Олимпиада «Физтех» по физике 2022

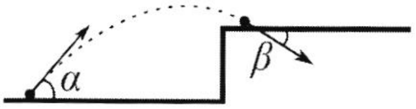
Класс 10

Вариант 10-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Камень брошен с некоторой скоростью V_0 под углом α к горизонту, $\cos\alpha = 0,6$ (см. рис.). Через $\tau = 0,8$ с камень находится на максимальной высоте. В конце полета камень падает на горизонтальную крышу. В момент падения на крышу вектор скорости образует с горизонтом угол β такой, что $\cos\beta = 0,8$.



1) Найдите начальную скорость V_0 камня.

2) На какой высоте h, отсчитанной от точки старта, завершился полет камня? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

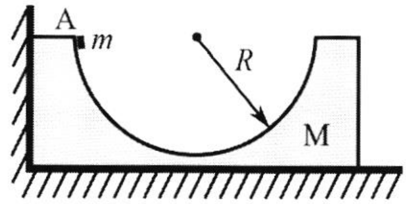
2. Максимальная скорость движения модели автомобиля по окружности радиуса $R = 2$ м, лежащей в горизонтальной плоскости, равна $V_{MAX} = 4$ м/с. Модель приводится в движение двигателем. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) Найдите коэффициент μ трения скольжения шин модели по поверхности.

Модель помещают на наклонную поверхность, составляющую угол α с горизонтом такой, что $\sin\alpha = 0,6$.

2) Найдите наименьшее время T, за которое модель равномерно проедет по окружности радиуса $R = 2$ 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 массой $M = 3m$, в бруске сделано гладкое углубление в форме полусферы радиуса R (см. рис.). Из точки А с нулевой начальной скоростью скользит шайба массы m.

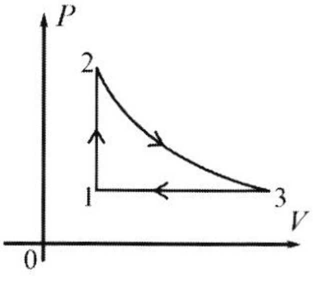


1) На какую максимальную высоту H, отсчитанную от нижней точки полусферы, поднимется шайба при дальнейшем движении системы?

2) Найдите максимальную кинетическую энергию K_{MAX} бруска при дальнейшем движении системы.

3) С какой по величине силой N брусок действует на шайбу в тот момент, когда его кинетическая энергия максимальная? Ускорение свободного падения g.

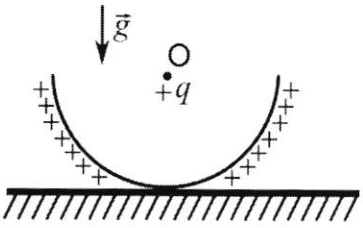
4. С одноатомным идеальным газом проводят циклический процесс, состоящий из изохоры 12, адиабаты 23 и изобары (см. рис.). В изобарическом процессе объем газа уменьшается в $n = 2\cdot\sqrt{2}$ раз.



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 точке O находится точечный заряд $q > 0$.



1) Найдите работу A внешней силы при переносе заряда q из точки O в бесконечность. Электрическая постоянная ε_0.

2) Во сколько раз уменьшится сила, с которой полусфера действует на горизонтальную поверхность, после переноса точечного заряда q из точки O в бесконечность? Ускорение свободного падения g.

Явлениями поляризации пренебрегите.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1

Дано:

$\cos\alpha = 0{,}6$

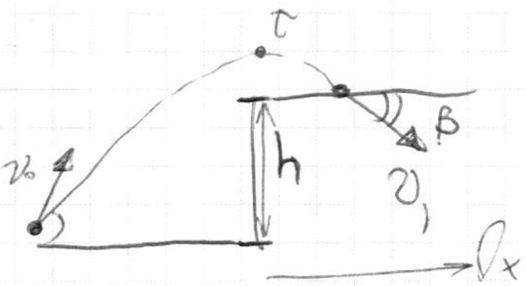
$\cos\beta = 0{,}8$

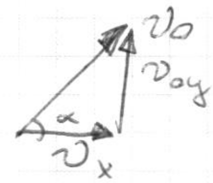
$\tau = 0{,}8\,с$

$g = 10\,\frac{м}{с^2}$

Найти $-\ v_0, h$

Решение:





$$g\tau = v_{oy} = v_0 \sin\alpha$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$v_0 = \frac{g\tau}{\sin\alpha} = \frac{10\frac{м}{с^2}\cdot 0{,}8\,с}{4}\cdot 5 = 10\,\frac{м}{с}.$$

$v_x = const\ (g \perp Ox)$ $v_x = v_0\cos\alpha = 10\frac{м}{с}\cdot 0{,}6 = 6\frac{м}{с}$. $v_x = v_1\cos\beta \Rightarrow v_1 = \frac{v_x}{\cos\beta} = \frac{6\frac{м}{с}}{4}\cdot 5 = 7{,}5\,\frac{м}{с}$ ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + mgh$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} = \frac{\frac{400}{4}\frac{м^2}{с^2} - \frac{225}{4}\frac{м^2}{с^2}}{2\cdot 10\frac{м}{с^2}} = \frac{175\frac{м^2}{с^2}}{4\cdot 2\cdot 10\frac{м}{с^2}} = \frac{35}{16}\,м$$

Ответ: $v_0 = 10\frac{м}{с}$; $h = \frac{35}{16}\,м$.

(5) Дано:
$R, m, \sigma, \varepsilon_0$

Найти: A, $\frac{N_1}{N_2}$

Решение:

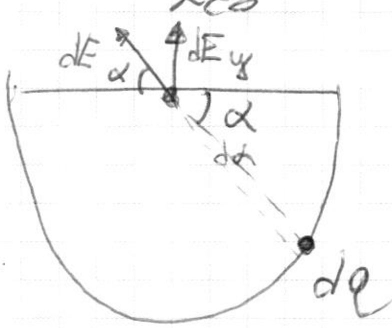
$A = -\Delta E_п = E_п$

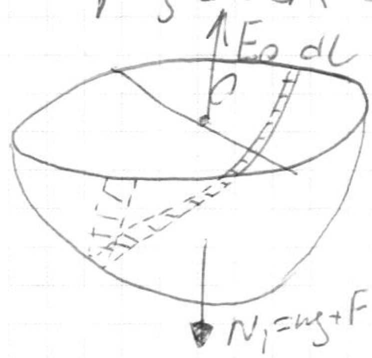
(если под внешней слой понимается сила со стороны поля полусферы)

$\Delta E_п = \frac{kq \cdot \Delta q_{сф}}{R^2} \Rightarrow E_п = \frac{kq q_{сф}}{R^2}$

$q_{сф} = \frac{4\pi R^2}{2} \cdot \sigma = 2\pi R^2 \sigma \quad E_п = \frac{2\pi R^2 \sigma q}{2 \cdot 4\pi \varepsilon_0 \cdot R} =$

$= \frac{R\sigma q}{2\varepsilon_0} = A$. Разобьем сферу на полоски ширины dl, а полоски на точечные квадратики.





$dq = dl \cdot R d\alpha \cdot \sigma \quad dE = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{dq}{R^2}$

$dE_y = dE \sin\alpha = \frac{dl \, d\alpha \, \sigma}{R} \cdot \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \sin\alpha$

В силу симметрии напряженность в т. O направлена вверх и равна $\sum dE_y$

E_y (от одной полоски) $= \frac{dl\,\sigma}{4\pi R \varepsilon_0} \cdot \int\limits^{\pi} \sin\alpha \, d\alpha$

$= \frac{dl\,\sigma}{2\pi R \varepsilon_0}$ $\sum dl$, которые нам надо учесть $=$

$= \pi R$. $E_0 = \frac{\pi R \sigma}{2\pi R \varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ (как плоскость!)

Сила со стороны точечного заряда по 3-з-н Ньютона

$\Rightarrow \frac{\sigma q}{2\varepsilon_0} \Rightarrow N_1 = \frac{\sigma q}{2\varepsilon_0} + mg \quad N_2 = mg \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{\sigma q}{2\varepsilon_0 mg} + 1$

Ответ: $A = \frac{R\sigma q}{2\varepsilon_0}$, $\frac{N_1}{N_2} = \frac{\sigma q}{2\varepsilon_0 mg} + 1$

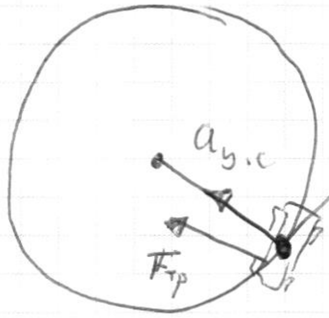
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2

Дано:
$R = 2м$
$V_{max} = 4 \frac{м}{с}$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$
$\sin\alpha = 0,6$

Найти: 1) μ, 2) T

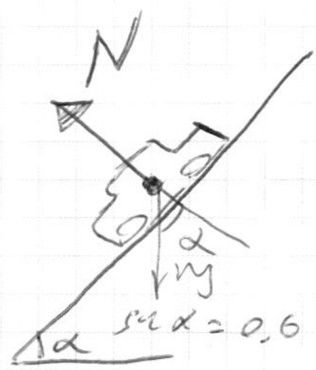
Решение

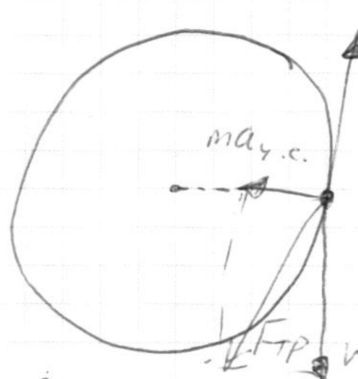


если $F_{сопр} \approx 0$ то сила трения сонаправлена $a_{ц.с.}$

$m a_{ц.с} = F_{тр}$ $\cancel{m} \frac{v_{max}^2}{R} = \cancel{m} g \mu$

$\mu = \frac{v_{max}^2}{gR} = \frac{4}{5} = 0,8$. $(F_{тр} \to max)$





по условию, $v = const$. $\Rightarrow$ v такое, что при худшем случае силы трения будет достаточно для создания $a_{ц.с.} = \frac{v_{min}^2}{R}$

Худший случай:

$F_{тр} = \mu mg\cos\alpha$

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

$v_{min} = \sqrt{gR(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)}$

$$\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{3^2}{5^2}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$v_{min} = \sqrt{10\frac{м}{с^2}\cdot 2м\cdot\left(\frac{4}{5}\cdot\frac{4}{5} - \frac{3}{5}\right)} = \sqrt{\frac{10\frac{м}{с^2}\cdot 2}{25}}$$

$v_{min} = \frac{2}{\sqrt5}\frac{м}{с}$. $T = \frac{2\pi R}{v_{min}}$ (равномерн.)

$$T = \frac{2\cdot\pi\cdot 2м}{\frac{2}{\sqrt5}\frac{м}{с}} = 2\pi\sqrt5\ с.$$

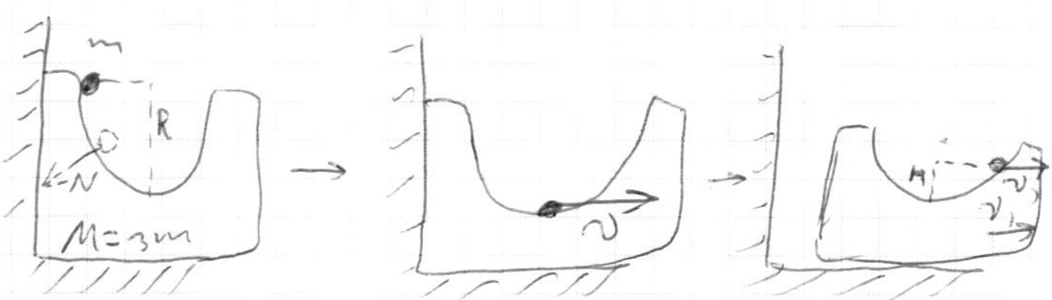
Ответ: $\mu =$ в случае $0{,}2$; $T = 2\pi\sqrt5$ с.

3

Дано:
$M = 3m$
m
R

Найти H, K_{max}, N

Решение:



до момента прохождения нижней точки брусок будет покоится, т.к. сила взаимодейст. с шайбой (N) направлена в сторону стенок. $\Rightarrow mgR = \frac{mv^2}{2}$ (1) $v^2 = 2gR$.

В конечный момент, очевидно, брусок и шайба двигутся с одинак. горизонт. скоростями v_1:

$$mgR = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{3mv_1^2}{2} + mgH$$

(2) $gH = gR - 2v_1^2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

З.С.И. (на Ox): (не выполняется до прохожд. нижн. точки)

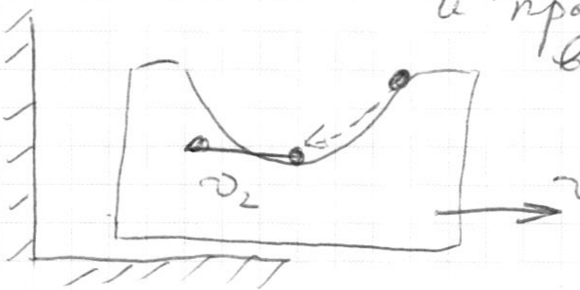
(3) $m v = m v_1 + 3m v_1$ $\quad v = 4v_1$ $\quad v^2 = 16 v_1^2$

$v_1^2 = \frac{v^2}{16} = \frac{2gR}{16} = \frac{gR}{8}$.

$gH = gR - 2\cdot\frac{gR}{8} = gR - \frac{gR}{4} = \frac{3}{4}gR$

$\boxed{H = \frac{3}{4}R}$

После прохождения нижней точки скорость бруска возрастает и продолжает возрастать до второго прохождения нижней точки.



З.С.И.:

(4) $m v = 3m v_3 - m v_2$

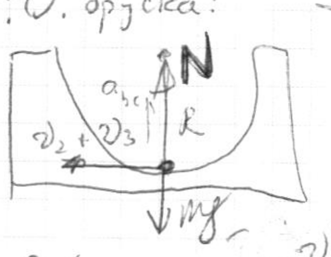
З.С.Э.:

(5) $\frac{m v^2}{2} = \frac{3m v_3^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2}$

Решая (4) и (5) совместно, получим

$v_3 = v_2 = \frac{v}{2}$. $K_{max} = \frac{3m v_3^2}{2} = \frac{3m\cdot\frac{v^2}{4}}{2} = \frac{3mv^2}{8} = \frac{3m\cdot 2gR}{8} = \frac{3mgR}{4}$

С.О. бруска:



В с.о. бруска шайба движется по окр. радиуса R со ск. $= v_3 + v_2 = v$

$N - mg = \frac{mv^2}{R}$ $\quad N = mg + m\frac{2gR}{R} = 3mg$

Ответ: $H = \frac{3}{4}R$; $K_{max} = \frac{3mgR}{4}$; $N = 3mg$

(4)

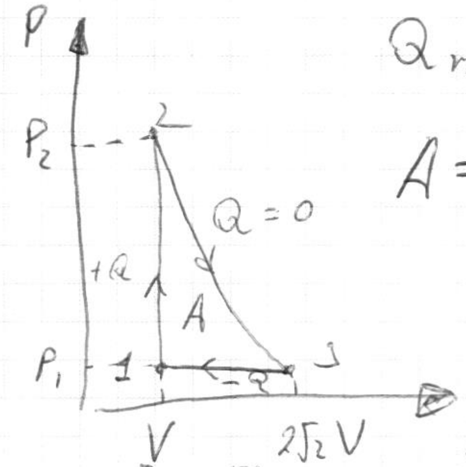
Дано:

$n = 2\sqrt{2}$

$PV^{\frac{5}{3}} = const$

Найти – η

Решение:



$Q_{получ} = Q_{12}$

$A = A_{23} - |A_{31}|$

$\eta = \frac{A}{Q_{получ}}$

$P_2 \cancel{V^{\frac{5}{3}}} = P_1 (2\sqrt{2})^{\frac{5}{3}} \cdot \cancel{V^{\frac{5}{3}}}$ $\quad (2\sqrt{2})^{\frac{5}{3}} = 2^{\frac{5}{2}} = 4\sqrt{2}$

(1) $P_2 = 4\sqrt{2} P_1$ $\quad Q_{получ} = \overset{0}{A_{12}} + \Delta U_{12} = \frac{3}{2}(P_2 V - P_1 V)$

$= \frac{3}{2} V (4\sqrt{2} P_1 - P_1) = \frac{3}{2} P_1 V (4\sqrt{2} - 1)$

$A_{23} = -\Delta U_{23}$ (адиабат.) $= -\frac{3}{2}(2\sqrt{2} V P_1 - V P_2)$

$= \frac{3}{2} V P_1 (4\sqrt{2} - 2\sqrt{2}) = \frac{3}{2} V P_1 \cdot 2\sqrt{2} = 3\sqrt{2} V P_1$

$|A_{31}|$ = площадь под 31 $= P_1 (2\sqrt{2} V - V) = P_1 V (2\sqrt{2} - 1)$

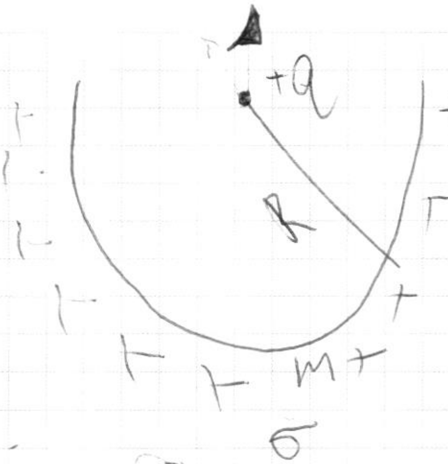
$A = 3\sqrt{2} V P_1 - V P_1 \cdot 2\sqrt{2} + V P_1 = \sqrt{2} V P_1 + V P_1 = P V_1 (\sqrt{2} + 1)$

$\eta = \frac{A}{Q_{получ}} = \frac{\cancel{PV_1}(\sqrt{2}+1)}{\frac{3}{2} \cancel{P_1 V} (4\sqrt{2}-1)} = \frac{2(\sqrt{2}+1)}{3(4\sqrt{2}-1)}$

Ответ: $\eta = \frac{2(\sqrt{2}+1)}{3(4\sqrt{2}-1)}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$\int \sin\alpha \, d\alpha = -\cos\alpha$



$d\varphi = \dfrac{k \cdot dq_{сф}}{R}$ $\Big|_0^{\pi} = -\cos\pi - (-\cos 0)$

$= -\cos\pi + \cos 0$

$\Rightarrow \varphi = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \dfrac{q_{сф}}{R}$ $1+1=2$

$q_{сф} = 2\pi R^2 \sigma$ $\dfrac{R\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\dfrac{k q_{сф} \pi}{R}$ $S = \dfrac{4\pi R^2}{2} = 2\pi R^2$ $= \dfrac{R\sigma}{2\varepsilon_0}$

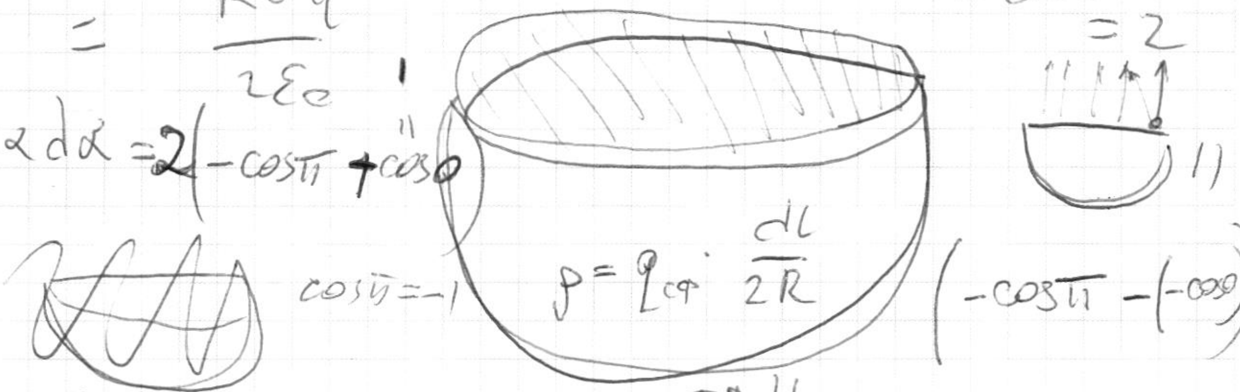
$\varphi = \dfrac{1}{2\varepsilon_0} \cdot \dfrac{R\sigma}{R} = \boxed{\dfrac{R\sigma}{2\varepsilon_0}}$

$E_п = \dfrac{R\sigma q}{2\varepsilon_0}$ $A = -\Delta E_п = E_{п_1} - E_{п_0}$

$-\cos\alpha$ $-\cos\pi + \cos 0$

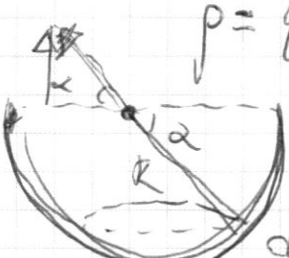
$= \dfrac{R\sigma q}{2\varepsilon_0}$ $= 2$

$\int_0^{\pi} \sin\alpha \, d\alpha = 2 \left(-\cos\pi + \cos 0\right)$



$\cos\pi = -1$ $\rho = q_{сф} \cdot \dfrac{dl}{2R}$ $\left(-\cos\pi - (-\cos 0)\right)$

$dE_y = \dfrac{k\, d\alpha\, \rho}{R} \sin\alpha$ $\rho = q_{сф} \cdot \dfrac{dl}{2\pi R}$



$dE_y = E \sin\alpha$

$dE_y = \dfrac{k\rho}{R} \int_0^{\pi} \sin\alpha \, d\alpha$ $dq_{сф}$ $E = \dfrac{k\, dq_{сф}}{R^2}$

$dq_{сф} = R\, d\alpha \cdot \rho$

$\dfrac{k q_{сф}\, dl}{R^2}$ $dE_y = \dfrac{k R\, d\alpha\, \rho}{R^2} = \dfrac{k\rho}{R} \int d\alpha$ πR

$= \dfrac{k \pi R}{R^2} = \dfrac{k q}{R^2}$ $= \pi$ dl

$\rho = q_{сф} \cdot \dfrac{dl}{2\pi R} = \dfrac{dl}{R}$

$E_y = \dfrac{2k q_{сф} \frac{dl}{R}}{R} =$ $E_y = \dfrac{2k\rho}{R}$

☒ 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

$Q_{получ} = \frac{3}{2}P_1V\left(2^{\frac{15}{6}}-1\right)$ $4\sqrt{2}$

$2\cdot\sqrt{2} = 2^{1,5}$

$1,5 < 2\ldots$

$A = A_{23} - A_{31}$

$A_{23} = -\Delta U_{23} = -\left(\frac{3}{2}\left(P_1\cdot 2\sqrt{2}V - P_2V\right)\right)$

$= -\frac{3}{2}V\left(P_1\cdot 2\sqrt{2} - P_2\right)$

$\frac{15}{6}$

$P_2 = P_1\cdot 2^{\frac{15}{6}}$

$\eta = \frac{P_1V(\sqrt{2}+1)}{\frac{3}{2}P_1V(4\sqrt{2}-1)} = \boxed{\frac{2(\sqrt{2}+1)}{3(4\sqrt{2}-1)}}$

$A_{23} = -\frac{3}{2}VP_1\left(2\sqrt{2} - 2^{\frac{15}{6}}\right) = \frac{3}{2}P_1V\left(2^{\frac{15}{6}} - 2\sqrt{2}\right)$ $4\sqrt{2}$

$\frac{2^{\frac{15}{6}}}{2^{\frac{3}{2}}} = 2^{\frac{15}{6}-\frac{3}{2}} = 2$

$|A_{31}| = P_1\left(2\sqrt{2}V - V\right) = P_1V\left(2\sqrt{2}-1\right)$

$A = A_{23} - A_{31} = \frac{3}{2}P_1V\left(2^{\frac{15}{6}} - 2\sqrt{2}\right) - P_1V\left(2\sqrt{2}-1\right)$

$\frac{15}{6} - \frac{3}{2} = \frac{15-9}{6} = \frac{6}{6} = 1$

$A = \frac{3}{2}\cdot 2\sqrt{2}P_1V - P_1V\cdot 2\sqrt{2} + P_1V$

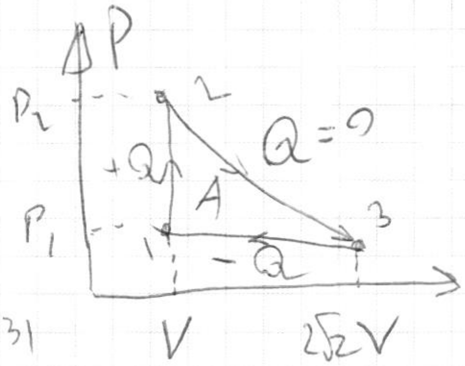
$= \boxed{P_1V(\sqrt{2}+1)}$

$A = 3\sqrt{2}P_1V - P_1V\cdot 2\sqrt{2} + P_1V = P_1V\sqrt{2} + P_1V$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$i=3$



23 – адиабата

$A = A_{23} - A_{31}$

$PV^{\gamma} = const$

$A_{23} = -\Delta U_{23} =$

$\gamma = \frac{5}{3} = \frac{i+2}{i} = \frac{3+2}{3}$

$\eta - ?$

$= \frac{5}{3}V$

$\eta = \frac{A}{Q_{получ.}}$ $\quad Q = \Delta U + A$

$Q_{получ} = Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}(P_2V - P_1V)$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}V(P_2 - P_1)$

$P_2 V^{\frac{5}{3}} = P_1 (2\sqrt{2}V)^{\frac{5}{3}}$

$P_2^3 V^5 = P_1^3 (2\sqrt{2}V)^5 \quad (\sqrt{2})^4 = 2^2 = 4$

$(2\sqrt{2})^5 = 2^5 \cdot (\sqrt{2})^5 = 32 \cdot 4 \cdot \sqrt{2} = 128\sqrt{2}$

$P_2^3 \cancel{V^5} = P_1^3 \cdot 128\sqrt{2}\cancel{V^5}$

$\frac{2+\sqrt{2}}{8-\sqrt{2}}$

$\frac{8}{\sqrt{2}} - \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$

$P_2^3 = P_1^3 \cdot 128\sqrt{2}$ $\quad 128 = 2^7$ $\quad \frac{2}{\sqrt{2}} + \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$

$P_2 = P_1 \sqrt[3]{2^7 \cdot \sqrt{2}} = \quad \frac{7,5}{3} = \frac{15}{6} \quad = \frac{2+\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$

$P_2 = P_1 \cdot 2^{\frac{15}{6}}$ $\quad Q_{получ} = \frac{3}{2}V(P_1 \cdot 2^{\frac{15}{6}} - P_1)$

$= \frac{3}{2}VP_1(2^{\frac{15}{6}} - 1)$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v = 3v_3 - v_2$

$v^2 = 3v_3^2 + v_2^2$

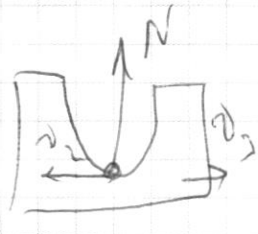
$v^2 = (3v_3 - v_2)^2 = 9v_3^2 - 6v_3v_2 + v_2^2$

$\cancel{3v_3^2 + v_2^2 = 9v_3^2 + 6v_3v_2 + v_2^2}$???

$\cancel{3v_3^2 = 9v_3^2 + 6v_3v_2}$

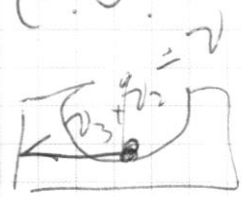
$v^2 = 2gR$

$\cancel{3v_3 = 9v_3 + 6v_2}$



$3v_3^2 + \cancel{v_2^2} = 9v_3^2 - 6v_3v_2 + \cancel{v_2^2}$

C.O.:



$3v_3 = 9v_3 - 6v_2 \quad v_2 = v_3$

$\cancel{6v_2 = 6v_3}$?

$N = m \cdot a_{ц.с.} = m \cdot \frac{v^2}{R}$

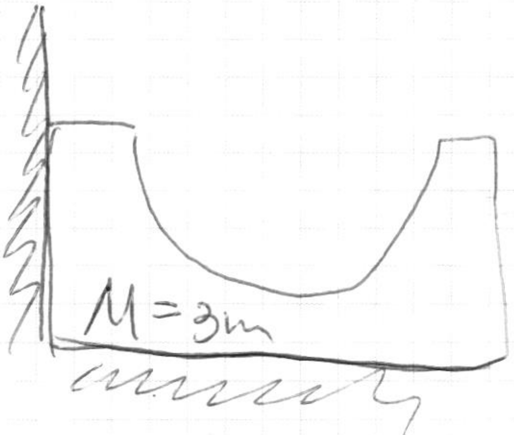
$v = 3v_3 - v_3 = 2v_3$

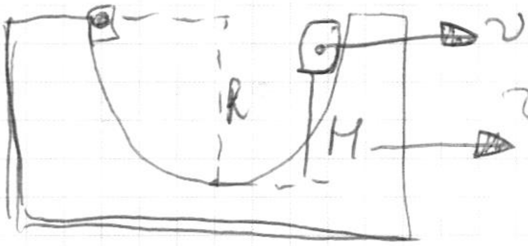
$\boxed{v_3 = \frac{v}{2}} = v_2$

$3m\frac{v}{2} - m \cdot \frac{v}{2} = 2m\frac{v}{2} = mv$

$\frac{m\frac{v^2}{4}}{2} + \frac{3m\frac{v^2}{4}}{2} = \frac{4m\frac{v^2}{4}}{2} = \frac{mv^2}{2}$

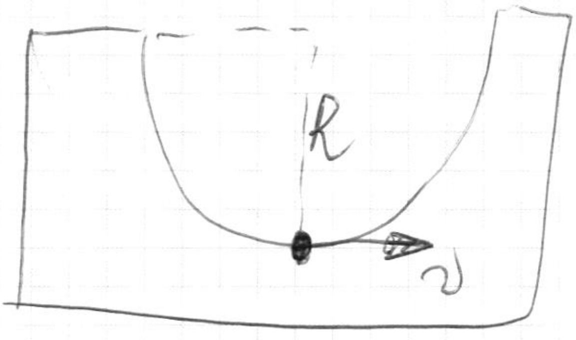
дано: $M=3m$, m, R, g





$\cancel{m}gR = \frac{\cancel{m}v_1^2}{2} + \frac{3\cancel{m}v_1^2}{2}$
$+ \cancel{m}gM$

$gR = \frac{v_1^2}{2} + \frac{3}{2}v_1^2 + gM$



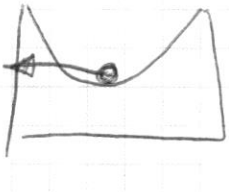
(1) $gR = 2v_1^2 + gM$

$\frac{\cancel{m}v^2}{2} = \cancel{m}gR$

(2) $v^2 = 2gR$

$\cancel{g}R = \frac{\cancel{g}R}{4} + \cancel{g}M$

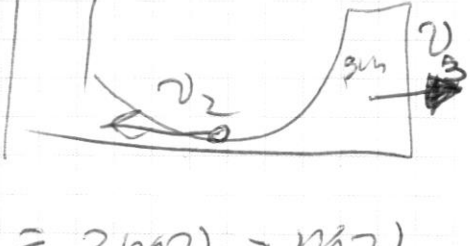
$\frac{3R}{4} = M$



$mv = mv_1 + 3mv_1$

$v = 4v_1 \qquad v^2 = 16v_1^2$

$v_1^2 = \frac{v^2}{16} = \frac{2gR}{16} = \frac{gR}{8}$



$\frac{\cancel{m}v^2}{2} = \frac{3\cancel{m}v_3^2}{2} + \frac{\cancel{m}v_2^2}{2}$

$mv = 3mv_3 - mv_2$

$v = 3v_3 - v_2$

☒ 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

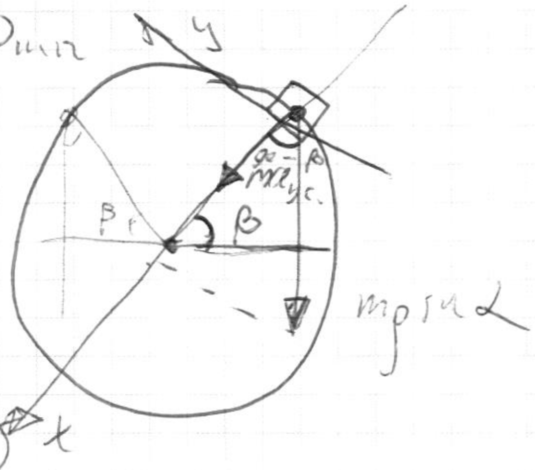
(заполняется секретарём)

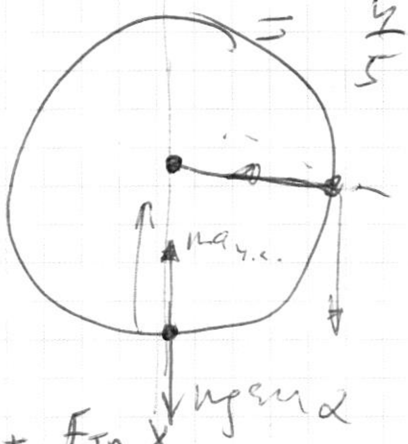
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$T = \frac{2\pi R}{v_{min}} = \frac{2\pi \cdot 2}{\frac{2}{\sqrt{5}}} = \frac{4\pi\sqrt{5}}{2} = 2\pi\sqrt{5}\ c$

$\sin\alpha = 0{,}6 = \frac{3}{5}$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$





$ma_{ц.с} = mg\sin\alpha\cos(90-\beta) + F_{тр}$ x

$v = const$ $\quad ma_{ц.с.} = F_{тр} - mg\sin\alpha$

$a_{ц.с.} = \frac{v_{min}^2}{R}$ $\quad F_{тр} = \mu N = mg\cos\alpha\mu$

$\cancel{m}\frac{v_{min}^2}{R} = \mu \cancel{m}g\cos\alpha - \cancel{m}g\sin\alpha$ $= \sqrt{\frac{20}{25}} = \sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$

$v_{min} = \frac{2}{\sqrt{5}}\ \frac{м}{с}$

$\frac{v_{min}^2}{R} = \mu g\cos\alpha - g\sin\alpha = g(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)$

$v_{min} = \sqrt{gR(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)} = \sqrt{2\cdot 10\cdot\frac{1}{25}}$

$= \sqrt{2\cdot 10\cdot\left(\frac{4}{5}\cdot\frac{4}{5} - \frac{3}{5}\right)} = \sqrt{2\cdot 10\cdot\left(\frac{16}{25} - \frac{15}{25}\right)}$

☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

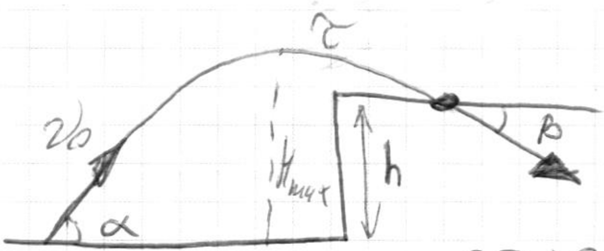
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

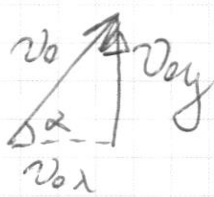


$\cos\alpha = 0,6 \quad \cos\beta = 0,8$

$\tau = 0,8c$

$g = 10\frac{м}{с^2}$

$v_0 - ?$



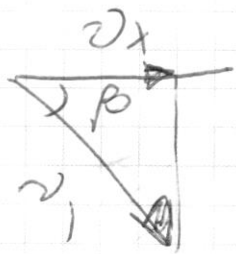
$g\tau = v_{0y} = v_0 \sin\alpha$

$g\tau = v_0 \sin\alpha \quad v_0 = \frac{g\tau}{\sin\alpha}$

$\cos\alpha = 0,6 = \frac{3}{5} \quad \sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{9}{25}}$

$= \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5} \quad v_0 = \frac{g\tau}{\frac{4}{5}} = \frac{5}{4} g\tau$

$v_0 = \frac{5}{4}\cdot 10 \cdot \frac{4}{5} = 10\frac{м}{с}$



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

$v_x = v_0\cos\alpha = 10\cdot 0,6 = 6\frac{м}{с}$

$v_1 = \frac{v_x}{\cos\beta} = \frac{6\frac{м}{с}}{0,8} = \frac{6}{\frac{4}{5}} = \frac{5\cdot 6}{4} = \frac{15}{2} = 7,5$

$h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2g} = \frac{100-\frac{225}{4}}{2\cdot 10} = \frac{175}{4\cdot 10\cdot 2}$

$h = \frac{35}{4\cdot 2\cdot 2} = \frac{35}{16}м$

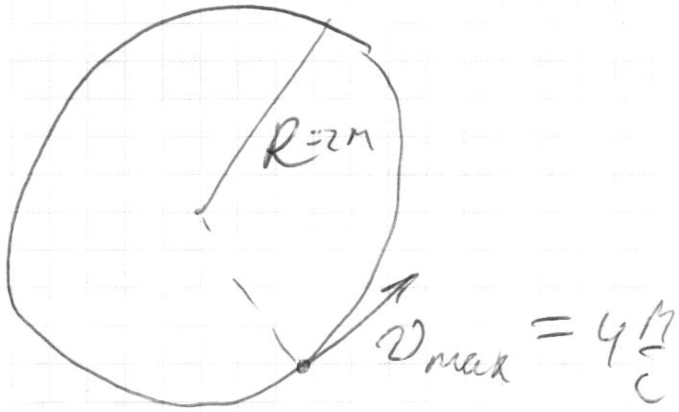
$\frac{100-225}{4}$, $2\cdot 10$, $400 - 225 = 175$, $15\cdot 15 = 225$

☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

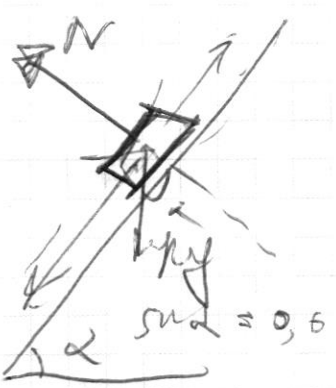


$g = 10\frac{м}{c^2}$ $\mu - ?$

$\cancel{mg}\mu = \frac{v_{max}^2}{R}\cancel{m}$

$$\mu = \frac{v_{max}^2}{gR} = \frac{4\cdot 4}{10\cdot 2} = \frac{4\cdot 2}{10}$$

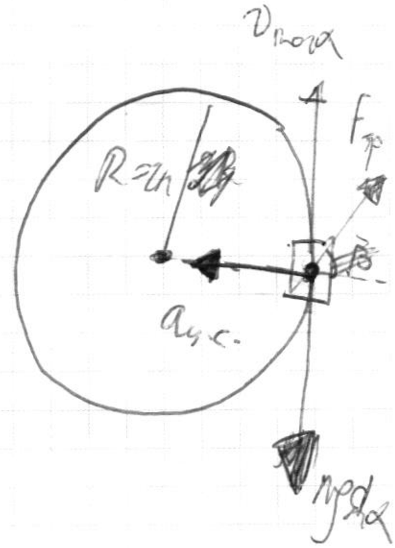
$$= \frac{8}{10} = 0,8$$



$N = mg\cos\alpha$

$g' = g\cos\alpha$

$\mu = 0,8$



$m a_{y.c.} = m\frac{v_{max}^2}{R}$