Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Камень брошен с некоторой скоростью V_0 под углом $\alpha = 45^0$ к горизонту (см. рис.). Максимальная высота полета камня $H = 10$ м. В конце полета камень падает на горизонтальную крышу, высота которой над точкой старта $h = 7$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 камня.

2) Найдите $\cos\beta$ (см. рис.), здесь β - угол, который вектор скорости образует с горизонтом в момент завершения полета. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

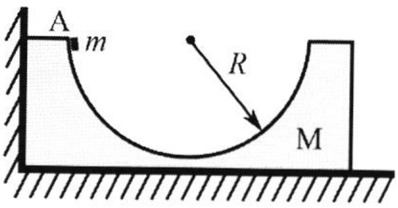
2. Модель автомобиля равномерно движется по окружности радиуса $R = 1,2$ м, лежащей в горизонтальной плоскости. Модель приводится в движение двигателем. Коэффициент трения скольжения шин модели по поверхности $\mu = 0,8$, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) За какое минимальное время T автомобиль может проехать четверть окружности?

Модель помещают на наклонную поверхность, составляющую угол $\alpha = 30^0$ с горизонтом.

2) Найдите максимальную скорость V_{MAX}, равномерного движения модели по окружности радиуса $R = 1,2$ м на наклонной поверхности. Коэффициент трения скольжения шин модели по поверхности $\mu = 0,8$.

3. На гладкой горизонтальной поверхности вплотную к вертикальной стенке стоит брусок, в бруске сделано гладкое углубление в форме полусферы радиуса R (см. рис.). Из точки А с нулевой начальной скоростью скользит шайба массы m. Через некоторое время шайба достигает максимальной высоты $H = \dfrac{2R}{3}$, отсчитанной от нижней точки полусферы.

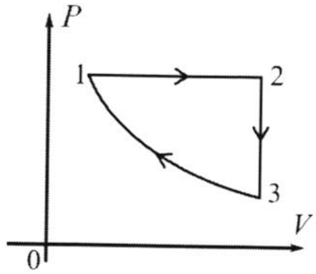


1) Найдите массу M бруска.

2) Найдите максимальную скорость V_{MAX} бруска при дальнейшем движении системы.

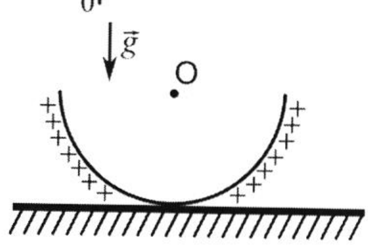
3) С какой по величине силой P брусок действует на горизонтальную поверхность в тот момент, когда его скорость V_{MAX}? Ускорение свободного падения g.

4. С одноатомным идеальным газом проводят циклический процесс, состоящий из изобары 12, изохоры 23 и адиабаты 31 (см. рис.). В изобарическом процессе объем газа увеличивается в $n = 8$ раз.



1) Найдите КПД такого цикла. *Указание: в адиабатическом процессе с одноатомным идеальным газом* $PV^{\frac{5}{3}} = const$.

5. На горизонтальной поверхности лежит однородная полусфера (см. рис.) массы m. Точка O находится на расстоянии R от всех точек полусферы. По поверхности полусферы однородно с поверхностной плотностью σ распределен положительный заряд. В точку O переносят точечный заряд $Q > 0$.



1) Найдите работу A внешней силы при переносе заряда Q из бесконечности в точку O. Электрическая постоянная ε_0.

2) С какой по величине силой P полусфера действует на горизонтальную поверхность после переноса заряда Q из бесконечности в точку О? Ускорение свободного падения g.

Явлениями поляризации пренебрегите.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

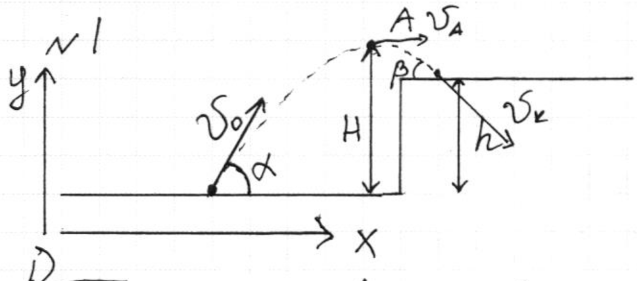
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



1) Так как в наивысшей точке A проекция $\vec{v}_A$ на Oy равна 0; $v_A = v_{Ax}$

~~Вдоль оси x~~ В проекции на ось x на камень силы не действуют, $\Rightarrow v_x = const \Rightarrow v_{Ax} = v_{0x} = v_0\cos\alpha$

По ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{mv_{Ax}^2}{2}$

$v_0^2 - v_{Ax}^2 = 2gH$

$v_0^2(1-\cos^2\alpha) = 2gH$

Ответ1) $v_0 = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin\alpha} = \sqrt{2}\cdot\sqrt{2\cdot10\cdot10} = 20\,\frac{м}{с}$

2) Так как $v_x = const$, $v_{kx} = v_{0x} = v_0\cos\alpha$

$v_{kx} = v_k\cos\beta = v_0\cos\alpha$

$\cos\beta = \frac{v_0\cos\alpha}{v_k}$

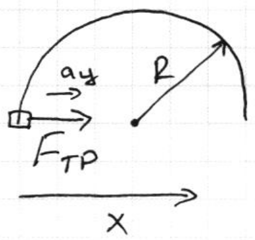
По ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv_k^2}{2}$

$v_k^2 = v_0^2 - 2gh = \frac{2gH}{\sin^2\alpha} - 2gh = \frac{2g}{\sin^2\alpha}(H - h\sin^2\alpha)$

Ответ2) $\cos\beta = \frac{\sqrt{2gH}\cos\alpha\cdot\sin\alpha}{\sin\alpha\sqrt{2g(H-h\sin^2\alpha)}} = \sqrt{\frac{H\cos^2\alpha}{H-h\sin^2\alpha}} = \sqrt{\frac{10}{13}}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

№2



1) $F_{тр}=\mu N$

$N=mg$, $F_{тр}\le\mu mg$

По 2 закону Ньютона в проекции на OX:

$m a_y = F_{тр}$

$a_y=\frac{F_{тр}}{m}\le\mu g$

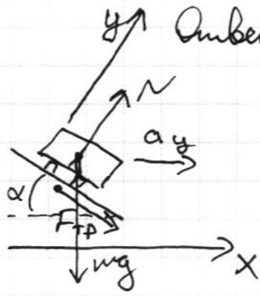
$a=a_y$ т.к. $v=const$

$T=\frac{S}{v}=\frac{\pi R}{2v}$ => T_{min} когда v_{max}

$a_y=\frac{v^2}{R}$ => v_{max} когда $a_{y\,max}$

$a_{y\,max}=\mu g=\frac{v_{max}^2}{R}$

$v_{max}=\sqrt{\mu g R}$



Ответ 1) $T=\frac{\pi R}{2\sqrt{\mu g R}}=\frac{\pi}{2}\cdot\sqrt{\frac{R}{\mu g}}=\frac{\pi\sqrt{0,15}}{2}\approx 0,63с$

2) По 2 закону Ньютона в проекции на Oy:

$m a_y\sin\alpha = N - mg\cos\alpha$

$F_{тр}=\mu N$ $\quad N = m a_y\sin\alpha + mg\cos\alpha$

По 2 закону Ньютона в проекции на Ox:

$m a_y = N\sin\alpha+\mu N\cos\alpha = N(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)$

$m a_y = m(a_y\sin\alpha + g\cos\alpha)(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)$

$a_y = a_y\sin^2\alpha+\mu a_y\sin\alpha\cos\alpha+g\cos\alpha\sin\alpha+\mu g\cos^2\alpha$

$a_y(\cos^2\alpha-\mu\sin\alpha\cos\alpha)=g(\mu\cos^2\alpha+\sin\alpha\cos\alpha)$

$a_y=g\frac{\mu\cos^2\alpha+\sin\alpha\cos\alpha}{\cos^2\alpha-\mu\sin\alpha\cos\alpha}$

$a_y=\frac{v_{max}^2}{R}$

Ответ 2) $v_{max}=\sqrt{a_y R}=\sqrt{gR\frac{\mu\cos^2\alpha+\sin\alpha\cos\alpha}{\cos^2\alpha-\mu\sin\alpha\cos\alpha}}=5,5\ \frac{м}{с}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

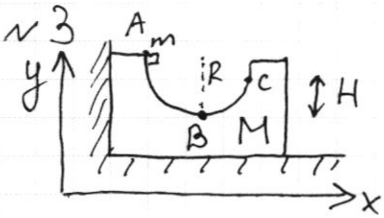
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

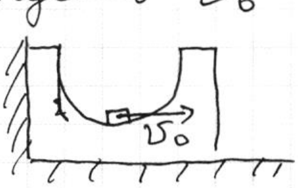
№3



Пусть B – нижняя точка полусферы

Когда шайба в первый раз достигнет точки B, брусок начнёт движение, до этого момента он покоится

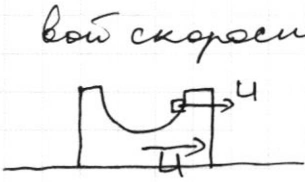
Пусть v_0 – скорость шайбы в этот момент



Тогда по ЗСЭ $\frac{mv_0^2}{2} = mgR$

$v_0 = \sqrt{2gR}$

В момент, когда шайба достигает макс. высоты H, и брусок, и шайба движутся с одинаковой скоростью u



Тогда по ЗСИ в проекции на OX:

$mv_0 = mu + Mu \Rightarrow u = v_0 \frac{m}{m+M}$

по ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} + mgH$

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{v_0^2 m^2}{2(m+M)} + mgH$

$v_0^2 = v_0^2 \frac{m}{m+M} + 2gH$

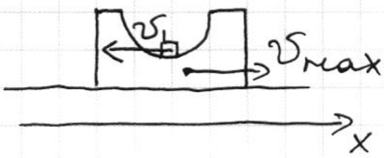
$v_0^2 - 2gH = v_0^2 \frac{m}{m+M}$

$m + M = m \frac{v_0^2}{v_0^2 - 2gH} \Rightarrow M = m\left(\frac{v_0^2}{v_0^2-2gH} - 1\right) = m\frac{2gH}{v_0^2 - 2gH}$

1) $M = m \cdot \frac{H}{R-H} = 2m$ Ответ 1) $M = 2m$

v_{max} бруска достигается в тот момент, когда шайба движется против OX с макс. скоростью, то есть когда она второй раз попадает в т. B.

№3 (продолжение)



Пусть эта макс. скорость шайбы равна v_1

Тогда по ЗСИ в проекции на Ox:

$$m v_0 = M v_{max} - m v_1$$

$$m v_0 = 2 m v_{max} - m v_1$$

$$v_1 = 2 v_{max} - v_0$$

По ЗСЭ: $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{M v_{max}^2}{2}$

$$v_0^2 = v_1^2 + 2 v_{max}^2$$

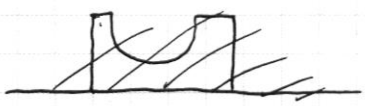
$$v_0^2 = 4 v_{max}^2 - 4 v_{max} v_0 + v_0^2 + 2 v_{max}^2$$

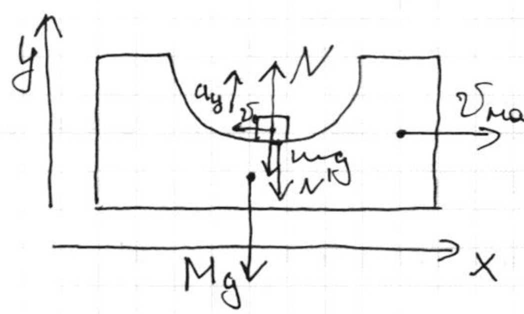
$$4 v_{max} v_0 = 6 v_{max}^2$$

2) $v_{max} = \frac{2}{3} v_0 = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2gR}$

Ответ 2): $v_{max} = \frac{2}{3}\sqrt{2gR}$

$$v_1 = \frac{4}{3} v_0 - v_0 = \frac{1}{3} v_0$$





$$P = Mg + N' \qquad N' = N$$

По 2 з-ну Ньютона для шайбы в пр. на Oy:

$$m a_y = N - mg \quad , \quad a_y = \frac{v_1^2}{R}$$

$$N = m(g + a_y) = m\left(g + \frac{v_1^2}{R}\right)$$

$$P = 2mg + m\left(g + \frac{v_1^2}{R}\right) = m\left(3g + \frac{v_0^2}{9R}\right) = m\left(3g + \frac{2gR}{9R}\right)$$

3) $P = \frac{29\,mg}{9} = \frac{29}{9} mg = 3{,}2\,mg$ Ответ 3) $P = 3{,}2\,mg$

№4 Так как точки 1 и 3 расположены на адиабате, выполняется равенство $P_1 V_1^{\frac{5}{3}} = P_3 V_3^{\frac{5}{3}}$

$V_2 = V_3 = n V_1 = 8 V_1 \Rightarrow P_1 V_1^{\frac{5}{3}} = 32 P_3 V_1^{\frac{5}{3}}$

$$P_1 = 32 P_3 = P_2$$

(Продолжение на 5 стр.)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 (продолжение)

В процессе 12 тепло подводится к газу, $Q_{12}>0$

В процессе 23 тепло отводится от газа, $Q_{23}<0$

В процессе 31 $Q_{31}=0$ т.к. адиабата

$Q_+ = Q_{12}$

$A_{цикла} = |A_{12}|-|A_{31}|$ — из смысла работы процесса как площади под графиком $P(V)$

По 1 з-ну термодинамики, $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} R\nu\Delta T$

~~По з~~ Из ур-я Менделеева-Клапейрона:

$P_1V_1 = R\nu T_1$; $P_2V_2 = R\nu T_2$; $\Rightarrow R\nu\Delta T = P_2V_2 - P_1V_1 = 7P_1V_1$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\cdot 7P_1V_1$

$A_{12} = S_{под\ гр.\ 12} = P_1\cdot(V_2-V_1) = 7P_1V_1 = 32\cdot 7P_3V_1$

$Q_{12} = \frac{35}{2}P_1V_1 = 35\cdot 16P_3V_1$

По 1 з-ну термодинамики для 31: $Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = 0$

$A_{31} = -\Delta U_{31}$

$\Delta U_{31} = \frac{3}{2}R\nu\Delta T$, Из ур-ия Менд.-Клап.: $P_3V_3 = R\nu T_3$

$R\nu\Delta T = -(P_3V_3 - P_1V_1) = P_1V_1 - P_3V_3 = 32P_3V_1 - 8P_3V_1 = 24P_3V_1$

$|A_{31}| = |-\frac{3}{2}\cdot 24P_3V_1| = 36P_3V_1$

$\eta = \frac{A_ц}{Q_+} = \frac{|A_{12}|-|A_{31}|}{Q_{12}} = \frac{(32\cdot 7 - 36)\cancel{P_3V_1}}{35\cdot 16\cancel{P_3V_1}} = 0{,}34 = 34\%$

Ответ: $\eta = 34\%$

№5

1) Рассмотрим перемещение с точки зрения ЗСЭ

$A = W_0$

$W_0 = \frac{Q \cdot q_п}{4\pi\varepsilon_0 R}$ — где $q_п$ - заряд полусферы

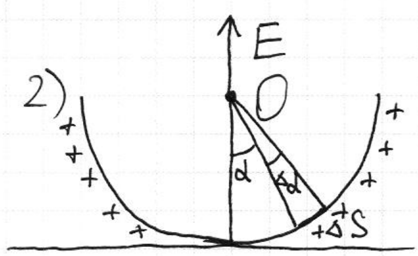
W_0 - потенциальная энергия заряда Q в точке O, весь заряд $q_п$ находится на расстоянии R

~~Отсюда~~ $q_п = \sigma \cdot S_п = 2\pi\sigma R^2$

Отсюда $A = W_0 = \frac{\cancel{2\pi} Q \sigma R^{\cancel{2}}}{2\cancel{4\pi}\varepsilon_0 \cancel{R}} = \frac{Q\sigma R}{2\varepsilon_0}$

Ответ 1) ~~A=2Q~~ $A = \frac{Q\sigma R}{2\varepsilon_0}$

2)



~~R~~ Рассмотрим полусферу как соединение бесконечно малых колец

$\Delta S_{кольца} = R\Delta\alpha \cdot 2\pi R\sin\alpha$

$\Delta E = \frac{\Delta q}{4\pi\varepsilon_0 R^2} \cdot \cos\alpha \quad \Delta q = \sigma\Delta S = 2\pi\sigma R^2 \sin\alpha \cdot \Delta\alpha$

$E = \sum \Delta E = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{2\cancel{\pi}\sigma \cancel{R^2} \sin\alpha \cdot \Delta\alpha \cdot \cos\alpha}{4\cancel{\pi}\varepsilon_0 \cancel{R^2}} =$

$= \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sigma \cdot \sin 2\alpha \cdot \Delta\alpha}{4\varepsilon_0}$

$f(\alpha)$ - первообразная $\sin 2\alpha$ $\quad f(\alpha) = -\frac{\cos 2\alpha}{2}$

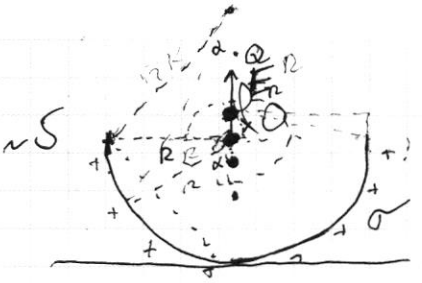
$E = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0} \cdot \left(f(\frac{\pi}{2}) - f(0)\right) = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$

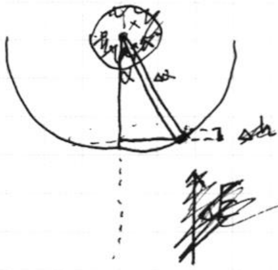
Сила, с кот. Q действует на полусферу, равна силе, с которой полусфера действует на заряд Q

$F_{Кулона} = EQ = \frac{\sigma Q}{4\varepsilon_0}$ — характер отталкивания т.к. заряды положительные

$P = mg + F_{Кулона} = mg + \frac{\sigma Q}{4\varepsilon_0}$ Ответ 2): $P = mg + \frac{\sigma Q}{4\varepsilon_0}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)





$$\Delta S = R\Delta\alpha \cdot 2\pi R\sin\alpha$$

$$\Delta E = \frac{kq}{r^2}\cdot\cos\alpha \qquad r = R$$

$$\Delta E = \frac{2\pi k\sigma R^2\sin\alpha\Delta\alpha}{r^2}\cdot\cos\alpha$$

$r = \sqrt{R^2 + x^2 + 2\cos\alpha Rx}$

$$\Delta E = \pi k\sigma \sin 2\alpha\,\Delta\alpha$$

$$E = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \pi k\sigma \sin 2\alpha\, d\alpha$$

$$E = \frac{\pi}{2}k\sigma + \frac{\pi}{2}k\sigma = \pi k\sigma = \frac{\pi\sigma}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$$

$-\cos 2\alpha\cdot\frac{1}{2}$

$\sin 2\alpha\cdot 2\,\frac{1}{2}$

$$F_{()} = -\frac{\pi}{2}k\sigma\cos 2\alpha$$

$$P = mg + EQ = mg + \frac{\sigma Q}{4\varepsilon_0}$$

0

1

$0 < \alpha < \frac{\pi}{4}$

$r = \cancel{\ }$

$$W = \frac{kq\cdot q_1}{r}$$

$$\frac{4\pi R^2\sigma\cdot Q}{2\cdot 4\pi\varepsilon_0 R} = \frac{\sigma RQ}{2\varepsilon_0} \qquad E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$\Delta W = \frac{Q\cdot\Delta q}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

$$q_n = 2\pi R^2\sigma$$

$$\cancel{q_n = \frac{2\pi R^2\sigma}{4\pi\varepsilon_0 R^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$$

$$\Delta q = \sigma\cdot\Delta S = \sigma R^2 2\pi\sin\alpha\Delta\alpha \qquad E = \frac{2\pi R^2\cdot\sigma}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{\sigma R^2}{2\varepsilon_0 r^2}$$

$$W = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{2\pi\sigma QR^2\sin\alpha\Delta\alpha}{2\cdot 4\pi\varepsilon_0 R} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sigma RQ}{2\varepsilon_0}\sin\alpha\Delta\alpha = \frac{\sigma RQ}{2\varepsilon_0}$$

$-\cos\alpha$

0	-1
$\frac{\pi}{2}$	0

☒ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

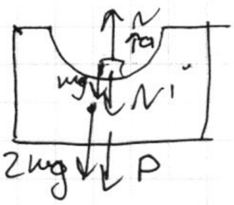
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v_1 = \frac{1}{3} v_0$



$a = \frac{v_1^2}{R}$

$ma = N - mg$

$N' = N$

$\frac{m v_1^2}{R} + mg = N$ $\qquad P = 2mg + N'$

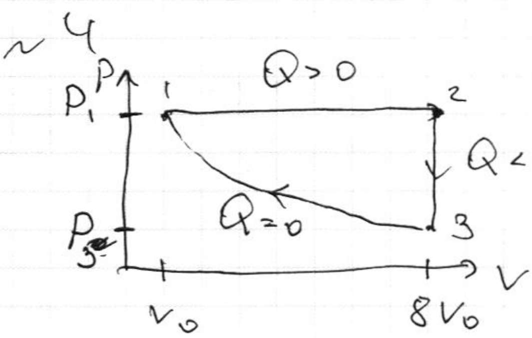
$m\left(\frac{v_1^2}{R} + g\right) = N = N'$

$P = m\left(\frac{v_1^2}{R} + 3g\right) = \frac{29}{9} mg$

$\cancel{\frac{2gR}{R} = 2g}$

$\frac{1}{9} \cdot \frac{2gR}{R} + 3g =$

№4



$P_1 V_0^{\frac{5}{3}} = P_3 \cdot (8V_0)^{\frac{5}{3}}$

$P_1 V_0^{\frac{5}{3}} = 32 P_3 V_0^{\frac{5}{3}}$

$P_1 = 32 P_3$

$Q_{12} = 35 \cdot 16 P_3 V_0$

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{35}{2} P_1 V_0$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} R\nu\Delta T = \frac{3}{2} P_1 \cdot 7V_0$

$A_{12} = P_1 \cdot 7V_0 = 32 \cdot 7 P_3 V_0$

$\eta = \frac{A_{цикла}}{Q_{12}} = \frac{32 \cdot 7 - 3 \cdot 12}{35 \cdot 16} \approx 0{,}34$

$A_{цикла} = |A_{12}| - |A_{31}| = (32 \cdot 7 - 3 \cdot 12) P_3 V_0$

$A_{31} = -\Delta U_{31}$

$\Delta U = \frac{3}{2} R\nu\Delta T = \cancel{-\frac{3}{2}}\, 3 \cdot 12 P_3 V_0$

$\cancel{P_3 \cdot 8V_0 - P_1}$

$\cancel{A_{31}}$ $P_1 \cdot V_0 - P_3 \cdot 8V_0 = 32 P_3 V_0 - 8 P_3 V_0 =$

$= 24 P_3 V_0$

$32 \cdot 7$

224
-36
$188 | 2$
$94 | 2$
47

$\frac{188}{35 \cdot 16} = \frac{47}{35 \cdot 4}$

$\frac{47}{140}$

470 | 140
420 | 0,3365
50
42
80
70

$32 \cdot 7$

224
188

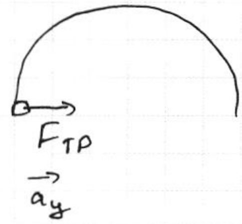
☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

№2



$a_y = a_y \sin^2\alpha + a_y \mu \cos\alpha \sin\alpha + g \cos\alpha \sin\alpha + \mu g \cos^2\alpha$

1) $T = \frac{L}{v} = \frac{\pi R}{2\sqrt{\mu g R}} = \frac{3{,}14 \cdot 1{,}2}{2 \cdot \sqrt{0{,}8 \cdot 10 \cdot 1{,}2}}$

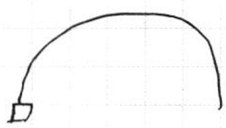
$v_{max} = \sqrt{a_y R} = \sqrt{\mu g R}$

$a_y = \frac{v^2}{R}$ $\qquad L = \frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi R}{2}$

$m a_y = F_{TP} = \mu \cancel{g} mg$

$a_y = \mu g$

$\sqrt{0{,}15} \approx \sqrt{0{,}16} = 0{,}4$



2) $a_y = (\mu \cos\alpha + \sin\alpha) g \cos\alpha$

$\sqrt{\frac{1{,}2}{0{,}8 \cdot 10}} = \sqrt{\frac{1{,}2}{8}} = \sqrt{\frac{0{,}3}{2}} = \sqrt{0{,}15}$

$N = mg \cos\alpha$

$3{,}14 \cdot 0{,}2$

$0{,}628$

$m a_y = F_{TP} \cos\alpha + N \sin\alpha = \mu N \cos\alpha + N \sin\alpha =$

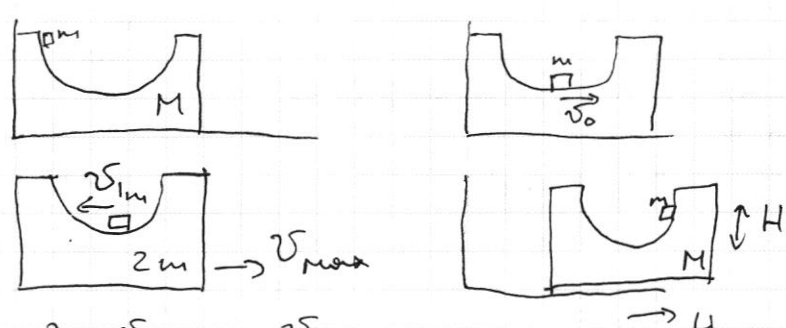
$= (\mu \cos\alpha + \sin\alpha) mg \cos\alpha$

$\frac{3}{4} \cdot 0{,}8$

$v_{max} = \sqrt{a_y R} = \sqrt{(\mu \cos\alpha + \sin\alpha) g \cos\alpha R} =$

$=$

№3



$v_0 = \sqrt{2gR}$

$m v_0 = (m + M) u$

$m v_0 = 2m v_{max} - m v_1$

$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{(m+M) u^2}{2} + mgH$

$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{2m v_{max}^2}{2}$

$M = m\left(\frac{2g \cdot \frac{2}{3} \cdot R}{2gR - \frac{2 \cdot 2}{3} gR}\right.$

$\boxed{M = 2m}$

$u = v_0 \frac{m}{m+M}$

$\frac{\frac{4}{3}\cancel{gR}}{\left(2 - \frac{4}{3}\right)}$

$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{\cancel{(m+M)} v_0^2 m^2}{2(m+M)^{\cancel{2}}} + mgH$

$v_0^2 = v_1^2 + 2 v_{max}^2$

$\frac{4}{\cancel{3}\frac{6-4}{\cancel{3}}} = 2$

$v_1 = 2 v_{max} - v_0$

$\frac{m v_0^2}{2} - mgH = \frac{v_0^2 m^2}{2(m+M)}$

$\cancel{v_0^2} = 4 v_{max}^2 - 4 v_{max} v_0 + \cancel{v_0^2} + 2 v_{max}^2$

$v_0^2 - 2gH = \frac{v_0^2 m}{m+M}$

$4 v_{max} v_0 = 6 v_{max}^2$

$m + M = \frac{v_0^2 m}{v_0^2 - 2gH}$

$4 v_0 = 6 v_{max}$

$v_{max} = \frac{2}{3} v_0 = \frac{2}{3}\sqrt{2gR}$

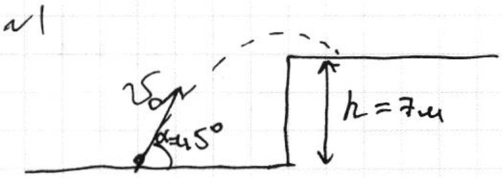
$M = m\left(\frac{2gH}{v_0^2 - 2gH}\right)$ $\qquad M = m\left(\frac{v_0^2}{v_0^2 - 2gH} - 1\right)$

☒ черновик ☐ чистовик Страница №__

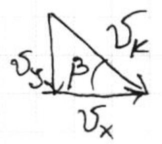
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



$H=10м$



$$\frac{mv_0^2}{2}=mgH+\frac{mv_H^2}{2}$$

$$\cancel{v_0=\sqrt{2gH}=\sqrt{200}=\sqrt{2}\cdot 10\approx 14}$$

$$v_H^2=v_x^2=v_0^2\cos^2\alpha$$

$$\frac{mv_0^2}{2}-\frac{mv_0^2\cos^2\alpha}{2}=mgH$$

$$v_0^2(1-\cos^2\alpha)=2gH$$

$$v_0=\frac{\sqrt{2gH}}{\sin\alpha}=\sqrt{2\cdot 200}=20\,\frac{м}{с}$$

$$\cos\beta=\frac{v_x}{v_к}=\frac{v_0\cos\alpha}{v_к}$$

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

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

$$v_к^2=v_0^2-2gh$$

$$v_к=\sqrt{v_0^2-2gh} \qquad v_0^2=\frac{2gH}{\sin^2\alpha}$$

$$v_к=\sqrt{\frac{2gH}{\sin^2\alpha}-2gh} \qquad \cos\beta=\frac{\sqrt{2gH}\cdot\cos\alpha}{\sin\alpha\sqrt{\frac{2gH}{\sin^2\alpha}-2gh}}=$$

$$\frac{2gH-2gh\sin^2\alpha}{\sin^2\alpha}$$

$$=\frac{\sqrt{2gH}\cdot\cos\alpha}{\sqrt{2gH-2gh\sin^2\alpha}}=$$

$$=\frac{\sqrt{H}\cdot\cos\alpha}{\sqrt{H-h\sin^2\alpha}}=\sqrt{\frac{H\cos^2\alpha}{H-h\sin^2\alpha}}=$$

$0,6$
$1-0,2$

$\frac{\sqrt{3}}{4}\cdot 0,25\approx 0,43$

$\sqrt{10}\approx 3,3$

$$\frac{\frac{3}{4}\cdot 0,8+\frac{\sqrt{3}}{4}}{\frac{3}{4}-0,8\cdot\frac{\sqrt{3}}{4}}=0,4$$

$0,75 \quad \sqrt{3}\cdot 0,2$

$\pi \quad \frac{3}{2\cdot 3}$

$1,7 \quad 0,34$

$0,75-0,35$

$0,4$

$1,7\cdot 0,25$

$10\cdot 0,8\cdot 4,2$

$0,8 \quad 1 \quad 1,7 \,|\, 4$
$16 \,|\, 0,42$
10

$\frac{1}{0,4}\approx\frac{10}{4} \quad 20 \quad 80 \quad 16$

96

$$\sqrt{\frac{4,2\cdot 10^2}{4}}$$

$$10\sqrt{\frac{4,2}{4}}$$

$0,3$

$0,855$

$5,5\,\frac{м}{с}$

$$\times\begin{array}{r}55\\55\\\hline 275\\275\\\hline 3025\end{array}$$

$$\sqrt{\frac{10\cdot\frac{1}{2}}{10-7\cdot\frac{1}{2}}}=$$

$$=\sqrt{\frac{5}{6,5}}=\sqrt{\frac{10}{13}}$$

☒ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)