Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

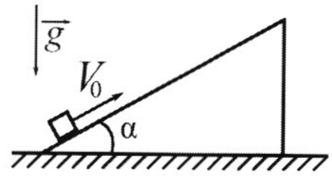
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$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

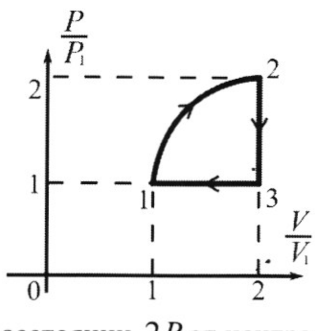
3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1{,}2$ м равномерно со скоростью $V_0 = 3{,}7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0{,}4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления 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 $\alpha = \dfrac{\pi}{6}$. 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.

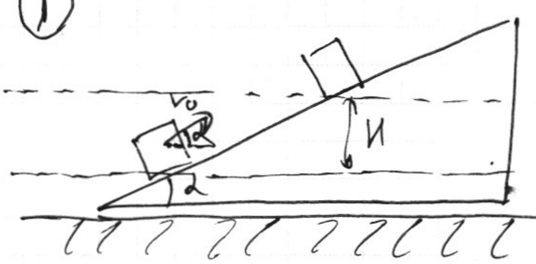
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2 $\alpha = 30^\circ$; $V_0 = 2$ м/с

1

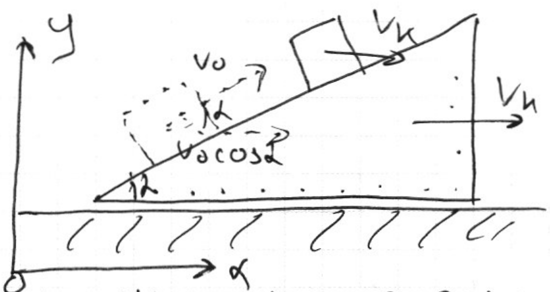


$g = 10$ м/с²

$h = mgH$

$h = 0$ ←

Обозначим уровень нулевой потенциальной энергии на начальной высоте шайбы. После того, как она поднимется на ~~на~~ максимальную высоту H, её потенциальная энергия будет mgH, а также она будет двигаться вместе с клином вправо с горизонтальной скор V_k. Также масса клина и шайбы $= m$



Запишем З.С.Э.: $\frac{mV_0^2}{2} = mgH + \frac{2mV_k^2}{2}$

$\Rightarrow V_0^2 = 2gH + 2V_k^2$ (*) Поскольку все поверхности гладкие, сопротивления нет!

Также запишем З.С.И. в проекции на горизонтальную плоскость Ox: $mV_0\cos\alpha = 2mV_k$ (**)

Поскольку в самом начале скорость была только у шайбы! Решаем сист. уравнений (*) и (**)!

$$\begin{cases} V_0^2 = 2gH + 2V_k^2 \\ V_0\cos\alpha = 2V_k \end{cases}$$

$\cos\alpha = \cos(30^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$V_k = V_0\frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ м/с

$V_0^2 = 2gH + 2V_0^2\frac{3}{16} = 2gH + \frac{3}{8}V_0^2$

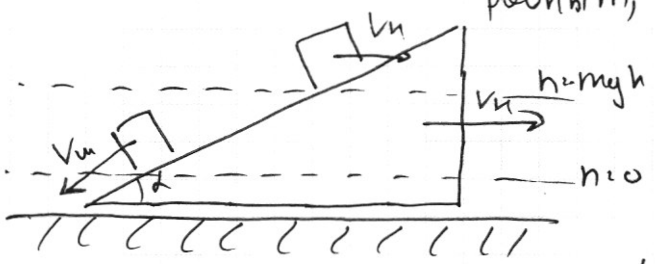
~~$\frac{1}{4}V_0^2 = 2gH$; $H = \frac{V_0^2}{8g} = \frac{2^2}{8\cdot 10} = \frac{1}{20}$ м~~

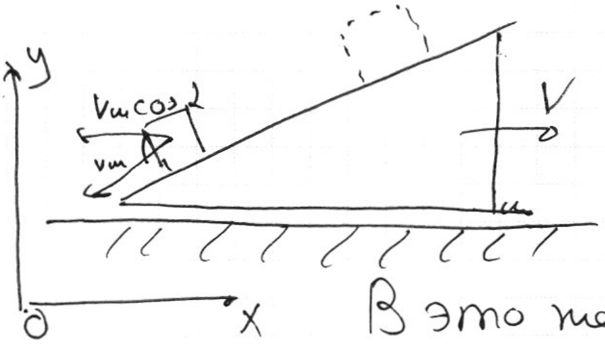
$\frac{5}{8}V_0^2 = 2gH$; $H = \frac{V_0^2\cdot 5}{8\cdot 2\cdot g} = \frac{2^2\cdot 5}{8\cdot 2\cdot 10} = \frac{1}{8}$ м

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

(2) Массы шайбы и клина вновь равны, . Теперь шайба катится обратно вниз. В начале ее потенциальная энергия была mgH, а станет 0 т.к мы возвращаемся на тот же уровень нулевой пот энергии.





При этом она приобретет новую скор $V_ш$, кот будет направлена вниз по склону. В это же время у клина будет тоже своя скор V, так же направленная вправо. З.С.Э:

$mgH + \frac{2mV_к^2}{2} = \frac{mV_ш^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$; $2gH + 2V_к^2 = V_ш^2 + V^2$ (*);

З.С.И также распишем в проекции по OX:

$2mV_к = mV - mV_ш\cos\alpha$; $2V_к = V - V_ш\cos\alpha$ (**)

Решаем сист урав (*) и (**):

$$\begin{cases} 2gH + 2V_к^2 = V_ш^2 + V^2 \\ 2V_к = V - V_ш\cos\alpha \end{cases} \quad V_ш = \frac{V-2V_к}{\cos\alpha} = \frac{2(V-2V_к)}{\sqrt3}$$

$$2gH + 2V_к^2 = \frac{4(V-2V_к)^2}{3} + V^2$$

$$2gH + 2V_к^2 = \frac43\left(V^2 - 4VV_к + 4V_к^2\right) + V^2 \,\Big|\cdot\frac34$$

$\frac32 gH + \frac32 V_к^2 = V^2 - 4VV_к + 4V_к^2 + \frac34 V^2$; $\frac74 V^2 - 4VV_к + \frac52 V_к^2 - \frac32 gH = 0$

$$D = 16V_к^2 - 4\left(\frac74\right)\left(\frac52 V_к^2 - \frac32 gH\right) = 16V_к^2 - \frac{35}{2}V_к^2 + \frac{21}{2}gH = \frac{21}{2}gH - \frac32 V_к^2$$

$$V_{12} = \frac{4V_к \pm \sqrt{\frac{21}{2}gH - \frac32 V_к^2}}{\frac72} = \frac{4\frac{\sqrt3}{2} \pm \sqrt{\frac{21}{2}\cdot 10\cdot\frac15 - \frac32\cdot\frac34}}{\frac72} = \frac{2\sqrt3 \pm 2\sqrt3}{\frac72} =$$

выбираем (+), поскольку клин точно не остановится

$V = \frac{4\sqrt3}{7}\cdot 2 = \frac87\sqrt3$ м/с

Ответ: $H = \frac15$ м; $V = \frac87\sqrt3$ м/с

☐ черновик ☑ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

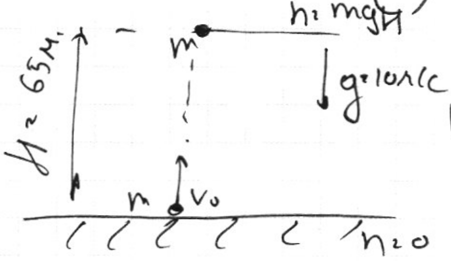
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

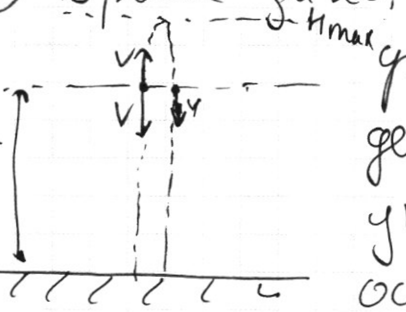
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

М1



(1) Поскольку ~~на~~ высота H – максимальная, на кот фейерверк смог подняться с начальной скоростью V_0. И других сил сопротивления нет => Запишем З.С.Э: $\frac{mV_0^2}{2} = mgH$; $V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2\cdot10\cdot65} \approx 36\ \frac{м}{с}$

(2) Время за кот упадут все осколки из фейерверка = $\tau = 10с$, т.е после падения 1го осколка пройдет τ секунд и упадет последний.



После взрыва осколки имеют одинаковую скор V. Быстрее всего долетит осколок, скор кот направлен ровно вниз, пусть это будет за t'. Дольше всех будет лететь осколок, скор кот направлен ровно вверх. Он долетит до максимальной высоты H_{max}, где его скор = 0, т.е $0 = V - gt$, где t – время за кот этот осколок долетит до H_{max}. Потом вернется на высоту H с той же скор V за то же время t и будет падать вниз, как самый „быстрый осколок". С высоты H он долетит до земли за t'. Итого он будет лететь $= 2t + t'$; Теперь $\tau = t_{медл} - t_{быстр} = (2t + t') - (t') = 2t = 10с$; $t = 5с$, а значит $V = gt = 10\cdot5 = 50$ м/с

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

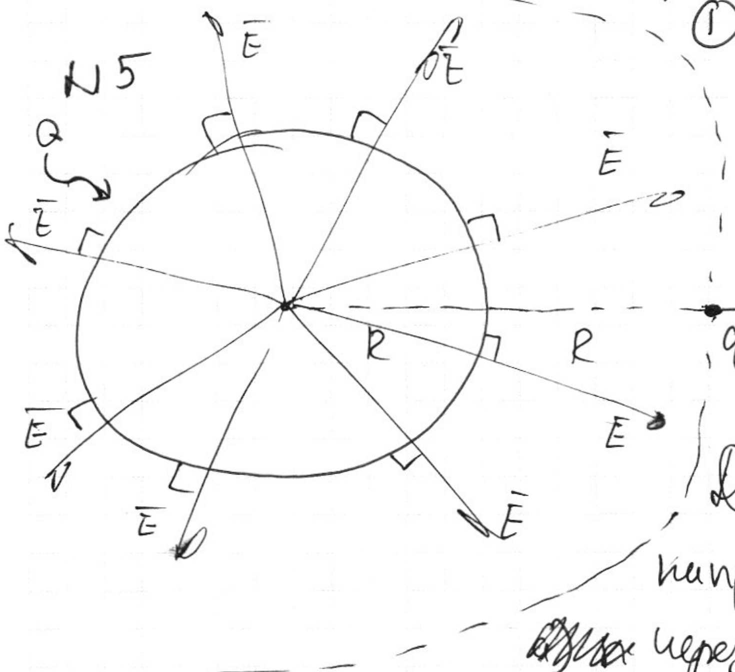
Предположим, что фейерверк разлетается на N осколков, каждый из кот получает скор V, а его

$E'_{кин} = \frac{\frac{m}{N}V^2}{2}$, Тогда суммарная кин энергия K осколков

$E_{кин} = \frac{\frac{mK}{N}V^2}{2} = \cancel{\ldots} = \frac{KmV^2}{N\,2} = \frac{K}{N}\cdot\frac{2\cdot 50^2}{2} = 2500\frac{K}{N}$ Н

Ответ: ~~...~~ $V_0 = 36$ м/с; $E_{кин} = 2500\frac{K}{N}$ Н, где N - кол-во осколков в фейерверке

N5



① Поскольку Q и q > 0, то эти заряды положительные и одноименные => шарик будет отталкиваться от сферы. Сначала посчитаем напряженность сферы $\bar{E}$. Для этого считаем поток напряженности Ф ~~...~~ ~~...~~ через сферу радиусом 2R (т.к нам интересуемый заряд шарика q расположен на таком расстоянии) 2мя способами:

а) по т. Гаусса: $Ф = \frac{q_{внут}}{\varepsilon_0}$ ← заряд, находящийся внутри площади, через кот считается поток; ε_0 ← константа

Внутри сферы радиуса 2R находится весь заряд $Q \Rightarrow Ф_1 = \frac{Q}{\varepsilon_0}$

б) По определению потока: $Ф = E\cdot S\cdot \cos\alpha$, где E - напряженность поля заряда Q, S - площадь, через кот считаем поток, α - угол между $\bar{E}$ и нормалью к ее S.

Напряженность сферы радиуса R ⊥ сфере и расходится из центра во все стороны => $\cos(0°) = 1 \Rightarrow Ф_2 = E\cdot 4\pi(2R)^2$

Теперь $Ф_1 = Ф_2 = \frac{Q}{\varepsilon_0} = E\cdot 4\pi(2R)^2$; $E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0(2R)^2}$; ~~k~~

☐ черновик ☑ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

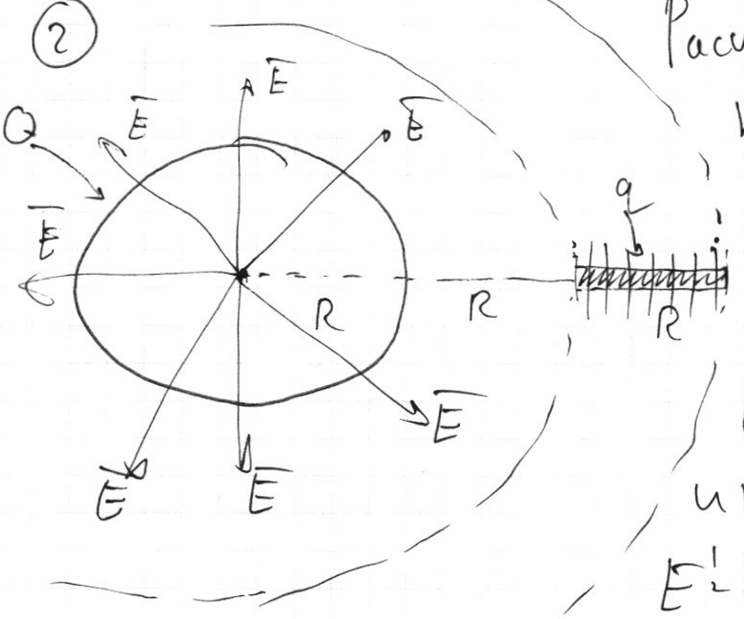
№5 (Продолжение)

коэф. пропорциональности $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{kQ}{4R^2}$

Итого сила F_1, действующая со стороны сферы на шарик

$F_1 = E \cdot q = \frac{kQq}{4R^2}$

(2)



Расширим нашу формулу напряженности. Заметим, что её можно посчитать для шарика q на ∀ расстоянии от центра сферы (не только 2R). Поэтому можно заменить 2R на x и получим: $\Phi_1 = \Phi_2$; $\frac{Q}{\varepsilon_0} = E \cdot 4\pi \cdot x^2$

$E = \frac{kQ}{x^2}$. Для того, чтобы посчитать силу, с кот сфера действует на стержень F_2.

Сначала посчитаем с какой силой F' она действует на ∀ маленький кусочек этого стержня; его заряд q' будет равен $\frac{q}{R}$ т.к заряд q распределен равномерно по стержню.

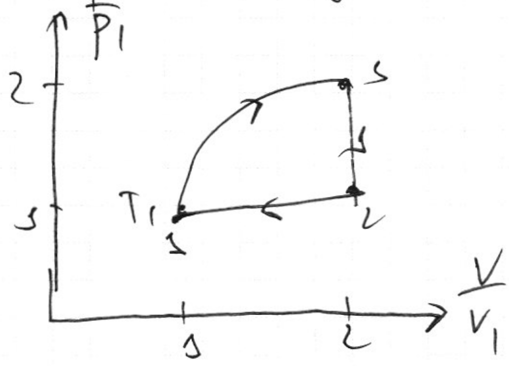
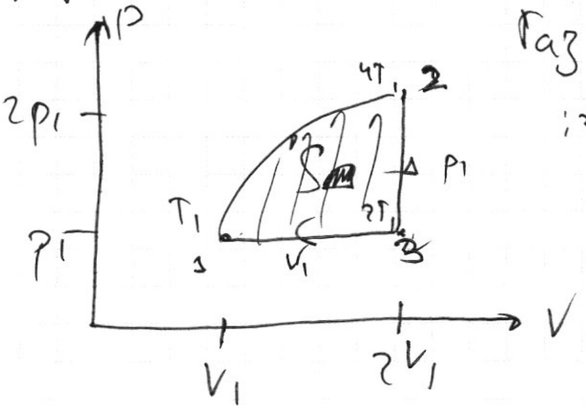
$\Rightarrow F' = E \cdot q' = \frac{kQq'}{x^2}$, где x меняется от 2R до 3R

Суммируем все такие F' и получим $F_2 = \int F' dx = \int \frac{kQq'}{x^2} dx$

$= kQ\frac{q}{R}\int_{2R}^{3R} \frac{1}{x^2} dx = kQ\frac{q}{R} \left. -\frac{1}{x} \right|_{2R}^{3R} = -\frac{kQq}{R}\left(\frac{1}{3R} - \frac{1}{2R}\right) = \frac{kQq}{6R^2}$

Ответ: $F_1 = \frac{kQq}{4R^2}$; $F_2 = \frac{kQq}{6R^2}$

№4 ① Переведем этот график $\frac{p}{p_1}\left(\frac{V}{V_1}\right)$ к $p(V)$

Газ 1-ноатомный; $i=3$; $\nu=1$ моль

точка 1: $p_1; V_1; T_1$; По объед газовому закону

точка 2: $2p_1; 2V_1; T_2$

$$\frac{p_1V_1}{T_1}=\frac{2p_1 2V_1}{T_2};\ T_2=4T_1$$

точка 3: $p_1; 2V_1; T_3$

$$\frac{p_1V_1}{T_1}=\frac{p_1 2V_1}{T_3};\ T_3=2T_1$$

Пот. Менд Клап в точке 1 $p_1V_1=\nu RT_1$, $T_1=\frac{p_1V_1}{R}$; $p_1V_1=RT_1$

Посчитаем все $Q=\Delta U+A$:

$$Q_{23}=\Delta U_{23}+\underbrace{A_{23}}_{0}=\frac{i}{2}\nu R\Delta T_{23}=\frac{3}{2}R(T_3-T_2)=-\frac{3}{2}R2T_1=-3RT_1$$

т.к $\Delta V=0$

газ отдавал тепло

$$Q_{31}=\Delta U_{31}+A_{31}=\frac{i}{2}\nu R\Delta T_{31}-p_1V_1=\frac{3}{2}R(T_1-T_3)-p_1V_1=-\frac{5}{2}RT_1$$

газ отдавал тепло

$$Q_{12}=\Delta U_{12}+A_{12}=\frac{i}{2}\nu R\Delta T_{12}+A_{12}=\frac{3}{2}R(4T_1-T_1)+p_1V_1+S=$$

$$=\frac{9}{2}RT_1+RT_1+S>0$$ т.к $\Delta V>0$ => газ получает тепло

$$\frac{11}{2}RT_1+S$$

площадь четвертинки окружности в коорд $\frac{p}{p_1}; \frac{V}{V_1}$ или эллипса в коорд p,V

В первом приближении $S=S=p_1V_1\cdot\frac{1}{2}=\frac{RT_1}{2}$

$$\Rightarrow Q_{12}=\frac{11}{2}RT_1+\frac{1}{2}RT_1=12RT_1$$

$\underline{Q=Q_{12}}=12RT_1$

☐ 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

№4 (Продолжение)

2) Мы уже считали, что

$A_{23}=0$

$A_{31}=-p_1V_1$

$A_{13}=p_1V_1+S$

$\Rightarrow A_{цикла}=A=A_{12}+A_{23}+A_{31}=S=\frac{1}{2}RT_1$

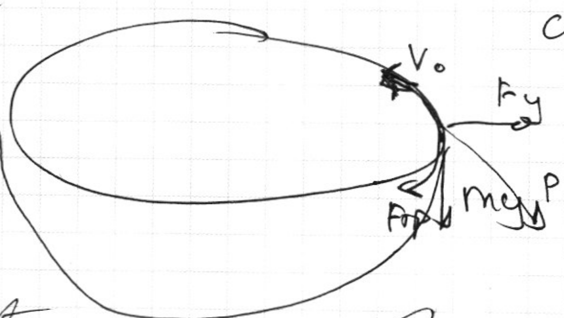
3) КПД цикла ~~равно~~ $\eta=\frac{A}{Q}=\frac{S}{\frac{11}{2}RT_1+S}=\frac{\frac{1}{2}RT_1}{12RT_1}=\frac{1}{24}$

Ответ: $Q\approx12RT_1$; $A\approx\frac{1}{2}RT_1$; $\eta\approx\frac{1}{24}$

№3 1) $R=1.2м$; $V_0=3.3м/с$; $m=0.4кг$; $g=10м/с^2$

$\mu=0.9$. Машина едет по окружности со

~~Ответ) №3~~



скор V_0 $\Rightarrow$ создается центростр. ускор $a_n=\frac{V_0^2}{R}$ $\Rightarrow$ центробежная сила $F_y=ma_n=\frac{mV_0^2}{R}\approx\frac{3{,}2\cdot 2}{300}\approx4{,}563$

Сила P, с кот действует машинка на сферу

$\vec{P}=m\vec{g}+\vec{F_y}$ $\Rightarrow$ $|P|=\sqrt{m^2g^2+F_y^2}=\sqrt{16+(4{,}563)^2}\approx6H$

2) $\alpha=\frac{\pi}{6}=30^\circ$ Чтобы машинка удержалась на таком кольце, нужно чтобы достигалось равновесие в верхней точке

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

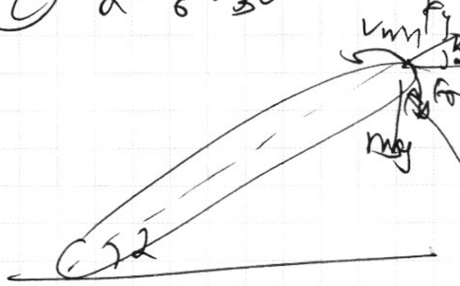
~~Также $F_y = m\frac{V_{min}^2}{R}$~~

Добавлен $F_{трение} = \cancel{p}\ \mu N = \mu P = 0.9P$

$|P| = \sqrt{F_{тр}^2 + m^2g^2 + F_y^2}$

$|P| = \sqrt{0.81P^2 + 16 + 20.82}$; $P = \sqrt{194} \approx 14H$

(2) $\alpha = \frac{\pi}{6} = 30°$ Чтобы машинка удержалась на этом кольце, нужно чтобы было равновесие в верхней точке



Также $F_y = m\frac{V_{min}^2}{R}$; $F_{тр} = 0.9N = 0.9P$

$P = \sqrt{0.81P^2 + m^2g^2 + (F_y \cdot \cos\alpha)^2}$

$P^2 = 0.81P^2 + 16 + \frac{m^2 V_{min}^4}{R^2}\frac{3}{4}$

$0.19P =$

ч.т.д.

Ответ: $P = 14H$; V_{min}

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

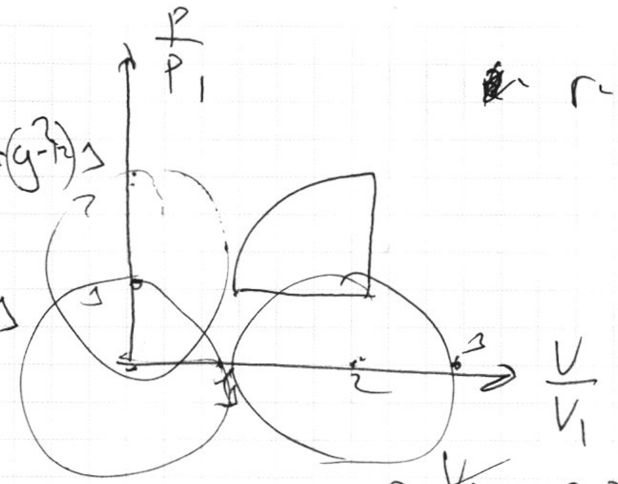
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\nu = 1$ моль

$i = 3$ $(x-2)^2 + (y-1)^2 = 1$

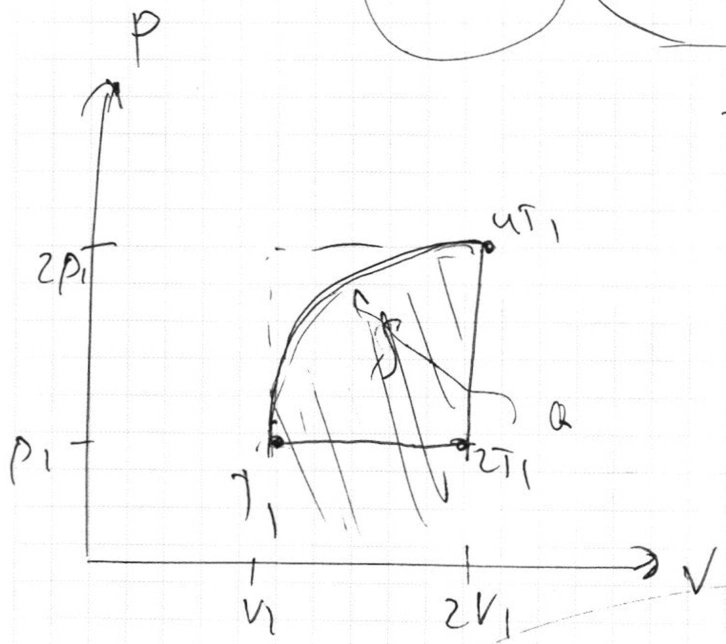
$x^2 + y^2 = 1$



$r = 1$

$(p-p_1)^2 = 1 - (V-2V_1)^2$

$|p-p_1| = \sqrt{1-(V-2V_1)^2}$



$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{2p_1 2V_1}{T_2}$; $T_2 = 4T_1$

$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_1 2V_1}{T_3} = 2T_1$

$x^2+y^2=1$

$\left(\frac{p}{p_1}+1\right)^2 + \left(\frac{V}{V_1}+2\right)^2 = 1$

$p_1V_1 = \nu RT_1$

$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R(3T_1) + p_1V_1 + S$

$\frac{i}{2}\nu R\Delta T$ $\quad p_1 \cdot V_1 + S$

$\int p\,dV$ $\quad \left(\frac{p}{p_1}-1\right)^2 + \left(\frac{V}{V_1}-2\right)^2 = 1$

$A = S$ $\quad Vp_1$

$p = \sqrt{1-(V-2V_1)^2} + p_1$

$\frac{p}{p_1} =$

$-\frac{3}{2}RT_1 - RT_1$

$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{S}{}$

$(p-p_1)^2 + (V-2V_1)^2 = 1$

$\int p\,dV = \left(\sqrt{1-(V-2V_1)^2} + p_1\right)dV$

$p^2 - 2pp_1 + p_1^2 + V^2 - 4VV_1 + 4V_1^2 = 1$

☒ черновик ☐ чистовик

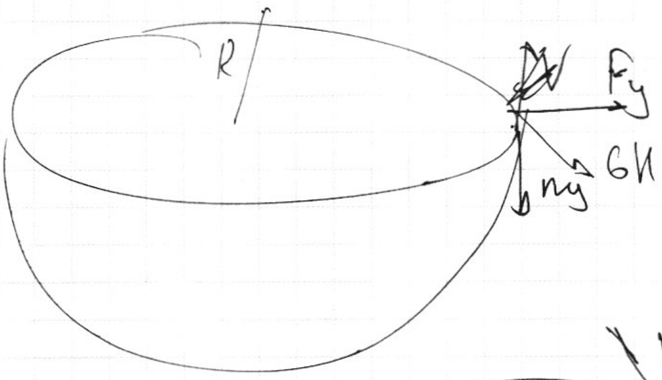
(Поставьте галочку в нужном поле)

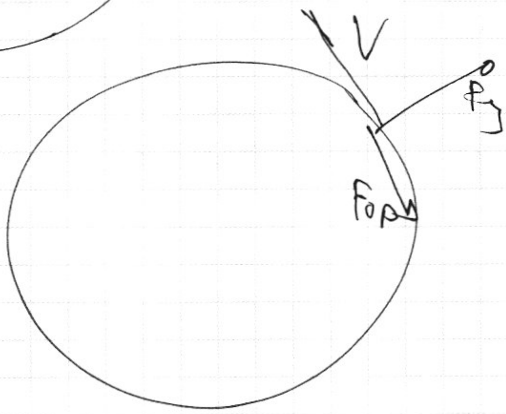
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

14 6

$F_y = m\frac{V_0^2}{R} = \frac{35^2}{300}$





$F_{тр} = F_y \cdot 0.9 = \frac{35 \cdot 9}{300 \cdot 10}$

$36,28 + 20.82 \cdot \frac{81}{100}$

20.82
6

$$\begin{array}{r} 20,82 \\ \times\ 81 \\ \hline 2082 \\ 2406 \\ \hline 2,66,42 \end{array}$$

☒ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$R = 1,2 м$

$V_0 = 3,8 м/с$

$\frac{180}{6} = 30$

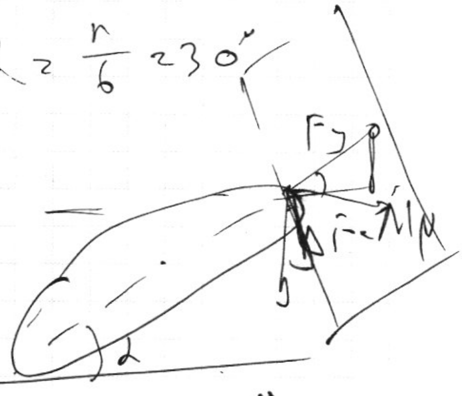
$F_y \sin\alpha = mg$

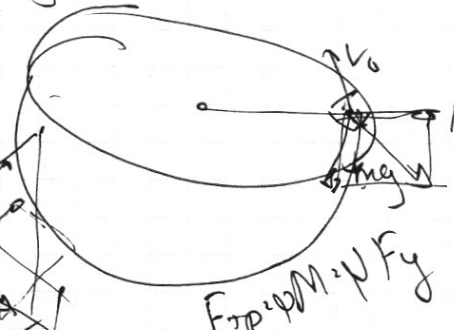
$F_y = 2mg = ma_н$

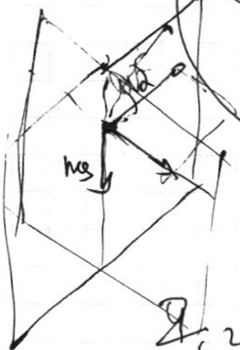
$2g = a_н = \frac{V_{min}^2}{R}$

$V_{min}^2 = 2gR$

$\alpha = \frac{\pi}{6} = 30°$







$\frac{V_0^2}{R} = a_н$

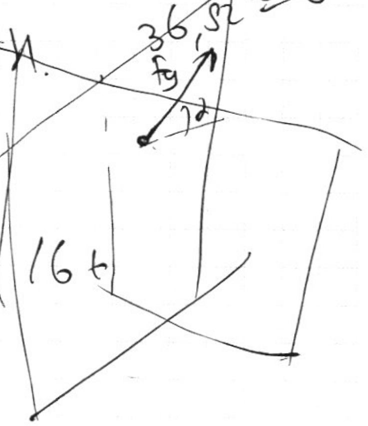
$F_y - ma_н = \frac{mV_0^2}{R}$

$F_{тр} = \mu N = \mu F_y$

$\frac{0.4 \cdot (3.8)^2}{1.2}$

$0.4 \cdot 10 = 4 Н$

$\frac{4}{10} \cdot \frac{10}{12} \cdot \frac{38^2}{10^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{38^2}{10^2}$



$\frac{38^2}{300}$

1369 | 300

1200 | 4,563

1690

1500

1900

1800

1000

900

3682 | 19

19 | 193

178

171

72

4,563 · 4,563

20,82

$F_{тр} = 0,9 N$

$\sqrt{0.81N^2 + 36,82} = N$

$0.81N^2 + 36,82 = N^2$

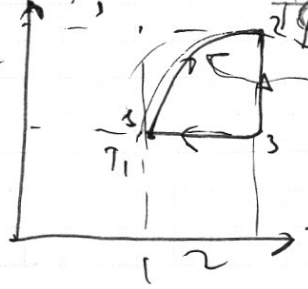
$36,82 = 0,19N^2$

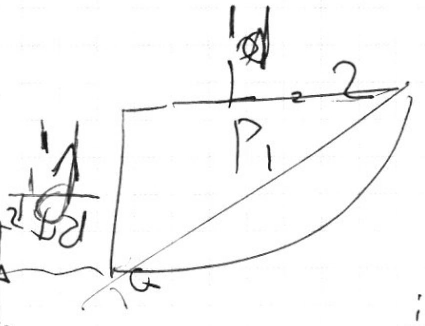
$\frac{3682}{100} \cdot \frac{100}{19}$

$\nu = 1$ моль

$i = 3$

η P_1





$q_1 = \frac{q}{R}$ $x\Big|_{3R}^{2R}$

$F = \frac{kQq_i}{x^2}$

$E = \frac{kQ}{}$

$Q = \Delta U + A$

$\frac{i}{2}\nu R\Delta T$ $\int$

$\frac{pV}{T} = \frac{p'V'}{T'}$ $\int F\,dx = \int \frac{kQq_i}{x^2}\,dx$

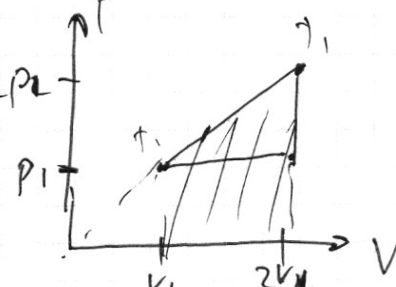
$\frac{kQq}{R}\int\frac{dx}{x^2}\,dx$

$= \frac{kQq}{R}\Big|_{3R}^{2R} -\frac{1}{x}$

1: ~~$p_1 T_1 V_1$~~ p_1 V_1 T_1

2: $2P_1$; $2V_1$

$\left(\frac{p_1+p_2}{2}\right)(V_2-V_1) = \frac{3p_1}{2}(V_1)$



Т. Гаусса

$\int pV$ $\Phi = \frac{q_{вн}}{\varepsilon_0}$

по опред

$\Phi = E \cdot S \cdot \cos\alpha$

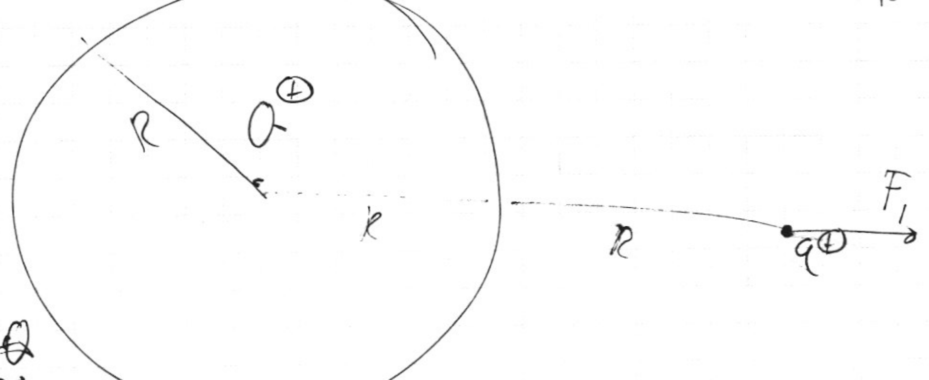
$-\frac{kQq}{R}\left(\frac{1}{3R}-\frac{1}{2R}\right)$

$-\frac{kQq}{R}\left(\frac{2-3}{6R}\right)$

$\frac{kQq}{6R^2}$

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

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

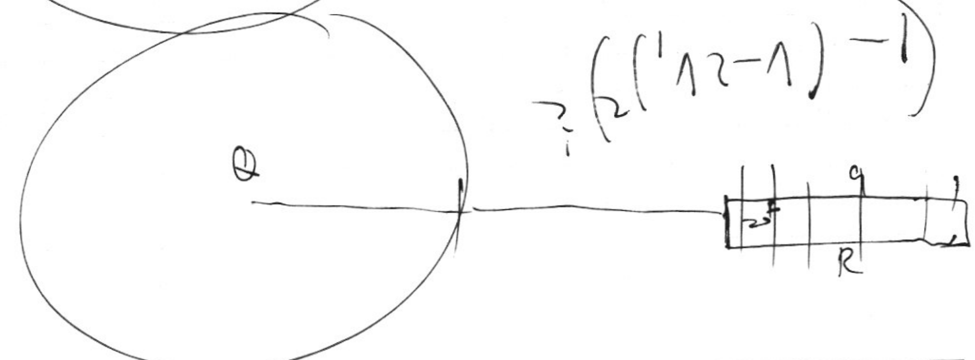


~~$F_1 = E \cdot q = \frac{kqQ}{R^2}$~~

$?; \left(2(\sqrt{2}-1)-1\right)$

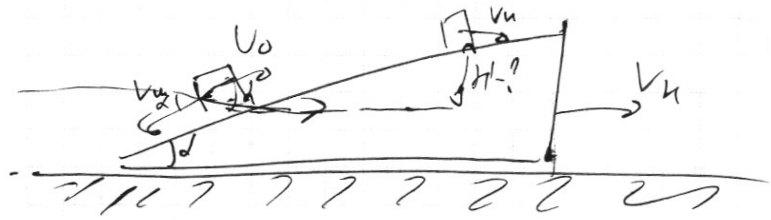
$E = \frac{kQ}{x^2}$

$F_1 = E \cdot q = \frac{kQq}{4R^2}$



$\alpha = 30^\circ$ (m)

by



$p_H = mV_0 = 2mV_k$

$mV_0\cos\alpha = 2mV_k$

$V_0\cos\alpha = 2V_k$

$V_0\frac{\sqrt{3}}{2} = 2V_k$

$V_k = V_0\frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ м/с

$V_0 = \frac{4}{\sqrt{3}}V_k$

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

$V_0^2 = 2gH + 4V_k^2$

$V_0^2 = 2gH + 4V_0^2\frac{3}{16} = 2gH + \frac{3}{4}V_0^2$

$\frac{1}{4}V_0^2 = 2gH;\ H = \frac{V_0^2}{8g} = \frac{4}{80} = \frac{1}{20}$ м

$mgH + \frac{2mV_k^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + \frac{mV_m^2}{2}$

$2mV_k = mV - mV_m\cos\alpha$

$V_m\cos\alpha = mV - 2mV_k$

$V_m = \frac{V - 2V_k}{\cos\alpha} = \frac{2(V-2V_k)}{\sqrt{3}}$

$2gH + 4V_k^2 = V^2 + V_m^2$

$2gH + 4V_k^2 = V^2 + \left(\frac{2(V-2V_k)}{\sqrt{3}}\right)^2$

$2gH + 4V_k^2 = V^2 + \frac{4(V-2V_k)^2}{3}$

$2gH + 4V_k^2 = \frac{4}{3}(V^2 - 4VV_k + 4V_k^2) + V^2 \cdot \frac{3}{4}$

$\frac{3}{2}gH + 3V_k^2 = V^2 - 4VV_k + 4V_k^2 + \frac{3}{4}V^2$

$0 = V^2 - 4VV_k + V_k^2 - \frac{3}{2}gH$

$D = 16V_k^2 - 4(V_k^2 - \frac{3}{2}gH) = 12V_k^2 + 6gH$

$V_{12} = \frac{4V_k \pm \sqrt{12V_k^2 + 6gH}}{2} = \frac{4\frac{\sqrt{3}}{2} \pm \sqrt{9+3}}{2} = \frac{2\sqrt{3} \pm \sqrt{12}}{2} = 2\sqrt{3}$ м/с

$\frac{3}{2}gH + 3V_k^2 = V^2 - 4VV_k + 4V_k^2 + \frac{3}{4}V^2$

$\frac{7}{4}V^2 - 4VV_k + V_k^2 - \frac{3}{2}gH \mid \frac{4}{7}$

$V^2 - \frac{16}{7}VV_k + \frac{4}{7}(V_k^2 - \frac{3}{2}gH)$

$D = \left(\frac{16}{7}\right)^2 V_k^2 - \frac{16}{7}(V_k^2 - \frac{3}{2}gH)$

$\frac{16^2}{49}V_k^2 - \frac{16}{7}V_k^2 + \frac{3\cdot 8}{7}gH$

$\frac{\frac{16}{7}V_k \pm \sqrt{\ }}{2} = \frac{8}{7}V_k \pm \sqrt{\frac{4\cdot 9}{49}V_k + \frac{6}{7}gH}$

$\frac{16^2 - 16\cdot 7}{49}V_k^2 = \frac{16\cdot 9}{49}V_k^2 + \frac{3\cdot 8}{7}gH$

$\frac{36}{49}\cdot\frac{3}{4} = \frac{27}{49} + \frac{3}{7}$

$\frac{27 + 3\cdot 7}{49} = \frac{48}{49}$

$\sqrt{\frac{36}{49}\cdot\frac{3}{4} + \frac{3}{7}}$

$\frac{4}{7} \pm 1$

$V_0^2 = 2gH + 2V_k^2$

$V_k = V_0\frac{\sqrt{3}}{4}$

$V_0^2 = 2gH + 2\frac{3}{16}V_0^2$

$2\sqrt{3} \pm \sqrt{\frac{21}{9}}$

$V_0^2 + 2gH$

☑ 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

$F_{тр} = \mu N$

$F_T = F_{тр}\cos\alpha$

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

$v_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\cdot 10\cdot 65} = \sqrt{1300} \approx 36$ м/с

$\tau = 2t + t'$

$0 = v - gt \quad v = gt$

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

$E_k \cdot k = \frac{mV^2}{2}\cdot k \quad k E_k = \frac{\frac{mk}{N}V^2}{2}$

$V - gt = 0, \; V = gt$

$\tau = t_б - t_м = 2t + t' - t' = 2t$

$\frac{\tau}{2} = t \cdot g \quad E_k = \frac{mV^2}{2} = 2$

$\frac{g\tau}{2} = V = \frac{10\cdot 10}{2} = 50$ м/с

$\sqrt{mg^2 + F_T^2}$

☑ черновик ☐ чистовик

Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)