Олимпиада «Физтех» по физике 2022

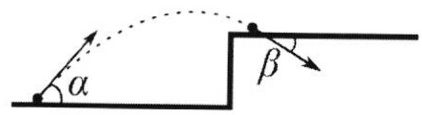
Класс 10

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.

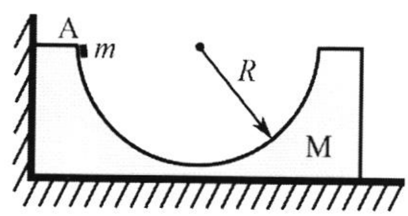
2. Модель автомобиля равномерно движется по окружности радиуса $R = 1{,}2$ м, лежащей в горизонтальной плоскости. Модель приводится в движение двигателем. Коэффициент трения скольжения шин модели по поверхности $\mu = 0{,}8$, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Силу сопротивления считайте пренебрежимо 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 A с нулевой начальной скоростью скользит шайба массы m. Через некоторое время шайба достигает максимальной высоты $H = \dfrac{2R}{3}$, отсчитанной от нижней точки полусферы.

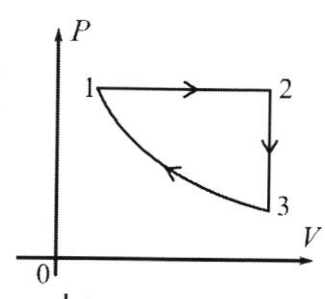


1) Найдите массу M бруска.

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

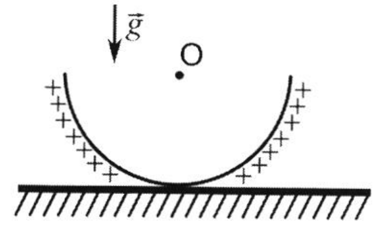
3) С какой по величине силой P брусок действует на горизонтальную поверхность в тот момент, когда его скорость V_{MAX}? Ускорение свободного падения g.

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 O? Ускорение свободного падения g.

Явлениями поляризации пренебрегите.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.

Дано: рисунок

$\alpha = 45^0$

$H = 10$ м (макс. высота)

$h = 7$ м (высота крыши)

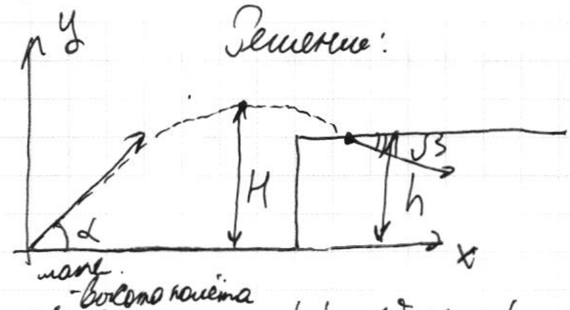
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$ (уск. св. пад)

Найти:

$v_0 - ?$

$\beta - ?$

Решение:



1. Если H ~~макс~~, то $H = v_0 \sin\alpha\, t_1 - g\frac{t_1^2}{2}$

где t_1 - время полета до макс. высоты

НО при этом вертикальная $v_{y_1} = v_0 \sin\alpha - gt_1 = 0$

$\Rightarrow t_1 = \dfrac{v_0 \sin\alpha}{g} \Big| \Rightarrow H = \dfrac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} \Big| \Rightarrow$

$v_0 = \sqrt{\dfrac{2gH}{\sin^2\alpha}} = \sqrt{\dfrac{2 \cdot 10 \cdot 10}{\frac{1}{2}}} = 2 \cdot 10 = 20\ \frac{м}{с}$

2. $h = v_0 \sin\alpha\, t_2 - g\frac{t_2^2}{2} \Big| \Rightarrow$

$7 = 20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot t_2 - \frac{10}{2} t_2^2 \Big| \Rightarrow$

$5t_2^2 - 10\sqrt{2}\, t_2 + 7 = 0$

$t_2^2 - 2\sqrt{2}\, t_2 + \frac{7}{5} = 0$

$\frac{D}{4} = 2 - \frac{7}{5} = \frac{3}{5} \Big| \Rightarrow t_2 = \dfrac{\sqrt{2} \pm \sqrt{\frac{3}{5}}}{1}$

3. Мы получили 2 значения $t_2 > 0$, что естественно т.к. камень достигает высоты h два раза - в начале и в конце $\Rightarrow$ нам нужно второе значение времени $t_2 = \sqrt{2} + \sqrt{\frac{3}{5}}$

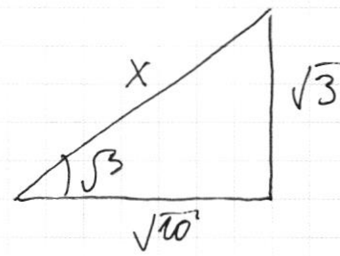
4. $\operatorname{tg}\beta = \dfrac{v_{y_2}}{v_{x_2}}$, где v_{y_2} - верт. ск. перед падением, v_{x_2} - гор. скор. перед падением

тогда $v_{y_2} = v_0 \sin\alpha - gt_2$
$v_{x_2} = v_0 \cos\alpha$ $\Big|$ $\Rightarrow tg\beta = \frac{v_{y_2}}{v_{x_2}} = \frac{v_0 \sin\alpha}{v_0 \cos\alpha} - \frac{gt_2}{v_0 \cos\alpha} =$

$$= tg\alpha - \frac{gt_2}{v_0\cos\alpha} = 1 - \frac{10\cdot\left(\sqrt{2}+\sqrt{\frac{3}{5}}\right)}{20\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}} = 1 - \frac{\sqrt{2}+\sqrt{\frac{3}{5}}}{\sqrt{2}} = -\sqrt{\frac{3}{10}}$$

$tg\beta$ получился <0, т.к. пр-ия v_2 на Oy (v_{y_2}) <0 $\Big|\Rightarrow$

$\Rightarrow$ Если брать $\beta < 90°$, то $tg\beta = \sqrt{0,3}$ $\Big|\Rightarrow \beta = arctg(\sqrt{0,3})$



$x^2 = 3 + 10 = 13$

$\Rightarrow x = \sqrt{13}$ $\Big|\Rightarrow \cos\beta = \frac{\sqrt{10}}{\sqrt{13}} \approx 0,86$

Ответ: а) $v_0 = 20\ \frac{м}{с}$

б) $\cos\beta \approx 0,86$.

2.

Дано:

$R = 1,2$ м.

$\mu = 0,8$ (коэф-т трения)

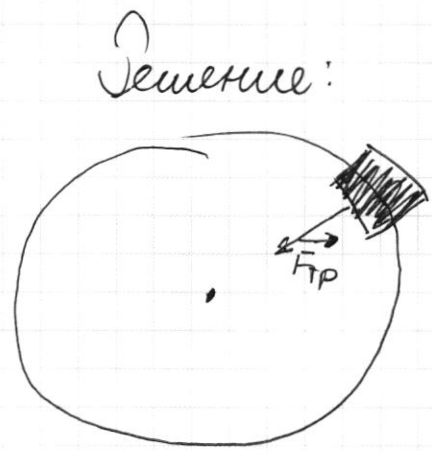
$\alpha = 30°$ (угол накл. поверх-ти)

Найти:

а) T_{min} - ? (мин. время для четв. окр-ти)

б) v_{max} - ? (макс. ск-ть движ. на накл. поверх-ти)

Решение:



а) 1. T будет минимально, когда ω будет максимально. Движение по окр-ти обеспечивает сила трения $\Big|\Rightarrow m\cdot\omega_{max}^2\cdot R = F_{тр\,max}$

$F_{тр\,max} = \mu mg$ $\Big|\Rightarrow \omega_{max}^2\cdot R = \mu g$

$\omega_{max} = \sqrt{\frac{\mu g}{R}} = \sqrt{\frac{0,8\cdot 10}{1,2}} = \sqrt{\frac{20}{3}} = \frac{2\sqrt{15}}{3} \approx 2,6\ \frac{1}{с}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

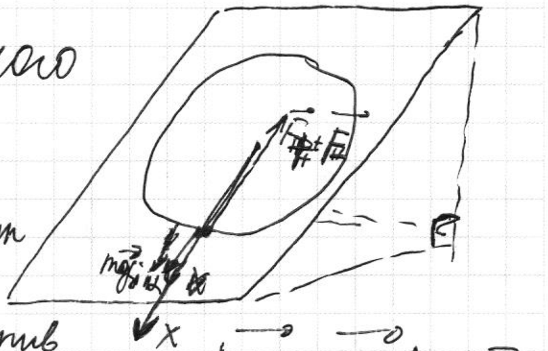
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

тогда, $T = \frac{\frac{\ell}{4}}{\omega} = \frac{2\pi R}{4\omega} = \frac{\pi R}{2\omega} \approx \frac{3,14 \cdot 1,2}{2 \cdot 2,6} = \frac{3,14 \cdot 0,6}{2,6} \approx 7,2$ с.



б) 1. Для обеспечения равномерного движения по окр-ти необходимо 2 компоненты силы трения - первая будет всегда направлена к центру (F_+), а вторая - против пр-ии силы тяжести (F_-) на поверх-ть, причём $|\vec{F}_+ + \vec{F}_-| \le F_{тр\,max}$

2. В самой нижней точке траектории силы $\vec{F}_+$ и $\vec{F}_-$ будут сонаправлены. Модуль суммы векторов максимален тогда, когда они сонаправлены $\Leftrightarrow$ Если для нижней точки выполняется $|\vec{F}_+ + \vec{F}_-| = F_+ + F_- \le F_{тр\,max}$, то для остальных точек траектории это выполняется автоматически.

3. Для нижней точки по II зак. Ньютона $-ma = mg\sin\alpha - (F_+ + F_-)$ (в пр-ии на ОХ (см. рис.))

$$ma = F_+ + F_- - mg\sin\alpha$$

$$F_+ + F_- = ma + mg\sin\alpha \qquad a\text{ - центростр. уск} \Leftrightarrow a = \frac{v^2}{R}$$

$$F_+ + F_- = \frac{mv^2}{R} + mg\sin\alpha$$

$$\begin{cases} F_{тр\,max} \ge \frac{mv^2}{R} + mg\sin\alpha \\ F_{тр\,max} = \mu N = \mu mg\cos\alpha \end{cases} \Leftrightarrow \mu mg\cos\alpha \ge \frac{mv^2}{R} + mg\sin\alpha$$

$$\frac{v^2}{\cancel{R}} \le Rg(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)$$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

$$\upsilon \le \sqrt{gR(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)} = 12\cdot\left(0{,}8\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\right) = 6\cdot(0{,}8\sqrt{3} - 1) \approx 8{,}244\ \frac{м}{с}$$

$$\upsilon \le 8{,}244\ \frac{м}{с} \Rightarrow \upsilon_{max} \approx 8{,}244\ \frac{м}{с}$$

Ответ: а) $T \approx 7{,}2$ с

б) $\upsilon_{max} \approx 8{,}244\ \frac{м}{с}$.

4.

Дано:

Цикл рис. ($i = 3$) (Кол-во степеней свободы)

1-2 - изобара

2-3 - изохора

3-1 - адиабата

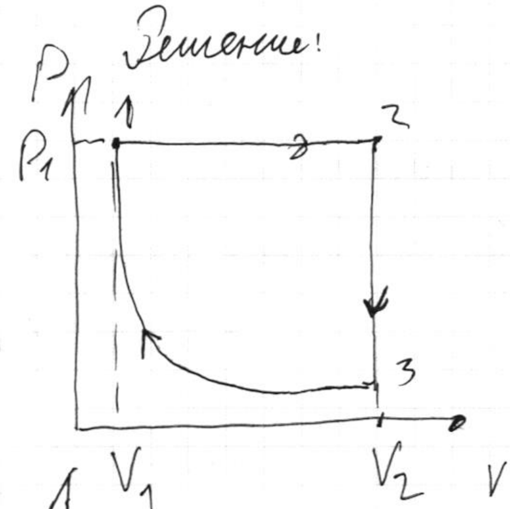
$\frac{V_2}{V_1} = 8$

Найти:

η_θ - ? (КПД цикла)

Решение:

1.



$$\eta_\theta = \frac{A}{Q}$$

$$A = A_{1-2} + A_{2-3} + A_{3-1}$$

$$A_{1-2} = P_1\cdot(V_2 - V_1) = P_1\cdot 7V_1 = 7PV_1$$

$$A_{2-3} = 0 \text{ (изохора)}$$

$$\begin{cases} A_{3-1} = \sum_i P_i \Delta V_i \\ P_i V_i^{\frac{5}{3}} = const \end{cases} \Rightarrow P_i = const\cdot V_i^{-\frac{5}{3}}$$

$$A_{3-1} = const\cdot \sum_i V_i^{-\frac{5}{3}}\Delta V_i =$$

$$= const\cdot\left(-\frac{3}{2}\right)\cdot\left(V_1^{-\frac{2}{3}} - V_2^{-\frac{2}{3}}\right) =$$

$$= P_1 V_1^{\frac{5}{3}}\cdot\frac{3}{2}\cdot\left((8V_1)^{-\frac{2}{3}} - V_1^{-\frac{2}{3}}\right) =$$

$$= P_1\cdot V_1^{\frac{5}{3}}\cdot V_1^{-\frac{2}{3}}\cdot\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{1}{8^{\frac{2}{3}}} - 1\right) = P_1 V_1\cdot\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{1}{4} - 1\right) =$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$= P_1V_1 \cdot \frac{3}{2} \cdot (-\frac{3}{4}) = -P_1V_1 \cdot \frac{9}{8} \Big| \Rightarrow A = 7P_1V_1 - \frac{9}{8}P_1V_1 =$

$= 6P_1V_1 - \frac{P_1V_1}{8} = P_1V_1\left(\frac{48-1}{8}\right) = \frac{47}{8}P_1V_1$

2. $Q = A_{1-2} + \Delta U_{1-2} = 7P_1V_1 + \frac{i}{2}(P_1V_2 - P_1V_1) =$

$= 7P_1V_1 + \frac{i}{2} \cdot 7P_1V_1 = 7P_1V_1 \cdot \frac{i+2}{2} = \frac{35}{2}P_1V_1$

3. $\eta = \frac{A}{Q} = \frac{\frac{47}{8}\cancel{P_1V_1}}{\frac{35}{2}\cancel{P_1V_1}} = \frac{47}{8_4} \cdot \frac{2}{35} = \frac{47}{140} = \frac{47}{14} \cdot 0,1 \approx 0,34$

Ответ: $\eta = 0,34$

5.

Дано:

m - масса полусферы

R - расст от O до полусферы

σ - пов. плотн-ть заряда

$Q > 0$ (точ. заряд)

Найти:

$A = A_{вн\ силы}$ - ? (по переносу заряда Q с ∞ до O)

P - ? (сила, с кот. полусфера действ. на гр. пов-ть

Решение:

$A_{сферы} = E_{нач} - E_{кон}$

$E_{нач} = K\frac{Qq}{r}$

$E_{кон} = K\frac{Qq}{R}$

$\Rightarrow A_{сферы} = KQq\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)$

$A_{вн\ силы} = A = KQq\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right)$

$r \to \infty \Big| \Rightarrow \frac{1}{r} \to 0 \Big| \Rightarrow A = \frac{KQq}{R}$

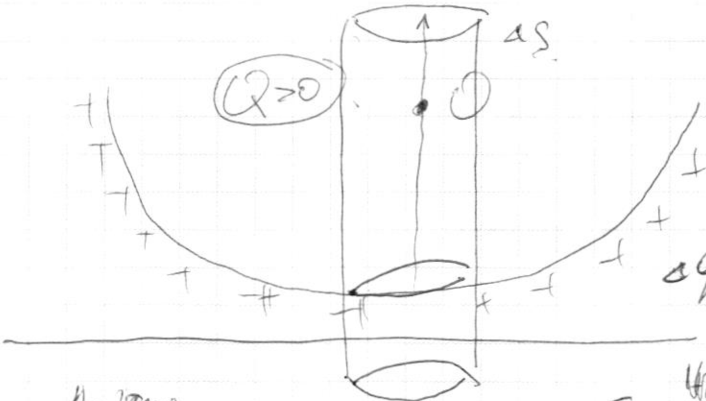
$q = S \cdot \sigma = 2\pi R^2 \cdot \sigma \Rightarrow A = \frac{1}{\cancel{4\pi}\varepsilon_0 \, 2} \cdot \frac{Q \cdot \cancel{2\pi} R^{\cancel{2}}\sigma}{\cancel{R}} =$

$= \frac{QR\sigma}{2\varepsilon_0}$

Ответ: $A = \frac{QR\sigma}{2\varepsilon_0}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)



$1-\frac{5}{36}$.

$\sigma - q$.

$4\pi k = \varepsilon_0$

$\Delta q = \sigma \cdot \Delta S$.

$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot 2\pi R^2 \sigma}{r^2} = \frac{Q\sigma \cdot R^2}{2\varepsilon_0 r^2}$

$S = 4\pi R^2 \Rightarrow \frac{S}{2} = 2\pi R^2$

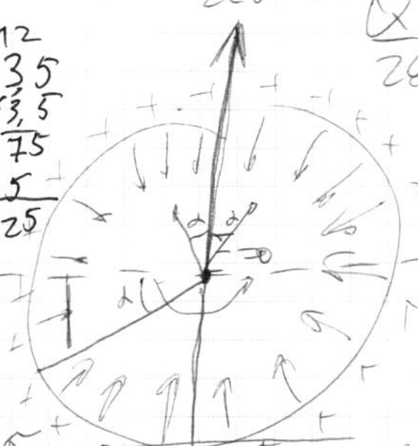
$q = 2\pi R^2 \sigma$

$mg \pm F$

$F = \frac{Q\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\frac{Q\sigma}{2\varepsilon_0}$

12
3,5
×3,5
175
105
12,25



4
36
×8
288

$F = k\frac{qQ}{r^2}$

3,1
×3,1
31
93
9,61

$\frac{F}{q} = E$

$F = \overset{=0}{E} \cdot \overset{=0}{Q} \neq 0$

$\frac{3,1}{3,6} = \frac{31}{36}$

$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{2\pi R^2 \sigma}{r} = \frac{R^2\sigma}{2\varepsilon_0 r^2} +$

$= 2F \sum \cos\alpha_i$

3
36
×6
216

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

$E =$

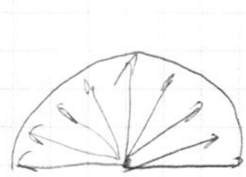
$\sum 2F\cos\alpha_i$

$k = \frac{кг \cdot м \cdot м^2}{с^2 \, Кл^2}$

$\varepsilon_0 = \frac{с^2 \cdot Кл^2}{кг \cdot м^3}$

$E \cdot S \cdot \cos\alpha =$
$= \frac{кг \cdot м}{с^2 \cdot Кл \cdot м^2} = \frac{кг \cdot м^3}{с^2 \, Кл}$

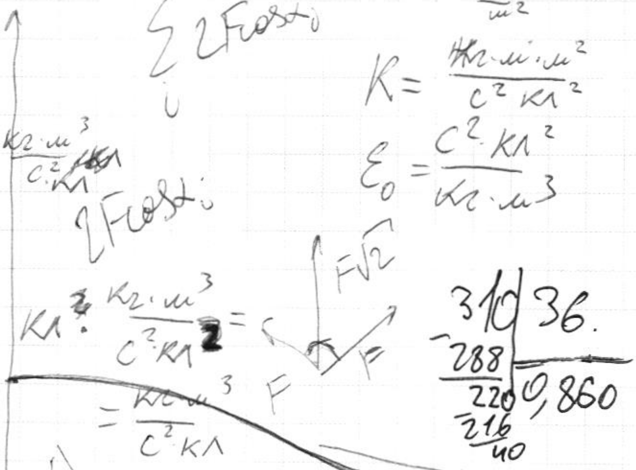
13
3,6
×3,6
216
108
12,96



$2F\cos\alpha$

$\Phi_E = \frac{Q}{\varepsilon_0}$

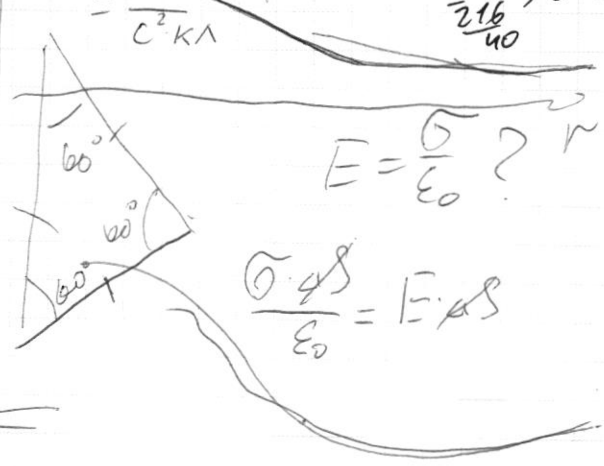
$Кл \cdot \frac{кг \cdot м^3}{с^2 \cdot Кл} =$
$= \frac{кг \cdot м^3}{с^2 \cdot Кл}$



$\begin{array}{r|l} 310 & 36 \\ -288 & 0,860 \\ 220 & \\ -216 & \\ 40 & \end{array}$

$\frac{Q}{\varepsilon_0} = E \cdot S \cdot \cos\alpha$

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$? r



$\Phi_E = \frac{Q}{\varepsilon_0}$

$\frac{\sigma \cdot \Delta S}{\varepsilon_0} = E \cdot \Delta S$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

МФТИ

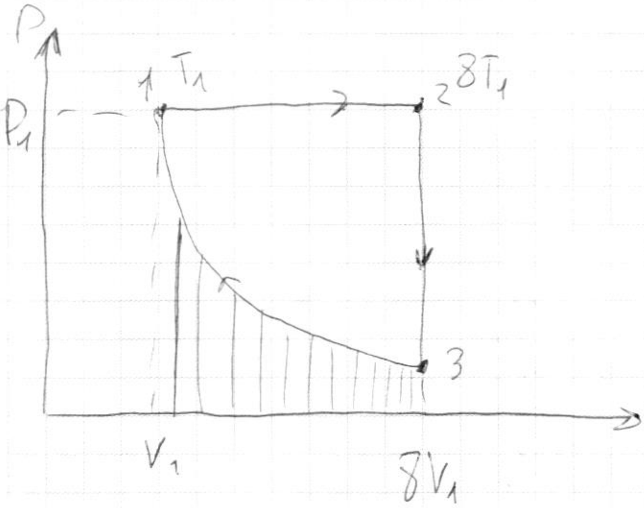
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\Delta U = A + Q_{пад}$

$A_{газа} = Q - \Delta U$

1-2: $A = P\Delta V = P_1 \cdot 7V_1 = 7\nu R T_1$

2-3 $A = 0$

3-1 $= A = -\Delta U = \frac{-i}{2} \cdot \nu R \Delta T$

$\eta = \frac{A}{Q}$

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

~~$A = \sum P\Delta V = \sum \frac{const}{V^{\frac{5}{3}}} \Delta V =$~~

~~$const \cdot \sum V^{\frac{5}{3}} \Delta V = const \cdot \left(-\frac{3}{2}\right) \cdot (V_K$~~

$A = A_{1-2} + A_{2-3} + A_{3-1}$

$A_{1-2} =$

$A = const \cdot \left(-\frac{3}{2}\right) \cdot \left(V_K^{-\frac{2}{3}} - V_H^{-\frac{2}{3}}\right) =$

$= P_1 \cdot V_1^{\frac{5}{3}} \cdot \frac{3}{2} \cdot \left((8V_1)^{-\frac{2}{3}} - V_1^{-\frac{2}{3}}\right) = P_1 \cdot V_1 \cdot \frac{3}{2} \cdot \left(8^{-\frac{2}{3}} - 1\right) =$

$= P_1 \cdot V_1 \cdot \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{1}{8^{\frac{2}{3}}} - 1\right) = P_1 V_1 \cdot \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{1}{(8^{\frac{1}{3}})^2} - 1\right) = P_1 V_1 \cdot \frac{3}{2}\left(\frac{1}{4} - 1\right) = -P_1 V_1 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{4} =$

$= -P_1 V_1 \cdot \frac{9}{8}.$

$A_{полн} = 7P_1V_1 - \frac{9}{8}P_1V_1 = P_1V_1\left(7 - \frac{9}{8}\right) = P_1V_1\left(\frac{56-9}{8}\right) =$

$= P_1V_1 \cdot \frac{47}{8}$

$Q = 7P_1V_1 + \frac{3}{2} \cdot (8P_1V_1 - 7P_1V_1) = 7P_1V_1\left(1 + \frac{3}{2}\right) =$

$= 7P_1V_1 \cdot \frac{5}{2}$

$\eta = \frac{\frac{47}{8}}{\frac{35}{2}} = \frac{47 \cdot 2}{35 \cdot 8} = \frac{47}{140}.$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

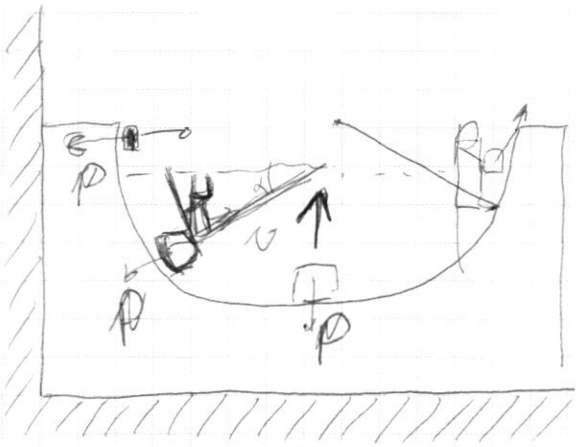
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

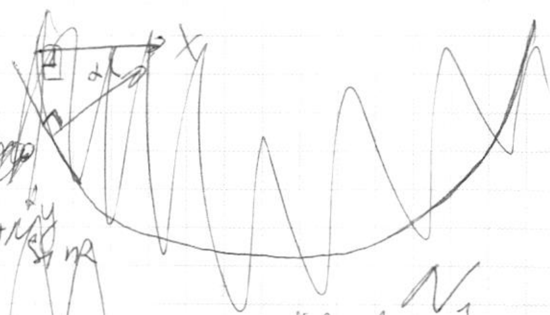
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

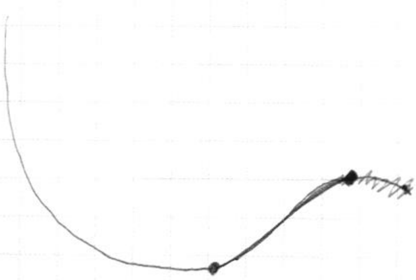


$$mgR = mgh + \frac{mv^2}{2}$$

$v\cos\alpha$

F
mg





☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

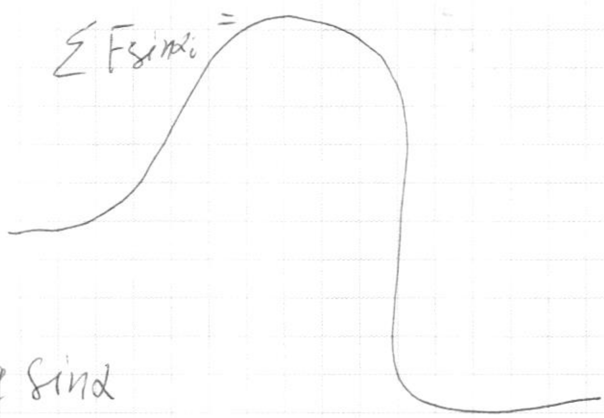
$\omega = const$ | $\Rightarrow \frac{v^2}{R} = const$
$R = const$

$$\sqrt{17{,}0000000}\ \big|\ 14 = 3{,}358$$

$F_{рез} = const$

$F\Sigma\sin\alpha_i$

$\Sigma F\sin\alpha_i =$

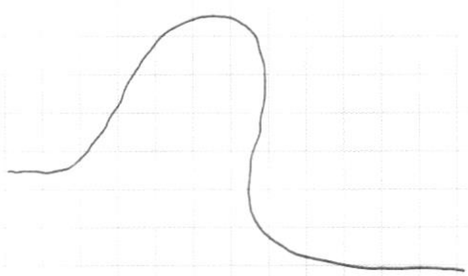


$$\frac{v^2}{R} = mg\sin\alpha + \Delta F_{тр}$$

$$\frac{v^2}{R} = \frac{F_{тр_{max}} - mg\sin\alpha}{m}$$

$$mg\sin\alpha + \Delta F_{тр} = F_{тр_{max}} - mg\sin\alpha$$

$$F_{тр_{max}} = \mu mg\cos\alpha$$



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

$$\frac{v^2}{R} = g\sin\alpha - a_{тр-} + a_{тр+}$$

$$\frac{v^2}{R} = a_{тр+} + a_{тр-} - g\sin\alpha$$

$$\begin{cases} (a_{тр+} - a_{тр-}) = \frac{v^2}{R} - g\sin\alpha \\ +(-) \\ a_{тр+} + a_{тр-} = \frac{v^2}{R} + g\sin\alpha \end{cases}$$

$$2a_{тр-} = 2g\sin\alpha \qquad 2a_{тр+} = \frac{2v^2}{R}$$

$$a_{тр-} = g\sin\alpha \qquad a_{тр+} = \frac{v^2}{R}$$

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

$$v^2 = gR(\mu\cos\alpha - \sin\alpha) = 12\left(0{,}8\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\right) =$$

$$= 6(0{,}8\sqrt{3} - 1) = 2{,}244\ \frac{м}{с}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

$\frac{KQq}{r}$ $\frac{KQq}{R^2} = \varphi \cdot R \cdot \frac{KQq}{R}$

$F_{тр\,r}$

$\omega = \sqrt{\frac{mg}{R}} = \sqrt{}$

$l = 2\pi R$

$\frac{KQ}{r}$. $\frac{l}{4} = \frac{\pi R}{2}$

$\frac{\pi R}{4\omega} = \frac{\pi R}{2\omega} =$

$= \frac{3{,}14 \cdot 1{,}2}{2 \cdot 4 \cdot \sqrt{\frac{5}{3}}} =$

$0{,}55$

$\frac{\sqrt{30}}{10} = 0{,}55\ldots$

$\varphi = \frac{E}{q}$

$ma = \mu mg$

$\omega = \frac{F}{R}$

$E = K\frac{Qq}{r}$ $E = G\frac{Mm}{R}$

$\omega^2 R = \mu g$

$\varphi = \frac{E}{q} = \frac{KQq}{R} \cdot \frac{Q}{\omega} = \frac{KQ}{R}$ $\sqrt{\frac{\mu g}{R}} = \sqrt{\frac{0{,}8 \cdot 10}{1{,}2}} = \sqrt{\frac{80}{12}} = \sqrt{\frac{20}{3}}$

$t = \frac{\frac{2\pi R}{4}}{\omega} = \frac{2\pi R}{4\omega} = \frac{\pi R}{2\omega} = \frac{\pi R}{2\sqrt{\frac{20}{3}}} = \frac{\pi R\sqrt{R}}{2\sqrt{\mu g}}$

$E = \frac{KQ}{r} \cdot R$. $F = \frac{KQ^2}{r} \cdot R$.

$\frac{20}{3} = 4 \cdot \frac{5}{3}$ $\frac{20}{3} = 6+$

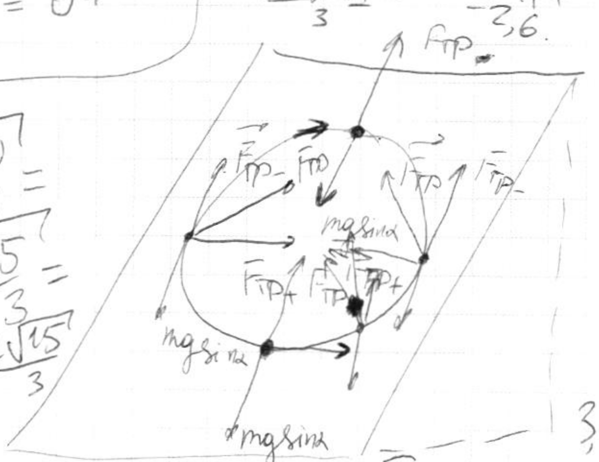
$F_{тр-} = mg\sin\alpha$

$F_{тр+} = m\omega^2 R$.

$2 \cdot \frac{3{,}9}{3} = 2 \cdot 1{,}3 = 2{,}6$.

$\frac{8 \cdot 1{,}73}{10} = 1{,}384$

$t = \frac{\pi R\sqrt{R}}{2\sqrt{\mu g}} = \frac{\pi R}{2\omega}$ $\sqrt{\frac{20}{3}} = 2\sqrt{\frac{5}{3}} = \frac{2\sqrt{15}}{3}$

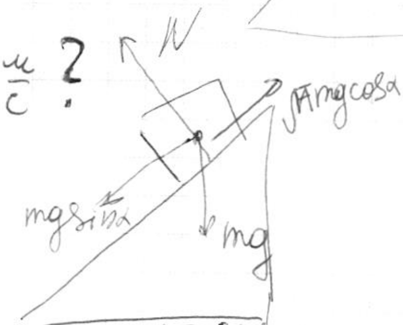


$3{,}14 \cdot 6 =$

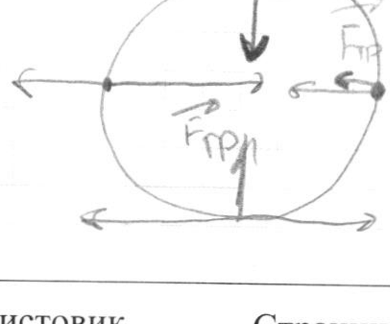
$= \frac{18{,}84}{2{,}6} = \frac{1884}{260} \approx 7{,}2$ с

$\varphi = E$

$8{,}244\ \frac{м}{с}$?



$\frac{v^2}{R} =$



$t = \frac{\pi R}{2\omega} = \frac{3{,}14 \cdot 1{,}2}{2 \cdot 2{,}6} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}6}{2{,}6} = \frac{3{,}14 \cdot 6}{2{,}6}$.

☑ 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

$gt = 10\left(\sqrt{2} + \sqrt{\frac{3}{5}}\right) = 10\sqrt{2} + 10\sqrt{\frac{3}{5}}$

$h = v_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}$

$7 = 10\sqrt{2}t - 5t^2 / 5$

$t^2 - 2\sqrt{2}t + \frac{7}{5} = 0$

$\alpha = 45^\circ$

$\mathrm{tg}\,\beta = \frac{v_y}{v_x}$

$\frac{D}{4} = 2 - \frac{7}{5} = \frac{10-7}{5} = \frac{3}{5}$

$H = 10$ м

$h = 7$ м

$t_{1,2} = \frac{\sqrt{2} \pm \sqrt{\frac{3}{5}}}{1}$

$y = v_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}$

$v_y = v_0 \sin\alpha - gt = 0$

$v_0 \sin\alpha = gt$

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

$y = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

$y = H$

$H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

$t = \sqrt{2} + \sqrt{\frac{3}{5}} = \frac{\sqrt{10} + \sqrt{3}}{\sqrt{5}\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{50}+\sqrt{15}}{5}$

$h = v_0 \sin\alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$v_0^2 = \frac{2gH}{\sin^2\alpha} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 2}{1}$

$7 = 20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot t - 5t^2$

$\boxed{v_0 = 20\ \frac{м}{с}}$

$5t^2 - 10\sqrt{2}t + 7 = 0$

$\frac{D}{4} = (5\sqrt{2})^2 - 35 = 50 - 35 = 15$

$t_{1,2} = \frac{5\sqrt{2} \pm \sqrt{15}}{5}$

$\frac{v_y}{v_x} = \frac{v_0 \sin\alpha}{v_0 \cos\alpha} - \frac{gt}{v_0 \cos\alpha} =$

$= \mathrm{tg}\,\alpha - \frac{gt}{v_0 \cos\alpha}$

$\frac{10\sqrt{2} + 10\sqrt{\frac{3}{5}}}{20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{\sqrt{2} + \sqrt{\frac{3}{5}}}{\sqrt{2}} = 1 + \sqrt{\frac{3}{10}} = \sqrt{0,3}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)