

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарем)

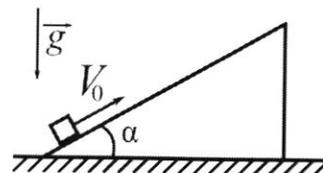
1. Фейерверк массой $m = 1 \text{ кг}$ стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3 \text{ с}$ разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Суммарная кинетическая энергия осколков сразу после взрыва $K = 1800 \text{ Дж}$. На землю 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?

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 раза 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.

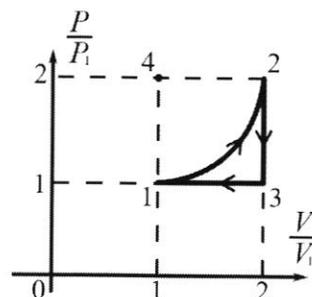
2) Вычислите минимальную допустимую скорость V_{MIN} равномерного движения модели по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 45^\circ$. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,8$, радиус сферы $R = 1 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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

N2

$$\cos \alpha \approx 0,6$$

$$H = 0,2 \text{ м}$$

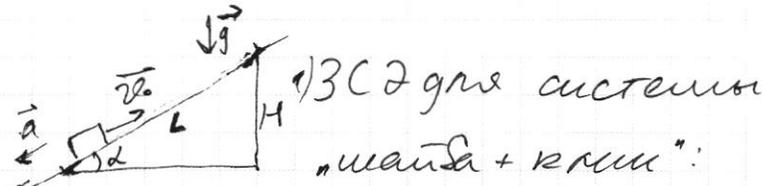
1) $v_0 - ?$

$$M = 2m$$

2) $v - ?$

$$M > m$$

M - масса клина, m - масса шайбы



$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{(m+M)v_1^2}{2}$$

v_1 - скорость клина, когда шайба на H

2) L - длина поверхности клина, которую прошла шайба

$$\frac{H}{L} = \sin \alpha \Rightarrow L = \frac{H}{\sin \alpha}, \quad v_x = \frac{v_1}{\cos \alpha} \text{ - проекция скорости шайбы на } O_x$$

$$3) \frac{-v_0^2 + \frac{v_1^2}{\cos^2 \alpha}}{g \sin \alpha} = \frac{H}{\sin \alpha} \text{ - уравнение для движения шайбы (на } O_x)$$

$$\left(ma = mg \sin \alpha - N \right) \text{ ЦМ для шайбы на } O_x, \text{ а - ускорение шайбы } \Rightarrow a = g \sin \alpha$$

$$4) M = 2m \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{3m v_1^2}{2} \Rightarrow v_1^2 = \frac{2}{3} \left(\frac{v_0^2}{2} - gH \right)$$

$$5) H = \frac{-v_0^2 + \frac{v_1^2}{\cos^2 \alpha}}{-g} \Rightarrow Hg = \frac{v_0^2}{2} - \frac{2}{3} \frac{(v_0^2 - 2gH)}{\cos^2 \alpha}$$

$$Hg = \frac{v_0^2}{2} - \frac{v_0^2}{3 \cos^2 \alpha} + \frac{2}{3} \frac{gH}{\cos^2 \alpha}$$

$$Hg \left(1 + \frac{2}{3 \cos^2 \alpha} \right) = v_0^2 \left(1 + \frac{1}{3 \cos^2 \alpha} \right)$$

$$\frac{Hg (3 \cos^2 \alpha + 2)}{3 \cos^2 \alpha} = \frac{v_0^2 (3 \cos^2 \alpha + 1)}{3 \cos^2 \alpha}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{Hg (3 \cos^2 \alpha + 2)}{3 \cos^2 \alpha + 1}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{0,2 \cdot 10 (3 \cdot 0,36 + 2)}{3 \cdot 0,36 + 1}}$$

7) $mgH + \frac{(m+M)v_1^2}{2} = \frac{(m+M)v^2}{2} - 3CF$ для системы
 «шайба + камень» ($M = 2m$)

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{(m+M)v_1^2}{2} \Rightarrow mv_0^2 = (m+M)v^2$$

$$v_0^2 = 2v^2 \Rightarrow v = \frac{v_0}{\sqrt{2}} = \frac{v_0 \sqrt{e}}{2}$$

$$e) \frac{v_0^2}{2} = gH + v_1^2 \Rightarrow v_1^2 = \frac{v_0^2}{2} - gH$$

$$\frac{v_0^2 - \left(\frac{v_0^2}{2} - gH \right)}{\cos^2 \alpha} = kg$$

$$\frac{v_0^2}{2} - \frac{v_0^2}{2 \cos^2 \alpha} + \frac{gH}{\cos^2 \alpha} = kg$$

$$v_0^2 \left(1 - \frac{1}{2 \cos^2 \alpha} \right) = gH \left(1 - \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right)$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{gH (\cos^2 \alpha - 1)}{2 \cos^2 \alpha - 1}}$$

$$g) v = \sqrt{\frac{2gH (\cos^2 \alpha - 1)}{2 \cos^2 \alpha - 1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 0,2 (0,36 - 1)}{0,72 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 0,64}{0,4 \cdot 4}} = \frac{0,8}{\sqrt{0,4 \cdot 2}} = \frac{0,4}{\sqrt{0,7}} = \frac{4}{7} \sqrt{0,7} \text{ (м/с)}$$

Ответ: $v = \frac{4}{7} \sqrt{0,7} \text{ м/с}$

N4

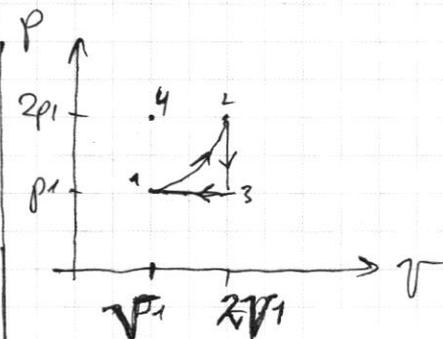
$v = 1 \text{ м/с}$

p_1, V_1

1) $Q = ?$

2) $A = ?$

3) $\eta = ?$



1) $Q = A_{12} + \Delta U_{12} - I_{\text{зн Термод.}}$

$A_{12} = p_1 V_1 + p_1 V_1 - \Delta A$ - работа газа на участке 1-2

$\Delta A \sim \frac{1}{4} S_{\text{кр}}$

$S_{\text{кр}} = \frac{\pi}{4} R^2$ - площадь круга с учетом в точке 4

$\Delta A = \frac{\pi}{4} p_1 V_1$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (4 p_1 V_1 - p_1 V_1) = \frac{9}{2} p_1 V_1$ - изменение внутр. энергии на участке 1-2

$Q_{12} = p_1 V_1 (2 - \frac{\pi}{4}) + \frac{9}{2} p_1 V_1 = p_1 V_1 (6,5 - \frac{\pi}{4})$

$$2) A = A_{12} - |A_{13}| + A_{23}$$

$|A_{13}| = 2p_1 V_1 - p_1 V_1 = p_1 V_1$ — работа газа на участке 1-3

$$A = (2 - \frac{\pi}{4}) p_1 V_1 - p_1 V_1 = \overbrace{(p_1 V_1 - \frac{\pi}{4} p_1 V_1)}^{+A_{23}} + A_{23} p_1 V_1 (1 - \frac{\pi}{4})$$

Работа газа на уч. 2-3 равна 0, так как $V = \text{const}$ ($A_{23} = 0$)

$$A = \overbrace{(p_1 V_1 - \frac{\pi}{4} p_1 V_1)}^{+A_{23}} p_1 V_1 (1 - \frac{\pi}{4})$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}$$

$$Q_{12} = Q = p_1 V_1 (6,5 - \frac{\pi}{4})$$

$Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} (-2p_1 V_1 + 4p_1 V_1) = 3p_1 V_1$ — теплота на участке 2-3

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = -p_1 V_1 + \frac{3}{2} (p_1 V_1 - 2p_1 V_1) = -\frac{5}{2} p_1 V_1$$

$$\eta = \frac{p_1 V_1 (1 - \frac{\pi}{4})}{p_1 V_1 (6,5 - \frac{\pi}{4}) - 3p_1 V_1 - \frac{5}{2} p_1 V_1} = \frac{1 - \frac{\pi}{4}}{6,5 - \frac{\pi}{4} - 3 - 2,5} = \frac{1 - \frac{\pi}{4}}{6,5 - \frac{\pi}{4}}$$

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_{12}} = \frac{A_{12}}{Q} = \frac{p_1 V_1 (2 - \frac{\pi}{4})}{p_1 V_1 (6,5 - \frac{\pi}{4})} = \frac{2 - \frac{\pi}{4}}{6,5 - \frac{\pi}{4}} \cdot 100\%$$

Ответ: $Q = p_1 V_1 (6,5 - \frac{\pi}{4})$, $A = p_1 V_1 (1 - \frac{\pi}{4})$

$$\eta = \frac{2 - \frac{\pi}{4}}{6,5 - \frac{\pi}{4}} \cdot 100\%$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$T = 3 \text{ с}$$

$$K = 1800 \text{ Дж}$$

1) H - ?

2) τ - ?

1) В верхней точке траектории
скорость реперверса равна 0

$$H = \frac{gT^2}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ (м)}$$

2) $K = \sum \frac{m_i v^2}{2} \Rightarrow K = \frac{M v^2}{2}$, где v - скорость,
с которой разлетелись осколки

3) Первый упадет осколок, скорость
которого направлена вертикально
вниз



$$H = v\tau + \frac{g\tau^2}{2} \Rightarrow g\tau^2 + 2v\tau - 2H = 0$$

$$v = \sqrt{\frac{2K}{m}} \quad \text{из (2)}$$

$$g\tau^2 + 2\sqrt{\frac{2K}{m}}\tau - 2\frac{gT^2}{2} = 0$$

$$g\tau^2 + 2\sqrt{\frac{2K}{m}}\tau - gT^2 = 0$$

$$D = 4 \cdot \frac{2K}{m} - 4(-gT^2) \cdot g = \frac{8K}{m} + 4g^2T^2$$

$$\tau = \frac{-2\sqrt{\frac{2K}{m}} + \sqrt{\frac{8K}{m} + 4g^2T^2}}{2g} = \frac{-2\sqrt{\frac{2 \cdot 1800}{1}} + 2\sqrt{\frac{2 \cdot 1800}{1} + 100 \cdot 9}}{2 \cdot 10}$$

$$\tau = \frac{-60 + \sqrt{4500}}{10} \approx \frac{-60 + 67}{10} \approx 0,7 \text{ (с)}$$

Ответ: 45 м; 0,7 с.

N3

$$Q = 2mg$$

Q - сила, с которой модель действует на сферу

mg - сила тяжести модели

$$\alpha = 45^\circ$$

$$R = 1 \text{ м}$$

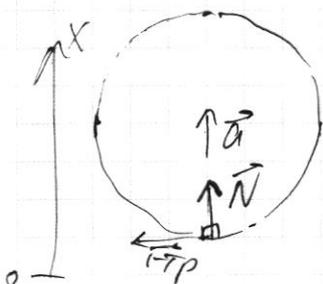
$$\mu = 0,8$$

1) a - ?

2) v_{min} - ?

1) Так как движение равномерное, тангенциальная составляющая ускорения равна 0
 \Rightarrow ускорение направлено в центр окружности

2) Виг сверху на горизонт. плоск. большого круга



N - сила нормальной реакции опоры

F_{тр} - сила трения

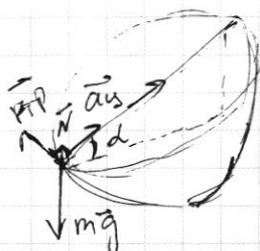
1) F_{тр} = μN по 3-му Кулона - Ампера

4) II закон на Ox: ma = N \Rightarrow F_{тр} = μma

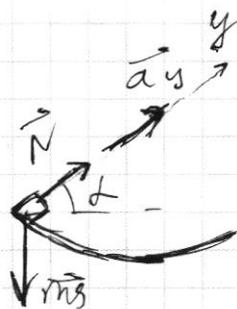
$$5) Q^2 = N^2 + F_{тр}^2 \Rightarrow 4m^2g^2 = m^2a^2 + \mu^2m^2a^2$$

$$4g^2 = a^2(1 + \mu^2) \Rightarrow a = \frac{2g}{\sqrt{1 + \mu^2}} = \frac{2 \cdot 10}{\sqrt{1 + 0,64}} = \frac{20}{1,27} \approx 16 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

6)



a_y - центростремительное ускорение



II закон на Oy:
 $ma_y = N - mg \cos \alpha$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$a_y = \frac{v^2}{R}, \quad v_{\min} \text{ при } a_y \text{ min}$$

Ответ: $a = \frac{2g}{\sqrt{1+\mu^2}} \quad (a \approx 16 \frac{m}{c^2})$

№5.

$Q > 0$

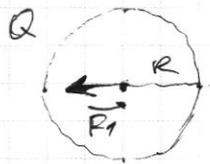
R, k

$q > 0$

1) F_1 - ?

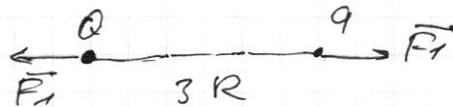
2) F_2 - ?

I опыт



1) Так как сфера заряжена равномерно, ее можно считать точечным зарядом Q в центре сферы

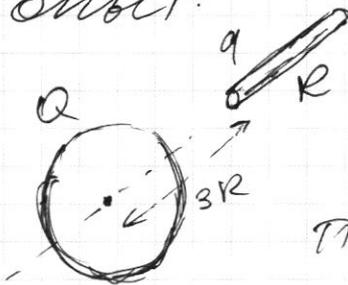
1) Так как сфера заряжена равномерно, ее можно считать точечным зарядом Q в центре сферы



По 3-му закону:

$$F_1 = \frac{kqQ}{9R^2}$$

II опыт:



Сферу считаем точечным зарядом Q в центре сферы

и по принципу суперпозиции:

$$F_2 = \sum \frac{q_i Q R}{(3R+x)^2}, \quad \text{где } q_i - \text{точечный заряд}$$

участка сферы длиной x

$$F_2 = \int_0^R \frac{q \cdot kQ}{(3R+x)^2} = qkQ \int_0^R \frac{1}{(3R+x)^2}$$

~~$$F_2 = qkQ \left(+ \frac{1^{(16)}}{9R^2} - \frac{1^{(9)}}{18R^2} \right) = \frac{5qkQ}{144R^2}$$~~

Ответ: $F_1 = \frac{kqQ}{9R^2}$; $F_2 = qkQ \int_0^R \frac{1}{(3R+x)^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

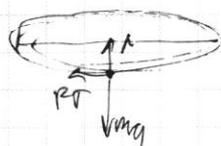
$$ma = N - mg \cos \alpha$$

$$\mu N = mg \sin \alpha$$

$$Q^2 = 4m^2 g^2 = \mu^2 N^2 + N^2$$

$$4m^2 g^2 = (1 + \mu^2) N^2$$

$$N = \frac{2mg}{\sqrt{1 + \mu^2}}$$



$$a = \frac{2g}{\sqrt{1 + \mu^2}} - g \cos \alpha$$

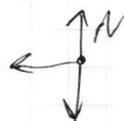
$$N^2 (1 + \mu^2) = m^2 g^2 \cdot 4$$



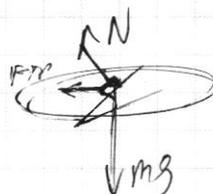
$$Q \sin \alpha \cos \mu = mg - ma$$

$$2 \cos \alpha \mu = g - a$$

2000/124
-124 115
730
635



13
x 13
39



13
1,69

$$(N^2 + \mu^2 N^2) = ma$$

1,25
x 1,25
6,25

1,24
x 1,24
889

$$2g - g \leq a \leq 2g$$

$$\frac{2g}{\sqrt{1 + \mu^2}}$$

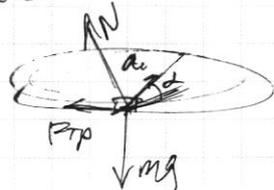
250
125
1,5625

124
16229

$$\frac{2g}{\sqrt{1 + \mu^2}}$$

$$\leq a \leq \frac{20}{\sqrt{1 + 0,64}}$$

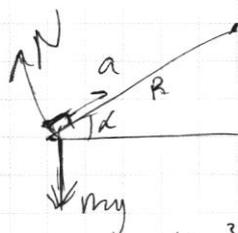
20/1,25



$$\leq a \leq \frac{5}{4}$$



2000/125
-125 16



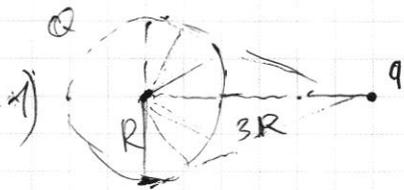
$$\frac{mv^2}{R} = mg \sin \alpha$$

$$4m^2 g^2 = \mu^2 m^2 g^2 + m^2 g^2 \quad 4 = \mu^2 + 1$$

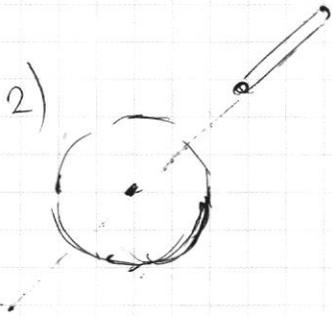


750
750
0

20/16
-16 1,2
40
-32
8



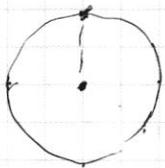
$$F_1 = \frac{kqQ}{9R^2}$$



$$F_2 = \frac{qQK}{(3R+x)^2}$$

$$F_2 = \int_0^R \frac{qQK}{(3R+x)^2} = qQK \int_0^R \frac{1}{(3R+x)^2}$$

$$= qQK \int_0^R \frac{1}{9R^2 + 6Rx + x^2}$$



$$\begin{array}{r} \times 16 \\ \times 9 \\ \hline 144 \end{array}$$

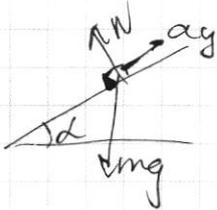
$$\begin{array}{r} \times 16 \\ \times 9 \\ \hline 144 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

1) $ma = N - mg = 2mg \Rightarrow a = 2g$

2)



$$\frac{2}{13,0}$$

$$\frac{3}{6}$$

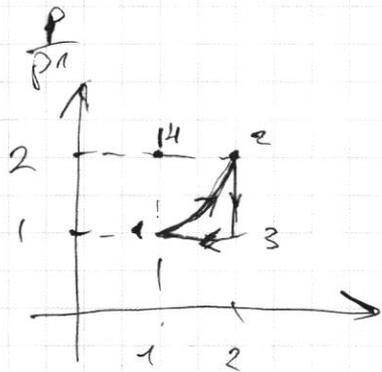
№4.

$\rho_1 V_1$

1) Q - ?

2) A - ?

3) η - ?



$A_{12} = \cancel{S_{13}} + S_{23}$

~~$\rho_1 V_1$~~

$\rho_1 V_1 + \rho_1 V_1 - \pi$

~~$S_{13} = \pi \frac{V_1^2}{2}$~~

$A_{\text{cycle}} = \frac{\pi}{4} \rho_1 V_1$

$A_{12} = \rho_1 V_1 + \rho_1 V_1 - \frac{\pi}{4} \rho_1 V_1 = \rho_1 V_1 (2 - \frac{\pi}{4})$

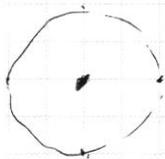
$Q_{12} = \rho_1 V_1 (2 - \frac{\pi}{4}) + \frac{3}{2} (4\rho_1 V_1 - \rho_1 V_1) =$

$= \rho_1 V_1 (2 - \frac{\pi}{4}) + \frac{9}{2} \rho_1 V_1$

2) $A \rightarrow A_{12} - A_{13} = \rho_1 V_1 (2 - \frac{\pi}{4}) - \rho_1 V_1 = \rho_1 V_1 (1 - \frac{\pi}{4})$

3) $\eta = \frac{A}{Q_{12} + \frac{3}{2} (2\rho_1 V_1 - 4\rho_1 V_1) - \rho_1 V_1 + \frac{3}{2} (-2\rho_1 V_1 + \rho_1 V_1)}$

№8.



$$1) F = \frac{kQq}{rR^2}$$

2)

$$\begin{array}{r} \times 680 \\ 320 \\ \hline 390 \\ \hline 422500 \end{array}$$

№1.

$$m = 1/2r$$

$$1) H = \frac{gT^2}{2} \Rightarrow H = \sqrt{2Hg}$$

$$T = 3c$$

$$K = 1800 \text{ Дж}$$

$$2) K = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1800}{1}} = 60 \text{ м/с}$$

1) H - ?

$$3) H = \frac{v^2 r + gT^2}{2}$$

2) r - ?

$$\frac{g r^2}{2} + v^2 r - H = 0$$

$$D = v^2 + 4 \cdot \frac{gH}{2} = v^2 + 2gH = \frac{2K}{m} + 2g \cdot \frac{gT^2}{2}$$

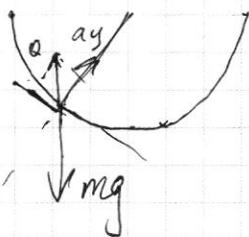
$$r = \frac{-\sqrt{\frac{2K}{m}} + \sqrt{\frac{2K}{m} + g^2 T^2}}{g} = \frac{-60 + \sqrt{3600 + 900}}{10}$$

$$\begin{array}{r} \times 60 \\ 3600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3600 \\ + 900 \\ \hline 4500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 650 \\ 320 \\ \hline 422500 \end{array}$$

№3.



$$ma = 2mg \cos \alpha - mg \cos \beta$$

$$0 = mg \sin \alpha + 2mg \sin \alpha$$

$$ma = 2mg \cos \beta - mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \beta = 2mg \sin \alpha$$

$$\sqrt{1 - \cos^2 \beta} = 2\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

$$\sin \beta = 2 \sin \alpha$$

$$1 - \cos^2 \beta = 4 - 4 \cos^2 \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{3 + \cos^2 \beta}}{2}$$

$$\begin{array}{r} 67 \\ \times 67 \\ \hline 469 \\ 402 \\ \hline 4489 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{v_0^2 - \frac{2}{3} \left(\frac{v_0^2}{2} - gH \right)}{\cos^2 \alpha} = H \quad \times \frac{0,36}{3} = 1,08$$

$$\frac{v_0^2 - \frac{2}{3} \left(\frac{v_0^2}{2} - gH \right)}{\cos^2 \alpha} = Hg$$

$$v_0^2 - \frac{v_0^2}{3 \cos^2 \alpha} + \frac{gH}{3 \cos^2 \alpha} = Hg$$

$$v_0^2 \left(1 - \frac{1}{3 \cos^2 \alpha} \right) = gH \left(1 - \frac{1}{3 \cos^2 \alpha} \right)$$

$$v_0 = \sqrt{gH} = \sqrt{10 \cdot 0,2} = \sqrt{2} = 1,4 \text{ (м)}$$

2) $M = m$

$$mgH + \frac{(m+M)}{2} v_1^2 = \frac{(m+M)}{2} v_0^2 \quad v_0 = \sqrt{\frac{Hg(\cos^2 \alpha - 1)}{\cos^2 \alpha (2 \cos^2 \alpha - 1)}}$$

$$mgH + \frac{(m+M)}{2} v_1^2 = \frac{(m+M)}{2} v_0^2 = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$mgH + \frac{(m+M)}{2} v_1^2 = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$gH + v_1^2 = \frac{v_0^2}{2} \Rightarrow v_1^2 = \left(\frac{v_0^2}{2} - gH \right)$$

$$\frac{v_0^2 - \left(\frac{v_0^2}{2} - gH \right)}{\cos^2 \alpha} = Hg \quad v_0^2 - \frac{v_0^2}{2 \cos^2 \alpha} + \frac{gH}{\cos^2 \alpha} = Hg$$

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

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v^2}{2} \Rightarrow v = \frac{v_0}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{Hg \cdot 2(\cos^2 \alpha - 1)}{2\cos^2 \alpha - 1}}$$

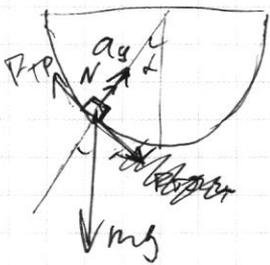
$$\Rightarrow \sqrt{\frac{0,2 \cdot 10 \cdot 2(0,36 - 1)}{2 \cdot 0,36 - 1}} \cdot \sqrt{2}$$

$$\sqrt{\frac{4 \cdot 0,64}{0,28}} = \sqrt{\frac{0,64 \cdot 4}{0,28 \cdot 4}} = \sqrt{\frac{2,56}{1,12}}$$

$$\approx \frac{0,8}{\sqrt{0,28}} = \frac{0,8}{\sqrt{0,14}} = \frac{0,8}{0,14} \sqrt{0,14}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,36 \\ \hline 0,72 \\ \hline 1,00 \\ - 0,72 \\ \hline 0,28 \\ \hline 1,00 \\ - 0,36 \\ \hline 0,64 \end{array}$$

N3.



~~$$N = 2mg \cdot \cos \alpha$$

$$m a_y = N + mg \sin \alpha$$

$$mg \sin \alpha = \mu \cdot 2mg$$

$$\sin \alpha = 2\mu$$~~

$$m a = N - mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha = \mu \cdot 2mg$$

N2



$$1) v_0 = \sqrt{2gH} \quad \frac{mv_0^2}{2} = mgH$$

$$2) a = g \sin \alpha$$

$$MA = N \sin \alpha$$

$$m = M \quad N = mg \cos \alpha$$

$$\frac{H}{L} = \sin \alpha \Rightarrow L = \frac{H}{\sin \alpha}$$

$$1) M = 2m$$

$$2mA = mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$A = \frac{g \cos \alpha \sin \alpha}{2}$$

~~W/A~~

$$1) \frac{v_0^2}{g \sin \alpha} = L, \quad L = \frac{H}{\sin \alpha}$$

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



$$2) v_0 - g \sin \alpha t = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{\sqrt{Hg}}{g \sin \alpha}$$

$$L = \frac{g \sin \alpha t_1^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2L}{g \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}}$$

$$\equiv \frac{1}{\sin \alpha} \sqrt{\frac{2H}{g \sin \alpha}} = \frac{\sqrt{2Hg}}{g \sin \alpha}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{(m+M)v_1^2}{2}$$

$$1) \frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{(m+M)v_1^2}{2}$$

$$M = 2m \quad A = \frac{g \cos \alpha \sin \alpha}{2}$$

$$\frac{v_0^2 - v_1^2}{\cos^2 \alpha} = \frac{H}{\sin \alpha}$$

$$\frac{v_0^2}{2} = gH + \frac{3}{2} v_1^2 \quad v_1^2 = \frac{2}{3} \left(\frac{v_0^2}{2} - gH \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

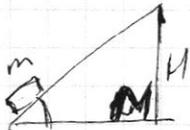
$T = 3c$
 $m = 1кг$

$K = 1800 Дж$
 $\tau = 10c$

1) $H = ?$

2) $\tau = ?$

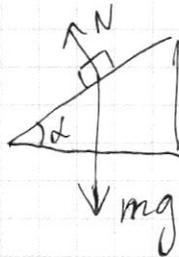
№2



1) $v_0 = ?$

$\varphi_0 = ?$

~~$K = \frac{m_0 v^2}{2} + m_0 v^2 + \dots = \frac{M v^2}{2}$~~
1) $\frac{m v_0^2}{2} = m g H \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH}$



$MA = N \sin \alpha$

$N = mg \cos \alpha$

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

$\frac{H}{L} = \sin \alpha \Rightarrow L = \frac{H}{\sin \alpha}$

~~$t_1 = \frac{v_0^2}{g \sin \alpha}$, $t_2 = g \sin \alpha$~~

~~$H = g \sin \alpha t_2^2$~~

~~$T_1 = \frac{2gH}{g \sin \alpha}$~~

~~$T_2 = 2H/g$~~

~~$L = \frac{v_0^2}{g \sin \alpha} = \frac{2Hg}{g \sin \alpha}$~~