Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

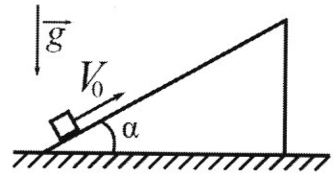
1. Фейерверк массой $m = 1$кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3$с разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Суммарная кинетическая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

1) На какой высоте H взорвался фейерверк?

2) В течение какого промежутка времени τ осколки будут падать на землю?

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

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол 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



$H = 0,2$м. Масса клина в два раз больше массы шайбы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

1) Найдите начальную скорость V_0 шайбы.

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

3. По внутренней поверхности проволочной сферы равномерно движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Сила, с которой модель действует на сферу, в два раза больше силы тяжести, действующей на модель. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) Найдите ускорение a модели.

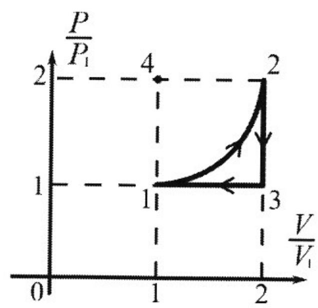
2) Вычислите минимальную допустимую скорость V_{MIN} равномерного движения модели по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 45^0$. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,8$, радиус сферы $R = 1$м. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1–2 – дуга окружности с центром в точке 4. Считать заданными давление P_1 и объём V_1.

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

2) Найдите работу A газа за цикл.

3) Найдите КПД 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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

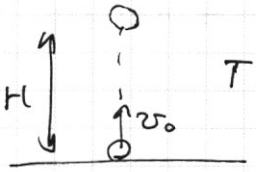
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

1.



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

2) $v_0 = gT$

$\left.\right\}$ $H = gT^2 - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2} = \frac{10 \cdot 3^2}{2} = 45м$

2. $dA = \frac{dm v^2}{2}$ – ~~энер~~ кин. э. 1. осколка

$\sum dA = \sum dm \cdot \frac{v^2}{2}$

$K = \frac{mv^2}{2}$

$v = \sqrt{\frac{2K}{m}} = 60 м/с$

3. Очевидно что первым на землю уп. осколок, летевший верт. вниз, а последним оск. летевший верт. вверх.

Тогда время падение 1. осколка:

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

$\tau = \frac{-v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{g} = \frac{-60 + \sqrt{3600 + 2 \cdot 10 \cdot 45}}{10} =$

$= \frac{-60 + \sqrt{4500}}{10} = \sqrt{45} - 6 = 3\sqrt{5} - 6 \text{ с} \approx 0{,}747 с$

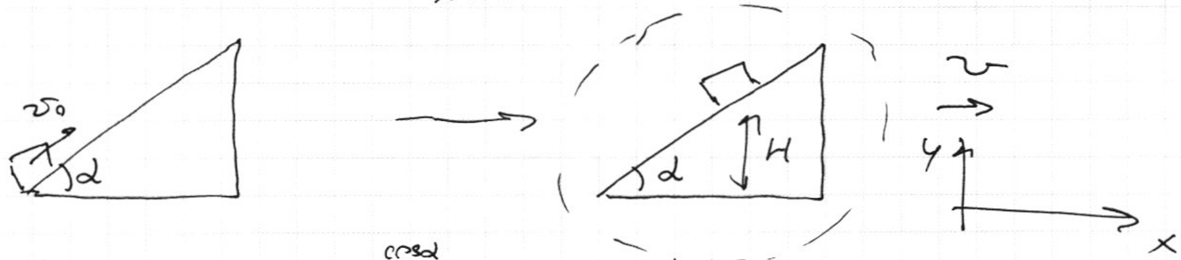
Ответ: $H = 45 м$, $\tau = 3\sqrt{5} - 6 \text{ с} \approx 0{,}747 с$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

№2.

1.



1) ЗСИ: ox: $mv_0\cos\alpha = 2mv + mv$ — в верх. точке тело ~~ф.~~ покоится отн. клина

$v = \frac{\cancel{m}v_0}{3}\cos\alpha$

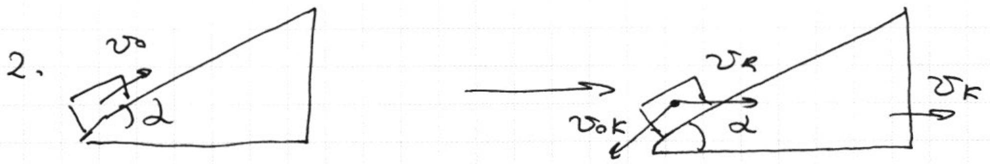
2) ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{3mv^2}{2} + mgH$

$v_0^2 = \frac{v_0^2\cos^2\alpha}{3} + 2\cancel{m}gH$

$v_0 = \sqrt{\frac{2\cancel{m}gH}{1-\frac{\cos^2\alpha}{3}}} = \sqrt{\frac{2\cdot 10\cdot 0,2}{1-\frac{0,6^2}{3}}} = \frac{2}{0,1\cdot 2\cdot\sqrt{22}} =$

$= \frac{5}{11}\sqrt{22}$ м/с

2.



Скорость $\vec{v} = \vec{v_R} + \vec{v_{0R}}$

ЗСИ: ox: $mv_0\cos\alpha = 2mv_R - mv_{0R}\cos\alpha$

ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_R^2}{2} + \frac{m(\vec{v_R}+\vec{v_{0R}})^2}{2}$

$mv_0^2 = mv_R^2 + mv_R^2 + mv_{0R}^2 - 2mv_Rv_{0R}\cos\alpha$

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

$0 = \frac{4v_R}{\cos^2\alpha} - \frac{4v_R}{\cos\alpha} + 6v_R - 2v_0\cos\alpha$

$v_R = \frac{2v_0\cos\alpha}{6+\frac{4}{\cos^2\alpha}-\frac{4}{\cos\alpha}} = \frac{54}{470}v_0 = \frac{27}{235}v_0 = \frac{27}{517}\sqrt{22}$ м/с

Ответ: $v_0 = \frac{5}{11}\sqrt{22}$ м/с, $v_R = \frac{27}{517}\sqrt{22}$ м/с

$v_0 \approx 2,05$ м/с

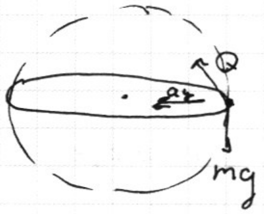
$v_R \approx 0,24$ м/с

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3.

$\vec{Q}+m\vec{g}=m\vec{a_y}$

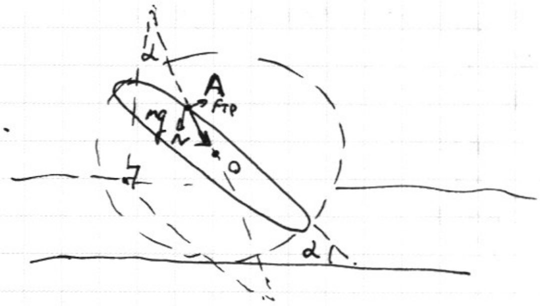
1.



1) $Q^2=(2mg)^2=(mg)^2+(ma_y)^2$

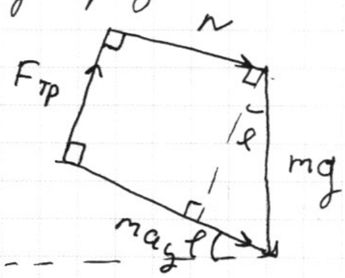
$a_y = \cancel{m}g\sqrt{3}$

2.



1) р-рим тело, когда оно наход. в точке A.

р-рим. силы в плоскости, перпенд. поверхности и проход. через т. O и A:

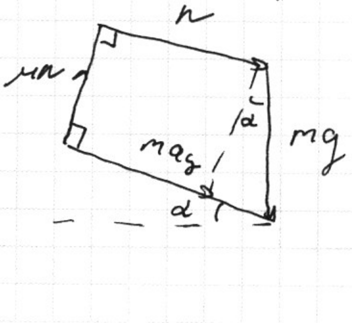


1) $\vec{N}+\vec{F_{тр}}+m\vec{g}=m\vec{a_y}$

2) т.к. тело нах. на сфере, то $\vec{N}\uparrow\uparrow\vec{a_y}$ и направлена в центр.

3) угол φ – угол между прямой OA и землёй, он изменяется от $(-\alpha, \alpha)$.

4) в случае минимальности v существует точка, где $F_{тр}=\mu N$. ~~при этом~~ при этом это должно реализовываться при $ma_y \to max$. Очевидно, что такой случай будет при $\varphi=\alpha$.
(т.е. в верх. точке)



1) $mg\sin\alpha+N=ma_y$

2) $mg\cos\alpha=\mu N$

$\Big\}\ a_y=g\sin\alpha+\dfrac{g\cos\alpha}{\mu}$

$$\frac{v^2}{R}=g\sin\alpha+\frac{g\cos\alpha}{\mu}$$

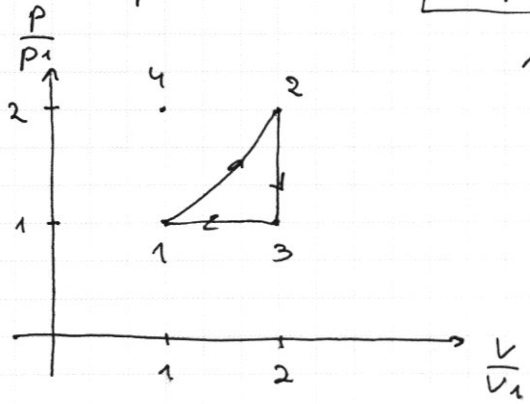
№3.

$$v = \sqrt{gR} \cdot \sqrt{\sin\alpha + \frac{\cos\alpha}{\mu}}$$

$$v = \sqrt{10 \cdot 1} \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2 \cdot 0{,}8}} = \sqrt{\frac{10\sqrt{2}}{2}\left(1 + \frac{5}{4}\right)} =$$

$$= \sqrt{5\sqrt{2} \cdot \frac{9}{4}} = \boxed{\frac{3}{2}\sqrt{5\sqrt{2}} \text{ м/с} - \text{ответ}} \qquad v \approx 4 \text{ м/с}$$

№4.



1) Посчитаем T для каждой точки через Менделеева-Клапейрона:

$$T_1 = \frac{p_1V_1}{R}$$

$$T_2 = \frac{4p_1V_1}{R}$$

$$T_3 = \frac{2p_1V_1}{R}$$

2) ЗСЭ для 12: $Q = \Delta U + A$

$$Q = \frac{3}{2}R\left(\frac{4p_1V_1}{R} - \frac{p_1V_1}{R}\right) + S_{12}$$ } $S_{12} \sim A$, S_{12} - площадь под гр.

$$Q = \frac{9}{2}p_1V_1 + 2p_1V_1 - \frac{1}{4}\pi p_1V_1$$

$$\boxed{Q_{12} = \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}\right)p_1V_1}$$

3) $$\boxed{A_{цикл} = A_{12} - A_{13} = \cancel{2p_1V_1}\, S_{12} - S_{13} = 2p_1V_1 - \frac{1}{4}\pi p_1V_1 - p_1V_1 = \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)p_1V_1}$$

4) $$\eta = \frac{A_ц}{Q_н}$$ { Из посчитанных ранее T_1, T_2, T_3 видно, что $T_2 > T_3 > T_1 \Rightarrow$ газ нагревали на участке 12. Тогда $Q_н = Q_{12}$

$$\eta = \frac{A_ц}{Q_{12}}$$

$$\eta = \cancel{\frac{\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}}{1 - \frac{\pi}{4}}} \; \frac{1 - \frac{\pi}{4}}{\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}}$$

$$\boxed{\eta = \frac{\cancel{2}\, 4 - \pi}{26 - \pi}}$$

Ответ: $Q = \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}\right)p_1V_1$, $A = \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)p_1V_1$, $\eta = \frac{4 - \pi}{26 - \pi}$

$Q \approx 5{,}715 \cdot p_1V_1$, $A \approx 0{,}215\, p_1V_1$, $\eta \approx 4\%$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

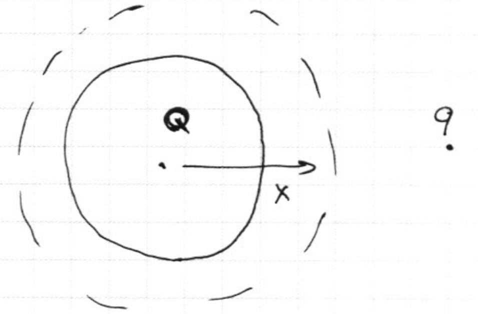
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

1. ~~Б~~)



1) по т. Гаусса найдём напряжённость ~~э~~ поля от. сферы на расс. x:

$$\Phi = 4\pi x^2 \cdot E(x) = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

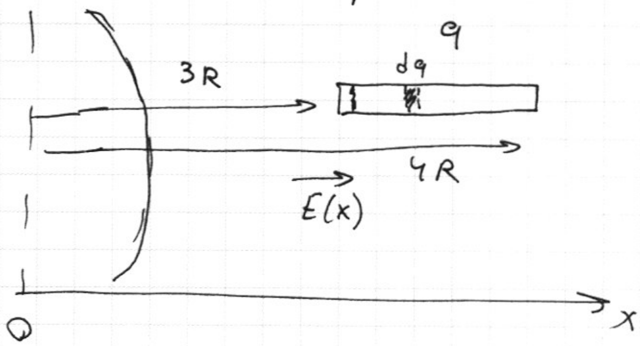
$$E(x) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{Q}{x^2}$$

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

2) ~~По III з. Ньютона сила д. действ. на шарик равна~~ силе. q. на сферу

$$F = E(3R)\cdot q = \frac{kQq}{9R^2}$$

2.



р-рим точечный заряд dq,

1) $dq = q\cdot\frac{dx}{R}$

2) $dF = dq\cdot E(x)$

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

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

$$F_ц = \int dF = \frac{kQq}{R}\int_{3R}^{4R}\frac{dx}{x^2} = -\frac{kQq}{R}\cdot\frac{1}{x}\Bigg|_{3R}^{4R} = \frac{kQq}{R}\left(\frac{1}{3R}-\frac{1}{4R}\right) =$$

$$= \frac{kQq}{12R^2}$$

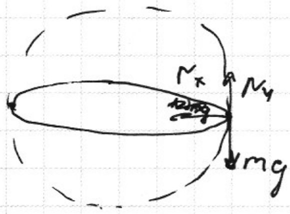
По III з. Ньютону сила q. на стержень равна по модулю силе. q на сферу:

$$F = F_ц = \frac{kQq}{12R^2}$$

Ответ: 1) $F = \frac{kQq}{9R^2}$ 2) $F = \frac{kQq}{12R^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.



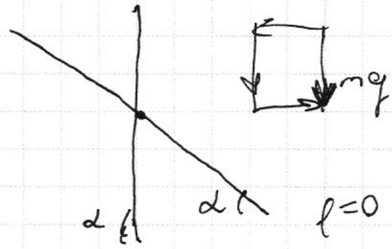
1) $N_y^2 + N_x^2 = (2mg)^2$

$N_x^2 = 4(mg)^2 - (mg)^2$

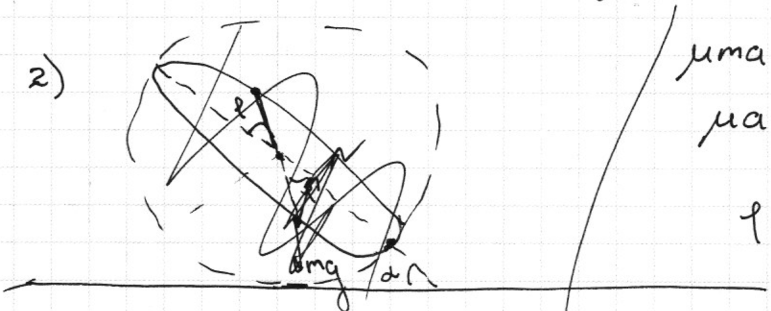
$N_x = mg\sqrt{3}$

$ma = mg\sqrt{3}$

$a = g\sqrt{3}$



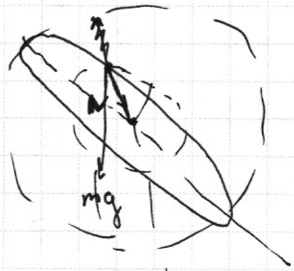
2)

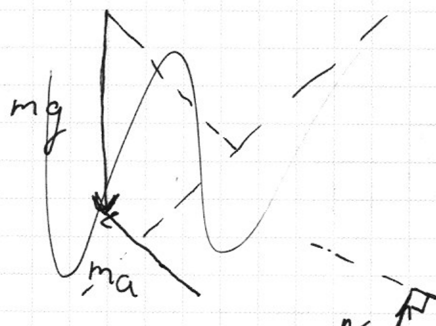


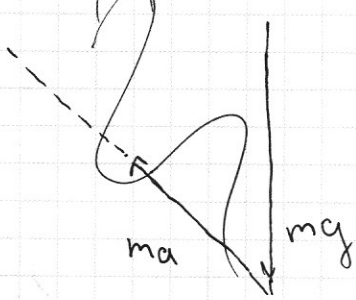
$\mu ma - \mu mg\cos\varphi = mg\sin\varphi$

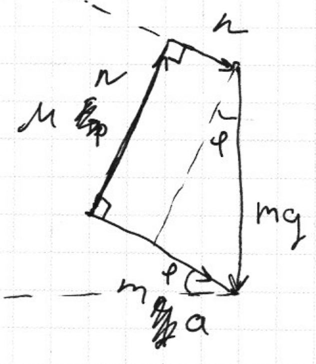
$\mu a - \mu g\cos\varphi = g\sin\varphi$

$\varphi \in (-\alpha, \alpha)$









$N + mg\cos\varphi = ma$

$\mu N = mg\sin\varphi$

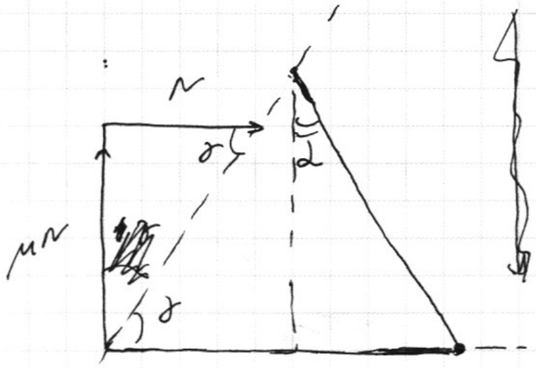
$\mu = \dfrac{mg\sin\varphi}{ma - mg\cos\varphi}$

$\cancel{\mu a = g\sin\varphi + \mu g\cos\varphi}$

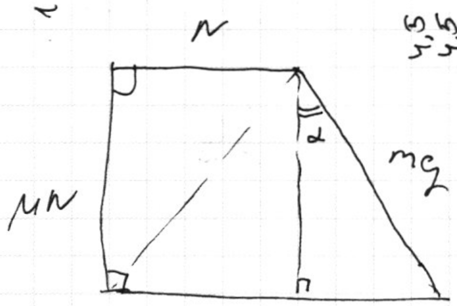
$dK = \frac{dm \cdot v^2}{2}$

$K = \frac{mv^2}{2}$

$v = \sqrt{\frac{2K}{m}} = 60\ м/с$



$-\alpha,\ \alpha$



$\cancel{mg\cos\alpha = \mu N}$

$ma = mg\sin\alpha + \frac{mg\cos\alpha}{\mu}$

$\frac{v^2}{R} = g\sin\alpha + \frac{g\cos\alpha}{\mu}$

$$\boxed{v = \sqrt{gR}\cdot\sqrt{\sin\alpha + \frac{\cos\alpha}{\mu}}}$$

OK

№1.

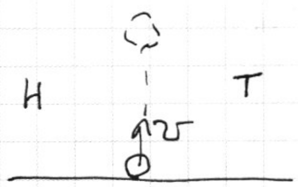
$\tau_1 = \frac{-v + \sqrt{v^2 + gH}}{g}$

$\tau_2 = \frac{v + \sqrt{v^2 + gH}}{g}$

$\frac{25-22}{50} : 5 - 0{,}6 = 4{,}5$

$x = 5 - \ldots$

$x = 4{,}5 + \ldots$



1) $mgH = \frac{mv^2}{2}$

$H = \frac{v^2}{2g} \Rightarrow v = \sqrt{2gH}$

2) $H = vT - \frac{gT^2}{2}$ $\quad v = gT$

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

2) $H = gT^2 - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2}$ OK

$0 = v\cdot 2T - \frac{g\cdot(2T)^2}{2}$

$2v = g\cdot 2T$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2. Через т. 1. оск. уп. назем.

1) $m v_0 \cos\alpha = \cancel{m v_0 \cos} \; 3mv$

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

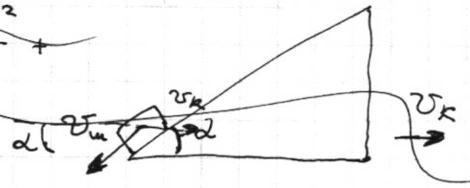
2) $\frac{m v_0^2}{2} = mgH + \frac{2mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$

$v_0^2 = 2gH + 3v^2$

$v_0^2 = 2gH + 3 \cdot \frac{v_0^2}{9}\cos^2\alpha$

$v_0 = \sqrt{\frac{2gH}{\left(1 - \frac{\cos^2\alpha}{3}\right)}}$

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



0,6
0,6
0,36

0,12

100
12
88

$\cancel{1) \; m v_0 \cos\alpha = 2m v_k + m v_k - m v_{ok} \cos\alpha}$

$\cancel{v_0 \cos\alpha = 3v_k - v_{ok}\cos\alpha}$

$\cancel{2) \; \frac{m v_0^2}{2} = \frac{2m v_k^2}{2} + \frac{m(\vec{v_k} + \vec{v_m})^2}{2}}$

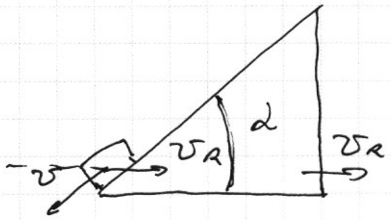
$\cancel{v_0^2 = 2v_k^2 + (\vec{v_k} + \vec{v_m})^2 = 2v_k^2 + v_k^2 + v_m^2 + 2 v_k v_m \cos}$

$88 = 44 \cdot 2$

$22 \cdot 4$

$\frac{2}{\sqrt{0{,}88}}$

$(v_R + v\cos\alpha)^2 + (v\sin\alpha)^2 = v_R^2 + 2v_R v\cos\alpha + v^2$



$mv_0 = mv_R + mv_R - mv\cos\alpha$

$v_0\cos\alpha\ \cancel{v_R} = 2v_R - v\cos\alpha$

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_R^2}{2} + \frac{m(v_R^2 + v^2 + 2v_R v\cos\alpha)}{2}$

$v_0^2 = 2v_R^2 + v^2 + 2v v_R\cos\alpha$

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

$\cancel{v_0^2} = 2v_R^2 + \frac{4v_R^2}{\cos^2\alpha} - \frac{4v_R v_0}{\cos\alpha} + \cancel{v_0^2} + 4v_R^2 - 2v_R v_0\cos\alpha$

$0 = \cancel{2v_R} + \frac{4v_R}{\cos^2\alpha} - \frac{4v_R}{\cos\alpha} + \overset{6}{\cancel{4}}v_R - \underline{2v_0\cos\alpha}$

2,249 mt
6,74

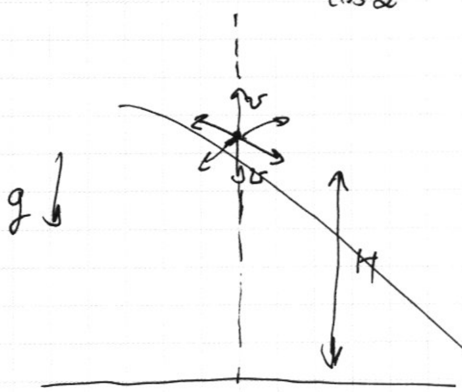
$v_R = \frac{2v_0\cos\alpha}{6v_R + \frac{4v_R}{\cos^2\alpha} - \frac{4v_R}{\cos\alpha}}$ ok.

2,25
2,25
1,125
450
5,0625

1) $x = 2 - \frac{2^2-5}{2\cdot 2} = 2 - \frac{-1}{4} = 2{,}25$ $3\cdot 2,$

2) $x = 2{,}25 - \frac{0{,}0725}{4{,}50} = 2{,}25 - 0{,}000161 \approx 2{,}249$

№ 1.



1) $dU = \frac{dmv^2}{2}$

$A = \frac{mv^2}{2}$ $v = 60$

2) $H = v\tau_1 + \frac{g\tau_1^2}{2}$

$-H = v\tau_2 - \frac{g\tau_2^2}{2}$

$g\tau_1^2 + 2v\tau_1 - 2H = 0$

$g\tau_2^2 - 2v\tau_2 - 2H = 0$

$K = mgH +$

$\tau_1 = \frac{-v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{g}$

$\tau_2 = \frac{v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{g}$

$\tau_2 - \tau_1 = \frac{2v}{g}$ $v = 50$

9 | 16,1

145 95 55 10

45 | 9 45

$\underbrace{0{,}00725}$ $145 \cdot 10^{-5}$ 225

$\frac{2{,}27}{235}$ $\frac{5{,}4}{47}$ 47

$\frac{2\cdot 0{,}6}{6 + \frac{4\cdot 1}{0{,}09} - \frac{4^2}{0{,}3}} =$

$\approx \frac{1{,}2}{6 + \frac{100}{9} - \frac{60}{9}} = \frac{1{,}2}{\frac{54+40}{9}} = \frac{10{,}8}{94}$

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

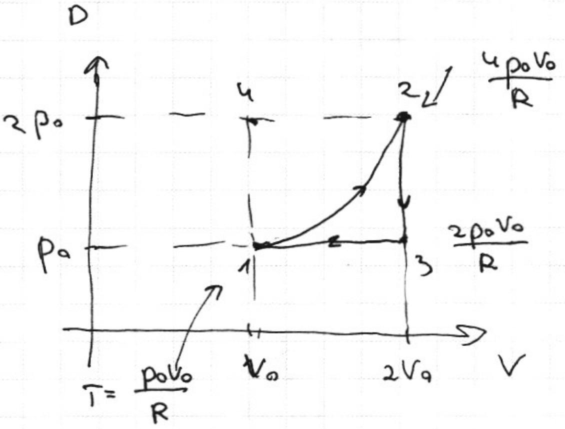
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4.



$pV = RT$

$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$

$x^{-2} = \frac{x^{-1}}{-1}$

1) $Q = A + \Delta U = \frac{3}{2}R\cdot\left(\frac{4p_0V_0}{R} - \frac{p_0V_0}{R}\right) + A = \frac{9}{2}p_0V_0 + A =$

$= \frac{9}{2}p_0V_0 + \left(2p_0\cdot V_0 - \frac{1}{4}\pi p_0V_0\right) =$

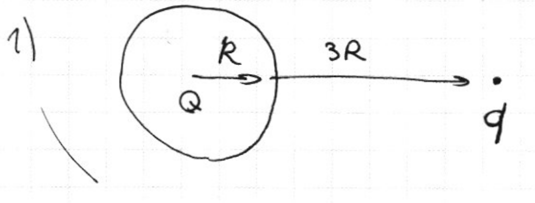
$= \frac{13}{2}p_0V_0 - \frac{\pi}{4}p_0V_0 = p_0V_0\left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}\right)$

2) $A = \cancel{\frac{13}{2}p_0V_0 - \frac{\pi}{4}p_0V_0 - p_0V_0 = \frac{11}{}}\ p_0V_0 - \frac{\pi}{4}p_0V_0 = p_0V_0\left(1 - \frac{\pi}{4}\right)$

3) $\eta = \frac{A}{Q_н} = \cancel{\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}}\ \frac{1 - \frac{\pi}{4}}{\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}} = \frac{4-\pi}{26-\pi}$ OK

№5.

1)

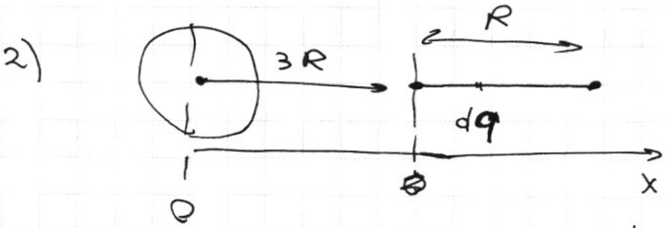


1) $4\pi R^2 \cdot E(R) = \frac{Q}{\varepsilon_0}$

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

$F = \frac{kqQ}{9R^2}$

2)



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

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

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

$F = \int_{3R}^{4R}\frac{kQq}{R}\cdot\frac{dx}{x^2} = \frac{kQq}{R}\cdot -\left(\frac{1}{x}\right)\Big|_{3R}^{4R} = \frac{kQq}{R}\left(\frac{1}{3R} - \frac{1}{4R}\right) = \frac{kQq}{12R^2}$

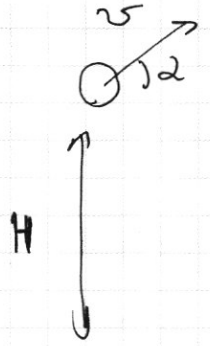
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$\alpha \in (-90°; 90°)$



$x^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2\sqrt{x}}$

$\sin^2 x = 2\sin x \cdot \cos x$

$H = \frac{g\tau^2}{2} - \upsilon \sin\alpha\, \tau$

$g\tau^2 - 2\upsilon\sin\alpha \cdot \tau - 2H = 0$

$\tau = \frac{\upsilon\sin\alpha \pm \sqrt{\upsilon^2\sin^2\alpha + 2gH}}{g}$

$g\tau' = \upsilon\cos\alpha + \frac{\upsilon^2 \cdot 2\sin x\cos x \cancel{+2gH}}{2\sqrt{\upsilon^2\sin^2\alpha + 2gH}} = 0$

$-2\cos\alpha\sqrt{\upsilon^2\sin^2\alpha + 2gH} = 2\sin x\cos x \cdot \upsilon \cancel{+2gH}$

$\cos^2\alpha(\upsilon^2\sin^2\alpha + 2gH) = \upsilon^2(\sin x\cos x)^2 + 2gH\sin x\cos x \cdot \upsilon + (gH)^2$

$\cancel{\upsilon^2(\sin\alpha\cos\alpha)^2} + 2gH\cos^2\alpha = \cancel{\upsilon^2(\sin\alpha\cos\alpha)^2} + 2gH\upsilon\sin\alpha\cos\alpha + (gH)^2$

$\sin\alpha > 0$

$\cos\alpha = 0$

$-\sqrt{\upsilon^2\sin^2\alpha + 2gH} = \upsilon\sin\alpha\cos\alpha$

$\cancel{\upsilon^2(\sin\alpha\cos\alpha)^2}$

$\upsilon^2\sin^2\alpha + 2gH = \upsilon^2\sin^2\alpha$

$2gH = 0$

2,7
2,7
189
54
6,29

7,05
6,29
0,74

$\alpha = 90°,\ \alpha = -90°$

740 | 540
540 | 0,137
2000
1620
38001,41
5

1,4 − 7,05

$2{,}7 - \frac{0{,}74}{5{,}4}$

2,700
0,14
2,66

$3 - \frac{2{,}9 - 7{,}05}{6}$

$3 - \frac{1}{3} \approx 2{,}7$

2,66
1,5
1330
266
3,990

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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