Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

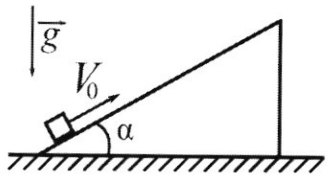
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$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

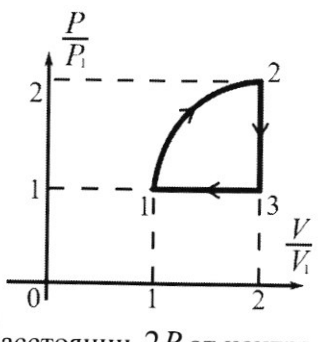
4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1–2 –дуга окружности с центром в точке 3. Температура газа в состоянии 1 равна T_1.

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

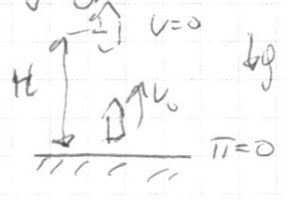
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано
$m = 2$ кг
$H = 65$ м
$\tau = 10$ с
$g = 10 \frac{м}{с^2}$
V_0 - ?
K - ?

Запишем з-н сохранения энергии для 2 ситуаций: начального положения и к моменту взрыва

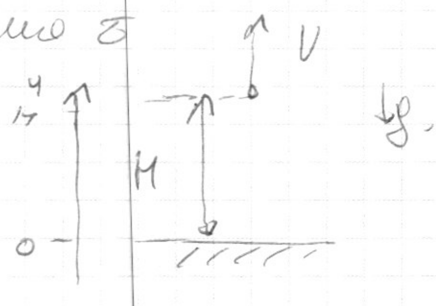


$$\frac{m}{2}V_0^2 = mgH \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gH}$$

$$V_0 = \sqrt{1300}\ \frac{м}{с} \approx \sqrt{1296}\ \frac{м}{с} = 36\ \frac{м}{с}.$$

После разрыва скорость осколков одинакова по модулю V ~~V=const~~. тогда очевидно, что дольше всего падать на землю будет осколок, летящий вертикально вверх. Т.е он будет спускаться время τ

тогда запишем з-н движения осколка в поле силы тяжести



$$y:\ y = H + Vt - \frac{gt^2}{2}$$

в момент падения $y = 0$, $t = \tau$

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

$$= \frac{10\frac{м}{с^2}\cdot 10с}{2} - \frac{65\ м}{10с} = 43,5\ \frac{м}{с}$$

тогда $K = \cancel{\frac{mv^2}{}} \sum_{i=1}^{n} \frac{\Delta m_i V_i^2}{2} = \frac{mV^2}{2}$, n - кол-во осколков.

$$K = \frac{2кг}{2}\left(43,5\ \frac{м}{с}\right)^2 = 43,5^2\ Дж =$$

$$= 1892,25\ Дж.$$

Ответ: $36\ \frac{м}{с}$; $1892,25$ Дж.

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №1

(Нумеровать только чистовики)

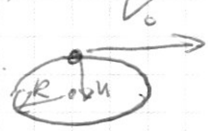
№ 3.

$\mu = 0{,}9$
$V_0 = 3{,}7\ \frac{м}{с}$
$R = 1{,}2\ м$
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$
$m = 0{,}4\ кг$
$\alpha = \frac{\pi}{6}$

1) P - ?
2) V_{min} - ?

1) В первой ситуации машина движется в горизонтальной плоскости, где проекция силы тяжести нулевая.

На машину действует только Q – сила полной реакции опоры ; $Q = P$ (по 3-зну Ньютона).



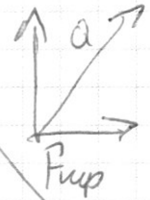
В проекции на ось n действует только сила N – сила нормальной реакции опоры по 3-н Ньютона:

$n = m a_n = N$

$a_n = \frac{V_0^2}{R}$ из кинематики вр. движения.

$N = m\frac{v_0^2}{R}$

$Q = \sqrt{F_{тр}^2 + N^2}$; $F_{тр} = \mu N$



тогда $Q = N\sqrt{1+\mu^2} =$

$= m\frac{v_0^2}{R}\sqrt{1+\mu^2}$

$Q = 0{,}4\,кг \cdot \frac{(3{,}7\ \frac{м}{с})^2}{1{,}2\,м}\sqrt{1+(0{,}9)^2} = Н \cdot \frac{3{,}7^2}{3}\sqrt{1{,}81} =$

$= Н \cdot 3{,}7^2\sqrt{\frac{1{,}81}{9}} \approx 3{,}7^2\sqrt{0{,}2}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

$V_0 = 2\frac{м}{с}$

$\alpha = 30^\circ$

$g = 10\frac{м}{с^2}$

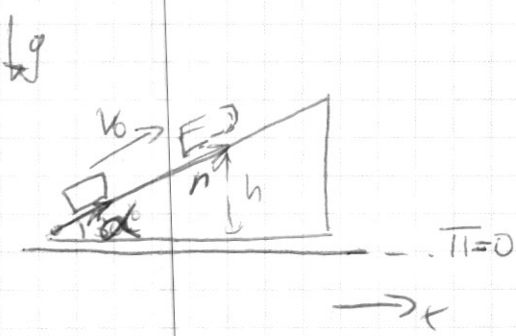
H-?

V-?

Пусть масса клина и шайбы m

Пусть r - расстояние шайбы от нижнего конца клина, тогда

$h = r\sin\alpha$



максимальная высота H достигается при максимальном r, тогда $\dot r = 0$, т.е $V_{отн} = 0$ ($V_{отн}$ - скорость шайбы относительно клина). клин и шайба движутся как единое целое со скоростью u. тогда запишем з-н сохр. импульса на o.x, ~~т.к.~~ (на систему шайба+клин), т.к. ~~горизонт~~ $\sum F_x = 0$.

$$-mV_0\cos\alpha + 2mu = 0 \Rightarrow u = \frac{V_0\cos\alpha}{2}$$

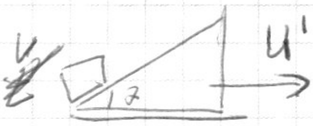
Запишем з-н сохр. энергии на систему (клин + шайба)

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgH + \frac{2mu^2}{2} \Rightarrow H = \frac{V_0^2 - 2u^2}{2g} =$$

$$= \frac{V_0^2 - \frac{V_0^2\cos^2\alpha}{2}}{2g} = \frac{V_0^2}{2g}\left(1 - \frac{\cos^2\alpha}{2}\right) = \frac{V_0^2}{2g}\left(\frac{1}{2} + \frac{\sin^2\alpha}{2}\right) =$$

$$= \frac{V_0^2(1+\sin^2\alpha)}{4g} = \frac{4\left(\frac{м}{с}\right)^2\left(1+\frac{1}{4}\right)}{4\cdot 10\frac{м}{с^2}} = \frac{1}{8}м = 0{,}125 м$$

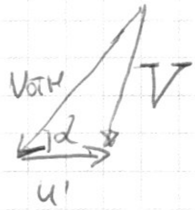
Для второй ситуации:



Запишем з-н сохр энергии
(на шайбу + клин)

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + \frac{mu'^2}{2} \Leftrightarrow V_0^2 = V^2 + u'^2 \quad (1)$$

И з-н сложения скоростей получим:



$$V^2 = V_{отн}^2 + u'^2 - 2V_{отн}u'\cos\alpha \quad (2)$$

Запишем з-н сохранения ~~энергии~~ импульса (на систему шайба + клин) на о. x. $\Sigma F_x = 0$.

$$mu' + m(u' - V_{отн}\cos\alpha) - mV_0\cos\alpha = 0.$$

$$2u' = \cos\alpha(V_0 + V_{отн}) \Leftrightarrow u' = \frac{V_0 + V_{отн}}{2}\cos\alpha \quad (3)$$

Из (1), (2), (3) получим:

$$V_0^2 = V_{отн}^2 \cancel{+u'^2} + 2\left(\frac{V_0+V_{отн}}{2}\right)^2\cos^2\alpha - 2V_{отн}\cos\alpha\,\frac{V_0+V_{отн}}{2}\cos\alpha$$

$$V_0^2 = V_{отн}^2 + \frac{V_0^2 + 2V_0V_{отн} + V_{отн}^2}{2}\cos^2\alpha - V_{отн}^2\cos^2\alpha - V_0V_{отн}\cos^2\alpha$$

$$V_0^2 = V_{отн}^2 + \frac{V_0^2}{2}\cos^2\alpha - \frac{V_{отн}^2}{2}\cos^2\alpha.$$

$$V_0^2\left(1 - \frac{\cos^2\alpha}{2}\right) = V_{отн}^2\left(1 - \frac{\cos^2\alpha}{2}\right) \qquad \cos^2\alpha \neq 2$$

поэтому $V_0 = V_{отн}$, тогда $u' = V_0\cos\alpha$.

$$V^2 = V_0^2 + V_0^2\cos^2\alpha - 2V_0V_0\cos^2\alpha = V_0^2\sin^2\alpha$$

$$V = V_0\sin\alpha = 2\frac{м}{с}\cdot\frac{1}{2} = 1\frac{м}{с}$$

Ответ: 0,125 м; $1\frac{м}{с}$.

На участках 2-3 и 3-1 теплота отводится, значит $\eta = \frac{A}{Q}$

$$\eta = \frac{RT_1 \frac{\pi}{4}}{\frac{22+\pi}{4} RT_1} = \frac{\pi}{22+\pi} \approx 0,12$$

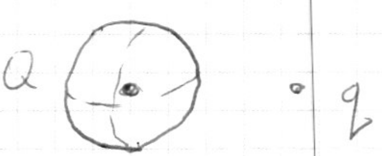
$\eta = 12\%$

Ответ: $6,34\, RT_1$; $0,84\, RT_1$; 12%.

№ 5

Q, q
F_1 - ?
F_2 - ?

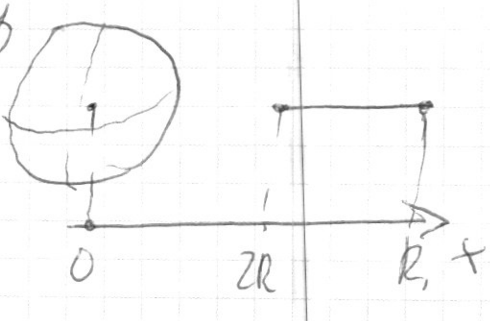
1) Поле равномерно заряженной сферы, вне совпадает с полем точечного заряда равного заряду сферы и расположенного в центре сферы



тогда сила $F_1 = \frac{kqQ}{(2R)^2} = \frac{kqQ}{4R^2}$

2) Разобьем стержень на малые части dx, заряд которых $dq = \frac{dx}{R} q$ и можно считать точечным

Пользуясь утверждением из 1 пункта, заметим, что сила действующая на часть dx равна $dF = \frac{kQdq}{x^2}$



$$dF = \frac{kQdq}{x^2} = \frac{kQq}{R} \cdot \frac{dx}{x^2}$$

тогда суммарная сила действующая на стержень $F = \int dF$

$$F = \int_{2R}^{3R} \frac{kQq}{R} \frac{dx}{x^2} = \frac{kQq}{R}\left(\frac{1}{2R} - \frac{1}{3R}\right) = \frac{kQq}{6R^2}$$

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

P_1, T_1
$\nu = 1$ моль
$Q - ?$
$A - ?$
$\eta - ?$

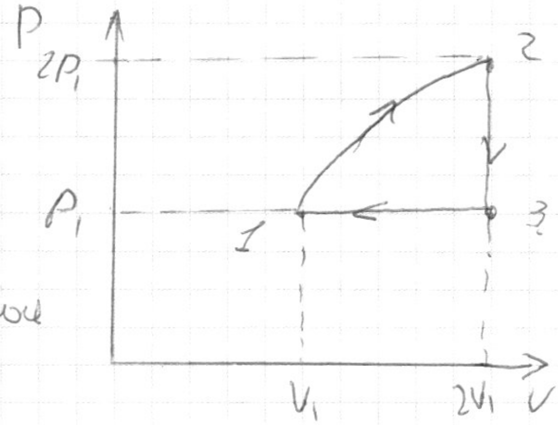
Изобразим данный график в стандартных координатах P-V (не нормированных)

Участок 1-3 - переход в изобару, т.к. $P = const = P_1$

2-3 - переход в изохору, т.к. $V = const = 2V_1$

Участок 1-2 переход в эллипс (четверть эллипса) (в виду растяжения по ординате и абсциссе), с полуосями P_1 и V_1.

1-е начало Термодинамики для 1-2.:



$$Q = \Delta U_{12} + A_{12}.$$

Работа A_{12} будет найдена как площадь под графиком

$$A_{12} = +S = \frac{\pi P_1 V_1}{4} + P_1 V_1$$

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

ур-е Менделеева-Клапейрона для состояний 1 и 2.

$$P_1 V_1 = \nu R T_1 \quad ; \quad 2P_1 \cdot 2V_2 = \nu R T_2$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}(\nu R T_2 - \nu R T_1) = \frac{3}{2}(4P_1V_1 - P_1V_1) = \frac{3}{2}3P_1V_1 = \frac{9}{2}P_1V_1$$

$$Q = \frac{9}{2}P_1V_1 + P_1V_1\left(1 + \frac{\pi}{4}\right) = P_1V_1\left(\frac{11}{2} + \frac{\pi}{4}\right) = \nu R T_1\left(\frac{22+\pi}{4}\right)$$

т.к. $\nu = 1$ моль, $Q = RT_1\left(\frac{22+\pi}{4}\right) \simeq 6{,}34\, RT_1$

Работа A цикла будем вычислять как площадь внутри цикла, тогда $A = S_{цикла} = \frac{P_1V_1}{4}\pi$

$$A = \nu R T_1 \frac{\pi}{4}, \text{ т.к } \nu = 1 \text{ моль, то } A = \frac{\pi}{4}RT_1 \simeq 0{,}84 RT_1$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 5
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

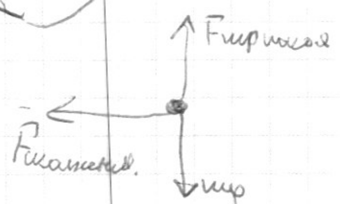
№3

$V_0=3{,}7\frac{м}{с}$
$m=0{,}4кг$
$R=1{,}2м$
$\mu=0{,}9$
$g=10\frac{м}{с^2}$

$P-?$
$V_{min}-?$

1) ~~Когда~~ Пусть Q – сила полной реакции опоры

$$\vec{Q} = +\left(\vec{F}_{тр\,покоя} + \vec{F}_{тр\,скольж} + \vec{N}\right)$$



$$P = Q = \sqrt{F_{тр\,покоя}^2 + F_{тр\,скольж}^2 + N^2}$$

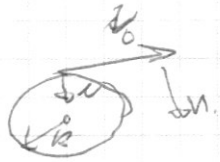
$F_{тр\,скольж} = \mu N$

$F_{тр\,покоя} = mg$, т.к. ~~[illegible]~~ $\Sigma F_x = 0$.

N – сила нормальной реакции опоры

2-й з-н Ньютона:

$N: ma_n = \cancel{N}$



Из кинематики вр. движения

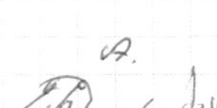
$a_n = \frac{V_0^2}{R}$, тогда $N = m\frac{V_0^2}{R}$, тогда $F_{тр\,скольж} = \mu N = \mu m\frac{v_0^2}{R}$.

$$P = \sqrt{(1+\mu^2)\frac{m^2}{R^2}v_0^4 + m^2g^2} = m\sqrt{\frac{v_0^4}{R^2}(1+\mu^2)+g^2} =$$

$$= 0{,}4кг\sqrt{\frac{(3{,}7\,м/с)^4}{(1{,}2)^2м^2}(1{,}81) + 100\frac{м^2}{с^4}} =$$

$$= 0{,}4кг\sqrt{334}\;Н = \sqrt{42{,}74}\;Н = 6{,}5\,Н$$

2) В критический случай на монету действует только сила mg в точке. (в плоскости движения).



тогда 2-й з-н Ньютона:

$N = ma_n = mg\sin\alpha \Rightarrow a_n = g\sin\alpha$

из кинематики вращ. движения $a_n = \frac{V_{min}^2}{R}$

$V_{min} = \sqrt{gR\sin\alpha} = \sqrt{6}\,\frac{м}{с} = 2{,}4\frac{м}{с}$

☐ черновик ☑ чистовик Страница № 4

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

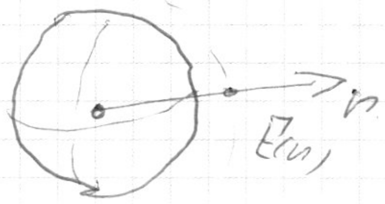
Вспомогательное утверждение для 5 задачи.

Есть заряженная равномерно сфера радиуса R

заряд сферы q

$R < r$ рассмотрим точки поверхности на расстоянии r от центра сферы.

Поле сферы радиальное в виду сферической симметрии.



Пусть Гауссовой поверхностью будет сфера с радиусом r и центром в точке центра исходной сферы.

тогда по теореме Гаусса $\Phi = 4\pi k q$, но также $\Phi = 4\pi r^2 \cdot E(r)$, тогда.

$$E(r) = \frac{kq}{r^2}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

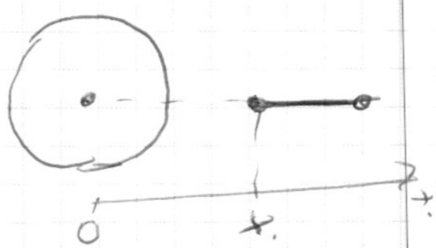
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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



$$dF(x) = \frac{kQ}{x^2}\,dq =$$

$$= \frac{kQ}{x^2}\,\frac{dx}{R}\,q =$$

$$= \frac{kqQ}{3R\,R}\,\frac{dx}{x^2}$$

$$F = \int_{2R} \frac{kqQ}{R}\,\frac{dx}{x^2} = \frac{kqQ}{R}\left(\frac{1}{2R} - \frac{1}{3R}\right) = \boxed{\frac{kqQ}{R^2\cdot 6}}$$

$$Q = \underbrace{\Delta U}_{\frac{3}{2}(P_2V_2 - P_1V_1)} + \underbrace{A_{12}^{g}}_{=3P_1V_1} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + P_1V_1 + \frac{P_1V_1\pi}{4} =$$

$$P_1V_1 = \nu R T_1$$

$$= \frac{9}{2}P_1V_1 + P_1V_1 + \frac{P_1V_1}{4}\pi =$$

$$= \left(\frac{11}{2} + \frac{\pi}{4}\right)\nu R T_1$$

$$\eta =$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$900 + 49 + 60 \cdot 7 = 1320 + 49 =$
$= 1369.$

$\frac{3,7^4}{1,2^2}(1,81) = \frac{13,7^2}{1,2^2}(1,81) = (11,4)^2 (1,81)^2$

$11,4^2 =$
$= 10000 + 196 + 200 \cdot 14 =$
$= 2800 + 10000 + 196$
$= 13000\ 3\ 24$

13,7 | 1,2
1,2 | 11,41
17
12
50
4

$334 \cdot 0,16.$

$\times 334$
16
1934
334
$\boxed{48,74}$

48,7.

13
$\times 18$
104
13
234

234000

$\sqrt{6}$

7,2

$\cancel{48}\ 4900 + 4 + 440 \cdot 2 = 5$

1080

$7,6 = 4900 + 36 + 840$

$7,8 = 4900 + 64 + 1120.$

$4,8 = 16 + 0,64 + 2 \cdot 4 \cdot 0,8 =$ 32 6,4

$\cancel{2,3}\ 2,7 = 4 + 0,49 + 1,4 \cdot 2 =$ 3 2,8

$2,5 =$

$2,4 = 4 + 0,16 +$
$+ 0,8 \cdot 2 = 1,6$
$= \boxed{5,76}$

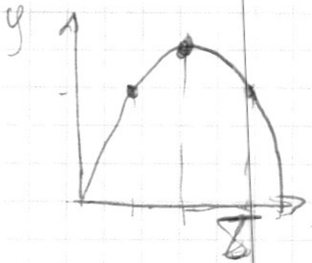
596 | 24
48 | 24
116

2,42 2,43.

$\sqrt{12} = \sqrt{12} =$
$= 2\sqrt{3} = 1,7 \cdot 2 = 3,4$

$V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{130 \cdot 10} = \sqrt{1300} = 10\sqrt{13} > \cancel{0}\ 10 \cdot 3{,}6 =$
$= 36 \frac{м}{с}$

$V_0 = g\tau = 100$



$13{,}7 + 13{,}7$
959
411
$13\ \cancel{47}$
$187{,}69$ $11^2 = 121$

$\uparrow V$

$V\tau - \frac{g\tau^2}{2} + H = 0.$

$V = \frac{g\tau}{2} - \frac{H}{\tau} = 50 - 6{,}5 =$
$= 43{,}5 \frac{м}{с}$

$3{,}7 \cdot 3{,}7$
259
111
$13{,}69$

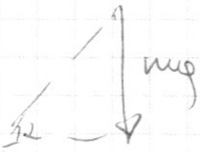
$187{,}4$

$= 2\sqrt{3} =$
$= 1{,}7 \cdot 2 =$
$= 3{,}4$

$3{,}5^2$
$12{,}25$

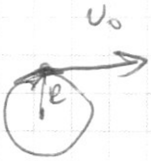
$43{,}5^2 = 43 \cdot 44{,}25$

$=$ $5{,}5 + 0{,}84 =$
$= 6{,}34.$



$\boxed{1300}$

$3{,}6 =$
$=$
$36^2 =$
$= 900 +$
$+ 36 +$
$+ 60 \cdot 6 =$
$= 1260 +$
$= \boxed{1296}$



$N = \cancel{m\omega^2}\ m\frac{v_0^2}{R} =$

$= 0{,}4 \cdot \frac{3{,}7^2}{1{,}2}$

$44 + 43$
132
176
1892

$P = \sqrt{(\mu^2+1)}\,N =$
$= 0{,}4 \frac{3{,}4^2}{1{,}2} \sqrt{1 + 0{,}81} = \sqrt{1{,}81}$

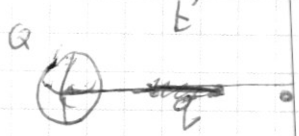
$\frac{m^2 v^4}{R^2}(1+\mu^2) + m^2 g^2 =$
$= m\left(\frac{3{,}7^4}{1{,}2^2} \cdot 1{,}81 + 100\right)$

$mg \sin\alpha = m\frac{V_{min}^2}{R} \Rightarrow$

$\Rightarrow V_{min} = \sqrt{gR\sin\alpha} = \sqrt{12 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{6}$

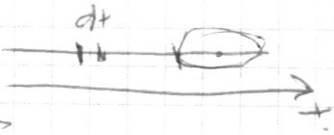
$\frac{dx}{R} q$ $\quad \frac{1{,}64}{2} =$

$= 0{,}84$



$3{,}14$
$25{,}14$

314
$2514.$



$31400 \,|\, 2514$
$-2514 \quad 12$
-6260
5028

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

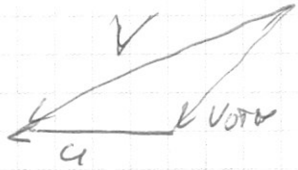
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

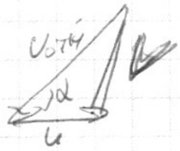
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v_{отн}\cos\alpha + u$





$mv_{k_x} + m v_{ш x} = 0$

$V = v_k$

$\cancel{mgH}$ $m\frac{v_0^2}{2} = mv^2$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow v = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$ $= \sqrt{2} = \boxed{1{,}4}$

$mv_{kx} + mv_{tx} - mv_0\cos\alpha = 0$

$v_0^2 = V^2 + u^2$

$u + (u - v_{отн}\cos\alpha) - v_0\cos\alpha = 0.$

$\frac{2u}{\cos\alpha} = v_0 + v_{отн}$

$mu + (m(u - v_{отн}\cos\alpha) - mv_0\cos\alpha = 0.$

$\cancel{(v_0 - v)}$

$V = (v_{отн}\sin\alpha)^2 +$

$+$

$\frac{2u}{\cos\alpha} = v_0 + v_{отн}$

44
×43
132
176
1892

0,2

ng

$$\begin{cases} \frac{2u}{\cos\alpha} = v_0 + v_{отн} \\ v_0^2 = V^2 + u^2 \\ V^2 = v_{отн}^2 + u^2 - 2u v_{отн}\cos\alpha \end{cases}$$

$\Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow$

$v_0^2 = v_{отн}^2 + 2\left(\frac{v_0 + v_{отн}}{2}\cos\alpha\right)^2 - 2v_{отн}\cos\alpha\,\frac{v_0 + v_{отн}}{2}\cos\alpha$

☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)