# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

## Вариант 10-02

| Шифр |
|---|

(заполняется секретарём)

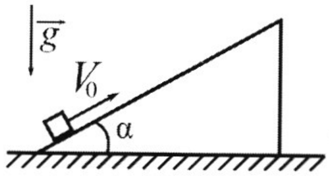
**1.** Фейерверк массой $m = 1$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3$ с разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Суммарная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

1) На какой высоте $H$ взорвался фейерверк?

2) В течение какого промежутка времени $\tau$ осколки будут падать на землю?

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

**2.** На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол $\alpha$ 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 $H = 0,2$ м. Масса клина в два раз больше массы шайбы. Ускорение свободного падения $g$=10 м/с$^2$.




1) Найдите начальную скорость $V_0$ шайбы.

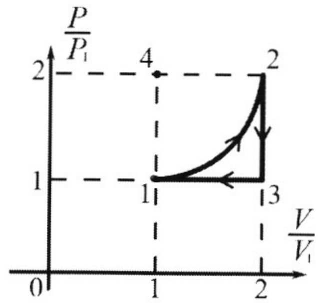
2) Найдите скорость $V$ клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

**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 $\alpha = 45^0$. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,8$, радиус сферы $R = 1$ м. Ускорение свободного падения $g$=10 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 $\eta$ 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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

В высшей точке траектории $V = 0$

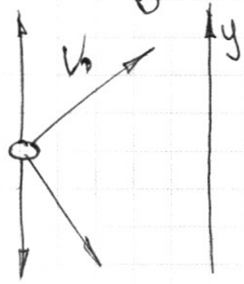
$\Rightarrow V_0 - gT = 0 \Rightarrow V_0 = gT = 30$ м/с

$\Rightarrow H = V_0 \cdot T - \frac{gT^2}{2} = 90 - \frac{10\cdot 9}{2} = 45$ м

1) Ответ: 45 м

2) Через какое время на землю упал первый осколок?

Для начала заметим, что первым упадёт осколок, скорость которого сразу после взрыва была направлена вертикально вниз.




Все осколки разлетелись с равными по величине скоростями (пусть $V_0$)

Пусть $V_y$ – проекция скорости на ось y какого-то осколка. Тогда время, через которое осколок упадёт:

$$-H = V_y t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \frac{gt^2}{2} + H - V_y t = 0$$

$$t = \frac{V_y \pm \sqrt{V_y^2 - 4\cdot\frac{g}{2}\cdot H}}{g} = \frac{V_y + \sqrt{V_y^2 - 2gH}}{g}$$

Второй корень не подходит т.к. $t<0$.

$\Rightarrow$ Чем больше $V_y$ тем больше $t$.

min $V_y$ у осколка, летящего вертикально вниз.

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Суммарная кин. энергия всех осколков $= K =$

$$= \sum \frac{\Delta m \cdot V_0^2}{2} = \frac{V_0^2}{2} \cdot \sum \Delta m = \frac{m V_0^2}{2} = 1800 \text{ Дж}$$

$$\Rightarrow V_0 = 60 \text{ м/с} = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

$$\Rightarrow H = V_0 t + \frac{g t^2}{2}$$

$$V_0 t + \frac{g t^2}{2} - H = 0$$

$$t = \frac{-V_0 \pm \sqrt{V_0^2 + 4 \frac{g}{2} \cdot H}}{g} = \frac{-V_0 \pm \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g} =$$

$$= \frac{-V_0 + \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g}$$

отбрасываем второй корень т.к $t < 0$.

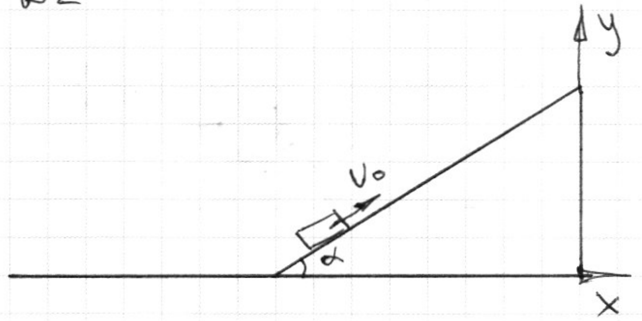
$$\boxed{t} = \frac{-60 + \sqrt{3600 + 2 \cdot 10 \cdot 45}}{10} = -6 + \frac{10}{10} \cdot \sqrt{36 + 9} =$$

$$= -6 + \sqrt{45} = -6 + 3\sqrt{5} = \boxed{0{,}72 \text{ с}}$$

Ответ

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2




Трения нет.

масса шайбы $= m$

1) ЗСИ на ось x: (нет внешних сил)

$v_0 \cos\alpha \cdot m = v_x \cdot 3m$ где $V_x$ - скорость клина когда шайба на max. высоте.

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

В момент когда высота максимально $V_y$ шайбы $=$
$= 0 \Rightarrow V$шайбы$= v_x$

ЗСЭ: для шайбы и клина $\frac{mU_0^2}{2} = mgH + \frac{mV_x^2}{2} + \frac{2mV_x^2}{2}$

кин энер. шайбы; потенц. энерг. шайбы + кин. энерг. шайбы + кин энерг. клина

$\frac{mV_0^2}{2} = mgH + 3m \cdot \frac{V_0^2 \cos^2\alpha}{9 \cdot 2}$ $\Big| : m$

$\frac{V_0^2}{2} = gH + \frac{V_0^2 \cos^2\alpha}{3 \cdot 2}$

$\frac{V_0^2}{2}\left(1 - \frac{\cos^2\alpha}{3}\right) = gH \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2gH}{1 - \frac{\cos^2\alpha}{3}}} =$

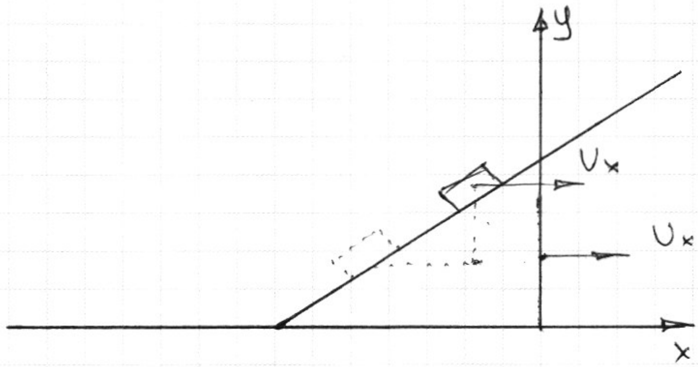
$= \sqrt{\frac{6gH}{3 - \cos^2\alpha}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 10 \cdot 0{,}2}{3 - 0{,}36}} = \sqrt{\frac{12 \cdot 100}{300 - 36}} = \sqrt{\frac{1200}{264}} =$

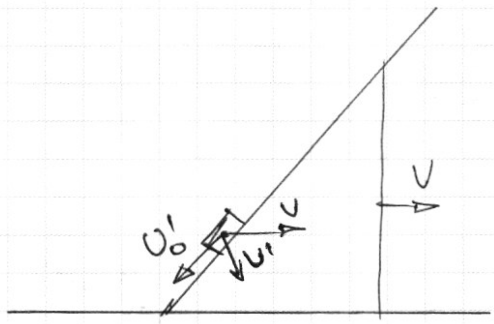
$=$

$= \sqrt{\frac{300}{66}} = \sqrt{\frac{100}{33}} = \frac{10}{\sqrt{33}} \approx 1{,}57$ м/с

Ответ: ~~...~~ 1,57 м/с

2)




ЗСЭ: $\frac{m_{ш}\cdot U_x^2}{2} + \frac{m_{кл}\cdot U_x^2}{2} + m_{ш}\cdot g\cdot H =$

$= \frac{m_{кл}\cdot U^2}{2} + \frac{m_{ш}(\bar{U}_0' + \bar{U})^2}{2}$ где $\bar{U}_0' + \bar{U} = \sqrt{U^2 + U_0'^2 - 2\cos\alpha\, U U_0'}$

ЗСИ$_x$: $m_{ш} U_x + m_{кл} U_x = m_{кл} U + m_{ш}\cdot(U - U_0'\cos\alpha)$

$m_{ш} = m_{кл} = m$

$\Rightarrow$ ЗСЭ: $m U_x^2 + mgH =$

$= \frac{m}{2}(U^2 + U^2 + U_0'^2 - 2\cos\alpha\, U U_0')$ $\quad : m$

ЗСИ$_x$: $2mU_x = m(U + U - U_0'\cos\alpha)$

из пункта (1) $mgH = \frac{mU_0^2}{2} - \frac{3mU_x^2}{2}$ $\quad U_x = \frac{U_0\cos\alpha}{3}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{U_0^2\cos^2\alpha}{9} + \frac{U_0^2}{2} - \frac{U_0^2\cos^2\alpha}{6} = \frac{2U^2 + U_0'^2 - 2\cos\alpha\, U U_0'}{2} \\ \frac{2U_0\cos\alpha}{3} = 2U - U_0'\cos\alpha \end{cases}$$

$$U_0^2\left(\frac{\cos^2\alpha}{9} + \frac{1}{2} - \frac{\cos^2\alpha}{6}\right) = U^2 + \frac{\left(\frac{2U - \frac{2U_0\cos\alpha}{3}}{\cos\alpha}\right)^2}{2} + \frac{2U_0\cos\alpha}{3}\cdot U - 2U^2$$

подставим $U_0$ $\quad U>0 \Rightarrow$ второй корень не подходит.

$$\frac{48}{33} = -U^2 + \frac{U^2\cdot 50}{9} + \frac{200}{33\cdot 9} - \frac{200U + 72U}{\sqrt{33}\cdot 18} \Rightarrow U = \frac{\frac{272}{\sqrt{33}\cdot 2} + \sqrt{\frac{272^2}{33\cdot 4} + \frac{4\cdot 41\cdot 432}{33}}}{82} \approx 0{,}93 \text{ м/с}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

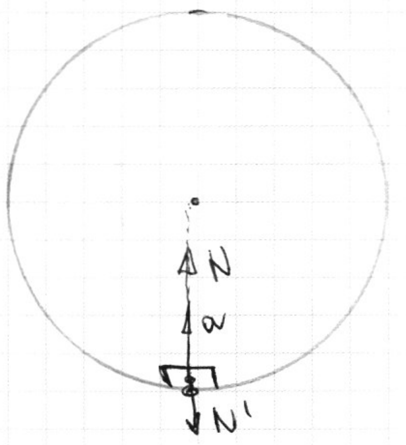
(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N3

Сила с которой модель действует на сферу =

1)




$N = 2mg$ = силе с которой сфера действует на модель III ЗН

$N = N'$ ⇐

$N = ma$ - II З. Ньютона

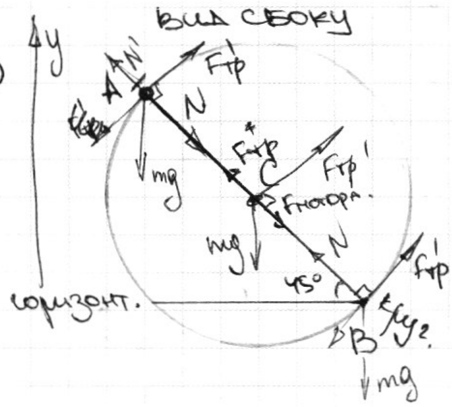
$a = \frac{v^2}{R}$

$\Rightarrow 2mg = ma$

$\underline{a = 2g}$

Ответ: $a = 2g = 20$ м/с²

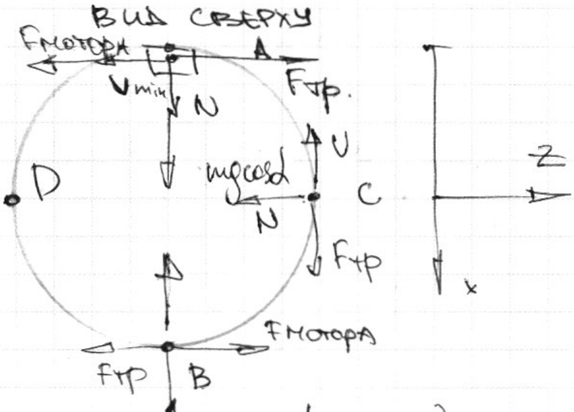
2)




$\alpha = 45°$

$R = 1$ м

$v = 0{,}8$




$F_{трение} = \mu N \qquad F'_{тр} \le \mu N \Rightarrow \max F'_{тр} = \mu N$

A. II ЗН$_x$: $N + mg\cos\alpha = \frac{m v_{min}^2}{R}$

y: $mg = N\cos\alpha + F'_{тр}\cos\alpha$

B. II ЗН$_x$: $N - mg\cos\alpha = \frac{m v_{min}^2}{R}$

y: $mg = N\cos\alpha + F_{тр}\cos\alpha$

C z: $-mg\cos\alpha - N = -m\frac{v_{min}^2}{R}$

y: $mg = F_{тр}\cos\alpha + F'_{тр}\cos\alpha = N\mu\cos\alpha + F'_{тр}\cos\alpha + F_{мотора}\cos\alpha$

D аналогично C.

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Заметим, что $F_{тр}' \ \cancel{min}^{max}$ в точке C (далее она растёт к т. A, уменьшается к D, снова растёт к B и уменьшается к C).

$\Rightarrow F_{тр}' \max = \mu N$

$$\Rightarrow \begin{cases} mg\cos\alpha + N = m\dfrac{v_{min}^2}{R} \\ mg = 2\mu N\cos\alpha - F_{мотора}\cos\alpha \end{cases}$$

т.к. движение равномерное, то $F_{мотора} = F_{тр} = \mu N$

$$\Rightarrow \begin{cases} mg\cos\alpha + N = \dfrac{mv_{min}^2}{R} \\ mg = \mu N\cos\alpha \end{cases}$$

$$\cancel{m}g\cos\alpha + \frac{\cancel{m}g}{\mu\cos\alpha} = \frac{\cancel{m}v_{min}^2}{R}$$

$$v_{min} = \sqrt{gR\cos\alpha + \frac{gR}{\mu\cos\alpha}} =$$

$$= \sqrt{10\cdot 1\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{10\cdot 1\cdot 2}{0{,}8\cdot\sqrt{2}}} = \sqrt{5\sqrt{2} + \frac{100}{4\cdot\sqrt{2}}} =$$

$$= \sqrt{5\sqrt{2} + \frac{25}{\sqrt{2}}} = \sqrt{\frac{35}{\sqrt{2}}} \approx 5 \text{ м/с}$$

Ответ: $\sqrt{\dfrac{35}{\sqrt{2}}} = 5$ м/с

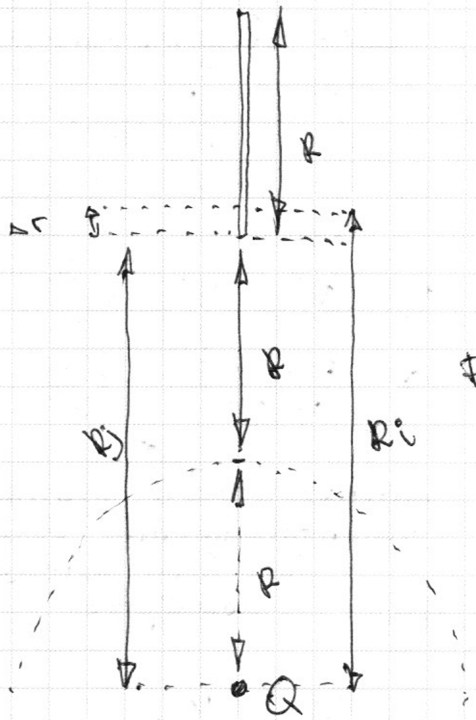
# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

Сфера заряжена равномерно ⇒ на все объекты вне себя сфера действует так, как действовал бы точечный заряд Q ~~в цент~~ расположенный в центре сферы.

⇒ 1) $F_1 = \frac{Q \cdot q}{9R^2}$

2)




По III З.Ньютона

Сила, с которой стержень действует на сферу = силе с которой сфера действует на стержень.

⇒ посчитаем силу, с которой сфера действует на стержень

Разделим стержень на малые Δr:

$$F_2 = \sum \left( \frac{\frac{q}{R} \cdot \Delta r \cdot Q \cdot k}{\left(\frac{R_j + R_i}{2}\right)^2} \right) =$$

$$= 4\frac{q}{R} \cdot Qk \cdot \frac{\sum \Delta r}{\sum (R_i + R_j)^2} =$$

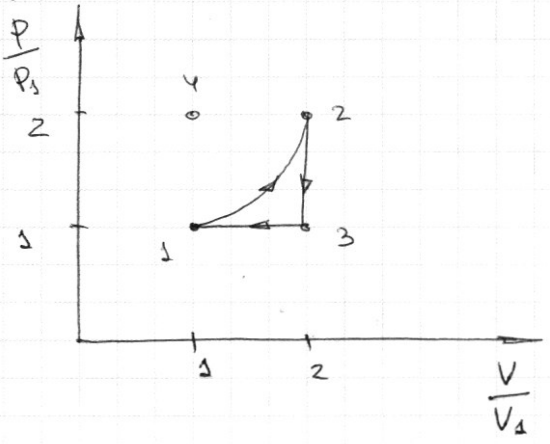
по сути т.к. разница $R_i$ и $R_j$ мала то это сумма всех возможных расстояний от заряда Q в пределах от 2R до 3R.

$$= \cancel{\frac{4qQk}{R} \cdot R \cdot \int_{2R}^{3R} \frac{2R}{R^2}} =$$

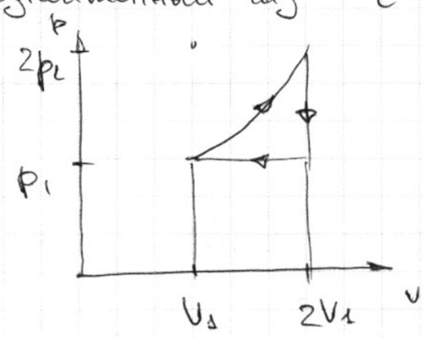
$$= \cancel{\frac{4qQk}{(3R-2R)^2}} = \cancel{\frac{4qQk}{R^2}} = \int_{2R}^{3R} \frac{Qqk \cdot (R_j - R_i)}{\left(\frac{R_j+R_i}{2}\right)^2} \cdot \frac{1}{R} = \frac{kqQ}{2R^2} - \frac{kqQ}{3R^2} =$$

Ответ $\longrightarrow$ $= \frac{kqQ}{6R^2}$

№4




одноатомный газ ⇒ $i=3$.



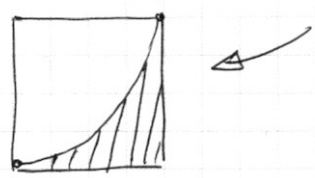

ЗСЭ для газа:

1) $\Delta Q = \Delta U + A$ где $A = \sum p_i \Delta V_i$ ⇒ A - площадь под графиком. (pV коорд.)

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}(2p_1 \cdot 2V_1 - p_1V_1) =$

$= \frac{3}{2}\, 3p_1V_1 = \frac{9p_1V_1}{2}$

Для квадрата со стороной R.



$A_{12} = p_1V_1 + \Delta A$

площадь квадрата 1-3-ось V

$\Delta A = \frac{4-\pi}{4} \cdot p_1V_1.$

$R^2 - \frac{\pi R^2}{4} = R^2\left(\frac{4-\pi}{4}\right)$

$\Rightarrow \frac{R^2(4-\pi)}{4 \cdot R^2} = \frac{4-\pi}{4}$

такую часть занимает заштрихованная область от всей площади квадрата.

$\Rightarrow \Delta Q = p_1V_1\left(\frac{8-\pi}{4}\right) + \frac{9p_1V_1}{2} =$

1) Ответ $= p_1V_1 \cdot \frac{(26-\pi)}{4}$

2) $A_{за\ цикл} = \Delta A = \frac{4-\pi}{4} p_1V_1$ 2) Ответ

3) $\eta = \frac{A_{за\ цикл}}{Q} = \frac{(4-\pi)\,p_1V_1 \cdot 4 \cdot 100\%}{4 \cdot p_1V_1(26-\pi)} = \frac{4-\pi}{26-\pi} \cdot 100\% =$

$= \frac{0,86}{22,86} \cdot 100\% = \frac{86}{22,86}\% \approx 3,7\%$

3) Ответ:

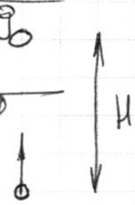
# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

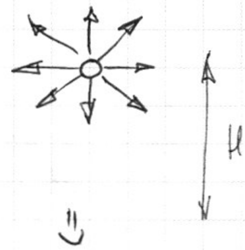
N 1

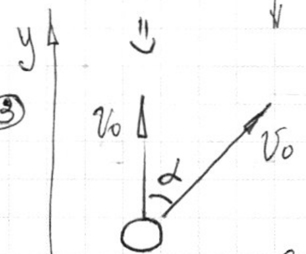
$m = 1$ кг
$T = 3$ с
$k = 1800$ Дж
$\tau = 10$ с

$6{,}8 \times 6{,}8$: 544, 408, 4624

$6{,}7 \times 6{,}7$: 469, 402, 4489



② 

③ 

1. Фейерверк подлетел на высоту H
2. Фейерверк разорвался.

$\Rightarrow$ время падения любого его осколка:

$V_0$ - скорость осколков сразу после разрыва.

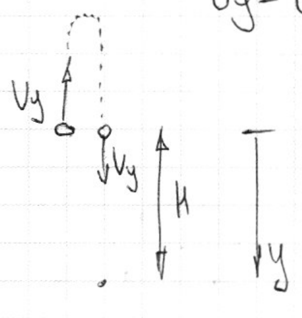
т.к. $V_y - gT' = 0$

где $T'$ - время до того, как верт. скорость осколка станет $= 0$.

$V_y$ - проекция на ось $y$ (см. ③)

$$t = 2T' + t' = 2\frac{V_y}{g} + \frac{\sqrt{V_y^2 + 2gH} - V_y}{g}$$

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



$$t' = \frac{\sqrt{V_y^2 + 2gH} - V_y}{g}$$

(корень один т.к при другом $t' < 0$ !!)

$$t = \frac{V_y + \sqrt{V_y^2 + 2gH}}{g}$$ $\Rightarrow$ $t_{max}$ при $\max V_y$

$t_{min}$ при $\min V_y$

Максимальная $V_y$ будет у осколка, который полетит вертикально вверх (т.к. скорости всех осколков равны, то в случае верт. осколка $V_y = V_0$, в других $V_y = V_0 \cos\alpha < V_0$

см. рис. ③ )

Минимальная $V_y$ будет у осколка, летящего вертикально вниз.

Суммарная кин. энергия всех осколков $= K =$

$$= \sum \frac{\Delta m U_0^2}{2} = \frac{U_0^2}{2} \cdot \sum \Delta m = \frac{m U_0^2}{2} = 1800 \text{ Дж}.$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1800}{1}} = 60 \text{ м/с}$$

$\Rightarrow$ время падения осколка, полетевшего вертикально вверх $=$

$$= t_1 = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gH}}{g}$$

$$\cancel{\Rightarrow (\tau g - v_0)^2 - v_0^2 = 2gH}$$

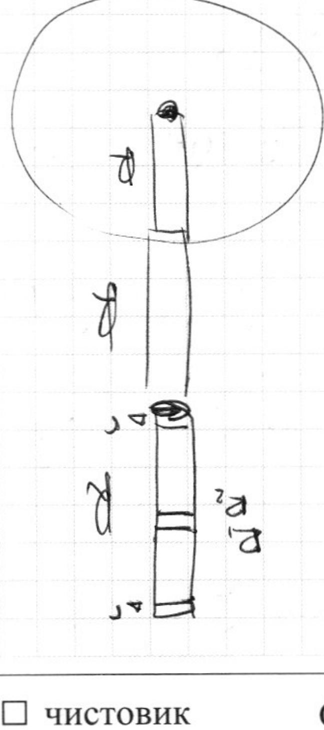
$$\cancel{H = \frac{(\tau g - U_0)^2 - v_0^2}{2g} = \frac{\tau^2 g^2 - 2\tau g U_0}{2g} = \frac{\tau^2}{2} g - \tau U_0 =}$$

$$\cancel{= \frac{100 \cdot 10}{2} - 10 \cdot 60 = 500}$$

Время падения осколка полетевшего вертикально вниз $=$

$$= t_2 = \frac{\sqrt{U_0^2 + 2gH} - U_0}{g}$$

$$\Rightarrow t_1 - t_2 = \tau = 10\text{с} = \frac{2U_0}{g}$$



# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2V_0^2\cdot\left(\frac{\cos^2\alpha}{8}+\frac{1}{2}-\frac{\cos^2\alpha}{6}\right)=2V^2+\frac{4V^2+\frac{4V_0^2\cos^2\alpha}{9}-4V\cdot\frac{2V_0\cos\alpha}{3}}{\cos^2\alpha}+$$

$$+\frac{2\cdot2V_0\cos\alpha V}{3}-2V^2\cdot2$$

$$\frac{\sqrt{33}}{6}=V_0\cdot\ \ldots$$

$$\approx\frac{\cancel{100}}{33}\cdot\frac{\cancel{36}\ 4}{\cancel{100}\cdot\cancel{9}}$$

$$\frac{2\cdot16\cdot0{,}6}{10\cdot3\cdot10}=2V-V_0\cos\alpha$$

$$\frac{100}{33}\left(\frac{36}{100\cdot9}+\frac{1}{8}-\frac{36}{100\cdot6}\right)=V^2+\frac{\left(2V-\frac{20\cdot6\cdot2}{10\cdot3\cdot\sqrt{33}}\right)^2\cdot\frac{25}{\cancel{50}}}{18\cancel{36}\cdot\cancel{2}}+$$

$$+\frac{4\cdot10}{10\cdot\sqrt{33}}V-\cancel{2V^2}$$

$$\frac{100}{33}\left(\frac{4}{100}+\frac{1}{2}-\frac{6}{100}\right)=\cancel{4}-U^2+4V^2\cdot\frac{25}{18}+\frac{16}{33}\cdot\frac{25}{18}-$$

$$-2\cdot2V\cdot\frac{2}{\sqrt{33}}\cdot\frac{25}{18}+\frac{4}{\sqrt{33}}V-\cancel{2V^2}$$

$$\frac{100}{33}\left(\frac{48}{100}\right)=$$

$$=-V^2+\frac{2V^2\cdot25}{9}+$$

$$+\frac{200}{33\cdot9}-\frac{200V}{\sqrt{33}\cdot18}+\frac{72V}{\sqrt{33}}-\cancel{2V^2}+$$

$$\frac{4}{33}+\frac{50}{33}-\frac{4}{33\cdot6}=$$

$$\frac{41V^2}{9}+\frac{200}{33\cdot9}-\frac{272V}{\sqrt{33}\cdot18}-\frac{48}{33}=0$$

$$\frac{41V^2}{9}-\frac{432}{33\cdot9}-\frac{272V}{\sqrt{33}\cdot18}=0$$

N1.

$T = 3c$ ?

$gT - V_0 = 0$

$\frac{V_0}{g} = T$ ?

$V_0 = Tg$ ?

$\frac{m \cdot V^2}{2} = 1800$

$V' = \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 10} = 60$

$t + T' - T' = t = 10c.$

$t = \frac{V_0}{g} \cdot 2$ ?

$\sqrt{V_0^2 + 2gH} - V_0 = gT'$

$T' =$

$\frac{2V_0}{g} + \frac{\sqrt{V_0^2 + 2gH} - V_0}{g} =$

$= \frac{\sqrt{U_0^2 + 2gH} + U_0}{g} = 10$

$3600 - 2gH = 1600$

$H = 40$ $\cancel{\frac{2000}{20}}$

$\sqrt{U_0^2 + 2gH} + \overset{60}{U_0} = 100$

$\sqrt{U_0^2 + 2gH} = 40$ $U_0$ $H -$

---

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

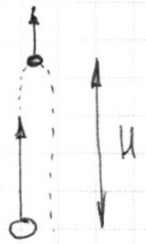
N1.

$m = 1$ кг

$T = 3$ с

$k = 1800$

$\tau = 10$ с

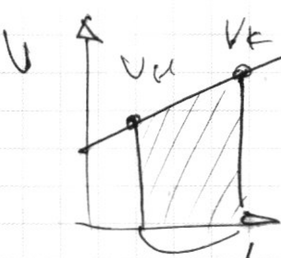


$V_0^2(\ldots) = V^2 + 2V^2 + 2V_0 \ldots \ldots$

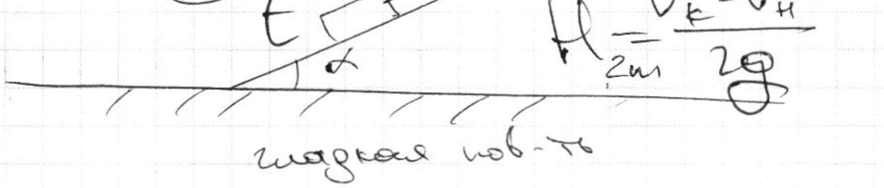
$gT - V_0 = 0$ $\quad V_0 = gT = 30$ м/с

$\Rightarrow H = V_0 \cdot T + \frac{gT^2}{2}$

$\Delta t = \frac{V_k - V_н}{g}$




$\frac{V_к + V_н}{2} \cdot \Delta t$




$H = \frac{V_к^2 - V_н^2}{2g}$

~~$mV_0 = 3mV_x$~~

$V_x = \frac{V_0}{3}$

$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_x^2}{2} + mgH$

$mV_0\cos\alpha = 3mV_x$

$V_0 = \ldots$

$V_x = \frac{V_0\cos\alpha}{3}$

$V_y + \sqrt{V_y^2 + 2gH}$

$(t'' - t')\frac{g}{2} < \left(\frac{t''}{t'} - \frac{t'}{t''}\right)H$

$\frac{H - \frac{gt'^2}{2}}{t'} < \frac{H - \frac{gt''^2}{2}}{t''}$

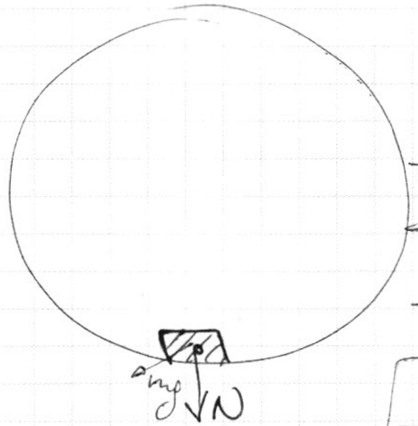
$\frac{H}{t'} - \frac{g}{2}t' < \frac{H}{t''} - \frac{g}{2}t''$

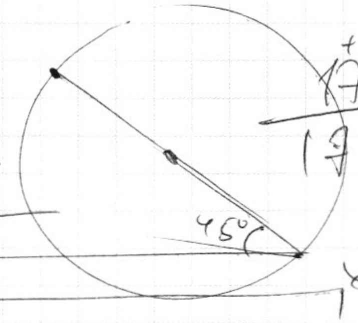
$t_1 = \frac{-V_y \pm \sqrt{V_y^2 + 2gH}}{2 \cdot \frac{g}{2}} = \frac{-V_y + \sqrt{V_y^2 + 2gH}}{g}$

$V_y^2 + 4 \cdot \frac{g}{2} \cdot H = V_y^2 + 2gH$

$$\begin{array}{r} 272 \\ \times\ 272 \\ \hline 544 \\ +1904 \\ 544 \\ \hline 73984 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 432 \\ \times\ 41 \\ \hline 432 \\ +1728 \\ \hline 17912 \end{array}$$



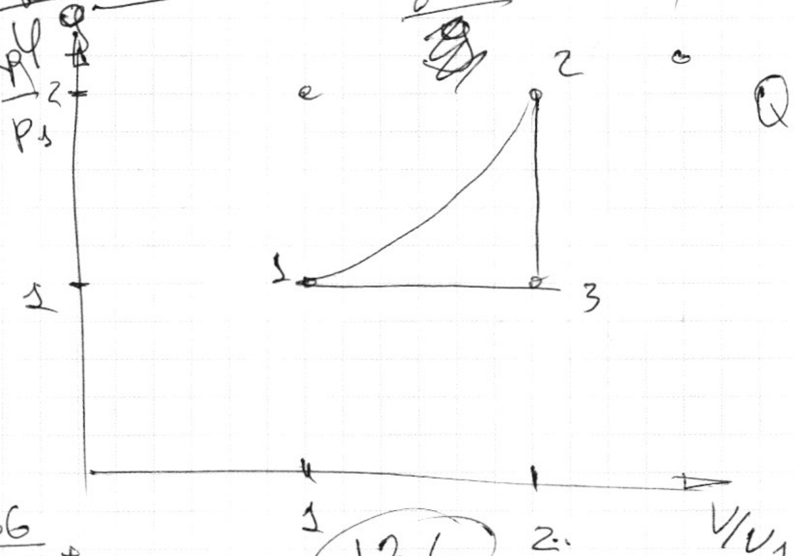

$$\begin{array}{r} 17912 \\ \times\ 16 \\ \hline 107472 \\ 17912 \\ \hline 286592 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5,7 \\ \times\ 5,7 \\ \hline 399 \\ +285 \\ \hline 3249 \end{array}$$

$$\frac{272}{\sqrt{33}\cdot \cancel{18}2\cdot\cancel{2}} + \sqrt{\frac{272^2}{33\cdot\cancel{18}\cdot 2^2} + 4\cdot\frac{41}{\cancel{2}}\cdot\frac{432}{33\cdot\cancel{2}}}$$

$\frac{82}{\cancel{9}}$

$\frac{5{,}32}{\sqrt{33}}$




$Q = A_{12} + U_{12}$

$U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) =$

$= \frac{3}{2}\cdot p_1\cdot 2\cdot V_1\cdot 2 - p_1V_1 =$

$= \frac{3}{2}\cdot 3p_1V_1$

$A_{12} =$

$\frac{136}{\sqrt{33}} +$

136

$R^2 - \frac{\pi R^2}{4} = R^2\left(\frac{4-\pi}{4}\right)$

$$\begin{array}{r|l} 530 & 57 \\ 513 & 0,93 \\ \hline 170 & \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 872 & 82 \\ 82 & 1,673 \\ \hline 520 & \\ 492 & \\ \hline 280 & \\ 246 & \\ \hline 34 & \end{array}$$

$2p_1$

$p_1$

$V_1$ $2V_1$

$$\begin{array}{r} 286592 \\ +\ 73984 \\ \hline 360576 \end{array}$$

$\approx \frac{600 + 272}{\sqrt{33}\cdot 2}$

25

$(p - 2p_1)^2 + (V - V_1)^2 =$

$$\begin{array}{r|l} 35 & 1,4 \\ 32 & \end{array}$$

10,5

1,41421356 23

$$\begin{array}{r|l} 350 & 14 \\ 28 & 25 \\ \hline 70 & \\ 70 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

$\frac{872}{2\sqrt{33}\cdot 82}$

$10{,}63 / 2\sqrt{33}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)