# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

## Вариант 10-04

Шифр

(заполняется секретарём)

**1.** Камень брошен с некоторой скоростью $V_0$ под углом $\alpha$ 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 $\beta$ 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.

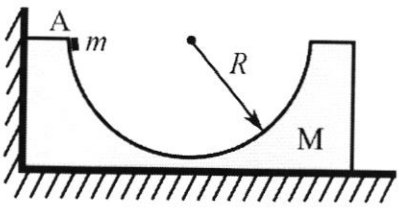
**2.** Максимальная скорость движения модели автомобиля по окружности радиуса $R = 2$ м, лежащей в горизонтальной плоскости, равна $V_{MAX} = 4$ м/с. Модель приводится в движение двигателем. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с$^2$. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) Найдите коэффициент $\mu$ трения скольжения шин модели по поверхности.

Модель помещают на наклонную поверхность, составляющую угол $\alpha$ 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 A с нулевой начальной скоростью скользит шайба массы $m$ .

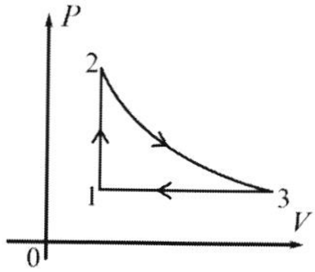



1) На какую максимальную высоту $H$, отсчитанную от нижней точки полусферы, поднимется шайба при дальнейшем движении системы?

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 $g$ .

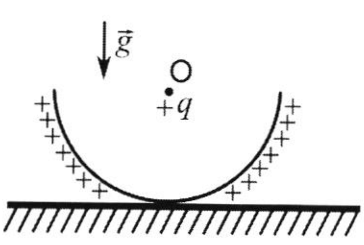
**4**. С одноатомным идеальным газом проводят циклический процесс, состоящий из изохоры 12, адиабаты 23 и изобары (см. рис.). В изобарическом процессе объем газа уменьшается в $n = 2\cdot\sqrt{2}$ раз.




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 $\sigma$ 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 $\varepsilon_0$ .

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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

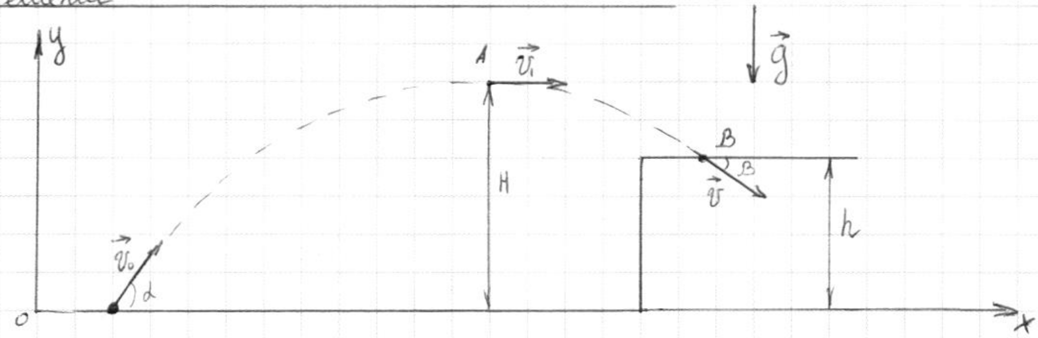
ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

| Дано: | Решение |
|---|---|
| $\cos\alpha = 0{,}6$ | |
| $\tau = 0{,}8$ с | |
| $\cos\beta = 0{,}8$ | |
| 1) $v_0$ - ? | |
| 2) $h$ - ? | |




1) На максимальной высоте $H$: $v_y = 0$

$\overset{0}{v_y} = v_0 \sin\alpha - g\tau$ , $\tau$ - время, через которое камень оказался на высоте $H$

$v_0 \sin\alpha = g\tau$

$\boxed{v_0 = \frac{g\tau}{\sin\alpha}}$ $\quad v_0 = \frac{10 \cdot 0{,}8}{0{,}8} = 10 \left(\frac{м}{с}\right)$ , $\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-0{,}6^2} = 0{,}8$

2) Максимальная высота подъема: $H = v_y\tau - \frac{g\tau^2}{2} = \frac{v_0\sin\alpha\, v_0\sin\alpha}{g} - \frac{g}{2}\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{g^2} = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}$ (1)

3) Запишем закон сохранения энергии для т. A и B:

$$\frac{mv_1^2}{2} + mgH = \frac{mv_2^2}{2} + mgh$$

$$\left.\begin{aligned} v_1 &= v_0\cos\alpha \\ v^2 &= v_0^2\cos^2\alpha + v_0^2\sin^2\beta \end{aligned}\right\} \Rightarrow v_0^2\cos^2\alpha + 2gH = v_0^2\cos^2\alpha + v_0^2\sin^2\beta + 2gh$$

$$2gH = 2gh + v_0^2\sin^2\beta$$

$$h = \frac{2gH - v_0^2\sin^2\beta}{2g} \quad (2)$$

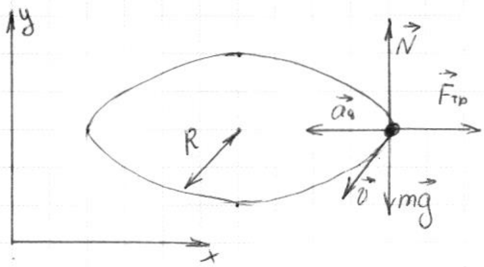
Подставим (1) в (2): $h = \frac{v_0^2(\sin^2\alpha - \sin^2\beta)}{2g}$ $\quad \boxed{h = \frac{v_0^2(\sin^2\alpha - \sin^2\beta)}{2g}}$

$h = \frac{10^2(0{,}8^2 - 0{,}6^2)}{20} = 1$ (м)

Ответ: 1) $10\ \frac{м}{с}$ , 2) 1 м

№2

| Дано: | Решение |
|---|---|
| $R = 2$ м<br>$v_{max} = 4\ \frac{м}{с}$<br>$g = 10\ \frac{м}{с^2}$ | |
| 1) $\mu$ - ?<br>2) $T$ - ? | |




1) При движении по окружности сила трения не дает модели уйти в „занос".

2) Запишем II закон Ньютона:

$$m\vec{a}_ц = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр}$$

$$\left.\begin{aligned} &Ox:\ ma_ц = -F_{тр} \\ &Oy:\ 0 = N - mg \Rightarrow N = mg \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

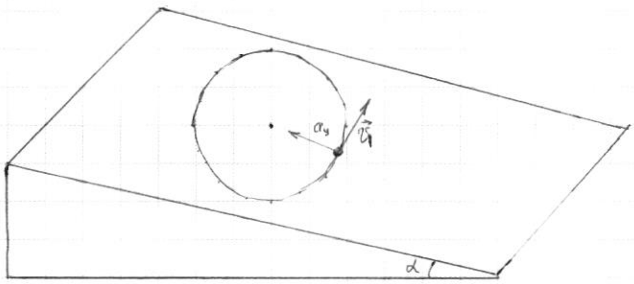
$$\boxed{F_{тр} = \mu N}$$

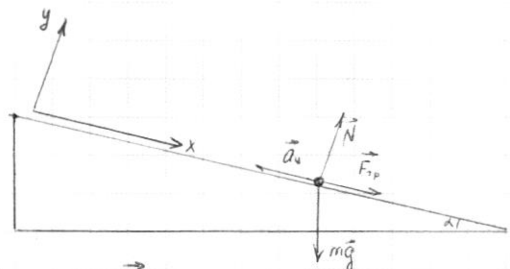
$$\boxed{a_ц = \frac{v^2}{R}}$$

$$\frac{mv_{max}^2}{R} = \mu mg$$

$$\boxed{\mu = \frac{v_{max}^2}{Rg}} \qquad \mu = \frac{4^2}{2 \cdot 10} = 0{,}8$$

3)




Запишем II закон Ньютона: $m\vec{a}_ц = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр}$

$$\left.\begin{aligned} &Ox:\ -ma_ц = \mu N \\ &Oy:\ 0 = N - mg\cos\alpha \Rightarrow N = mg\cos\alpha \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{aligned} &\frac{mv_1^2}{R} = \mu mg\cos\alpha \\ &v_1 = \sqrt{R\mu g\cos\alpha} \end{aligned}$$

Время $T$ будет минимальным, если скорость будет максимальной.

$v_1$ - максимальна, так как при больших скоростях модель будет выкидывать с траектории движения.

$$T = \frac{S}{v_1} = \frac{2\pi R}{\sqrt{R\mu g\cos\alpha}} = \frac{2\pi\sqrt{R}}{\sqrt{\mu g\cos\alpha}}$$

$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{\mu g\cos\alpha}}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{2}{0{,}8 \cdot 10 \cdot 0{,}8}} \approx 3{,}2\ (с)$$

Ответ: 1) 0,8; 2) 3,2 с

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

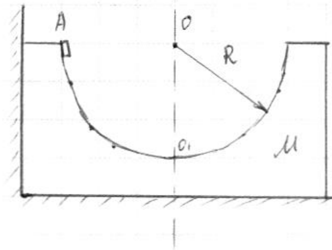
ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

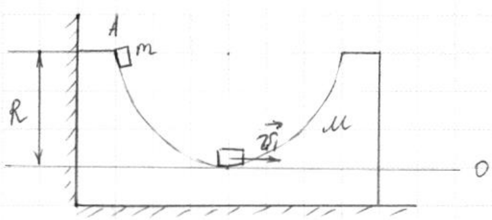
№3

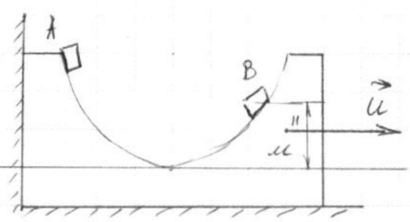
| Дано: | Решение |
|---|---|
| $M = 3m$ | |
| $R, m, g$ | |
| 1) $H$ - ? | |
| 2) $K_{max}$ - ? | |
| 3) $N$ - ? | |




1) В системе отсутствуют консервативные силы => полная механическая энергия сохраняется.

2) До прохождения шайбой линии $OO_1$ брусок будет покоиться (вектор скорости бруска направлен в сторону стенки (из Закона сохранения импульса), брусок упирается в стенку).




3) Запишем закон сохранения энергии для т. A и B:

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

$$mgR = mgH + \frac{4mu^2}{2}$$

$$gR = gH + 2u^2$$

3) Запишем закон сохранения импульса:

$$0 = m\vec{v_1} + (M+m)\vec{u}$$

$$mv_1 = 4mu, \quad v_1 = 4u, \quad v_1^2 = 16u^2$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = mgR \Rightarrow v_1^2 = 2gR \Rightarrow u^2 = \frac{v_1^2}{16} = \frac{gR}{8}$$

$$gR = gH + \frac{gR}{4}, \quad R = H + \frac{R}{4} \Rightarrow \boxed{H = \frac{3}{4}R}$$

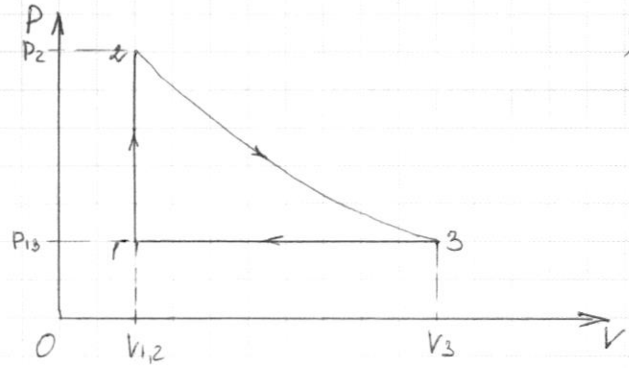
4) $$K_{max} = \frac{4mu^2}{2} = 2mu^2 = \frac{mgR}{4} \qquad \boxed{K_{max} = \frac{mgR}{4}}$$

Ответ: 1) $H = \frac{3}{4}R$

2) $K_{max} = \frac{mgR}{4}$

№4.

| Дано: | Решение |
|---|---|
| $n = 2\cdot\sqrt{2}$ | |
| $\eta$ - ? | |




1) 1-2: изохорный $V=const$

$A = p\Delta V = 0$

I закон термодинамики:

$Q_{12} = \Delta U_{12}$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12} = \frac{3}{2}V_{12}(p_2 - p_{13})$

(изменение внутренней энергии идеального газа)

$\boxed{pV = \nu RT}$ - уравнение Клайперона-Менделеева

$V_3 = nV_{12}$ по условию

2-3: адиабатический процесс: $Q=0$, I закон термодинамики:

$A_{23} = \Delta U_{23}$, $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23} = \frac{3}{2}(p_{13}V_3 - p_2V_{12})$

3-1: изобара: $P = const$: $\Delta U_{13} = A_{13} + Q_{13}$

$A_{13} = p_{13}(V_3 - V_{12})$

$\Delta U_{13} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_1)$

2) Работа идеального газа в циклическом процессе равна площади фигуры в осях $p,V$: $A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0 + \frac{3}{2}(p_{13}V_3 - p_2V_{12}) + p_{13}(V_3 - V_{12}) =$

$= \frac{3}{2}p_{13}V_3 - \frac{3}{2}p_2V_{12} + p_{13}V_3 - p_{13}V_{12} = \frac{5}{2}p_{13}V_3 - \left(\frac{3}{2}p_2 + p_{13}\right)V_{12} =$

$= \frac{5}{2}p_{13}nV_{12} - V_{12}\left(\frac{3}{2}p_2 + p_{13}\right) = V_{12}\left(\frac{5n\,p_{13}}{2} - \frac{3}{2}p_2 - p_{13}\right) =$

$= V_{12}\left(\frac{(5n-2)\,p_{13}}{2} - \frac{3}{2}p_2\right)$

3) по условию $pV^{\frac{5}{3}} = const$ на 2-3

4) Количество теплоты, переданное газу $Q = Q_{12} = \frac{3}{2}V_{12}(p_2 - p_{13})$

5) КПД цикла: $\boxed{\eta = \frac{A_n}{Q_3}\cdot 100\%}$

продолжение на стр. 5

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{V_{12}\left((5n-2)p_{13}-3p_2\right)\cdot 2}{2\cdot 3\cdot V_{12}(p_2-p_{13})} = \frac{(5n-2)p_{13}-3p_2}{3p_2-3p_{13}} = \frac{(5n-2)p_{13}-3p_{13}n^{\frac{5}{3}}}{3p_{13}n^{\frac{5}{3}}-3p_{13}} =$$

$$p_2 V_{12}^{\frac{5}{3}} = p_{13} V_3^{\frac{5}{3}}$$

$$p_2 V_{12}^{\frac{5}{3}} = p_{13}\, n^{\frac{5}{3}}\, V_{12}^{\frac{5}{3}}$$

$$p_2 = p_{13} n^{\frac{5}{3}}$$

$$= \frac{5n-2-3n^{\frac{5}{3}}}{3n^{\frac{5}{3}}-3} = \frac{5\cdot 2\sqrt{2}-2-3(2\sqrt{2})^{\frac{5}{3}}}{3(2\sqrt{2})^{\frac{5}{3}}-3} =$$

$$= \frac{10\sqrt{2}-2-3(\sqrt{8})^{\frac{5}{3}}}{3\cdot(\sqrt{8})^{\frac{5}{3}}-3} =$$

$$= \frac{10\sqrt{2}-2-3(\sqrt[6]{8})^{5}}{3(\sqrt[6]{8})^{5}-3} = \frac{10\sqrt{2}-2-3\sqrt{2}^{5}}{3\sqrt{2}^{5}-3} = \frac{10\sqrt{2}-2-12\sqrt{2}}{12\sqrt{2}-3} = \frac{-2\sqrt{2}-2}{12\sqrt{2}-3} =$$

$$\boxed{\eta = \frac{5n-2-3n^{\frac{5}{3}}}{3n^{\frac{5}{3}}-3}}$$

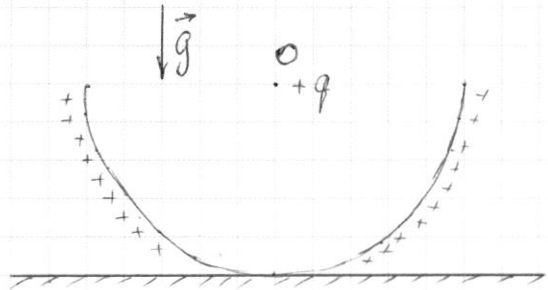
$$= \frac{2(\sqrt{2}+1)}{3(4\sqrt{2}-1)}$$

Ответ: $\eta = \frac{5n-2-3n^{\frac{5}{3}}}{3n^{\frac{5}{3}}-3} \cdot 100\%$

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

| Дано: | Решение |
|---|---|
| $m$, $R$, $\sigma$, $q$, $\varepsilon_0$, $g$ | |
| 1) $A$ <br> 2) $\frac{N_1}{N_2}$ – ? | |

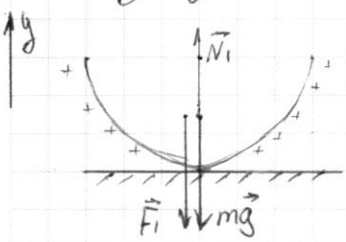


1) Напряженность поля полусферы: $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon}$

$$\sigma = \frac{q_1}{S} = \frac{q_1}{2\pi R^2}$$

Сила, с которой точечный заряд $q$ и полусфера будут отталкиваться друг от друга (на расстоянии $R$):

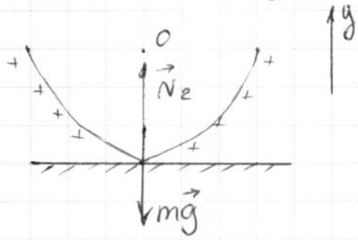
по з. Кулона: $F_1 = \frac{k q q_1}{\varepsilon R^2} = \frac{q \sigma 2\pi R^2}{4\pi \varepsilon_0 \varepsilon R^2} = \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0}$



I закон Ньютона: $0 = m\vec{g} + \vec{F_1} + \vec{N_1}$

$oy$: $0 = N_1 - mg - F_1 \Rightarrow N_1 = mg + F_1 = mg + \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0}$

При переносе точечного заряда $q$ из т. $O$ в бесконечность, сила электростатического взаимодействия $q$ с полусферой стремится к нулю, т.е. данной силой можно пренебречь.



I закон Ньютона: $0 = m\vec{g} + \vec{N_2}$

$oy$: $0 = N_2 - mg \Rightarrow N_2 = mg$

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

$$\boxed{\frac{N_1}{N_2} = \frac{2mg\varepsilon_0 + q\sigma}{2\varepsilon_0 mg}}$$

продолжение на следующей стр. 7

2) $A = -\Delta E_п = -\frac{kqq_1}{R_1} + \frac{kqq_1}{R}$, где $R_1 \to \infty \Rightarrow \frac{kqq_1}{R_1} \to 0$

Энергия ~~пот~~ электростатического поля: $W_п = \frac{kq_1 q_2}{r}$
(точечного заряда)

$$A = \frac{kqq_1}{R} = \frac{k\,\sigma 2\pi R^2 q}{R} = \frac{\sigma 2\pi R^2 q}{4\pi\varepsilon_0 R} = \frac{\sigma q R}{2\varepsilon_0}$$

$$\boxed{A = \frac{\sigma q R}{2\varepsilon_0}}$$

Ответ: 1) $A = \frac{\sigma q R}{2\varepsilon_0}$

2) $\frac{N_1}{N_2} = \frac{2mg\varepsilon_0 + q\sigma}{2\varepsilon_0 mg}$

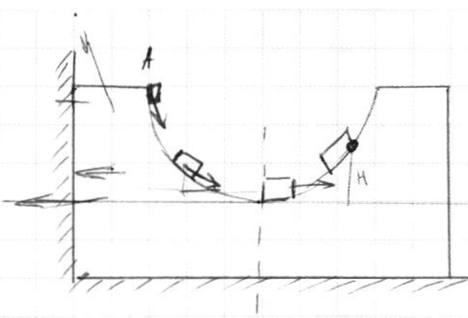
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

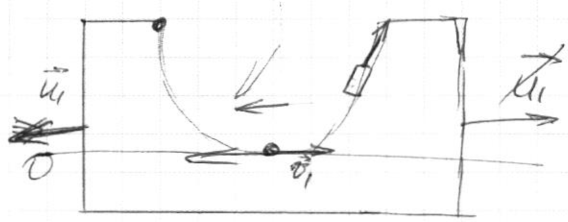
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА




$$mgR = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{3mu_1^2}{2} \qquad mv_1 = 3mu_1$$

$$gR = \frac{v_1^2}{2} + 1{,}5u_1^2 \qquad v_1 = 3u_1$$

$$0 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 \quad , \quad \vec{p}_1 = -\vec{p}_2$$

$p = const$

$V\uparrow$ — A-есть

$$m_1\vec{v}_1 = m_2\vec{v}_2 + m_1\vec{v}_1$$

$$m\vec{v}_1 = m\vec{v}_2 + 3m\vec{u}$$

$$m\vec{v}_1 > m\vec{v}_2$$

$$pV = \nu RT$$

$$\nu R\Delta T = \nu RT_2 - \nu RT_1 =$$

$$= p_1V_1 - p_2V_2 = V\Delta p$$

$$0 = m\vec{u}$$

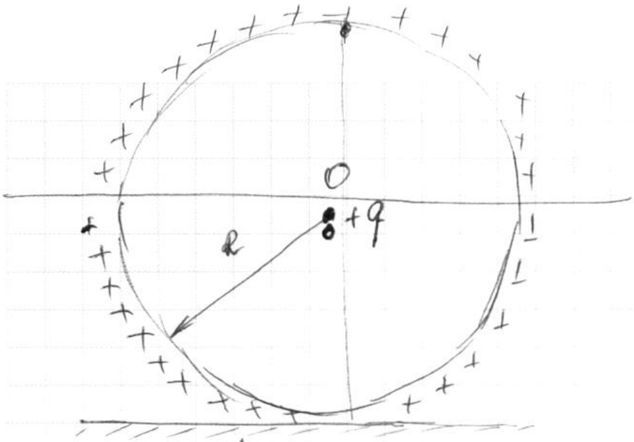
2-3- адиабата: $Q = \cancel{const}\, 0$, $A = \Delta U$, $pV^{\frac{5}{3}} = const$

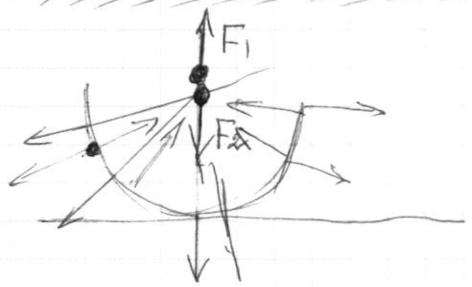
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)




$A_{вн} = qE_Δd \leftarrow \infty$

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0} = \frac{q}{4\pi R^2 \varepsilon\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

$\boxed{A = q\frac{\sigma}{\varepsilon_0}}$

$A = Н \cdot м = Дж$

$\frac{kq^2}{r^2} = Н$

$\frac{kq}{r^2} \cdot r = Н \cdot м$

$0 = \vec{N} + m\vec{g}, \quad N = mg + \frac{k\sigma S q}{R}$

электростатическое взаимодействие на расстоянии $\infty \to 0$ стремится к 0

$0 = \vec{N} + m\vec{g} + F_2 \qquad F_2 = \frac{k\,q\,q_1}{R^2} = \frac{k\sigma S q}{R^2}$

$N = mg + F_2 =$

$= mg + \frac{k\sigma S q}{R^2} = mg + \frac{k\sigma 4\pi R^2}{R^2} = mg + \frac{k\sigma}{\varepsilon_0\varepsilon} = \quad q_1 = \frac{q}{S} \Rightarrow \sigma = \frac{q_1}{S} \Rightarrow$

$q_1 = \sigma S$

$= \frac{mg\varepsilon_0\varepsilon_0 + \sigma}{\varepsilon_0\varepsilon}$

$N_1 = mg + \frac{k\sigma S q}{R_1^2} \qquad \frac{N_1}{N_2} = \frac{(mgR_1^2 + k\sigma S q)R_2^2}{(mgR_2^2 + k\sigma S q)R_1^2} =$

$N_2 = mg + \frac{k\sigma S q}{R_2^2}$

$R_2 \to \infty$

$R_1 \to 0.$

$A = W_2 - W_1 =$

$\nu R T_3 - \nu R T_2 = P_{13}V_3 - P_2 V_{12}$

$2^{\frac{5}{3}} = (2^5)^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{32}$

$\left((\sqrt{8})^5\right)^{\frac{1}{3}}$

$\sqrt[3]{8^5} = \sqrt[3]{2^{15}} =$

$(\sqrt{8})^5 = (\sqrt{8})^4 \cdot \sqrt{8} = \left(64\sqrt{8}\right)^{\frac{1}{3}}$

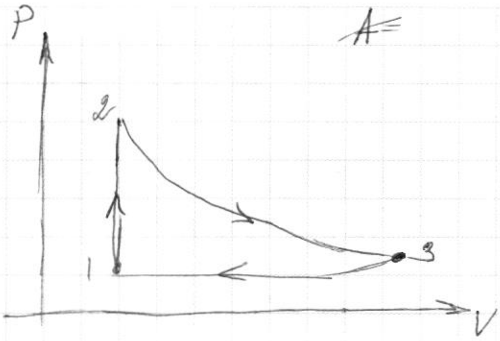
$2^{3 \cdot \frac{1}{6}} \quad (\sqrt{2})^5$

$\sqrt{2}^4 = 2^2\ 4$

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА




~~A=~~

1-2: $V=const$, $A=p\Delta V=0$

~~$A=\nu R\Delta T$~~

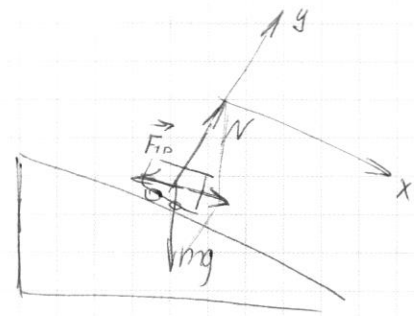
$Q=\frac{3}{2}\nu R\Delta T$   0

$\Delta U=Q$   II з Термодинамики

2-3 – адиабата. $Q=const$ 0

$A=\Delta U$

№2. трение, необходимое, чтобы машина не скользила вниз по накло. :




$F_{тр}=mg\cos\alpha$

$0=\vec N+m\vec g+\vec F_{тр}$

$ox: 0=-\mu N+mg\sin\alpha$

$oy: 0=N-mg\cos\alpha \Rightarrow N=mg\cos\alpha$

$\mu N=mg\sin\alpha$   $tg\alpha=\frac{0,6}{0,8}=\frac{3}{4}=0,75$

$\mu mg\cos\alpha=$

$\boxed{\mu\geq tg\,\alpha}$ !   $\mu=0,75$   $\frac{3}{4}$ $30/0,7$

$S=2\pi R$

$T=\frac{S}{v}=\frac{2\pi R}{\sqrt{R\mu g\cos\alpha}}=\frac{2\pi\sqrt{R}}{\sqrt{\mu g\cos\alpha}}$

$[T]=\frac{м^{1/2}}{\sqrt{\frac{м}{с^2}}}=\frac{\sqrt{м}}{\frac{\sqrt{м}}{с}}$

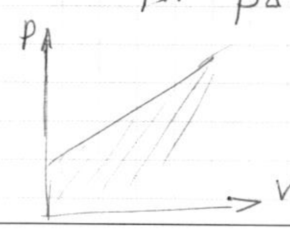
$0=m_1\vec v_1+m_2\vec v_2$

Q, $\Delta U$, A

$\Delta U=\frac{3}{2}\nu R\Delta T=0$ при $T=const$

$Q=0$ при адиабате.

$\boxed{A=p\Delta V}$



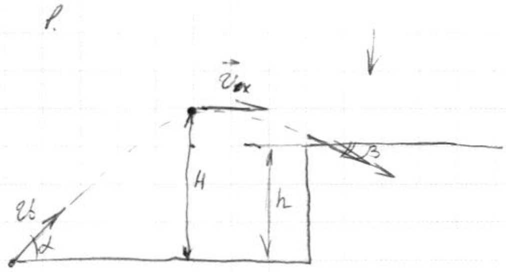

$2\pi\sqrt{\frac{1{,}2\cdot10\cdot10}{8\cdot8\cdot10}}=2\pi\sqrt{\frac{10}{8{,}4}}=\pi\sqrt{\frac{4\cdot10^5}{8{,}4}}=\frac{\pi\sqrt5}{2}=\approx3{,}2$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$\frac{2\sqrt{2}}{0{,}8} \neq \frac{2\sqrt{2}}{8}$

1.



$h_{max} = v_0 t \sin\alpha - \frac{g t^2}{2}$

$h_{max} = \cancel{\frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2}} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{g}{2}\frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

$t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$

$\frac{mv_0^2}{2} \quad mgH = \frac{mv_0^2 \sin^2\beta}{2} + gh$

$h = \frac{2gH - v_0^2 \sin^2\beta}{2g}$

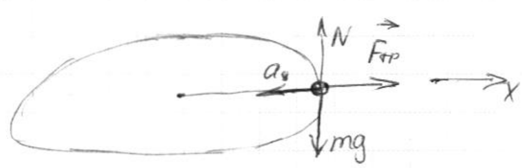
$1 - 0{,}6^2 = (1-0{,}6)(1+0{,}6)$

$1-0{,}36 \quad ''$

$(0{,}8-0{,}6)(0{,}8+0{,}6) = \quad \begin{array}{r} 1{,}00 \\ -\ 0{,}36 \\ \hline 0{,}64 \end{array}$

$\frac{0{,}2 \cdot 10\cancel{0}}{\cancel{10}} = 2{,}1$

2.



$m\vec{a_ц} = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F_{тр}}$

$Ox: -ma_ц = F_{тр}$

$ma_ц = \mu N$

$\frac{mv_ш^2}{R} = \mu mg$

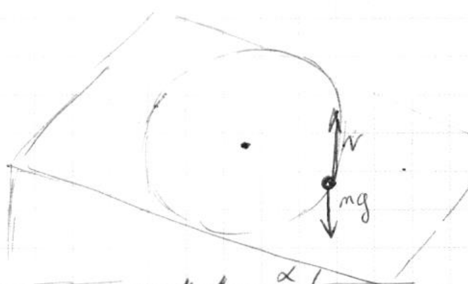
$\mu = \frac{v_м^2}{2Rg}$

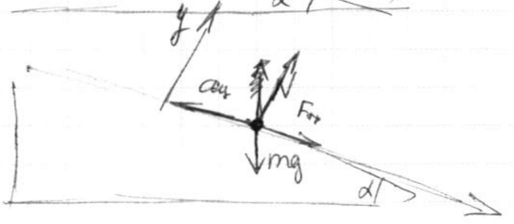
$\frac{16}{20 \cdot 10} = 0{,}8$

Время мин, если $v$ – max.

1) В нижней точке траектории

$m\vec{a_ц} = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F_{тр}}$



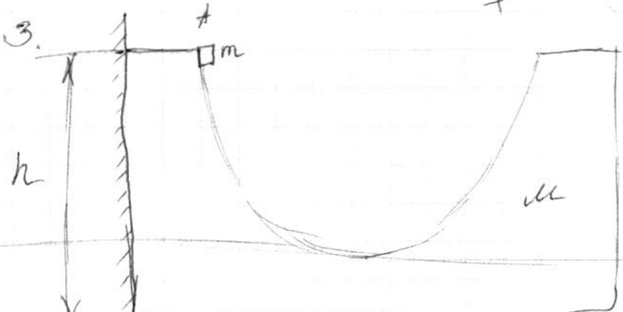


$ma_ц = F_{тр} \qquad Ox: -ma_ц = F_{тр}$

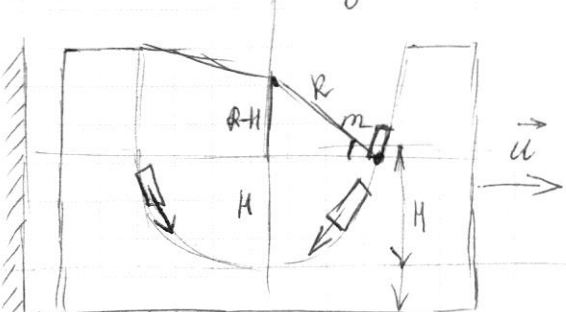
$\frac{mv^2}{R} = \mu mg\cos\alpha \qquad Oy: 0 = N - mg\cos\alpha$

$v = \sqrt{R\mu g\cos\alpha} \qquad N = mg\cos\alpha$

3.



$\Rightarrow$



ЗСЭ: $mgh = mgH + \frac{Mu^2}{2}$

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

$gR = gH + 1{,}5u^2$

$v = \sqrt{2 \cdot 0{,}8 \cdot 10 \cdot 0{,}8} = 0{,}8\sqrt{20} =$

$= \cancel{0{,}8} 1{,}6\sqrt{5}$

$\sqrt{5} = 2, \ldots$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)