2} k$$

Ответ: 1) $\frac{Qq}{9R^2} k$

2) $k \frac{Qq}{12R^2}$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

З.С.Э:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{2m(v_{\text{кн}} \cos \alpha t)^2}{2} + mgh$$

$$V_{\text{кн}} = 0 = V_0 - at \Rightarrow at = V_0$$

$$V_{\text{кн}} = 0 + a \cdot \frac{\cos \alpha}{2} t = V_0 \cdot \frac{0,6}{2} = 0,3V_0$$

В.С.Э:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{2m(0,3V_0)^2}{2} + mgh \Rightarrow V_0^2 - \frac{2}{9}V_0^2 = gh \cdot 2$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \frac{2}{9}}} = \sqrt{\frac{4^m}{\frac{7}{9}}} =$$

√2

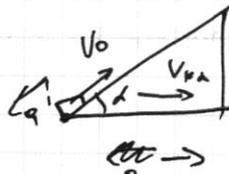
Дано

h = 2,2 м

cos α = 0,6

1) $V_0; \frac{m}{n} = 1$

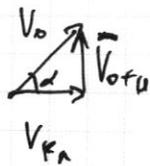
2) $V_0; \frac{m}{n} = 1$



т.к. спускаем без трения, то

$$V_0 \cdot \cos \alpha = V_{\text{кн}} = 0,6V_0$$

$$\frac{a_{\text{кн}}}{a \cdot \cos \alpha} = \frac{1}{2} \quad (\text{т.к. } \frac{m}{n} = \frac{1}{2})$$



$$V_{\text{отк}} = \sqrt{V_0^2 - V_{\text{кн}}^2} = V_0 \cdot \sin \alpha = V_0 \cdot 0,8$$

З.С.Э.1

$$V_{\text{к}} = V_{\text{н}} \Rightarrow mgh = \frac{m(V_0 \cdot 0,8)^2}{2} \Rightarrow V_0 = \frac{\sqrt{2gh}}{0,8} = 2,5 \text{ м/с}$$

Когда $V_{\text{кн}} = 0$ то $0 = V_0 - at \Rightarrow at = V_0$

Для клина: $0,6V_0 - a_{\text{кн}}t = V_0 + \frac{a \cdot \cos \alpha}{2} t = 0,6V_0 + 0,3V_0 = 0,9V_0$

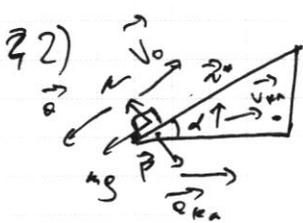


$$a_y = g \cdot \sin \alpha = g \sin^2 \alpha = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,69 = 6,9 \text{ м/с}^2$$

~~$$V_{0y} = a_y t = 0$$~~

$$\begin{cases} H = v_{0y} \cdot 0,8 - \frac{a_{y0y} t^2}{2} \\ v_0 \cdot 0,8 - a_{y0y} t = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0 \cdot 0,8}{a_{y0y}} \end{cases} \Rightarrow H = \frac{(0,8 v_0)^2}{2 a_{y0y}} \Rightarrow v_0 = \frac{\sqrt{2 a_{y0y} H}}{0,8} =$$

$$= \frac{\sqrt{2 \cdot 6,9 \cdot 0,2}}{0,8} = \frac{\sqrt{2,76}}{0,8} = \frac{\sqrt{2gH} \cdot \sin \alpha}{\sin \alpha} = \sqrt{2gH} = 2 \text{ м/с}$$



$$v_0 = v_{\text{кл}} \cdot \cos \alpha \quad (\text{теор. Пиф.})$$

~~$$a_0 = a \cos \alpha = a_{\text{кл}} =$$~~

II 3.4.

~~$$m g = N$$~~
$$F_{\Sigma} = a \vec{a} \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$|N|/|P| \text{ (II 3.4.)} \Rightarrow P = mg \cos \alpha$$

$$m a_{\text{кл}} = F_{\Sigma} \text{ (II 3.4.)} \Rightarrow m a_{\text{кл}} = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha \Rightarrow a_{\text{кл}} = g \cos \alpha \cdot \sin \alpha =$$

$$= g 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 4,8 \text{ м/с}^2$$

$$v_{0\text{кл}} \text{ из 1) пункта: } v_{0\text{кл}} = v_0 \cdot \sin \alpha$$

$$a_{y0\text{кл}} \text{ из 1) пункта: } g \sin^2 \alpha$$

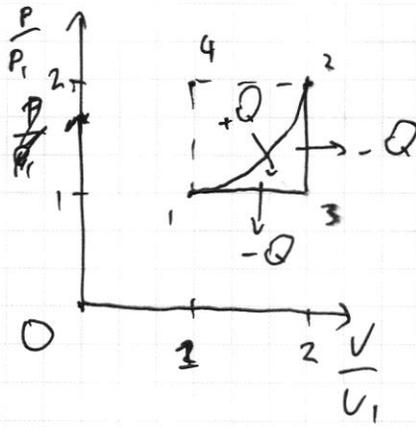
когда, когда $v(t) = 0$

$$\begin{cases} v_{0\text{кл}}(t) = v_{0\text{кл}} \cdot t - g \sin^2 \alpha \cdot \frac{t^2}{2} \\ v_{0\text{кл}}(T) = 0 \end{cases} \Rightarrow v_0 \cdot \sin \alpha \cdot T - g \sin^2 \alpha \cdot \frac{T^2}{2} = 0 \Rightarrow \begin{cases} T = 0 \\ T = \frac{2v_0}{g \sin \alpha} = \frac{4 \text{ м/с}}{9,8 \text{ м/с}^2} = 0,5 \text{ с} \end{cases}$$

$$v_{\text{кл}} = a_{\text{кл}} \cdot T = g \frac{2v_0}{g \sin \alpha} \cdot g \cos \alpha \cdot \sin \alpha = 2,4 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) 2 м/с
2) 2,4 м/с

$$\sqrt{\tau} \frac{\Delta Q_{\text{кп}}}{p_1 V_1} = \frac{Q_{1-2}}{A}$$



$$Q_{2-3} = A_{2-3} + \Delta U_{23} \quad (\text{Т.Н.Т.Д.})$$

$$Q_{2-3} = \frac{3}{2} \Delta(PV) = \frac{3}{2} 2V_1 (P_1 - 2P_1) = -3P_1 V_1$$

$$Q_{3-1} = A_{3-1} + \Delta U_{31} \quad (\text{Т.Н.Т.Д.})$$

$$Q_{3-1} = -P_1 V_1 + \frac{3}{2} P_1 (V_1 - 2V_1) = -\frac{5}{2} P_1 V_1$$

$$Q_x = Q_{2-3} + Q_{3-1} = -\frac{11}{2} P_1 V_1$$

$$Q_{\text{к}} = Q_{1-2}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{к}}} = 1 - \frac{|Q_x|}{|Q_{\text{к}}|} \Rightarrow Q_{\text{к}} = A + |Q_x|$$

~~$$A = (S_{123}) = (S_{1234} - S_{142})$$~~

~~$$S_{142} =$$~~

~~$$A = S_{123} \cdot (p_1 V_1) = (S_{1234} - S_{142}) \cdot (p_1 V_1)$$~~

~~$$S_{142} = \frac{1}{4} \pi r^2 = \frac{1}{4} \pi \cdot \frac{P_1 V_1}{P_1 V_1} \cdot \frac{P_1 V_1}{P_1 V_1}$$~~

~~$$S_{1234} = \frac{P_1 V_1}{P_1 V_1} \cdot \frac{P_1 V_1}{P_1 V_1}$$~~

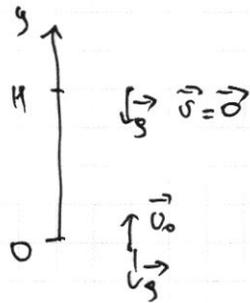
~~$$A = \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) \cdot (P_1 V_1) = \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) P_1 V_1$$~~

$$Q_{1-2} = A + |Q_x| = \left(1 - \frac{\pi}{4} + \frac{11}{2}\right) P_1 V_1 = \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}\right) P_1 V_1$$

$$Q_{\text{лет}}: 1) \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}\right) P_1 V_1 \quad 2) \left(2 - \frac{\pi}{4}\right) \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) P_1 V_1; 2) \frac{4-\pi}{26-\pi}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

W_1
 ΔQ_{k0}
 $m = 1 \text{ кг}$
 $T = 3 \text{ с}$
 $K = 1800 \Delta x$
 $\hat{v} = 10 \text{ с}$
 1) h
 2) τ_1



$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$v(t) = v_0 - gt$$

$$v(t) = 0 \text{ - высшая точка тр.}$$

$$0 = v_0 - gT \Rightarrow v_0 = 30 \text{ м/с}$$

3 с \Rightarrow :

~~$\frac{mv_0^2}{2} = mgh$~~ $W_k = W_p \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = mgh \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{900 \text{ м}^2/\text{с}^2}{20 \text{ м/с}^2} = 45 \text{ м}$



\vec{v}_1 последовательно от начала $\uparrow \vec{g}$
 \vec{v}_2 первого $\uparrow \vec{g}$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$$

$$y_2 = H + v_0 t - \frac{gt^2}{2}, v_0 = v_1$$

$$y_1 = H - v_0 t - \frac{gt^2}{2}, v_0 = v_1$$

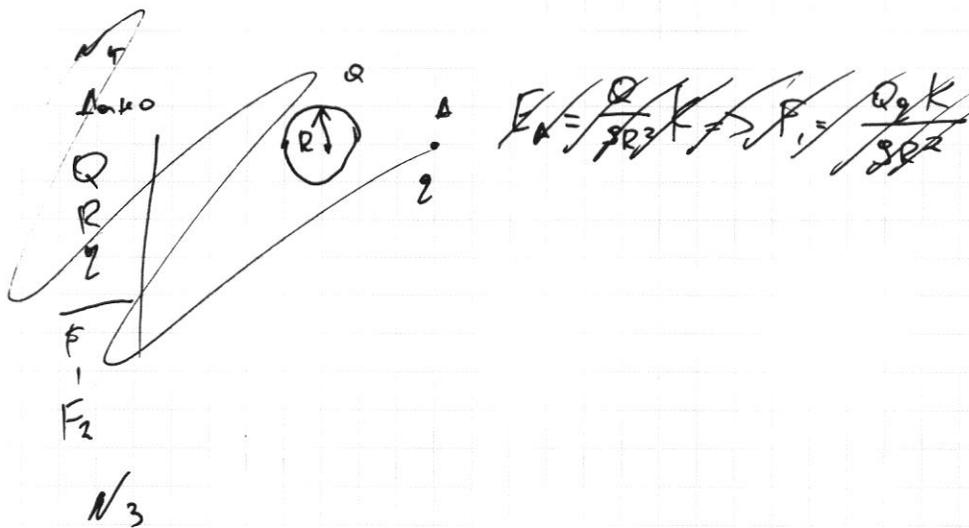
$$y_2(\tau_2) = 0 = H + v_0 \tau_2 - \frac{g\tau_2^2}{2} \Rightarrow \tau_2 = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g} = \tau_2 + \tau_1$$

$$y_1(\tau_1) = 0 = H - v_0 \tau_1 - \frac{g\tau_1^2}{2} \Rightarrow \tau_1 = \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g}$$

$$\tau_2 + \tau_1 = \tau = 2 \frac{v_0}{g} \Rightarrow v_0 = \frac{\tau \cdot g}{2} = 50 \text{ м/с}$$

$$\tau_{\text{отск}} \tau_1 = \frac{-50 \text{ м/с} + \sqrt{2500 \text{ м}^2/\text{с}^2 + 2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 45 \text{ м}}}{10 \text{ м/с}^2} = 1 \text{ с}$$

Ответ: 1) 45 м ; 2) 1 с

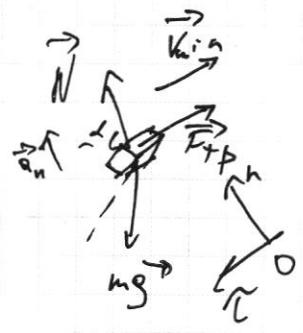


I: Δa_{10}
 $N = 2mg$



$\vec{F}_3 = m\vec{a} \text{ (II 3.H.)} \Rightarrow \vec{N} = 2m\vec{a} \Rightarrow a = g \cdot 2 = 20 \text{ m/c}^2$

II Δa_{10}
 $\alpha = 45^\circ$
 $\mu = 0,8$
 $R = 1 \text{ m}$
 v_{\min}



$\vec{F}_3 = m\vec{a} \text{ (II 3.H.)}$

Ил. Ор:

$F_{tr} = mg \cos \alpha$

$N_{\mu} = mg \cos \alpha \Rightarrow N = \frac{mg \cos \alpha}{\mu}$

Ил. Ор:

$m a_n = N - mg \sin \alpha$

$m \frac{v_{\min}^2}{R} = mg \cos \alpha \cdot \frac{1}{\mu} - mg \sin \alpha \Rightarrow v_{\min} = \sqrt{g \cos \alpha \cdot \frac{R}{\mu} - g \sin \alpha R}$

$= \sqrt{10 \text{ m/c}^2 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1 \text{ m}}{0,8} - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 1 \text{ m} \right)} = \sqrt{10 \text{ m/c}^2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \left(\frac{10}{8} - 1 \right) \text{ m}}$

$= \sqrt{10 \text{ m/c}^2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0,25} = \sqrt{1,750} \text{ m/c}$

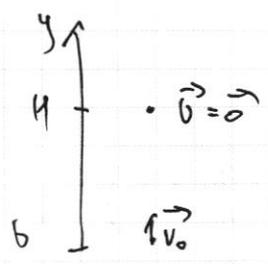
Ответ: 2) $v_{\min} = \sqrt{1,750} \text{ m/c}$

1) $a = 20 \text{ m/c}^2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

$\Delta_{\text{кно}}$
 $m = 1 \text{ кг}$
 $T = 3 \text{ с}$
 $K = 1800 \Delta x$

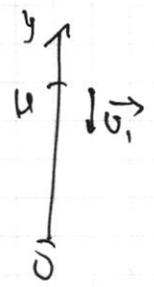


$U_k = 0$ (высшая точка)
 $U_0 - gT = 0$
 $U_0 = 30 \text{ м/с}$

- 1) t_1
- 2) t_2

3. С. З. З. З.:

$$W_p = W_k \Rightarrow mgh = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{900 \text{ м}^2/\text{с}^2}{20 \text{ м/с}^2} = 45 \text{ м}$$



З. З. З. З.

$$K = W_k = \sum_i \frac{m_i v_i^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow v_1^2 = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{3600 \Delta x}{1 \text{ кг}}} = 60 \text{ м/с}$$

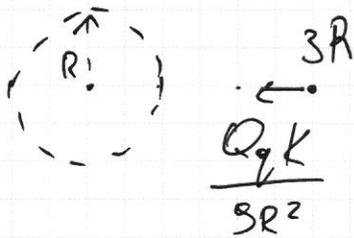
$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2} \Rightarrow y(t) = H - v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

$$y(t_1) = 0 \Rightarrow v_0 t_1 + \frac{g}{2} t_1^2 - H = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g}$$

$$= \frac{-60 \text{ м/с} + \sqrt{3600 \text{ м}^2/\text{с}^2 + 900 \text{ м}^2/\text{с}^2}}{10 \text{ м/с}^2} = -6 + 3\sqrt{5} \text{ с}$$

- Ответ:
- 1) ~~60~~ 45 м
 - 2) ~~-6~~ $-6 + 3\sqrt{5} \text{ с}$

√5

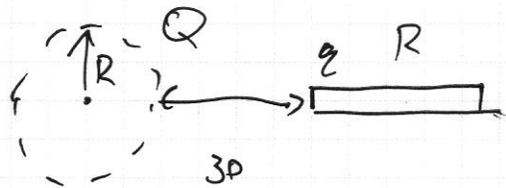


$$\frac{v_1^2}{2} = 1800 \Delta x$$

$$v_1 = \sqrt{3600 \Delta x} = 60 \frac{m}{s}$$

Diagram showing velocity vector v_1 at an angle θ to the horizontal. The horizontal component is v_0 and the vertical component is $g \sin \theta$.

$$v_0 = \tau = 10 \text{ c} = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gk}}{g} = \frac{60 + \sqrt{3600 + 900}}{g}$$



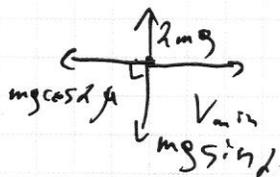
$$\int_0^R \frac{q \cdot dx \cdot Q}{(3R + dx)^2} = \int_0^R \frac{qQ}{(3R + dx)^2} \cdot \frac{dx}{R}$$

√3

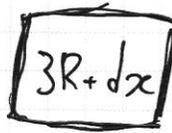
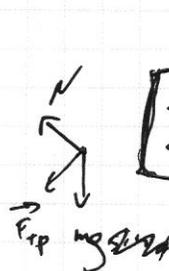


$$\frac{qQ}{R} \left(\int_0^R \frac{dx}{(3R + dx)^2} \right) =$$

$$\int_0^R \frac{dx}{(3R + dx)^2} = \int_0^R dx \cdot \frac{1}{(3R + dx)^2}$$



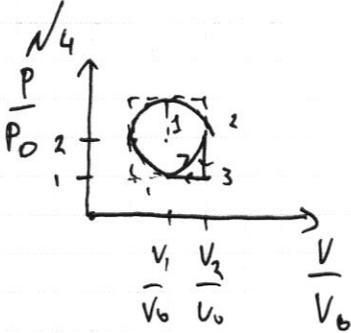
$$a_{\text{max}} = mg - mg \sin \alpha$$



$$\frac{dx}{(3R + dx)^2} = \frac{1}{(3R + dx)^2}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



~~$$Q_{2-3} = \frac{3}{2} \frac{P_1 V_1}{2} (1-2) = -3$$~~

$$Q_{2-3} = \frac{3}{2} P_1 (2V_1 - 2P_1) = \frac{3}{2} P_1 V_1$$

$$Q_{3-1} = \frac{3}{2} P_1 (V_1 - 2V_1) - P_1 V_1 = -\frac{5}{2} P_1 V_1$$

~~$$Q_{1-2} = (-3 P_1 V_1 - \frac{5}{2} P_1 V_1) = -\frac{11}{2} P_1 V_1$$~~

~~$$A_{2-3} = \frac{1}{4} (2\pi \cdot P_1 V_1)$$~~

~~$$A_{3-1} = \frac{1}{4} (2\pi \cdot P_1 V_1 (1-2))$$~~

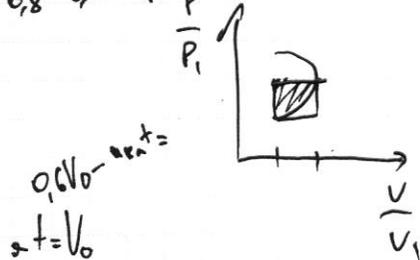
~~$$P_1 V_1 - \frac{1}{4} 2\pi P_1 V_1 = P_1 V_1 \left(\frac{\pi}{4} \right)$$~~

$$\frac{11}{2} P_1 V_1 = Q_{1-2}$$

$$Q_{\Sigma} = \Delta U_3 + A_{\Sigma}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{eng}}} = \frac{P_1 V_1 \cdot \frac{\pi}{4}}{\frac{11}{2} P_1 V_1} = \frac{\pi}{22}$$

$$\frac{2}{0,8} = \frac{1}{0,4} = \frac{10}{4} = \frac{P}{P_1}$$



$$S = \frac{1}{4} \pi P_1 V_1$$

$$mgH \cdot \sin^2 \alpha = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\frac{a \cos \alpha}{2} t = a_{\text{т.п.}} t = \frac{v_0 \cos \alpha}{2}$$

$$\leq 0,6 v_0 - a \left(\frac{v_0 \cos \alpha}{2} \right) t = 0,3 v_0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

I:

N_3
 Δa_{KO}
 $N = 2mg$
 a

II

Δa_{KO}
 $d = \frac{\pi}{4}$
 $\mu = 0,8$
 $N = 2mg$
 $R = 1m$
 \vec{v}_{min}

$\vec{F}_s = \omega \vec{a} \Rightarrow \vec{N} = \vec{a}_{\text{нм}} \Rightarrow 2mg = m a_n \Rightarrow a_n = 2g$

$\vec{F} = \frac{d \cdot g \cdot 2}{R} \cdot k$
 $(3R - R \cos \alpha)^2 + (R \cos \alpha)^2$

$\vec{F}_{TP} = N \mu = 2mg \cos \alpha \mu$

$\vec{F}_{TP} \cdot \cos \alpha \uparrow y$
 $mg \sin d$

II 3.4:

$\vec{m} \vec{a} = \vec{mg} + \vec{F}_{TP} + \vec{N}$

$\vec{a} \parallel OY:$

$m \frac{v_{min}^2}{R} = \mu mg \cos \alpha + mg \cos^2 d \mu - mg \sin d$

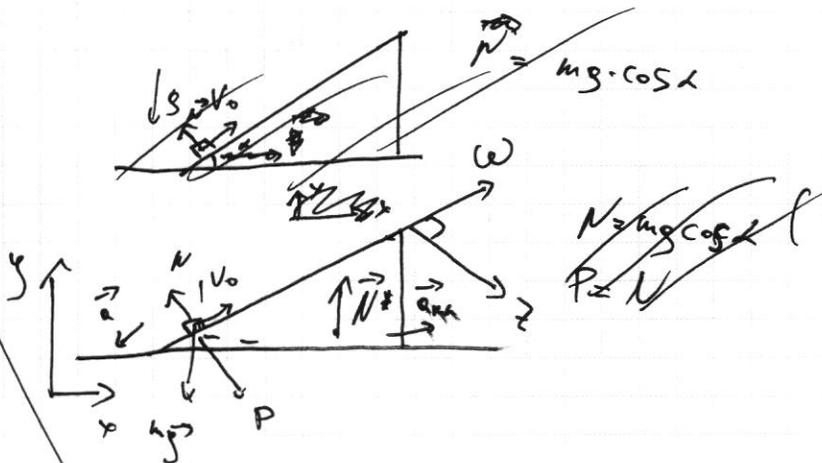
$v_{min} = \sqrt{g(\cos \alpha \mu + \cos^2 d \mu - \sin d)}$

$\sqrt{2} = 1,4$
 $\sqrt{10} = 3,16$
 $\sqrt{1,25} = 1,118$
 $\sqrt{1,740} = 1,32$

$\sqrt{10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,118} = \sqrt{5,59} = 2,36$
 $\sqrt{1,25 \cdot 1,118} = \sqrt{1,3975} = 1,18$
 $\sqrt{1,740} = 1,32$

$\frac{1}{16}$

ΔOKO
 $\cos \alpha = 0,6$
 $M_{KA} = 2 \text{ m}$
 $K = 0,2$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$
 1) V_0
 2) V

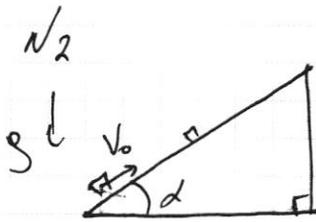


II 3.п.
 $\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$
 $K_a O \omega$
 $a = g \sin \alpha$
 $K_a O z:$
 $N = mg \cos \alpha$

$|\vec{N}| = |\vec{P}| = mg \cos \alpha$

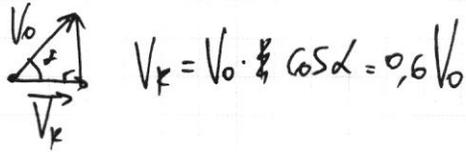
II 3.п. ΔKOK КЛИН
 $\vec{Q}_{KA} \cdot M_{KA} = \vec{F}_\Sigma = \vec{P} + \vec{N}^*$
 $K_a O x:$
 $Q_{KA} \cdot M_{KA} = P \cdot \sin \alpha = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha \Rightarrow Q_{KA} = \frac{mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{2m} = \frac{Q \cdot \sin \alpha}{2}$

$\frac{2V_0}{g \sin \alpha}$
 $0,6$
 $0,4$
 $\frac{0,6}{2,4}$
 $\frac{0,8}{0,48}$



$\cos \alpha = 0,6$ $\frac{M_{kr}}{m_{uw}} = 2$
 $H = 0,2$

$v_0 = ?$
 v_k



$v_{0 \rightarrow 0} = \sqrt{v_0^2 - v_k^2} = v_0 \cdot \sqrt{1 - 0,36} = v_0 \cdot 0,8$

$v(t) = v_0 - gt$

$v_k = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}$

$H = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} = 2 \text{ m/s}$
0,8

~~$\frac{2}{2} \frac{v_0^2}{2g}$~~

$\sqrt{3}$



$1) a_n m = 2mg$
 $a_n = 2g = 20 \text{ m/s}^2$

2)



$\mu = 0,8$
 $\alpha = 4 \text{ km}$
 $R = 1 \text{ m}$
 $v_{min} = ?$



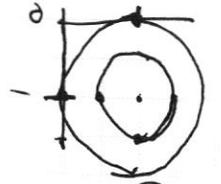
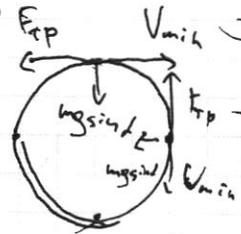
$a_n = \frac{v_{min}^2}{R}$

$F_{TP} = mg \cos \alpha \mu$

$\sqrt{v_{min}^2} = 2gR$
 $v_{min} = 2 \text{ m/s}$



$\frac{v_{min}^2}{R} = mg \sin \alpha$



$\left(\frac{R}{r}\right)^2 + \left(\frac{v_1}{v_2} - 1\right)^2 = 1$

$1 + 1 = 1$
 $2 = 1$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

n/r

$h \cdot$

$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$
 $0 = v_0 - gT$

$mgh = \frac{mv^2}{2}$
 $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{900} = 30 \text{ м/с}$

$v_0 = gT = 30 \text{ м/с}$ ~~30~~

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

$h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{900}{20} = 45 \text{ м}$

$mgh = 450 \text{ Дж}$

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

$20v_1 + \frac{g}{2}t^2 = h$ $2 \cdot \frac{v_1}{g} = 60$

$P_s = 0$

$\frac{v_1}{g} = \frac{-v_1 + \sqrt{v_1^2 + 2gh}}{g} = \frac{\sqrt{v_1^2 + 2gh}}{g}$ $v_1 = 60 \text{ м/с}$

$\frac{mv_1^2}{2} = k$

$v_1 = \sqrt{\frac{2k}{m}} = \sqrt{\frac{3600}{1}} = 60 \text{ м/с}$

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

$t_1 = \frac{-v_1 + \sqrt{v_1^2 + 2gh}}{g} = \frac{-60 + \sqrt{3600 + 900}}{10} = \frac{-60 + \sqrt{4500}}{10} = \frac{-60 + 67.08}{10} = 0.708 \text{ с}$

$t_2 = \frac{v_1 + \sqrt{v_1^2 + 2gh}}{g} = \frac{60 + 67.08}{10} = 12.708 \text{ с}$

$t_2 - t_1 = 12 \text{ с}$

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

$20v_1 - \frac{g}{2}t^2 = 0$
 $t = \frac{40v_1}{g} = 24 \text{ с}$

$y(t) = 20v_1 t - \frac{g}{2}t^2$
 $0 = 20v_1 t - \frac{g}{2}t^2$

$20v_1 - \frac{g}{2}t = 0$
 $t = \frac{40v_1}{g} = 24 \text{ с}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ν_1
 Δ_{2k0}
 $m = 1 \text{ кг}$
 $T = 3 \text{ с}$
 $K = 1800 \text{ Дж}$
 $\tilde{v} = 10 \text{ с}$
 1) H
 2) \tilde{v}_1

$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}t$
 $H \text{ ОУ:}$
 $v(t) = v_0 - gt$
 $v(T) = 0$ (т.к. высшая точка траектории)
 $0 = v_0 - gT \Rightarrow v_0 = gT = 30 \text{ м/с}$

$v_0^2 + \frac{g^2}{2}t^2 - H = 0$
 $t = \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g}$
 $v_0 = 30 \text{ м/с}$
 $-60 + \sqrt{3600 + 2 \cdot 10 \cdot H}$
 $10 \quad z = -6 + 3\sqrt{2z}$

$W_R = W_{KE} \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = mgH \Rightarrow H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{900 \text{ м}^2/\text{с}^2}{20 \text{ м/с}^2} = 45 \text{ м}$

$K = W_{KE} = \sum \frac{\Delta m_i v_i^2}{2} = \sum_{i=1}^N \frac{\Delta m_i v_i^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{3600 \text{ Дж}}{1 \text{ кг}}} = 60 \text{ м/с}$

Первый осколок снаряда летит вверх, чей $\vec{v}_1 \uparrow \vec{g}$
 2 осколок 2: $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$
 $H \text{ ОУ}$
 $y(t) = H - v_1 t - \frac{g t^2}{2}$
 $y(\tilde{v}_1) = 0 \Rightarrow H = v_1 \tilde{v}_1 + \frac{g \tilde{v}_1^2}{2} \Rightarrow \tilde{v}_1 = \frac{v_1}{2} = 15 \text{ м/с} \quad (1)$

Второй осколок снаряда летит вниз, чей $\vec{v}_2 \downarrow \vec{g}$
 1 осколок 1: $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$
 $y(t) = H + v_2 t - \frac{g t^2}{2}$

Переходим углер осклок у которо $\vec{v}_1 \uparrow \vec{g}$

2 осклок:

ЗСЗ:

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

$$W_k = \frac{\Delta m v_k^2}{2}$$

$$v_{kF} = W_k / W_k \quad (A_{с-оп} = 0)$$

$$\frac{v_1^2}{2} + gH = \frac{v_k^2}{2}$$

$$v_k = \sqrt{v_1^2 + 2gH} = \sqrt{3600/27 + 2 \cdot 10 \cdot 30} \text{ м/с} = 30\sqrt{5} \text{ м/с}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

к OY:

$$v(t) = v_1 + gt$$

Переходим в CO осклок №2

Осклок 1 углет салин полярннн, т.е. $\vec{v}_1 \uparrow \vec{g}$

$\vec{v}_1 \uparrow \vec{g}$

Переходим в CO оск. №2 координ, когд их координат

совпадают.

$$y_1(t) = 0$$

$$y_2(t) = 20t - \frac{g}{2}t^2 \Rightarrow \begin{cases} t=0 \\ 20t - \frac{g}{2}t^2 = 0 \Rightarrow t = \frac{40}{g} = \frac{2 \cdot 20 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 2 \text{ с} \end{cases}$$

и правд в $t=0$ осклок вместе.

