Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

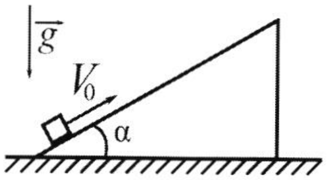
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$ м. На землю осколки падают в течение $\tau = 10$ с.

1) Найдите начальную скорость V_0 фейерверка.

2) Найдите суммарную кинетическую энергию K осколков сразу после взрыва.

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 $\alpha = 30^0$. Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают начальную скорость $V_0 = 2$ м/с (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.



1) На какую максимальную высоту H над точкой старта поднимется шайба на клине?

2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

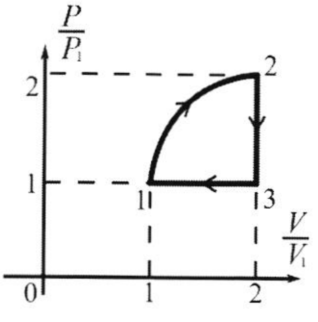
3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1,2$ м равномерно со скоростью $V_0 = 3,7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0,4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) С какой по величине силой P модель действует на сферу?

2) Рассмотрим модель автомобиля равномерно движущуюся по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha = \frac{\pi}{6}$. Вычислите минимальную допустимую скорость V_{MIN} такого равномерного движения. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,9$.

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 3. Температура газа в состоянии 1 равна T_1.



1) Какое количество Q теплоты подведено к газу в процессе расширения?

2) Найдите работу A газа за цикл.

3) Найдите КПД η цикла.

Универсальная газовая постоянная R.

5. Заряд Q >0 однородно распределен по сфере радиуса R. В первом опыте на расстоянии $2R$ 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 $2R$ от центра.

2) Найдите силу F_2, с которой заряд сферы действует на заряженный стержень.

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

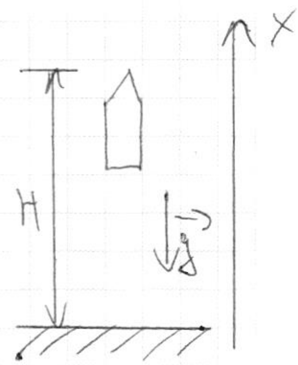
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

1) В высшей точке траектории скорость ~~оск~~ фейерверка будет равна нулю $v=0$

Воспользуемся формулой $H=\frac{v_x^2-v_{0x}^2}{2g_x}$



$H=\frac{-v_0^2}{-2g}=\frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow v_0^2=2gH$

$v_x=0,\ -v_{0x}^2=-v_0^2$

$g_x=-g$

$v_0=\sqrt{2gH}$

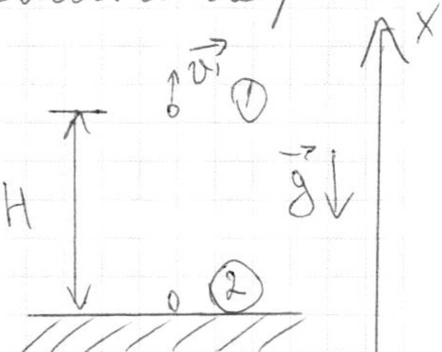
$v_0=\sqrt{2\cdot10\cdot65}=\sqrt{1300}=10\sqrt{13}\approx 36$ м/с

Ответ: $\sqrt{2gH}$; 36 м/с

2) Через время τ последний осколок упадет на землю. Этим последним осколком, будет осколок, который полетит вертикально вверх

Воспользуемся формулой

$x=x_0+v_xt+\frac{g_xt^2}{2}$



$x_0=H=65$ м

$x=0$

$v_x=v'$

$g_x=-g$

$t=\tau$

$0=65+v'\tau-\frac{g\tau^2}{2}$

$v'\tau=\frac{g\tau^2}{2}-65$

$v'=\frac{g\tau}{2}-\frac{65}{\tau}$; $v'=\frac{10\cdot10}{2}-\frac{65}{10}=50-6{,}5=43{,}5$ м/с

скорость одного из осколков после взрыва

По условию скорости всех осколков после взрыва одинаковы по модулю.

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

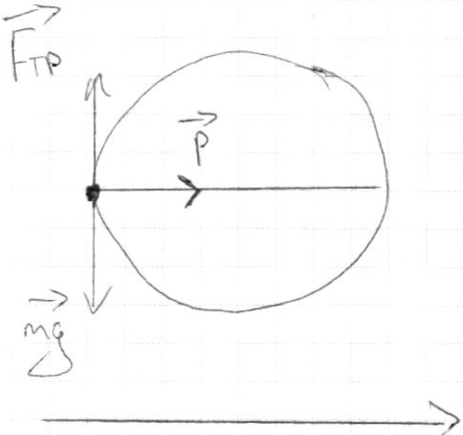
Значит суммарная кинетическая энергия осколков будет равна $E_k = \frac{m}{k} \cdot \frac{v'^2}{2} \cdot k = \frac{mv'^2}{2}$

$E_k = \frac{mv'^2}{2}$ $\quad E_k = \frac{2 \cdot 43{,}5^2}{2} = 43{,}5^2 = 1892{,}25$ Дж

Ответ: 1892,25 Дж

№ 3

1) $a_{ц.с.} = \frac{v_0^2}{R}$



II з. Ньютона

$m\vec{a}_{ц.с} = \vec{F}_{тр} + m\vec{g} + \vec{P}$

OX: $ma_{цс} = P$

$P = \frac{mv_0^2}{R}$ $\quad P = \frac{0{,}4 \cdot 3{,}7^2}{1{,}2} = \frac{3{,}7^2}{3} = \frac{13{,}69}{3} \approx 4{,}56$ Н

Ответ: 4,56 Н

2) Самая „печальная" ситуация при движении внутри сферы под углом к горизонту будет в высшей точке траектории. Ведь именно в ней угол между вектором $m\vec{g}$ и $\vec{P}$ будет минимальный

Запишем II з. Ньютона

$m\vec{a}_{цс} = \vec{F}_{тр} + \vec{P} + m\vec{g}$

$F_{тр} = N \cdot \mu$, по III з. Ньютона

$N = P \Rightarrow F_{тр} = P\mu$

OX: $ma_{цс} = P + mg \cdot \sin\alpha$

OY: $P\mu = mg \cdot \cos\alpha \Rightarrow P = \frac{mg \cdot \cos\alpha}{\mu}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~Да~~ $a_{цс} = \frac{v_{min}^2}{R}$

$$\frac{\cancel{m} v_{min}^2}{R} = \cancel{m}g\frac{\cos\alpha}{\mu} + \cancel{m}g\sin\alpha \; \Big| : m$$

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

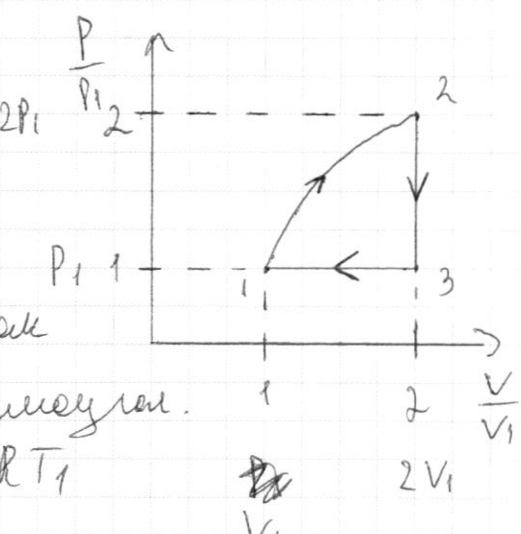
$$v_{min} = \sqrt{Rg\left(\sin\alpha + \frac{\cos\alpha}{\mu}\right)}$$

$$v_{min} = \sqrt{1{,}2\cdot 10\cdot\left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2\cdot 0{,}9}\right)} = \sqrt{6+\frac{20}{\sqrt{3}}} \text{ м/с}$$

Ответ: $\sqrt{6+\frac{20}{\sqrt{3}}}$ м/с

№4

$\nu = 1$ моль



1) Процесс расширения 1-2

$Q = A + \Delta U$

A в координатах PV равна S под графиком

$A_{12} = S_{четверти\ окружности} + S_{прямоугол.}$

$S_{прямоугол} = P_1(2V_1 - V_1) = P_1V_1 = RT_1$

$P_1V_1 = RT_1$

$S_{четверти\ окружности} = \frac{\pi R^2}{4} = \frac{\pi\cdot P_1V_1}{4} = \frac{\pi}{4}RT_1$

$R = (2V_1 - V_1) = V_1$

$R = (2P_1 - P_1) = P_1$

$A_{12} = RT_1 + \frac{\pi}{4}RT_1 = RT_1\left(1+\frac{\pi}{4}\right)$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$\Delta U = U_2 - U_1$

$U_1 = \frac{3}{2} R T_1$

$U_2 = \frac{3}{2} R T_2 = \frac{3}{2} \cdot R \cdot 4 T_1 = 6 R T_1$

$\left.\begin{array}{l} P_2 V_2 = R T_2 \\ P_2 = 2 P_1 \\ V_2 = 2 V_1 \end{array}\right| \Rightarrow 4 P_1 V_1 = R T_2 \Rightarrow T_2 = 4 T_1$

$\Delta U = 6 R T_1 - \frac{3}{2} R T_1 = 4{,}5 \; R T_1$

$Q = A + \Delta U = R T_1 \left(1 + \frac{\pi}{4}\right) + 4{,}5 R T_1 = R T_1 \left(5{,}5 + \frac{\pi}{4}\right)$

Ответ: $R T_1 \left(5{,}5 + \frac{\pi}{4}\right)$

2) $A_{газа}$ в координатах PV равна площади фигуры, ограниченной графиком. То есть

$A_{газа} = S_{четверти\ круга} = \frac{\pi R T_1}{4}$

Ответ: $\frac{\pi R T_1}{4}$

3) $\cancel{\eta = \frac{Q}{A}}$ $\eta = \frac{A}{Q}$

1-2: $Q = R T_1 \left(5{,}5 + \frac{\pi}{4}\right)$ – см пункт 1

2-3: $Q = \Delta U = -3 R T_1$

$(\Delta V = 0 \Rightarrow A = 0)$

$\Delta U = U_3 - U_2 = 3 R T_1 - 6 R T_1 = -3 R T_1$

$U_2 = 6 R T_1$

$U_3 = \frac{3}{2} R T_3 = \cancel{\frac{3 T_1 R}{3}} \frac{3}{2} R \cdot 2 T_1 = 3 R T_1$

$P_3 V_3 = R T_3 \qquad 2 P_1 V_1 = R T_3 \Rightarrow T_3 = 2 T_1$

$P_3 = P_1$

$V_3 = 2 V_1$

3-1: $Q = A + \Delta U$ $\qquad \Delta U = U_1 - U_3 = 1{,}5 R T_1 - 3 R T_1 = -1{,}5 R T_1$

$A = P_1 \cdot (-2 V_1 + V_1) = -P_1 V_1 = -R T_1$ $\qquad U_1 = 1{,}5 R T_1$

$U_3 = 3 R T_1$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Q = A + \Delta U = -RT_1 - 1{,}5RT_1 = -2{,}5RT_1$

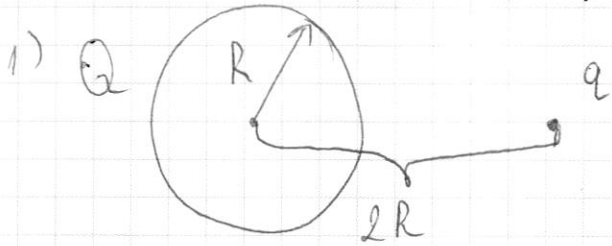
$Q_{общ} = Q_{1-2} + Q_{2-3} + Q_{3-1} = RT_1\left(5{,}5 + \frac{\pi}{4}\right) - 3RT_1 - 2{,}5RT_1 =$
$= RT_1\left(5{,}5 + \frac{\pi}{4} - 5{,}5\right) = \frac{\pi RT_1}{4}$

$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{\pi RT_1}{4} : \frac{\pi RT_1}{4} = 1$ или 100%

Ответ: 100%

№5

1)



Т.к. оба заряда $Q > 0$, $q > 0$, то они будут отталкиваться ~~с силой~~.

~~8~~

~~1+2+3+4+5+6+7+8~~

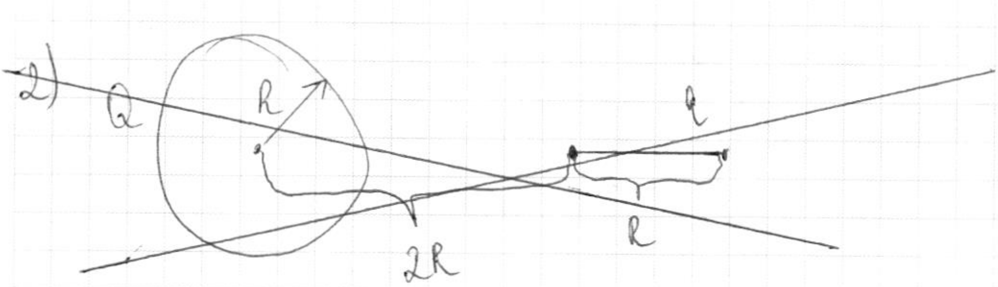
~~36~~

$F_k = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$

$F_1 = k\frac{Qq}{(2R)^2} = k\frac{Qq}{4R^2}$

Ответ: $k\frac{Qq}{4R^2}$

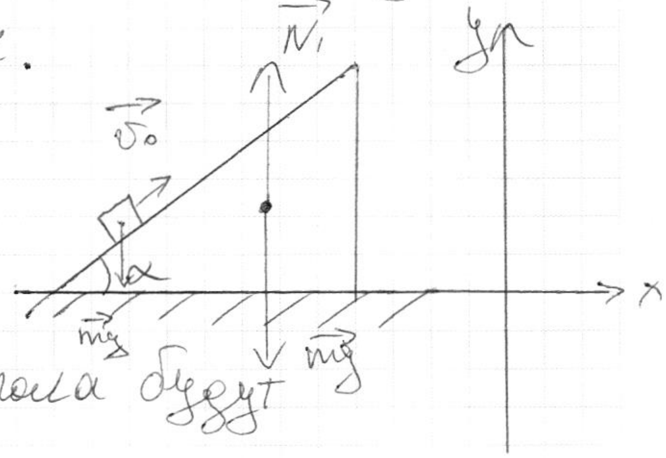
~~2)~~



☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

№2

1) Раз поверхности клина и пола гладкие, трением пренебрежём.



Импульс системы будет сохраняться на оси OX, ведь проекции внешних сил: тяжести и силы реакции опоры пола будут равны нулю.

Получается в высшей точке $v_ш = 0$

$v_{клина} = v_{x ш} = v_{0x} = v_0 \cdot \cos\alpha$

ЗСИ: ~~v = $v_{клина}$~~

OX: $m v_0 \cos\alpha = m v^*_{клина} \Rightarrow v_{клина} = v_0 \cos\alpha$

ЗСЭ: $\frac{\cancel{m} v_0^2}{2} = \cancel{m} g H + \frac{\cancel{m} v_{клина}^2}{2}$

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

$gH = \frac{v_0^2}{2}(1 - \cos^2\alpha) = \frac{v_0^2}{2} \cdot \sin^2\alpha$

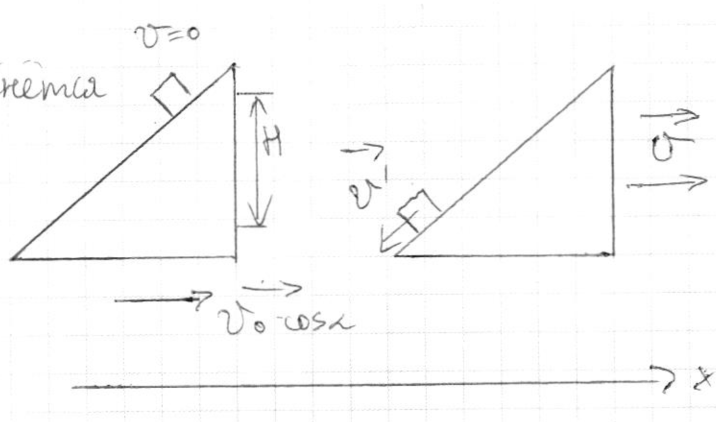
$H = \frac{v_0^2}{2g} \cdot \sin^2\alpha$

$H = \frac{4 \cdot \frac{1}{4}}{2 \cdot 10} = \frac{1}{20}\ м = \frac{5}{100}\ м = 0{,}05\ м$

Ответ: 0,05 м

~~2) По ЗСЭ, когда шайба вернется в точку старта, ее Ек будет равна Ep в точке H~~

~~$mgH = \frac{mv'^2}{2}$~~



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ЗСЭ: $mgH + \frac{mv_0^2\cos^2\alpha}{2} = \frac{mv'^2}{2} + \frac{mv^2}{2} \quad |:m$

ЗСИ: $mv_0\cos\alpha = mv - mv'\cdot\cos\alpha$

$mv = m\cos\alpha(v_0 + v')$

$v = \cos\alpha(v_0 + v')$

$\cancel{gH + \frac{v_0^2\cos^2\alpha}{2} = \frac{v'^2}{2} + \frac{\cos^2\alpha\cdot v_0^2}{2} + \frac{2v_0\cdot v'\cdot\cos^2\alpha}{2} + \frac{v'^2\cdot\cos^2\alpha}{2} +}$

$\cancel{gH = \frac{v'^2}{2} + v_0\cdot v'\cdot\cos^2\alpha + \frac{v'^2\cdot\cos^2\alpha}{2}}$

Рассмотрим равноускоренное движение шайбы вниз по оси OY:

$-H = \frac{v'^2_y - v_{00y}^2}{2g_y}$ $\quad v_{00} = 0 \quad g_y = -g \quad v'_y = v'\cdot\sin\alpha$

$H = \frac{v'^2\cdot\sin^2\alpha}{2g}$

$v'^2\cdot\sin^2\alpha = 2gH$

$v'^2 = \frac{2gH}{\sin^2\alpha}$

$v' = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin\alpha} = 2\sqrt{\cancel{2g}\cdot\frac{v_0^2}{\cancel{2g}}\cdot\sin^2\alpha} = 2\sqrt{v_0^2\cdot\sin^2\alpha} =$

$= 2v_0\cdot\sin\alpha = v_0$

Из ЗСИ: $v = \cos\alpha(v_0 + v') = 2v_0\cos\alpha$

$$\upsilon = 2 \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 2\sqrt{3} \text{ м/с} \approx 3{,}58 \text{ м/с}$$

Ответ: $2\sqrt{3} \approx 3{,}58$ м/с

№5

2) Стержень можно представить в виде точечного заряда, расположенного в середине этого стержня

$$F_k = \frac{kQq}{r^2}$$

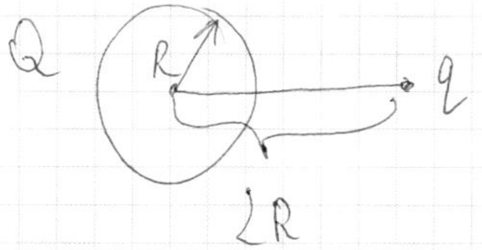
$$F_2 = \frac{kQq}{(2{,}5R)^2} = \frac{kQq}{6{,}25R^2}$$

Ответ: $\frac{kQq}{6{,}25R^2}$

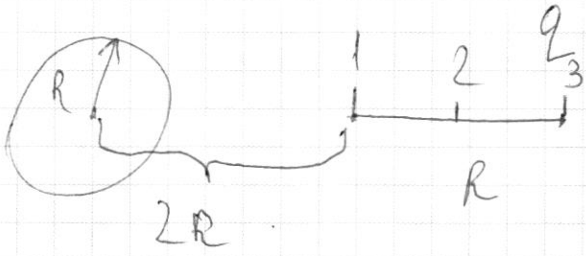
№5

F

$\sigma = \frac{q}{R}$



1) $F_k = \frac{kQ\cdot q}{4R^2}$



$k\frac{Qq}{8R^2} + k\frac{Qq}{18R^2} =$

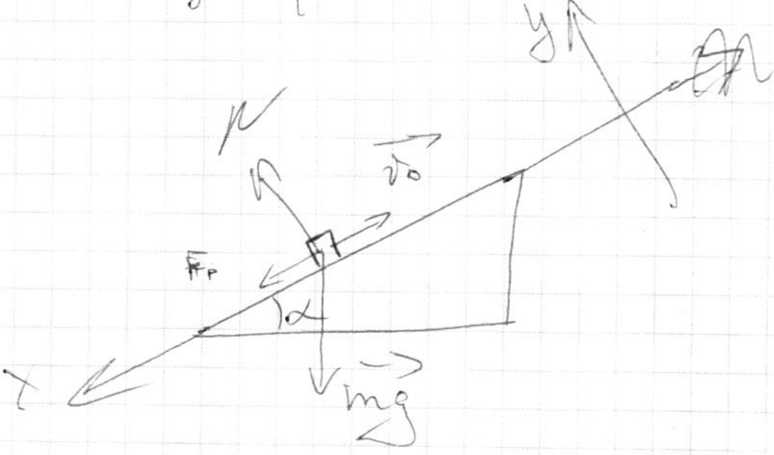
$= \frac{kQq}{R^2}\left(\frac{1}{8}+\frac{1}{18}\right)$

$\frac{18+8}{112} = \frac{26}{112} = \frac{13}{56}$

$E_i = q_i$

$F_i = E_i \cdot q_i = \frac{kQ\cdot q_i}{(R+r_i)^2}$

$\sum_i F_i = kQq\cdot\frac{1}{R+r_i} = kQq\sum_i (R+r_i)^2$



$F_{тр} = \mu N$

$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{F_{тр}} + m\vec{g}$

Oy: $N = mg\cdot\sin\alpha$

Ox: $ma = F_{тр} - mg\cos\alpha$

$\cancel{m}a = \cancel{m}g\sin\alpha\,\mu - \cancel{m}g\cos\alpha$

$a = g(\sin\alpha\,\mu - \cos\alpha)$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3-1! $Q = A + \Delta U$

$A = P_1V_1 = RT_1$

$\Delta U = U_1 - U_3 = 1{,}5RT_1 - 3RT_1 = -1{,}5RT_1$

$U_1 = \frac{3}{2}RT_1$

$U_3 = 3RT_1$

$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{\cancel{RT_1}\pi}{\cancel{RT_1}(\pi+5{,}5) - 3\cancel{RT_1} - 1{,}5\cancel{RT_1}} =$

$= \frac{\pi}{\pi+1} = \frac{3{,}14}{4{,}14} \approx 0{,}758 =$

$$\begin{array}{r|l} -3{,}14 & 4{,}14 \\ 0 & 0{,}758 \\ -3140 & \\ 2898 & \\ \hline 2420 & \\ 2070 & \\ \hline 3500 & \end{array}$$

или 75,8 %

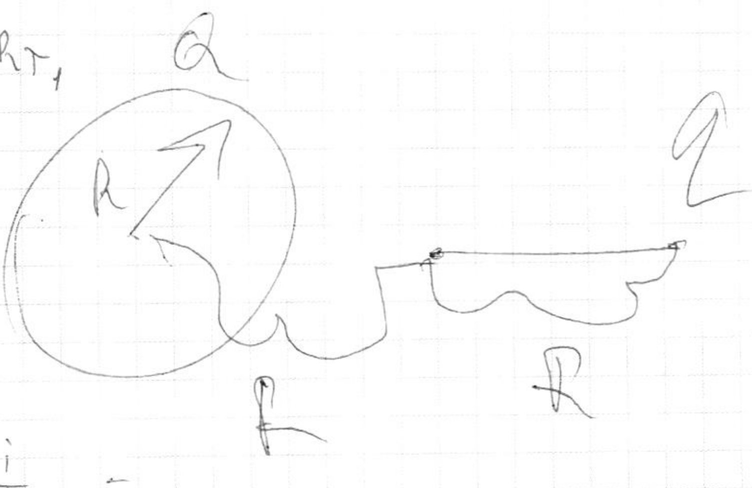
$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$

$Q = \frac{3}{2}R \cdot 2T_1 = -3RT_1$ $\quad T_3 = 2T_1$

$T_2 = 4T_1$

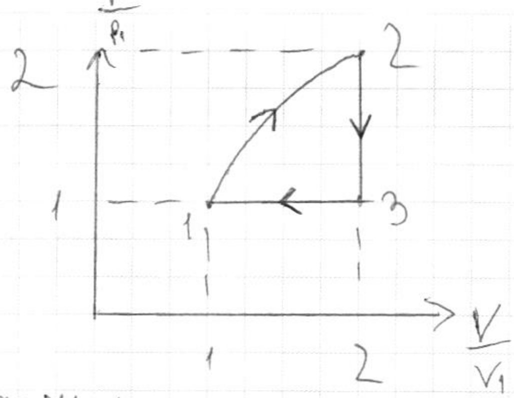
$\frac{5}{2}R \cdot T_1 = 2{,}5RT_1$

$\cancel{б_1 = \frac{4q}{\pi R^2}}$



$K \cdot Q \cdot \sum_i \frac{q_i}{(2R + r_i)} =$

Дано: T_1 $\nu = 1$



① Процесс расширения 1-2:

$Q = A + \Delta U$

$A = S_{\text{под графиком}} = P_1 \cdot V_1 + \pi \cdot V_1^2 = -V_1 (P_1 + \pi V_1)$

$P_1 V_1 = R T_1$

У окружности радиусы равны. Значит отрезки 1-3 и 2-3 равны

$A = P_1 V_1 + \pi P_1 V_1 = R T_1 + \pi R T_1 = R T_1 (1 + \pi)$ ✓

$P_1 = V_1$

$\Delta U = U_2 - U_1$

$U_1 = \frac{3}{2} R T_1$

$U_2 = \frac{3}{2} R T_2 = 6 R T_1$

$P_2 V_2 = R T_2$

$P_2 = 2 P_1$

$\Delta U = 6 R T_1 - 1{,}5 R T_1 = 4{,}5 R T_1$

$V_2 = 2 V_1$

$4 P_1 V_1 = R T_2 \Rightarrow T_2 = 4 T_1$

$Q = A + \Delta U$

$Q = 4{,}5 R T_1 + R T_1 (1 + \pi) = R T_1 (\pi + 5{,}5)$

② Работа газа в замкнутом цикле равна площади фигуры, ограниченной циклом

$A_{\text{газа}} = P_1 V_1 \cdot \pi = R T_1 \pi$

③ $\eta = \frac{A}{Q}$

1-2: $Q = R T_1 (\pi + 5{,}5)$ см пункт 1

2-3: $Q = \Delta U = \Delta U = U_3 - U_2 = -3 R T_1$
$(\Delta V = 0 \Rightarrow A = 0)$

$U_2 = \frac{3}{2} R T_2 = 6 R T_1$

3-1: $Q =$

$U_3 = \frac{3}{2} R T_3 = 3 R T_1$

$P_3 V_3 = R T_3$

$2 P_1 V_1 = R T_3 \Rightarrow T_3 = 2 T_1$

$P_3 = P_1$ $V_3 = 2 V_1$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

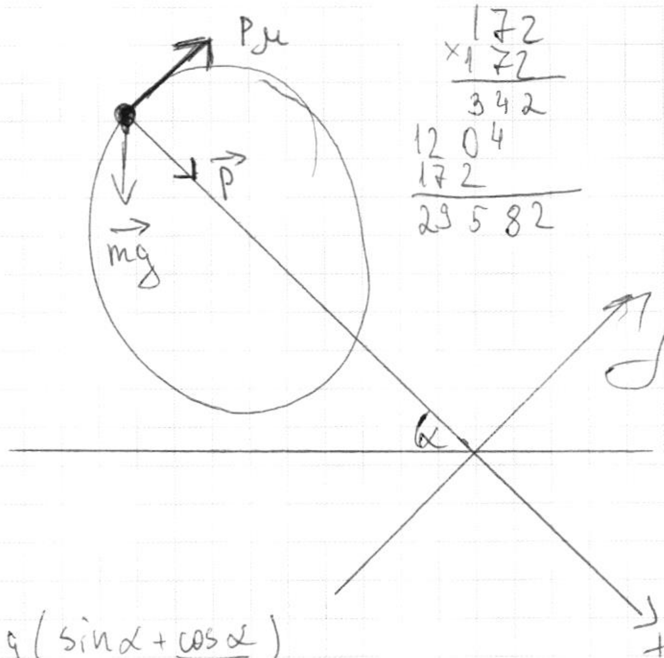
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$OX: \frac{m v_{min}^2}{R} = mg \cdot \sin\alpha + P$

$OY: P \mu = mg \cdot \cos\alpha$

$P = \frac{mg \cos\alpha}{\mu}$



$$\begin{array}{r} \times 1{,}71 \\ 1{,}71 \\ \hline 171 \\ 1197 \\ 171 \\ \hline 2{,}9241 \end{array} \qquad \begin{array}{r} \times 172 \\ 172 \\ \hline 342 \\ 1204 \\ 172 \\ \hline 29582 \end{array}$$

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

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

$v_{min} = \sqrt{Rg\left(\sin\alpha + \frac{\cos\alpha}{\mu}\right)}$

$v_{min} = \sqrt{1{,}2 \cdot 10\left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 0{,}9}\right)} = \sqrt{6 + \frac{6\sqrt{3}}{0{,}9}} = \sqrt{6 + \frac{60\sqrt{3}}{9}} =$

$= \sqrt{6 + \frac{20\sqrt{3}}{3}} = \sqrt{6 + \frac{20}{\sqrt{3}}}$

$\sqrt{3} \approx 1{,}73$

$\sqrt{6 + \frac{20}{1{,}73}}$

$$\begin{array}{r} \times 1{,}73 \\ 1{,}73 \\ \hline 519 \\ 1211 \\ 173 \\ \hline 2{,}9929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 2000 & 173 \\ -173 & 11 \\ \hline 270 & \\ -173 & \\ \hline 97 & \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 3{,}7 \\ 3{,}7 \\ \hline 259 \\ 111 \\ \hline 13{,}69 \end{array} \qquad \begin{array}{r|l} 1369 & 300 \\ -1200 & 4{,}56 \\ \hline 1690 & \\ -1500 & \\ \hline 1900 & \end{array}$$

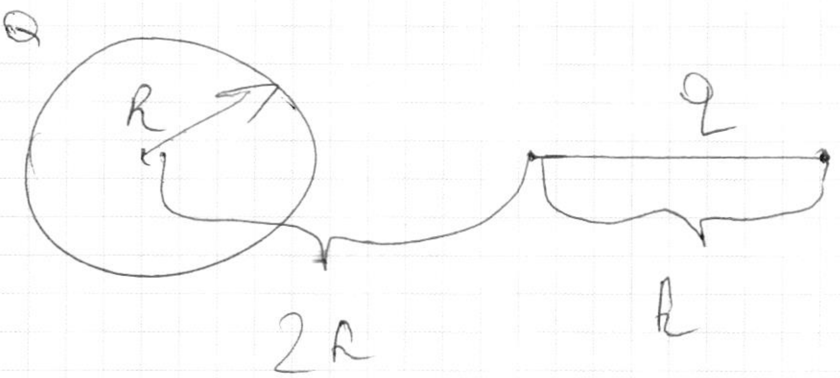
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

$$E \frac{4\pi R^2}{\cancel{4}} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$F_k = \frac{kqQ}{r^2}$$

$$E = \frac{\cancel{4}Q}{4\pi R^2 \varepsilon_0} = \frac{kQ}{}$$

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

$$gh = \frac{v_0^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv_1^2}{2}$$

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

Из ЗСИ:

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

$$mv_0 \cdot \cos\alpha = mv_1$$

$$v_1 = v_0 \cdot \cos\alpha \qquad gh = \frac{v_0^2}{2} \cdot (1-\cos^2\alpha)$$

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

$$h = \frac{4}{2 \cdot 10 \cdot 4} = \frac{1}{20} = \frac{5}{100} = 0{,}05 м$$

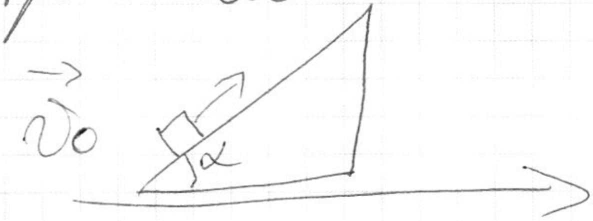
☑ черновик ☐ чистовик

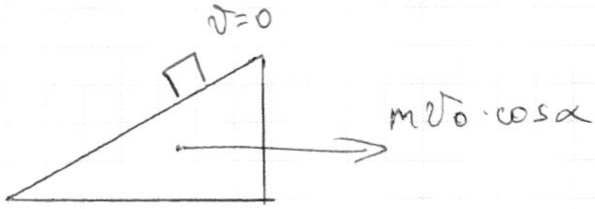
(Поставьте галочку в нужном поле)

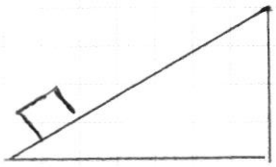
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

пренебрежём трением







ЗСЭ:

$$mgH + \frac{mv_0^2\cos^2\alpha}{2} = \frac{mv'^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2}(v'^2+v^2)$$

$$mgH+\frac{mv_0^2\cos^2\alpha}{2} = \frac{mv'^2}{2}+\frac{mv^2}{2}$$

$$mv'+mv = mv_0\cos\alpha$$

$$v' = v_0\cos\alpha - v$$

$$gH + \frac{v_0^2\cos^2\alpha}{2} = \frac{v_0^2\cos^2\alpha}{2} - \frac{2v_0\cos\alpha\cdot v}{2}$$

$$-mv'\cdot\cos\alpha + mv = mv_0\cos\alpha$$

$$v = v_0\cos\alpha + v'\cdot\cos\alpha = \cos\alpha\cdot(v_0+v')$$

$$gH+\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{2} = \frac{v'^2}{2}+\frac{v^2}{2}$$

$$gH+\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{2} = \frac{v'^2}{2} + \cos^2\alpha\, v_0^2$$

$m = 2кг$ №1

$H = v_0 \times t + \frac{g \times t^2}{2}$

$2H = 2v_0 \times t + gt^2$

$2H = 3gt^2$

$H = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$ $H = \frac{v_0^2 - v^2}{2a}$ $v_0^2 = 2gH$

$v_0 = \sqrt{2gH}$

(1) $v_0 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 65} = \sqrt{1300} = 10\sqrt{13}$

$v = v_0 + gt$

0 $v_0 = gt$

$H = \frac{v^2 - v_0^2}{2g} = \frac{(v - v_0)(v + v_0)}{2 \frac{v - v_0}{t}} =$

$= \frac{v + v_0}{2} : t$

36^2 $\begin{array}{r} 36 \\ \times 36 \\ \hline 216 \\ 108 \\ \hline 1296 \end{array}$ $\begin{array}{r} 35 \\ \times 35 \\ \hline 175 \\ 105 \\ \hline 1225 \end{array}$

$H = \frac{v^2 - v_0^2}{-2g} = \frac{v_0^2}{2g}$ $v_0^2 = H2g$

$v_0 = \sqrt{65 \cdot 2 \cdot 10} = \sqrt{1300} \approx 10\sqrt{13}$

≈ 36 м/с

$\begin{array}{r} 3{,}56 \\ \times 3{,}56 \\ \hline 2136 \\ 1780 \\ 1068 \\ \hline 116736 \end{array}$ 3,59

36

(12) $\tau = 10с$ значит последний осколок упал на землю через 10 с после взрыва. Его масса $\frac{m}{k}$

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

$v = \frac{g\tau}{2}$

$v = \frac{10 \cdot 10}{2} = 50 м/с$ – скорость осколка после взрыва

$E_k = 1$ $\sum E_k = \frac{mv^2}{2k} \cdot k = \frac{mv^2}{2} = \frac{2 \cdot 50}{2} = 50 Дж$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

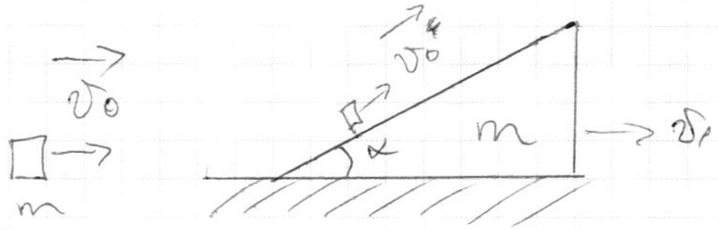
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

ЗСИ



$m\vec{v_0} = m\vec{v_0'} + m\vec{v_1}$

$OX: \quad v_0 = v_0' + v_1$

ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0'^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}$

$v_0^2 = v_0'^2 + v_1^2$

$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$

$v_0' + v_1 = 2$

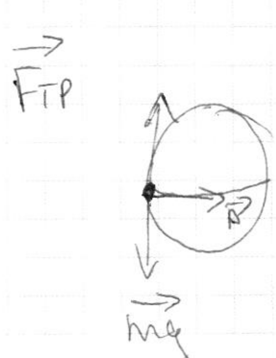
$v_0'^2 + v_1^2 = 4$

$0 = 65 + v_0\tau - \frac{g\tau^2}{2}$

$v_0 = -\frac{65}{\tau} + \frac{g\tau}{2}$

$v_0 = \frac{10 \cdot 10}{2} - \frac{65}{10} = 50 - 6{,}5 = 43{,}5$ м/с

$$\begin{array}{r} \times 43{,}5 \\ 43{,}5 \\ \hline 2175 \\ 1305 \\ 1740 \\ \hline 1892{,}25 \end{array}$$



$a_{цс} = \frac{v_0^2}{R}$

$ma = P$

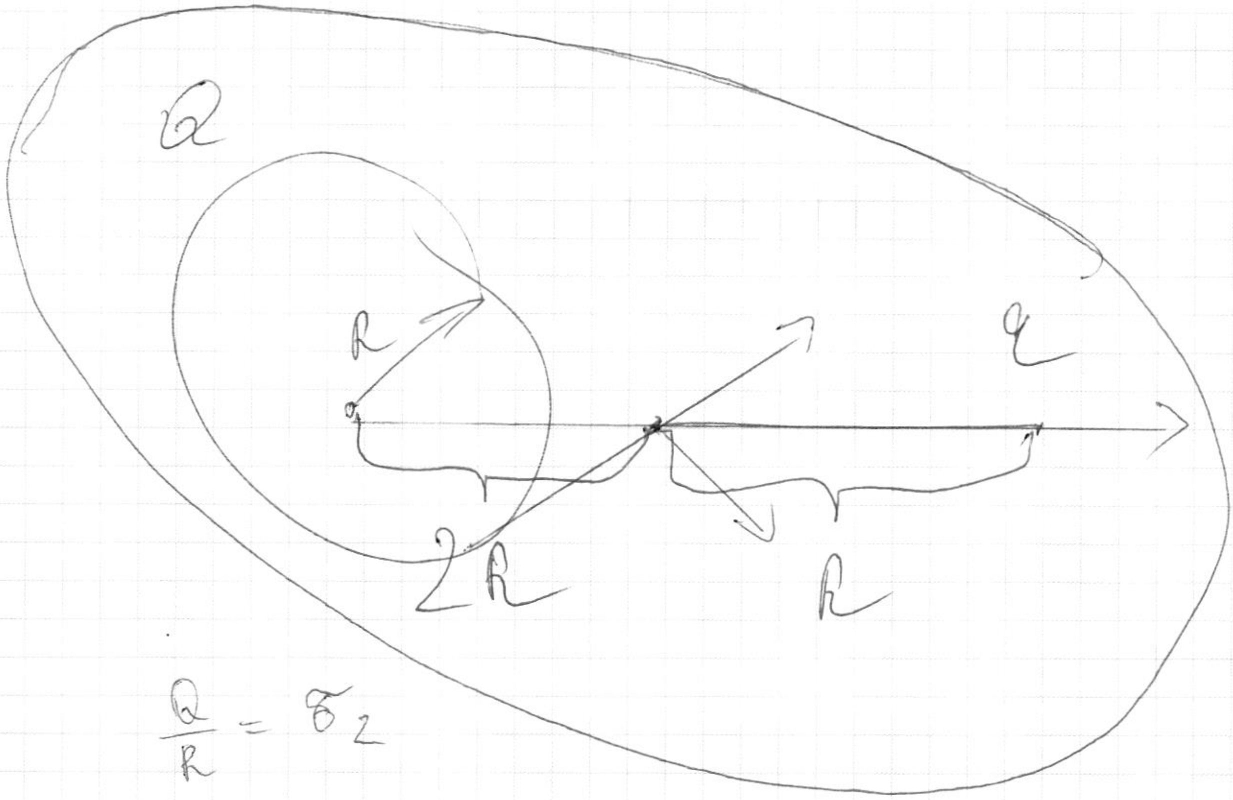
$\frac{mv_0^2}{R} = P \qquad P = \frac{0{,}4 \cdot 37^2}{1{,}2} = \frac{3{,}7^2}{3}$

☑ черновик ☐ чистовик

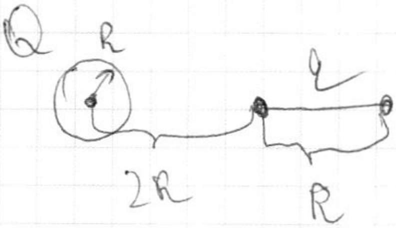
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$$\frac{Q}{R} = \sigma_2$$



$$F_i = \frac{kQq_i}{r_i}$$

$$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\sum_i F_i = kQ\sum_i \frac{q_i}{r_i}$$

$$F = \sum_i F_i = \sum_i \frac{kQq_i}{(2R+r_i)^2} = kQ\sum_i \frac{q_i}{(2R+r_i)^2}$$

$$E \cdot S = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$kQ \sum_i \frac{q_i}{r_i^2}$$

$$E = \frac{Q}{4\pi R^2 \varepsilon_0}$$

$$\frac{kq_i}{R}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v = v_0 \cdot \cos\alpha + v' \cdot \cos\alpha$$

$$v' \cdot \cos\alpha = v - v_0 \cdot \cos\alpha$$

$$v' = \frac{v}{\cos\alpha} - v_0$$

$$gH + \frac{v_0^2 \cdot \cos^2\alpha}{2} = \frac{v^2}{2\cos^2\alpha} - \frac{2 v \cdot v_0}{2\cos\alpha} + \frac{v_0^2}{2} + \frac{v^2}{2}$$

$$H = \frac{v^2 - v_0^2}{2g\sin\alpha} \qquad v_0 =$$

$$v'^2 = H2g\sin\alpha$$

$$v' = \sqrt{H2g\sin\alpha} = \sqrt{\frac{v_0^2}{\cancel{2g}} \cdot \sin^2\alpha \cdot \cancel{2g} \cdot \sin\alpha} =$$

$$= \sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha} = \sqrt{\frac{4}{8}} = \sqrt{\frac{1}{2}}$$

$$H = \frac{v'^2}{2g\cos\alpha}$$

$$v'^2 = 2gH\cos\alpha$$

$$v' = \sqrt{2 \; v_0^2 \cdot \sin^2\alpha}$$

$\times 1{,}79$ 3,58

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 18 \\ \hline 144 \\ 18 \\ \hline 324 \end{array}$$

321

$\sqrt{\frac{3}{2}}$

$$\begin{array}{r} 1{,}75 \\ \times 1{,}75 \\ \hline 875 \\ 945 \\ 175 \\ \hline 27825 \end{array}$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)