

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

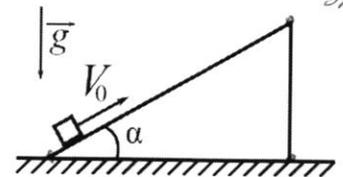
Шифр

(заполняется секретарём)

1. Фейерверк массой $m = 1 \text{ кг}$ стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3 \text{ с}$ 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 $K = 1800 \text{ Дж}$. ~~На земле осколки падают в течение $\tau = 10 \text{ с}$.~~

- 1) На какой высоте H взорвался фейерверк?
 - 2) В течение какого промежутка времени τ осколки будут падать на землю? *первый осколок упадет после взрыва*
- Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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



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

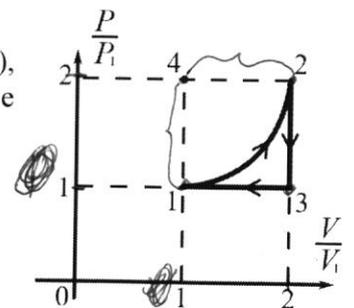
- 1) Найдите начальную скорость V_0 шайбы.
- 2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

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 $\alpha = 45^\circ$. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,8$, радиус сферы $R = 1 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Дано:

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

$$H = 0,2 \text{ м}$$

$$1). M = \lambda m$$

$$2). M = m$$

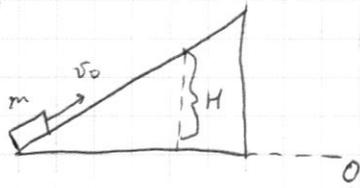
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$1). v_0 = ?$$

$$2). v = ?$$

Решение:

1).

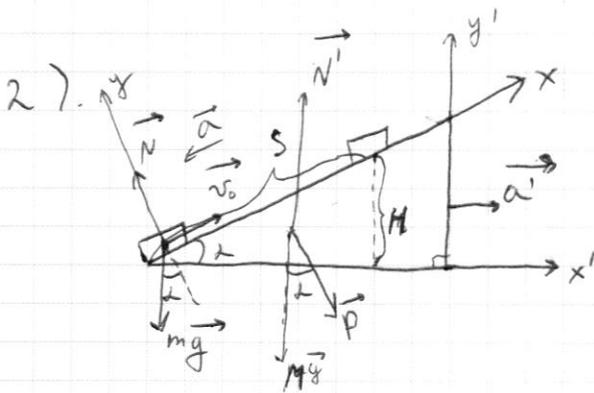


Используем 3 СЭ для
консервации:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \mu g H$$

$$v_0 = \sqrt{2gH}$$

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,2 \text{ м}} = \left(2 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$



Запишем II з. Ньютона для
машин:

$$Oy: N = mg \cos \alpha$$

$$Ox: \cancel{ma} = \cancel{mg} \sin \alpha$$

$$a = g \sin \alpha$$

Сила, с которой машина действует на клин (P)
равна силе реакции опоры N для машины:

$$P = N = mg \cos \alpha. \text{ Найдем ускорение } a' \text{ клина:}$$

$$Ox: Ma' = P \sin \alpha \Rightarrow \mu a' = \mu g \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

$$(M = m \text{ по условию})$$

$$a' = g \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

Переведем найден время, через которое машина вер-
нется в начальное положение (t):

$$t = t_1 + t_2, \text{ где } t_1 - \text{ время подъема; } t_2 - \text{ время спуска}$$

~~В~~ В верхней точке гал маневр: $0 - v_0 = \text{---} - at_1$

$$v_0 = at_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{a} =$$

Время спуска:

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

$S = \frac{at_2^2}{2}$, где S - высота, пройденная ~~гал~~ маневр
го спуска. $S = \frac{H}{\sin \alpha}$.

$$\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{g \sin \alpha \cdot t_2^2}{2} \Rightarrow g \sin^2 \alpha \cdot t_2^2 = 2H \Rightarrow t_2 = \frac{\sqrt{\frac{2H}{g}}}{\sin \alpha}$$

Суммарное время $t = t_1 + t_2 = \frac{v_0}{g \sin \alpha} + \frac{\sqrt{\frac{2H}{g}}}{\sin \alpha} = \frac{v_0 + \sqrt{2gH}}{g \sin \alpha} =$
 $= \frac{2v_0}{g \sin \alpha}$

Найти скорость, полученную катком за это время.

$$v = a't = g \cos \alpha \cdot \sin \alpha \cdot \frac{2v_0}{g \sin \alpha} = 2v_0 \cos \alpha$$

$v = 2v_0 \cos \alpha$ (v_0 знаем из пункта)

$$v = 2 \cdot 2 \frac{m}{c} \cdot 0,6 = \left(2,4 \frac{m}{c} \right)$$

Ответ: 1) $v_0 = 2 \frac{m}{c}$

2) $v = 2,4 \frac{m}{c}$

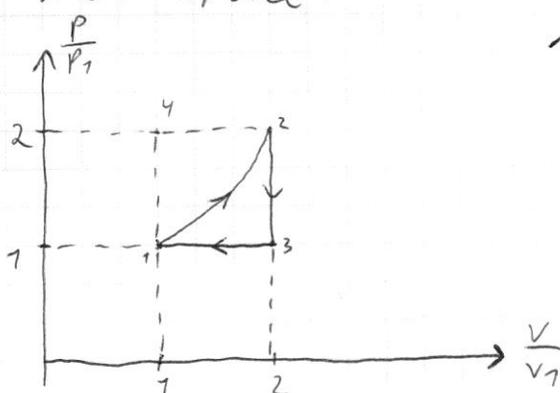
№4

Дано:

$\rho = 1 \text{ мкг}, i = 3$
 P_1, V_1

- 1) $Q_{1-2}?$
- 2) $A?$
- 3) $\eta?$

Решение:



1) Найти значения работы и объема в точках 1 и 2 (т.к. именно на участке 1-2 происходит расширение):

~~---~~
точка 1: $\frac{P_1'}{P_1} = 1 \Rightarrow P_1' = P_1$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{V_1'}{V_1} = 1 \Rightarrow V_1' = V_1 \quad ; \quad \text{точка } \lambda : \quad \frac{P_2'}{P_1} = 2 \Rightarrow P_2' = 2P_1$$

$$\frac{V_2'}{V_1} = 2 \Rightarrow V_2' = 2V_1$$

Из первого начала термодинамики:

$$Q = \Delta U_{1-2} + \Delta A_{1-2}, \quad \text{где } \Delta U_{1-2} - \text{изм. внутр. энергии газа}$$

$$\Delta A_{1-2} - \text{работа газа на участке } 1-2$$

Найдём ΔU_{1-2} :

$$\Delta U_{1-2} = \frac{i}{2} (P_2' V_2' - P_1 V_1) = \frac{3}{2} (2P_1 \cdot 2V_1 - P_1 V_1) = \frac{9}{2} P_1 V_1$$

Найдём ΔA_{1-2} - площадь под графиком на участке 1-2. Площадь складывается из квадрата под прямой 1-3 (S_{1-3}) и площади фигуры 1-2-3 (S_{1-2-3}):

$$\Delta A_{1-2} = S_{1-3} + S_{1-2-3} = P_1 V_1 + \left(P_1 V_1 - \frac{1}{4} P_1 V_1 \right) =$$

$$= P_1 V_1 + P_1 V_1 \left(1 - \frac{1}{4} \right) = P_1 V_1 \left(2 - \frac{1}{4} \right)$$

из квадрата
1-4-2-3 вычитаем
 $\frac{1}{4}$ отрезка
поэтому отрезки

Найдём Q :

$$Q = \Delta U_{1-2} + \Delta A_{1-2} = \frac{9}{2} P_1 V_1 + P_1 V_1 \left(2 - \frac{1}{4} \right) = P_1 V_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{1}{4} \right)$$

$$\boxed{Q = P_1 V_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{1}{4} \right)}$$

2). Чтобы найти работу A за весь цикл, вычтем из работы ΔA_{1-2} работу, совершённую на участке 3-1 (т.к. она отрицательна):

$$A = \Delta A_{1-2} - \Delta A_{3-1} = P_1 V_1 \left(2 - \frac{1}{4} \right) - P_1 V_1 = P_1 V_1 \left(1 - \frac{1}{4} \right); \quad \boxed{A = P_1 V_1 \left(1 - \frac{1}{4} \right)}$$

P.S.: работа на участке 2-3 равна нулю, её не учитываем.

3). КПД ~~вычисляется по формуле~~: Работа

~~и~~ A за весь цикл ~~равна~~ ~~равномерна~~, м.к.:

$$A = p_1 v_1 \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right), \text{ где } 1 - \frac{1}{\gamma} > 0 \text{ и } p_1 v_1 > 0 \Rightarrow$$

\Rightarrow машина тепловая. Вычислим ~~кпд~~ КПД машины по формуле:

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{нагр}}}, \text{ где } Q_{\text{нагр}} - \text{тепло, полученное от нагревателя. В нашем случае}$$

это ~~работо~~ ~~Q~~ Q (из ~~и~~ ~~формула~~).

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{p_1 v_1 \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right)}{p_2 v_2 \left(\frac{13}{2} - \frac{1}{\gamma}\right)} = \frac{1 - \frac{1}{\gamma}}{\frac{13}{2} - \frac{1}{\gamma}}; \quad \boxed{\eta = \frac{1 - \frac{1}{\gamma}}{\frac{13}{2} - \frac{1}{\gamma}}}$$

P.S. Если ~~нужно~~ в процентах, то ~~то~~: $\eta = \frac{1 - \frac{1}{\gamma}}{\frac{13}{2} - \frac{1}{\gamma}} \cdot 100\%$ (в условии прямо не сказано:)

м.к. ~~нужно~~ на ~~участке~~ $1-2$ ~~углом~~ ~~воглуб~~ ~~тема~~.

Ответ: 1). $Q = p_1 v_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{1}{\gamma}\right)$.

2). $A = p_1 v_1 \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right)$.

3). $\eta = \frac{1 - \frac{1}{\gamma}}{\frac{13}{2} - \frac{1}{\gamma}}$.

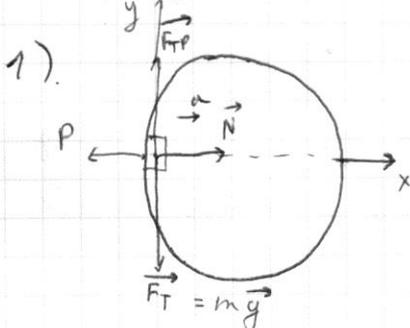
N 3.

Дано:

$P = 2F_T$
 $L = 450$
 $m = 0,8$
 $R = 7m$
 $g = 10 \frac{м}{с^2}$

1). $a = ?$
 2). $v_{\min} = ?$

Решение:



По III з. Ньютона, сила, с которой ~~поверхность~~ ~~действует~~ на сферу, равна силе реакции опоры:

$$N = P = 2F_T = 2mg$$

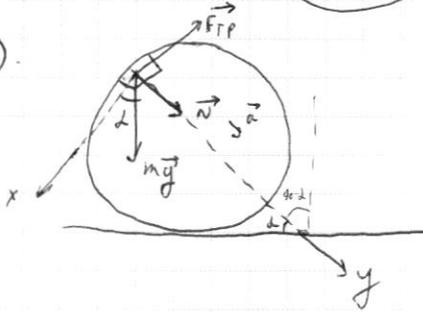
$$N = ma$$

Запишем II з. Ньютона (на O_x) O_x : $2mg = ma \Rightarrow |a = 2g|$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$a = 2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2).



Запишем II з. Ньютона:

$$O_y: N + mg \sin \alpha = ma \Rightarrow N = m(a - g \sin \alpha)$$

$$O_x: F_{\text{тр}} = mg \cos \alpha$$

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

$$\mu m(a - g \sin \alpha) = \mu g \cos \alpha$$

$$a = \frac{v_{\text{min}}^2}{R}$$

$$\frac{\mu v^2}{R} - \mu g \sin \alpha = g \cos \alpha; \quad \frac{\mu v_{\text{min}}^2}{R} = g(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$$

$$\cos \alpha = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\sin \alpha = \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$v_{\text{min}} = \sqrt{\frac{gR(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}{\mu}}$$

$$v_{\text{min}} = \sqrt{\frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1 \text{ м} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 0,8 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \right)}{0,8}} = \sqrt{\frac{10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 1,8 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{0,8}} = \sqrt{\frac{18 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{0,8}}$$

$$= 3 \sqrt{\frac{5 \sqrt{2} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{8}} = 3 \sqrt{\frac{5 \sqrt{2}}{4}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{3}{2} \sqrt{5 \sqrt{2}}$$

Ответ: 1) $a = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; 2) $v_{\text{min}} = \frac{3}{2} \sqrt{5 \sqrt{2}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

N 5

Дано:

$$Q > 0$$

$$q > 0$$

$$R$$

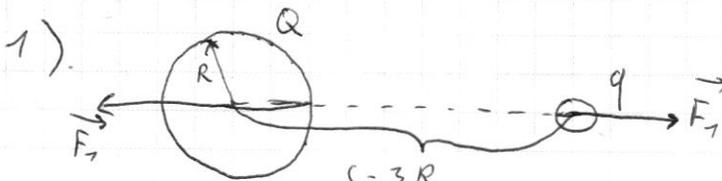
$$S = 3R$$

$$k$$

1) $F_1 = ?$

2) $F_2 = ?$

Решение:

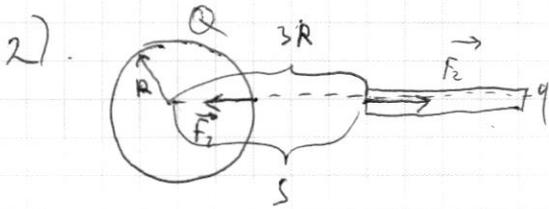


Объекты кулоновские, т.к. имеют один заряд одного знака

$$F_1 = \frac{|q_1 \cdot q_2| \cdot k}{(S-R)^2} = \frac{qQk}{4R^2}; \quad F_2 = \frac{kQq}{4R^2}$$

По закону Кулона, на шарики и среду действуют одинаковые силы, равные:

$$F_1 = \frac{kQq}{4R^2}$$



Аналогично:

$$F_2 = \frac{|Q| \cdot |q| \cdot k}{(s-R)^2} = \frac{Qqk}{4R^2}$$

Ответ:

- 1). $F_1 = \frac{kQq}{4R^2}$
- 2). $F_2 = \frac{kQq}{4R^2}$

№1.

Дано:

$$m = 1 \text{ кг}$$

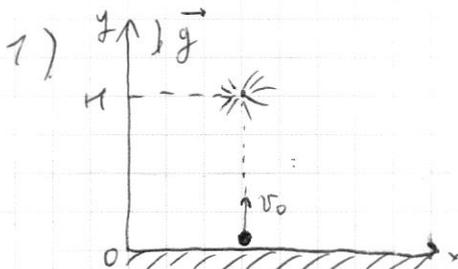
$$T = 3 \text{ с}$$

$$k = 1800 \text{ Дж}$$

1). $H = ?$

2). $v = ?$

Решение:



Скорость v_0 выдвигается фейерверку мгновенно (по условию), а в верхней точке скорость равна нулю, т.к. это максимальная точка подъема, следовательно.

$$0 - v_0 = -gT \Rightarrow v_0 = gT$$

Перед падением H из 3 с :

$$\frac{v_0^2}{2} = gH \Rightarrow H = \frac{v_0^2}{2g} =$$

$$= \frac{g^2 T^2}{2g} = \frac{gT^2}{2}; \quad \boxed{H = \frac{gT^2}{2}}$$

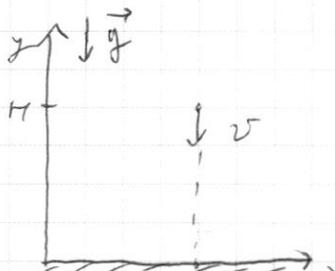
$$H = \frac{70 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 3^2 \text{ с}^2}{2} = \boxed{45 \text{ м}}$$

2). Как много энергии, после использования которой найти время, через которое первый осколок упадет на землю. Пусть фейерверк развалился на n осколков массой m_0 , и каждый имеет скорость v . Тогда суммарная кинетическая энергия ^{осколков} равна:

$$n \cdot \frac{m_0 v^2}{2} = k, \quad \text{где } n \cdot m_0 = m - \text{масса фейерверка.}$$

$$\frac{m v^2}{2} = k \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2k}{m}} - \text{скорость одного осколка.}$$

Очевидно, что на Земле первым ударит осколок, ролевый взрыв. Найдем время падения:



$$Oy: -H = -v\tau - \frac{g\tau^2}{2}$$

$$H = v\tau + \frac{g\tau^2}{2}, \text{ где } v = \sqrt{\frac{2k}{m}}; H = 45 \text{ м (из 1 уравнения)}$$

минусе минусом, м.к. отриц. время

$$\frac{g}{2}\tau^2 + \sqrt{\frac{2k}{m}}\tau - H = 0$$

$$\tau = \frac{-\sqrt{\frac{2k}{m}} + \sqrt{\frac{2k}{m} + 2gH}}{g} = \frac{\sqrt{\frac{2k}{m} + 2gH} - \sqrt{\frac{2k}{m}}}{g}$$

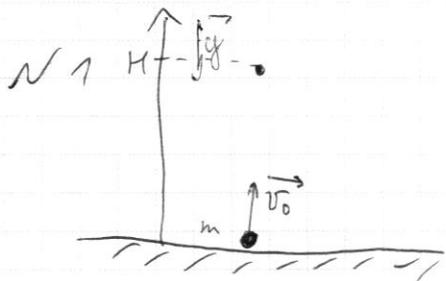
$$\tau = \frac{\sqrt{\frac{2k}{m} + 2gH} - \sqrt{\frac{2k}{m}}}{g}$$

$$\tau = \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot 1800 \text{ Дж}}{7 \text{ кг}} + 2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 45 \text{ м}} - \sqrt{\frac{2 \cdot 1800 \text{ Дж}}{7 \text{ кг}}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{\sqrt{3600 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + 900 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} - 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{\sqrt{4500} \frac{\text{м}}{\text{с}} - 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{30\sqrt{5} \frac{\text{м}}{\text{с}} - 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 3\sqrt{5} - 6 \text{ с}$$

Ответ: 1). $H = 45 \text{ м}$

2). $\tau = 3\sqrt{5} - 6 \text{ с}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



~~$v_0 = v_0$~~
 ~~$m g H = \frac{m v_0^2}{2}$~~
 ~~$2 g H = 2 g H$~~

$$v_0 = g T$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = k g H / g$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{g T^2}{2g} = \frac{g T^2}{2}$$

~~$m g H = k \Rightarrow H = \frac{m g}{k} = \frac{10}{1800} = \frac{1}{180} \text{ м}$~~

2. $T = 10 \text{ с}$

$$H = \frac{10 \cdot g}{2} = 45 \text{ м}$$



~~$v_1 t_1 + \frac{g t_1^2}{2} = H$~~
 ~~$v_2 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = H$~~
 ~~$t_2 - t_1 = T$~~

$$m m_0 = m$$

$$k \frac{m_0 v_0^2}{2} = k$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = k \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$

$$H = v_0 T + \frac{g T^2}{2}$$

$$\sqrt{3600 + 900} = \sqrt{4500} = 30\sqrt{5}$$

$$\frac{g}{2} T^2 + \sqrt{\frac{2k}{m}} T - H = 0$$

$$T = \frac{-\sqrt{\frac{2k}{m}} \pm \sqrt{\frac{2k}{m} + 4 \cdot \frac{g}{2} \cdot H}}{g}$$

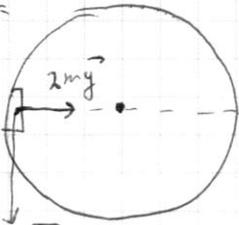
$$= \frac{\sqrt{\frac{2k}{m} + 2gH} - \sqrt{\frac{2k}{m}}}{g} = \frac{30\sqrt{5} - 60}{10} = 3\sqrt{5} - 6$$

$$2gH = 2 \cdot 10 \cdot 45 = 900$$

№3

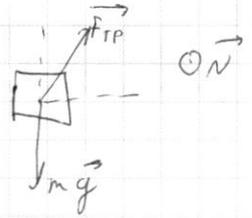
$$\sqrt{3600} = \sqrt{60 \cdot 100} = 60 \cdot 10 = 600$$

$$\sqrt{4500} = \sqrt{5 \cdot 9 \cdot 100} = 30\sqrt{5}$$

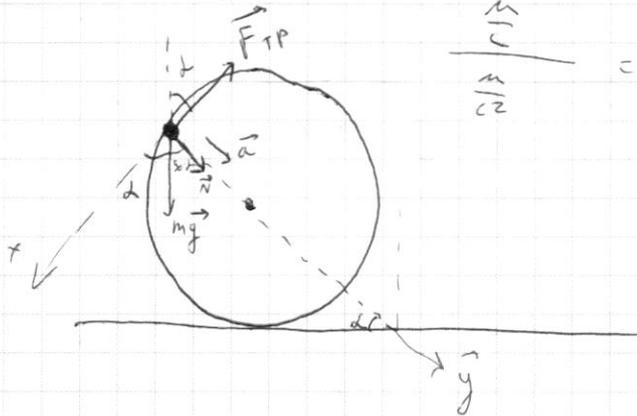


1. $2\mu g = \mu a$

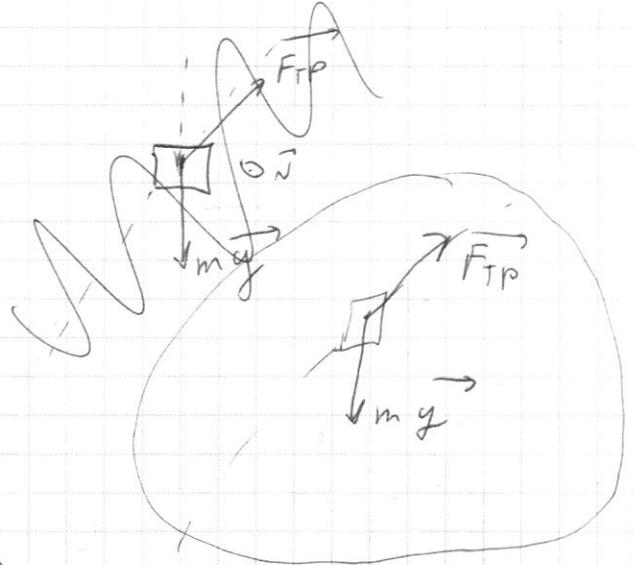
$$a = 2g = 20 \frac{m}{c^2}$$



$$\frac{g}{2} + \frac{g}{2}$$



$$\frac{\frac{m}{c^2}}{\frac{m}{c^2}} = c$$



$$O_x: mg \cos \alpha = F_{TP} = \mu N$$

$$mg \sin \alpha + N = ma \Rightarrow N = m(a - g \sin \alpha)$$

$$\mu g \cos \alpha = \mu \mu \left(\frac{v^2}{R} - g \sin \alpha \right) \quad \rho_{m2} = H \cdot m$$

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

$$\frac{H \cdot m}{\mu} = \frac{m^2}{c^2}$$

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

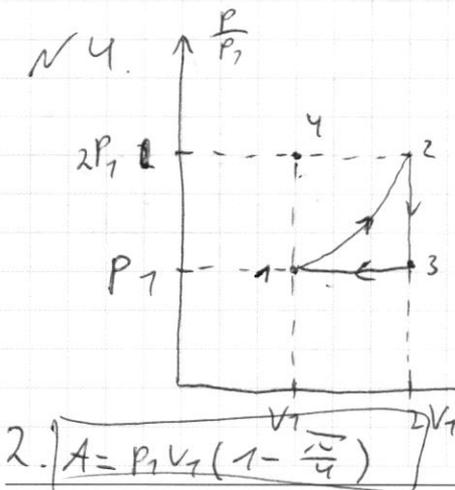
$$v = \sqrt{\frac{g R (\mu \sin \alpha + \cos \alpha)}{\mu}}$$

$$A_{12} = V_1 P_1 + \left(V_1 P_1 - \frac{1}{4} \pi P_1 V_1 \right)$$

$$= 2V_1 P_1 - \frac{1}{4} \pi P_1 V_1 =$$

$$= P_1 V_1 \left(2 - \frac{1}{4} \pi \right)$$

№4.



1. 1-2:

$$\frac{g}{2} + \frac{g}{2} = \frac{73}{2}$$

$$Q = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$3. \eta = \frac{A}{Q} = \frac{P_1 V_1 \left(2 - \frac{\pi}{4} \right)}{P_1 V_1 \left(\frac{73}{2} - \frac{\pi}{4} \right)}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) =$$

$$= \frac{1}{2} (2P_1 \cdot 2V_1 - P_1 V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} P_1 V_1$$

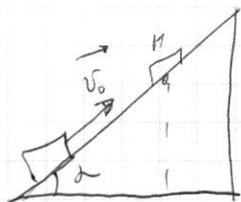
$$Q = \frac{3}{2} P_1 V_1 + P_1 V_1 \left(2 - \frac{1}{4} \pi \right) =$$

$$= P_1 V_1 \left(\frac{73}{2} - \frac{\pi}{4} \right)$$

$$2. A = P_1 V_1 \left(2 - \frac{\pi}{4} \right)$$

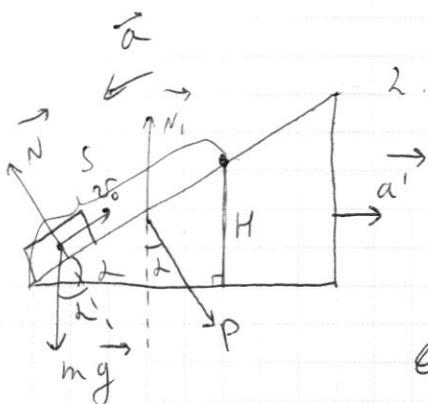
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2



$$1. \frac{m v_0^2}{2} = m g H$$

$$v_0 = \sqrt{2 g H} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,2} = 2 \frac{m}{c}$$



ччч:

$$m a = m g \sin \alpha$$

$$N = m g \cos \alpha$$

$$a = g \sin \alpha$$

$$P = N = m g \cos \alpha$$

кккк

~~$$m a' = P \sin \alpha$$~~

~~$$m a' = m g \cos \alpha \sin \alpha$$~~

~~$$a' = g \cos \alpha \sin \alpha$$~~

~~$$v_0 = a t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{g \sin \alpha}$$~~

$$S = \frac{H}{\sin \alpha}; \quad S = \frac{a t_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2 S}{a}} = \sqrt{\frac{2 H}{\sin \alpha \cdot g \sin \alpha}} =$$

$$= \frac{\sqrt{\frac{2 H}{g}}}{\sin \alpha}$$

$$t = t_1 + t_2 = \frac{v_0}{g \sin \alpha} + \frac{\sqrt{\frac{2 H}{g}}}{\sin \alpha} = \frac{v_0 + \sqrt{2 g H}}{g \sin \alpha}$$

$$v = a' \cdot t = \frac{g \cos \alpha \sin \alpha}{g \sin \alpha} \cdot \frac{v_0 + \sqrt{2 g H}}{g \sin \alpha} = \frac{(v_0 + \sqrt{2 g H}) \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

~~$$v = 2 \cdot 2 \cdot 0,6 = 2,4 \frac{m}{c}$$~~

$$= 2 v_0 \cos \alpha$$