

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

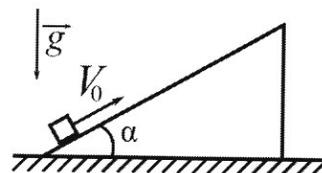
1. Фейерверк массой $m = 1 \text{ кг}$ стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3 \text{ с}$ разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями.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

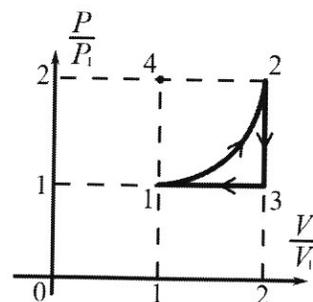
2) Вычислите минимальную допустимую скорость V_{MIN} равномерного движения модели по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 45^\circ$. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,8$, радиус сферы $R = 1 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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

$$\sqrt{s}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$T = 3 \text{ с}$$

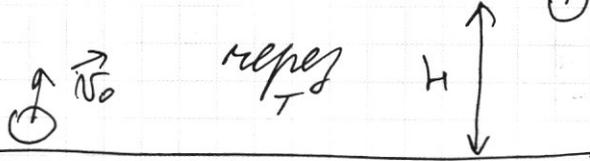
$$K = 1800 \text{ Дж}$$

1) $H = ?$

2) $t = ?$

t - время полёта до земли от момента отрыва от земли

1) V - скорость каждого из шариков после вырыва \vec{v}_k



v_0 - начальная скорость отрыва

v_k - конечная скорость отрыва

В вершине траектории

$$v_k = 0 \text{ м/с.}$$

$$v_k = v_0 - gT = 0 \Rightarrow v_0 = gT$$

$$H = v_0 T - \frac{gT^2}{2} = gT^2 - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2}$$

$$\Rightarrow H = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (3 \text{ с})^2}{2} = 45 \text{ м}$$

2) По закону сохранения энергии:

$$E_{\text{к. отрыва}} = \sum E_k = K = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

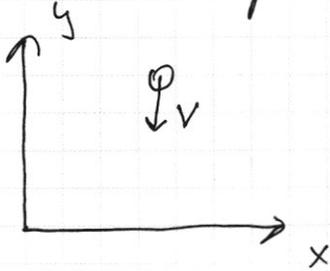
$$K = \frac{m_1 v^2}{2} + \frac{m_2 v^2}{2} + \dots + \frac{m_n v^2}{2}$$

$$\Rightarrow K = \frac{v^2}{2} (m_1 + m_2 + \dots + m_n) = \frac{v^2}{2} m$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1800 \text{ Дж}}{1 \text{ кг}}} = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

t - наименьшее возможное время падения гейт-верта

$\Rightarrow t$ - время падения снаряда, направленное вертикально вниз, т.к. проекция его скорости на y максимальна и направлена против оси y .



$$y = 0 = h + v_y t' - \frac{g t'^2}{2}$$

v_y - проекция скорости направленного снаряда на ось y

t' - время падения направленного снаряда на землю.

$$0 = h - vt - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \frac{gt^2}{2} + vt - h = 0, \text{ где } t > 0.$$

$$D = v^2 + 2gh =$$

$$t = \frac{-v + \sqrt{v^2 + 2gh}}{g} =$$

$$= \frac{-60 \frac{\text{m}}{\text{c}} + \sqrt{(60 \frac{\text{m}}{\text{c}})^2 + 2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{c}^2} \cdot 45 \text{m}}}{10 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}} =$$

$$\approx 1,5 \text{ c}$$

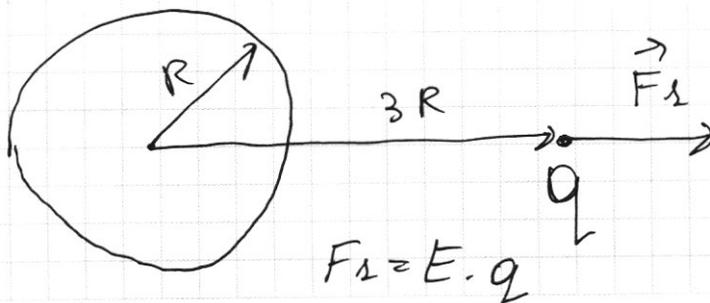
Ответ: 1) $h = 45 \text{ m}$
2) $t = 1,5 \text{ c}$.

Дано: $\sqrt{5}$
 $Q > 0, q > 0$

Решение:

R
 $3R$

1)



1) $F_1 = ?$
2) $F_2 = ?$

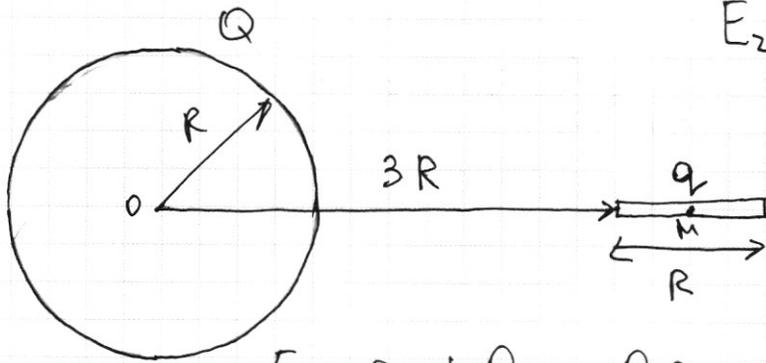
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Е-напряжённость в точке А, где находится шарик. Е создаётся сферой.

$$E = \frac{kQ}{(3R)^2} \quad (\text{из теоремы Гаусса})$$

$$\Rightarrow F_1 = k \frac{Q \cdot q}{9R^2 L}$$

2.)



$E_2 \approx E_M$, где М - середина стержня

$$E_M = \frac{kQ}{\left(\frac{3}{2}R\right)^2}$$

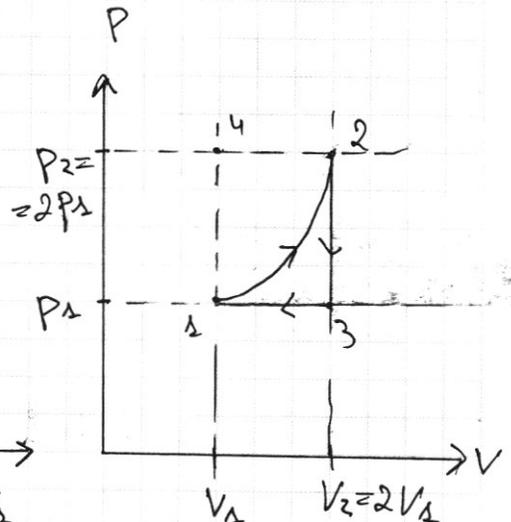
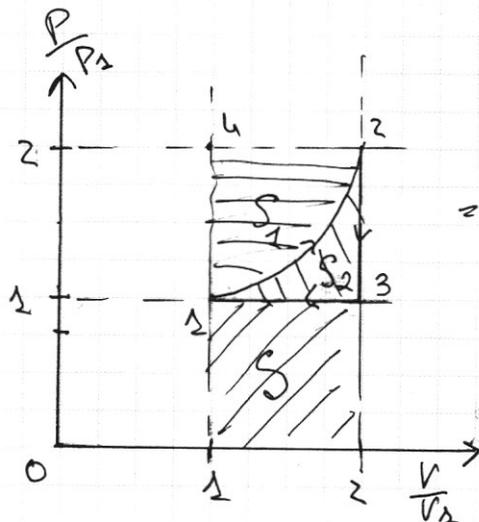
$$F_2 = q \cdot \frac{kQ}{\frac{49}{4}R^2} = \frac{4kQq}{49R^2 L}$$

Ответ: 1.) $F_1 = k \frac{Qq}{9R^2 L}$

2.) $F_2 = \frac{4}{49} k \frac{Qq}{R^2 L}$

Дано: P_1 , V_1
 1) Q - ?
 (в процессе 1-2)
 2) A - ?
 3) η - ?

Решение!



V_1 - объем газа в точке 1

V_2 - объем газа в точке 2, 3

p_1 - давление газа в точке 1, 3

p_2 - давление газа в точке 2

Т.к. $\frac{p_2}{p_1} = \frac{1}{2}$, $\frac{p_3}{p_1} = 2 \Rightarrow p_3 = 2p_1$

Т.к. $\frac{V_2}{V_1} = 2$, $V_3 = 2V_1$

$Q = \Delta U_{12} + A_{12}$ $i = 3$, т.к. газ одноатомный

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

$p_1 V_1 = \nu R T_1$
 $2p_1 \cdot 2V_1 = \nu R T_2 \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{4} \Rightarrow T_2 = 4T_1$

A_{12} ;

$S = 2p_1 V_1 = 1$

$S_1 = \frac{\pi r^2}{4} = \frac{\pi}{4}$

$S_2 = S - S_1 = 1 - \frac{\pi}{4}$

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

$Q = \frac{9}{2} p_1 V_1 + p_1 V_1 (2 - \frac{\pi}{4}) = p_1 V_1 (\frac{9}{2} + 2 - \frac{\pi}{4}) =$
 $= p_1 V_1 (\frac{18 + 8 - \pi}{4}) = p_1 V_1 (\frac{26 - \pi}{4}) \approx 5,7 p_1 V_1$

2.) $A = p_1 V_1 - \frac{\pi}{4} p_1 V_1 = p_1 V_1 (1 - \frac{\pi}{4}) \approx 0,215 p_1 V_1$

3.) $\eta = \frac{A}{Q_{обц}} \cdot 100\%$

$Q_{обц} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}$

$A = p_1 V_1 (1 - \frac{\pi}{4})$

$Q_{12} = Q = p_1 V_1 (\frac{26 - \pi}{4})$

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = 0$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\left. \begin{aligned} 4 p_1 V_1 &= \nu R T_2 \\ 2 p_1 V_1 &= \nu R T_3 \\ p_1 V_1 &= \nu R T_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} T_3 &= 2 T_1 \\ T_2 &= 4 T_1 \end{aligned}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \cdot 2 T_1 = -3 p_1 V_1$$

$$Q_{23} = -3 p_1 V_1$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = p_1 V_1 + \frac{3}{2} p_1 V_1 = -\frac{1}{2} p_1 V_1$$

$$A_{31} = p_1 V_1$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = -\frac{3}{2} \nu R T_1 = -\frac{3}{2} p_1 V_1$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{(1 - \frac{\pi}{4}) p_1 V_1}{p_1 V_1 (\frac{26 - \pi}{4}) + p_1 V_1 - 3 p_1 V_1 - \frac{3}{2} p_1 V_1} = 100\%$$

$$= (1 - \frac{\pi}{4}) : (\frac{26 - \pi}{4} - 3 - \frac{3}{2}) = \frac{4 - \pi}{8 - \pi} = \frac{0,86}{4,86} \cdot 100\% \approx 18\%$$

Ответ: 1.) $Q = 5,7 p_1 V_1 = p_1 V_1 (\frac{26 - \pi}{4})$

2.) $A = 0,215 p_1 V_1 = \frac{4 - \pi}{4} p_1 V_1$

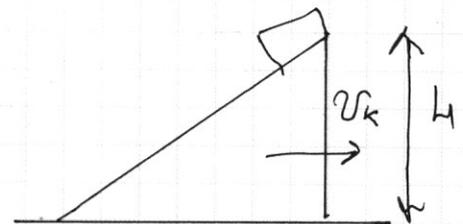
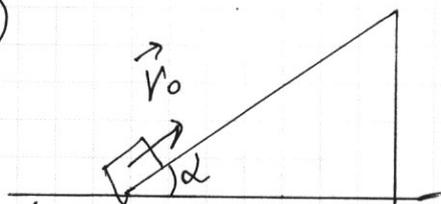
3.) $\eta \approx 18\%$

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

1.) V_0 - ?

2.) V - ?

1)



По закону сохранения энергии:

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{2 m x V_k^2}{2} + m g h, \quad V_k - \text{скорость клина, когда шайба находится на высоте } h.$$

По закону сохранения энергии в проекции на ось x!

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

$$\int v_0^2 = 2 v_k^2 + 2 g h \Rightarrow v_0^2 = \frac{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}{4} + 2 g h$$

$$\int v_0 \cos \alpha = 2 v_k$$

$$\int \begin{cases} v_0^2 = 2 v_k^2 + 2 g h \\ \frac{v_0 \cos \alpha}{2} = v_k \end{cases}$$

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 g h}{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{2}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,2 \text{ м}}{1 - \frac{1}{25 \cdot 2}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 25}{41}} =$$

$$= 10 \cdot \sqrt{\frac{2}{41}} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2.) V - ?

По 3 ЦЭ где мабба:

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{m v^2}{2} \quad \text{где } v - \text{ начальная скорость маббы}$$

$$\Rightarrow v = 0 \text{ м/с}$$

Ответ: 1.) $v_0 = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2.) $v = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3.

Дано:

$$R = 1 \text{ м}$$

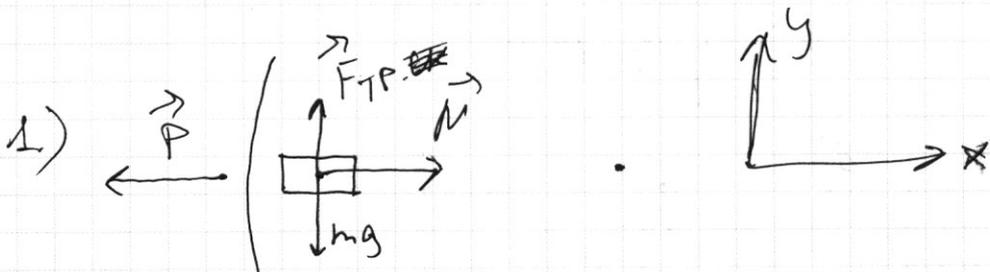
$$\alpha = 45^\circ$$

$$\mu = 0,8$$

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

1.) $\alpha - ?$

2.) $v_{\text{min}} - ?$

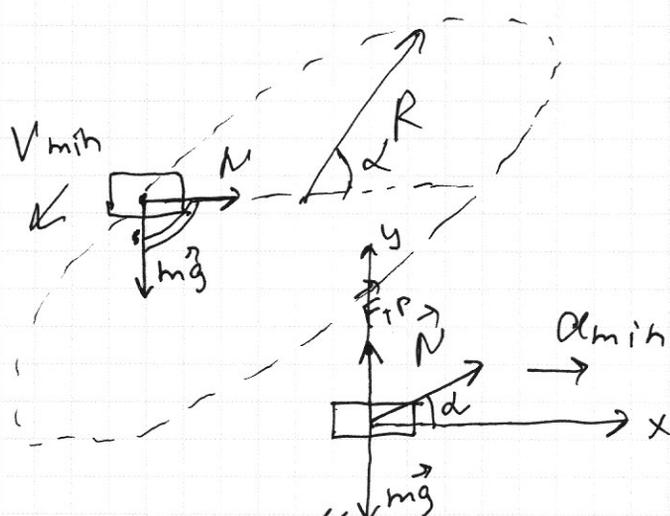


По III з. К: $P = N$, $P = 2 m g$ (не условие)

По II з. К: $x: N = m a = 2 m g$
 $a = 2 g = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.)



$V_{min} - ?$

$$a_{min} = \frac{V_{min}^2}{R}$$

$$V_{min} = \sqrt{R a_{min}}$$

По II-ому закону Ньютона!

$$x: N \cdot \cos d = m a_{min}$$

$$y: F_{TP} + N \sin d - mg = 0$$

$$N = \frac{mg - F_{TP}}{\sin d} \Rightarrow N \sin d + \mu N = mg$$

$F_{TPmax} = \mu N = F_{TP.ck.}$ (закон Ампера - Кулона)

$$N \geq \frac{mg}{\mu + \sin d}$$

$$\frac{mg \cos d}{\mu + \sin d} = m a_{min}$$

$$\Rightarrow V_{min} = \sqrt{\frac{R g \cos d}{\mu + \sin d}} = \sqrt{\frac{100 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot \cos 45^\circ}{0,8 + \sin 45^\circ}} \approx \frac{14}{3} \frac{m}{c} \approx 4,7 \frac{m}{c}$$

a_{min} - минимальное ускорение, с которого можно слезать автомобилю

Ответ: 1.) $a = 20 \frac{m}{c^2}$

2.) $V_{min} \approx \frac{14}{3} \frac{m}{c} \approx 4,7 \frac{m}{c}$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

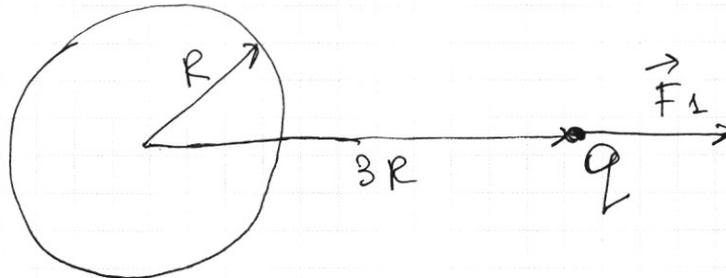
Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

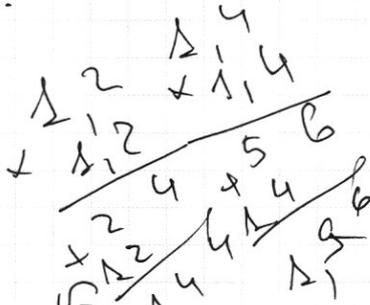
№5.

$Q > 0$
 R
 $3R$

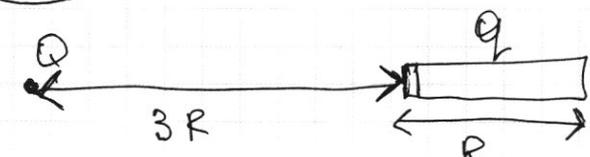
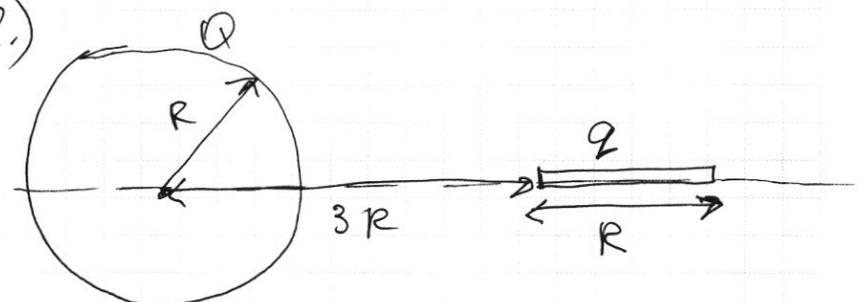
1) $F_1 - ?$
2) $F_2 - ?$



1) $F_1 = E_1 \cdot q = k \frac{Q}{9R^2} \cdot q = k \frac{Qq}{9R^2}$



2.)



$F_2 = \frac{kQq}{(\frac{4}{3}R)^2} = \frac{4kQq}{9R^2}$

$E_1 = k \frac{Q \cdot q^2}{9R^2}$ $E_2 = k \frac{Qq^2}{16R^2}$

$E = \frac{q}{\epsilon_0}$ $E = \frac{q}{2\pi r R \epsilon_0}$

1. $10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{5\sqrt{2} \cdot 2}{2} = \frac{10\sqrt{2}}{2} = 5\sqrt{2}$
 $\frac{0,8 + \frac{\sqrt{2}}{2}}{2} = \frac{1,6 + \sqrt{2}}{4}$
 $= \frac{5 \cdot 1,4 \cdot 2}{1,6 + 1,4} = \frac{14}{3}$

№1.
 $m = 1 \text{ кг}$
 $T = 30$

$\frac{14}{3} \cdot \frac{3}{4} = \frac{14}{4} = 3,5$
 $\frac{20}{18} = \frac{10}{9}$

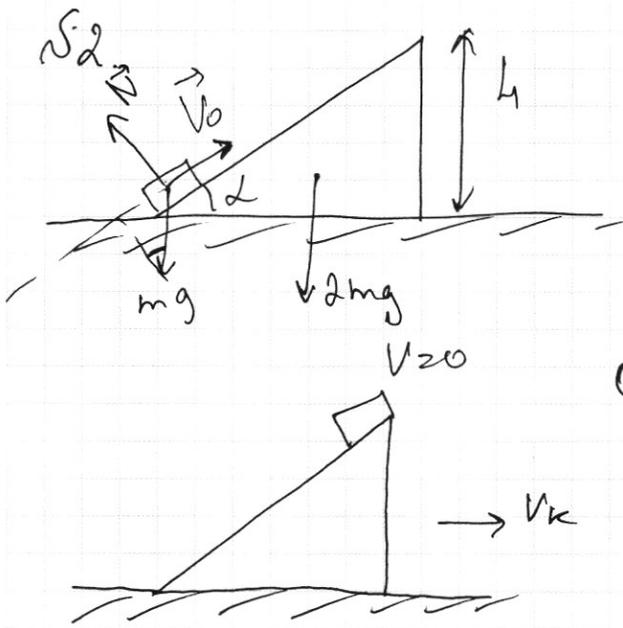
$F_{тр.ск} \leq \mu N$

$N = \frac{m a \sin \alpha}{\cos \alpha}$

$m g - m \sin \alpha \leq \mu N$

$\frac{m a \sin \alpha}{\cos \alpha} \geq \frac{m g}{\sin \alpha + \mu}$

$N \geq \frac{m g}{\sin \alpha + \mu}$



$$h = 0,2 \text{ м}$$

$$\cos \alpha = 0,6 = \frac{3}{5}$$

$$1) v_0 = ?$$

$$0 + 0 + \frac{m v_0^2}{2} + 0 = 0 + \frac{2m v_k^2}{2} + 0 + mgh$$

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

~~$$m v_0 = 2m v_k$$~~
$$m v_0 \cos \alpha = 2m v_k$$

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

5.4.
 $v = 1,5 \text{ м/с}$

$$1) Q = \delta U + A$$

$$\delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R - 3 T_1 =$$

$$p_1 \nu_1 = \nu R T_1 = \frac{9}{2} p_0 \nu_1$$

$$4 p_1 \nu_1 = \nu R T_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{4}$$

$$T_2 = 4 T_1$$

~~$$A = p_1 \nu_1 + p_2 \nu_2$$~~

$$A = p_1 \nu_1 + p_2 \nu_2 - p_1 \nu_1 =$$

$$= 2 p_1 \nu_1 - \frac{1}{2} p_1 \nu_1 =$$

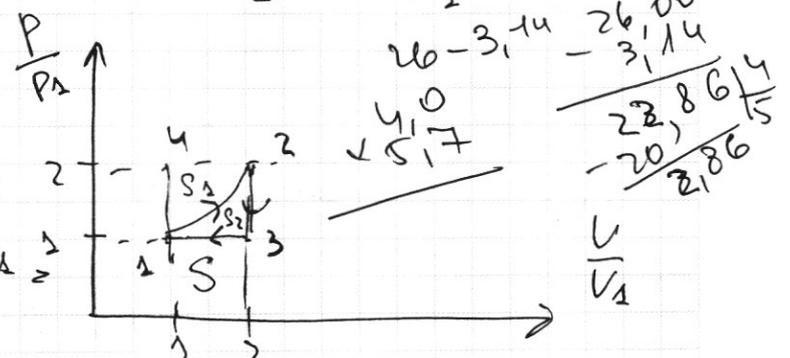
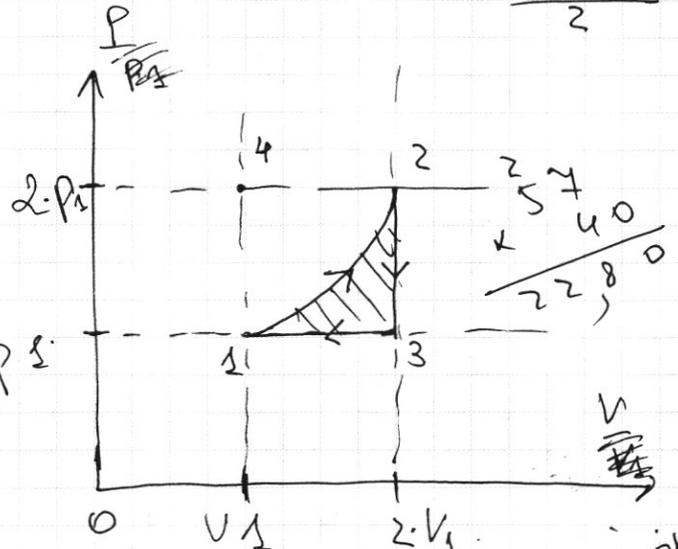
$$= \frac{3}{2} p_1 \nu_1$$

$$= 2 p_1 \nu_1 - \frac{\pi}{4} p_1 \nu_1 =$$

$$= p_1 \nu_1 \left(2 - \frac{\pi}{4} \right)$$

$$Q = \delta U + A = \frac{9}{2} p_1 \nu_1 + p_1 \nu_1 \left(2 - \frac{\pi}{4} \right) =$$

$$= p_1 \nu_1 \left(\frac{9}{2} + 2 - \frac{\pi}{4} \right) = p_1 \nu_1 \left(\frac{26 - \pi}{4} \right)$$



$$S = \nu_2 \cdot p_1 = 1$$

$$S_1 = \frac{2\pi \cdot 1}{2} = \pi = \frac{\pi \cdot 1^2}{4} = \frac{\pi}{4}$$

$$S_2 = S - S_1 = 1 - \frac{\pi}{4}$$

$$S_2 = \frac{\pi}{2}$$

$$S = \frac{2}{\pi} S_1 = p_1 \nu_1$$

$$S_1 = \frac{\pi p_1 \nu_1}{4}$$

τ - максимальное возможное время падения камня

$\Rightarrow \tau$ - время падения на землю камня, начавшего вертикально вверх, т.к. его проекция скорости такого камня на ось y максимальна и направлена вверх.

t - время падения на землю камня, начавшего вертикально вниз, т.к. проекция ~~такого~~ скорости такого камня на ось y максимальна и направлена вниз.

$$0 = H + \frac{v^2}{2} - g\tau^2 \Rightarrow v = \frac{g\tau^2 - H}{\tau} = \frac{g\tau}{2} - \frac{H}{\tau}$$

$$= \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 10c}{2} - \frac{45m}{10c} = 45,5 \frac{m}{c}$$

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

$$D = v^2 + 2gH$$

$$t = \frac{-v \pm \sqrt{v^2 + 2gH}}{g}, \quad t \text{ всегда } \geq 0$$

$$\Rightarrow t = \frac{-v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{g} = \frac{-45,5 \frac{m}{c} + \sqrt{(45,5 \frac{m}{c})^2 + 2 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 45m}}{10 \frac{m}{c^2}}$$

$$\approx 0,9 c$$

Ответ: 1.) $H = 45m$
2.) $t = 0,9c$

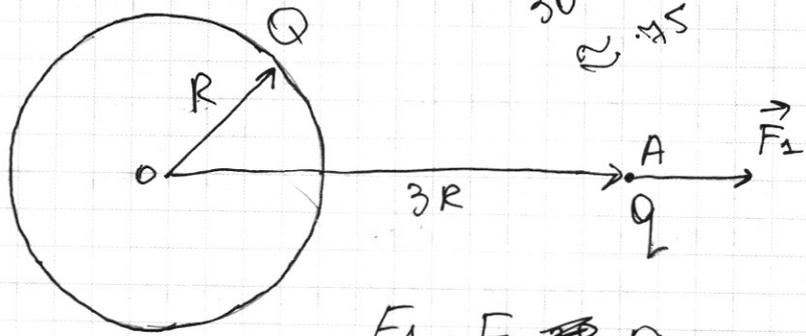
$$3600 + 20 \cdot 45 = 4500$$

$$3 \cdot \sqrt{500} \approx 30 \cdot \sqrt{5} \approx 30 \cdot 2,236 \approx 67,08$$

$$\sqrt{3690} \approx 60,74$$

Дано: $\sqrt{5}$
 $Q > 0$
 R
 $3R$
 $q > 0$
 1.) $F_1 = ?$
 2.) $F_2 = ?$

Решение:



$$F_1 = E \cdot q \cdot Q$$

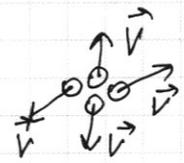
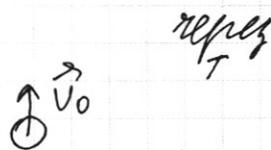
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:
 $m = 1 \text{ кг}$
 $T = 3 \text{ с}$
 $V_1 = V_2 = \dots = V$
 $E_{\text{выж.к.}} = 18000 \text{ Дж}$
 $\gamma = 10 \text{ с}$

1.) $H = ?$
 2.) $t = ?$,
 t - время падения первого осколка на землю.

Решение:

1.) V - скорость каждого из осколков после взрыва



v_0 - скорость каганьная феуферка
 v_k - скорость феуферка на высоте H .

В верхней точке траектория скорости феуферка равна нулю $\Rightarrow v_k = 0 \text{ м/с}$

$$v_k = v_0 - gT = 0 \Rightarrow v_0 = gT \Rightarrow T = \frac{v_0}{g}$$

$$H = v_0 T - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2} - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2}$$

$$H = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (3 \text{ с})^2}{2} = 45 \text{ м}$$

2.) t - время падения на землю первого осколка

τ - время, которое пройдет в воздухе осколки, последний упавшим на землю.

$$y = H + v_y \cdot t' - \frac{g t'^2}{2} = 0$$

где v_y - вертикальные скорости преувавшего осколка на ось y .

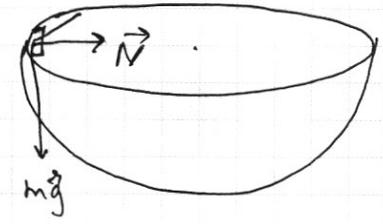
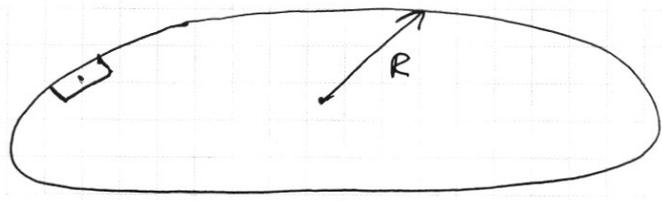
t' - время падения этого осколка на землю

√3

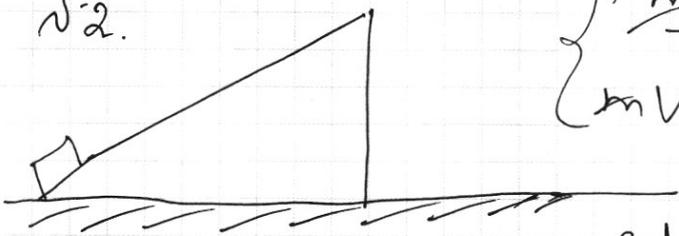
$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$\begin{array}{r} 9,6 \\ \times 9,6 \\ \hline 576 \\ + 864 \\ \hline 921,6 \end{array} \quad \begin{array}{r} 20 \cdot 9,6 \\ - 9,6 \cdot 20 \\ \hline 192 \\ - 192 \\ \hline 0 \end{array}$$

1.)



√2



$$\begin{cases} \frac{m v_0^2}{2} = \frac{2m v_k^2}{2} + mgh \\ m v_0 \cos \alpha = 2m v_k \end{cases}$$

$$\begin{array}{r} 9,5 \\ \times 9,5 \\ \hline 475 \\ + 855 \\ \hline 902,5 \end{array}$$

$$\begin{cases} v_0^2 = 2 v_k^2 + 2gh \\ \frac{v_0 \cos \alpha}{2} = v_k \end{cases}$$

$$\begin{aligned} v_0 \cdot \frac{3}{20} &= v_k \\ v_k &= \frac{3}{20} v_0 = 0,15 v_0 \\ 50 - 9 \cdot 0,15 v_0 &= 0,3 v_0 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} 0,3 v_0 &= v_k \\ v_k &= \frac{10,72 \text{ m/s}}{3} \end{aligned}$$

$$v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha = 2gh$$

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{2}}} = \sqrt{\frac{4gh}{2 - \cos^2 \alpha}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,2 \text{ m}}{2 - \frac{9}{25 \cdot 2}}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 25 \cdot 2}{49}} = \frac{4 \cdot 5}{7} = \frac{20}{7} \approx 2,86 \text{ m/s}$$

2.) $\frac{m v_0^2}{2} = 2 \frac{m v^2}{2} + m v_0$
 $v = 0 \text{ m/s}$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_k^2}{2} + \frac{m v_k^2}{2}$$

$$m v_0 \cos \alpha = m v_k \cos \alpha + m v_k$$

$$v_0^2 \cos^2 \alpha - v_k^2 = v_k^2 \cos^2 \alpha$$

$$2 \frac{\Delta}{20} = 0,05$$

$$\begin{array}{r} 0,025 \\ 25 - 10 \\ \hline 100 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.) $A = p_{\Delta} V_{\Delta} - \frac{\pi p_{\Delta} V_{\Delta}}{4} = p_{\Delta} V_{\Delta} (1 - \frac{\pi}{4})$

3.) $\eta = \frac{A}{Q_{\text{под}}} \cdot 100\%$
 $A = p_{\Delta} V_{\Delta} (1 - \frac{\pi}{4})$
 $Q_{32} = Q = p_{\Delta} V_{\Delta} (\frac{26 - \pi}{4})$

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = 0$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3)$

$\begin{array}{r} 86 \\ - 243 \\ \hline 1810 \end{array}$

$\begin{cases} 4 p_{\Delta} V_{\Delta} = \nu R T_2 \\ 2 p_{\Delta} V_{\Delta} = \nu R T_3 \\ p_{\Delta} V_{\Delta} = \nu R T_1 \end{cases}$

$\Rightarrow \frac{T_3}{T_1} = 2 \Rightarrow T_3 = 2T_1$
 $\frac{T_2}{T_1} = 4 \Rightarrow T_2 = 4T_1$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (4T_1 - 2T_1) = \frac{3}{2} \nu R \cdot 2T_1 = \frac{6}{2} \nu R T_1 =$

$\Rightarrow Q_{23} = 3 p_{\Delta} V_{\Delta}$

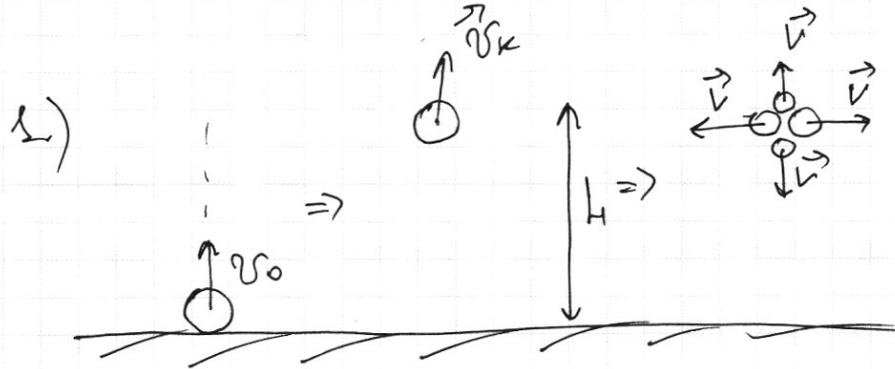
$Q_{32} = \Delta U_{32} + A_{32} = p_{\Delta} V_{\Delta} + \frac{3}{2} p_{\Delta} V_{\Delta} = \frac{5}{2} p_{\Delta} V_{\Delta} = \frac{4 - \pi}{8 - \pi}$

$\Delta U_{32} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (2T_1 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} p_{\Delta} V_{\Delta}$

$\eta = \frac{p_{\Delta} V_{\Delta} (1 - \frac{\pi}{4})}{p_{\Delta} V_{\Delta} (\frac{26 - \pi}{4}) + 3 p_{\Delta} V_{\Delta} + \frac{5}{2} p_{\Delta} V_{\Delta}} = \frac{1 - \frac{\pi}{4}}{\frac{26 - \pi}{4} + 3 + \frac{5}{2}} = 4 - 3,14 = 0,86$
 $= \frac{4 - \pi}{4} \cdot \left(\frac{26 - \pi + 12 + 10}{4} \right) = \frac{4 - \pi}{48} \cdot 100\% = 1,07\%$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1.
 $\tau = 10 \text{ с}$
 $m = 1 \text{ кг}$
 $T = 3 \text{ с}$
 $R = 1800 \text{ Дж}$



- 1) H - ?
 2) t - ?
 (время падения
 после взрыва)

v - скорости каждого из осколков
 после взрыва

В верхней точке траектории
 скорости дробверка равна нулю, $v_k = 0 \text{ м/с}$
~~Затем~~ время взрыва мало,
 следовательно, ^{внутренние} силы, действующие
 между осколками, много больше
 внешних, пот. мы можем пренебречь
 Их законы сохранения итд.

$$0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_{n-1} + \vec{p}_n$$

$$v_k = v_0 - gT = 0 \Rightarrow v_0 = gT$$

$$H = v_0 \cdot T - \frac{gT^2}{2} = gT^2 - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2}$$

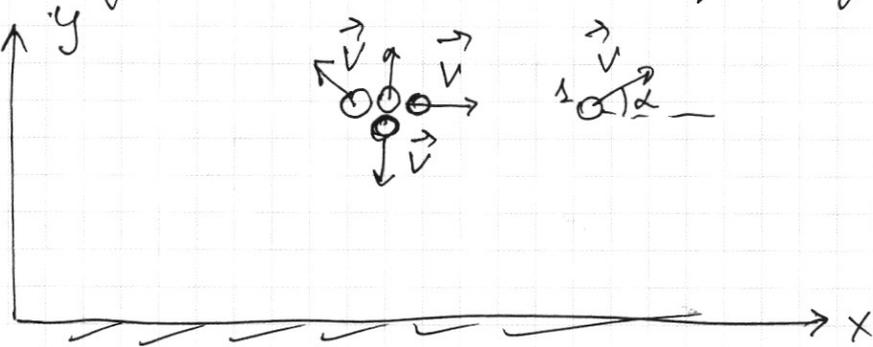
t_1 - время, за которое дробверк два
 раз делит gT на g и gT траектория,
 если бы не разрывался.

$$H - \frac{gt_1^2}{2} = 0 \Rightarrow H = \frac{gt_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = T$$

$$H = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 3^2}{2} = 45 \text{ м}$$

2.) t - время, за которое последний элемент
 которого последний элемент пройдет
 в почете.

$\Rightarrow t = t_{max}$



$x = 28 \cdot t$

$y = H + v_y \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0$

0,95

$28t = 255$
 $t = 9,125$

$-45,5 + 54$
 $8,5$

$\frac{54}{10}$
 $5,4$
 $\frac{216}{10}$
 $21,6$
 $\frac{230}{10}$
 23

51
 $\times 51$
 \hline
 51
 $+ 510$
 \hline
 2550
 $\times 51$
 \hline
 51
 $\times 51$
 \hline
 51
 $+ 510$
 \hline
 2550
 50 2500
 $\times 50$ 60
 \hline
 2500 30
 $\times 60$ 36
 \hline
 153
 $\times 53$
 \hline
 153
 $+ 465$
 \hline
 2808

t_{max} - время полета осколка, направленное
 вертикально вверх, т.к. его начальная
 проекция скорости на ось y максимальна и
 направлена вверх.

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

$v = \frac{H - \frac{gt^2}{2}}{t} = \frac{H}{t} - \frac{gt}{2}$
 $= \frac{50}{10} - \frac{45}{2} = 5 - 22,5 = -17,5$

t - время падения на землю первого осколка

$\Rightarrow t = t_{min}$

t_{min} - время полета осколка, направленное
 вертикально вниз, т.к. его начальная
 проекция скорости на ось y максимальна и
 направлена вниз.

$\Rightarrow 0 = H - vt - \frac{gt^2}{2} = 50 - 45t - 45,5t^2$

$\frac{gt^2}{2} + vt - H = 0$

$D = v^2 - 4ac = v^2 + H^2 \cdot g \cdot 4 = v^2 + 2gH$

$t_2 = \frac{-v \pm \sqrt{v^2 + 2gH}}{g} = \frac{-45,5 + \sqrt{45,5^2 + 20 \cdot 45}}{10}$

$= 0,85 \text{ с.}$

2275
 2275
 $\times 1820$
 \hline
 209025
 $+ 900$
 \hline
 209925