

# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

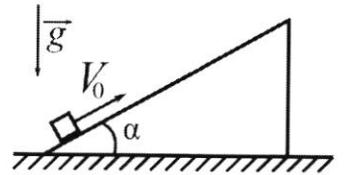
1. Фейерверк массой  $m = 1 \text{ кг}$  стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через  $T = 3 \text{ с}$  разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Суммарная кинетическая энергия осколков сразу после взрыва  $K = 1800 \text{ Дж}$ . На землю осколки падают в течение  $\tau = 10 \text{ с}$ .

1) На какой высоте  $H$  взорвался фейерверк?

2) В течение какого промежутка времени  $\tau$  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  $\alpha$  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.

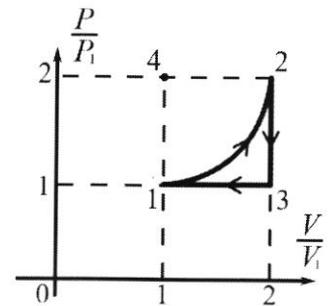
2) Найдите скорость  $V$  клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

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  $\eta$  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.

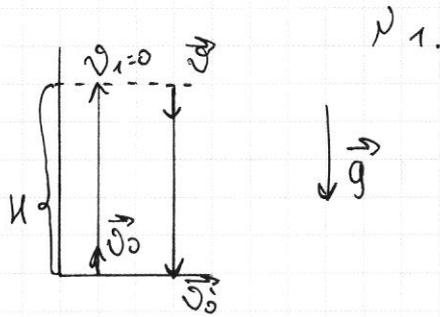
Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Явлениями поляризации пренебрегите.

Дано;

$m = 1 \text{ кг}$   
 $T = 3 \text{ с}$   
 $k = 1800 \text{ Дин/см}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$H = ?$   
 $\tau = ?$



$H = \frac{gT^2}{2} \Rightarrow H = 45 \text{ см}$

$k = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{2k}{m}$

$v = \sqrt{\frac{2k}{m}} = \sqrt{3600} = 60 \text{ м/с}$

$v_0 = v + g\tau$

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

$H = \frac{v_0 + v}{2} \tau = \frac{2v + g\tau}{2} \tau =$

$= v\tau + \frac{g\tau^2}{2}$

$45 = 60\tau + 5\tau^2$

$\tau^2 + 12\tau - 9 = 0$

$D = 144 + 36 = 180$

$\tau = \frac{-12 \pm 6\sqrt{5}}{2} = -6 \pm 3\sqrt{5} \Rightarrow \tau = -6 + 3\sqrt{5} \approx 3 \cdot 2,25 - 6 = 6,75 - 6 \approx 0,75 \text{ с}$

Ответ:  $\tau \approx 0,75 \text{ с}$ ;  $H = 45 \text{ см}$ .

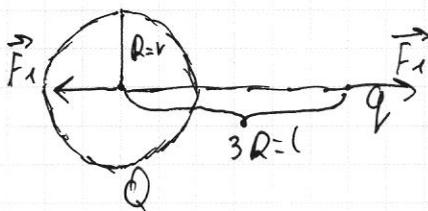
N 5.

Дано:

$r = R$   
 $l = 3R$   
 $Q > 0$   
 $l' = R$   
 $q > 0$

$F_1 = ?$

$F_2 = ?$

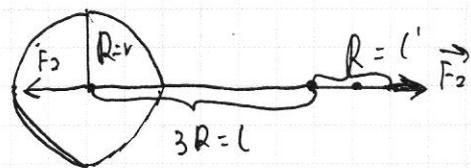


$F_1 = k \frac{qQ}{l^2}$

$l_1 = \text{[scribble]} = l = 3R$

$l_1 = \frac{(l-r) + (l+r)}{2}$

$F_1 = k \frac{qQ}{9R^2}$



$F_2 = k \frac{qQ}{l^2}$

$l_2 = \frac{(l-r) + (l+r) + (l'+l-r) + (l'+l+r)}{4} =$

$= \frac{4l + 2l'}{4} = \frac{14R}{4} = 3,5R$

$F_2 = k \frac{qQ}{12,25R^2}$

Ответ:  $F_1 = k \frac{qQ}{9R^2}$ ;  $F_2 = k \frac{qQ}{12,25R^2}$ .

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

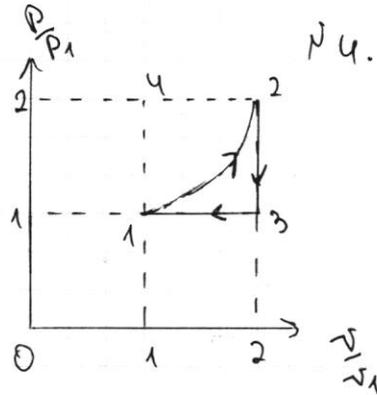
$P_1$

$V_1$

$Q_{12} = ?$

$A = ?$

$\eta = ?$



$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31}$$

$$A_{23} = 0, \text{ т.к. } v = \text{const}$$

$$A = A_{12} + A_{31} = S_{1234} - S_{124}$$

$$S_{1234} = (2-1) \frac{P}{P_1} \cdot (2-1) \frac{V}{V_1} = \frac{P V}{P_1 V_1}$$

$$S_{124} = \frac{\pi R^2}{4} = \frac{3}{4} \frac{P}{P_1} \cdot \frac{V}{V_1} = \frac{3}{4} \frac{P V}{P_1 V_1}$$

$$\Rightarrow A = \frac{1}{4} \frac{P V}{P_1 V_1} \Rightarrow A = 0,25 P_1 V_1$$

$$Q_{12} = A_{12} + U_{12} = S_{124} + S_{1234} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ 4 P_1 V_1 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \Delta T = 3 T_1 = \frac{3 P_1 V_1}{\nu R}$$

$$Q_{12} = \frac{5}{4} P_1 V_1 + \frac{3 \cdot 3}{2} \frac{\nu R P_1 V_1}{\nu R} =$$

$$= \frac{23}{4} P_1 V_1 = 5,75 P_1 V_1$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}}, \text{ т.к. } Q_{23} = 0; Q_{31} < 0;$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{4} P_1 V_1}{\frac{23}{4} P_1 V_1} = \frac{1}{23}$$

Ответ:  $A = 0,25 P_1 V_1$ ;  $Q_{12} = 5,75 P_1 V_1$ ;  $\eta = \frac{1}{23}$ .

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:  
 $\cos \alpha = 0,6$

$H = 0,2 \text{ м}$

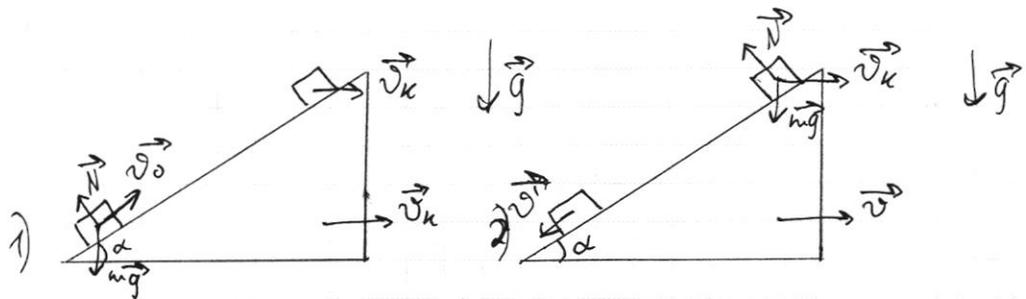
1)  $M = 2 \text{ м}$

2)  $M = m$

$v_0 = ?$

$v = ?$

№ 2.



$$1) \frac{m v_0^2}{2} = m g H + \frac{(m+M) v_k^2}{2} \quad | : 2 : m$$

$$v_0^2 = 2 g H + 3 v_k^2 \quad (1)$$

$$m v_0 \cos \alpha = (m+M) v_k$$

$$v_k = \frac{v_0 \cos \alpha}{3} = \frac{v_0}{5} \quad (2)$$

подстав. (2) в (1):

$$v_0^2 = 2 g H + 3 \frac{v_0^2}{25} \quad | \cdot 25$$

$$22 v_0^2 = 100 \Rightarrow v_0 = \frac{10}{\sqrt{22}} \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$

$$= \frac{5\sqrt{22}}{11} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx \frac{10}{4,6} \approx 2,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\Downarrow$$

$$v_k = \frac{\sqrt{22}}{11} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2) 2 m v_k = -2 m v + m v_0 \cos \alpha$$

$$v = \frac{v_0 \cos \alpha}{2} - v_k$$

$$v = \frac{5\sqrt{22} \cdot 0,6}{11 \cdot 2} - \frac{\sqrt{22}}{11} =$$

$$= \frac{3\sqrt{22} - 2\sqrt{22}}{22} = \frac{\sqrt{22}}{22} \approx 0,22 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ:  $v_0 \approx 2,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $v \approx 0,22 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Дано:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\mu = 0,8$$

$$R = 1 \text{ м}$$

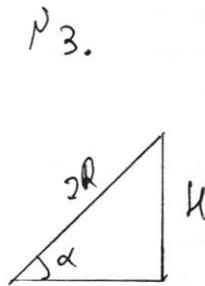
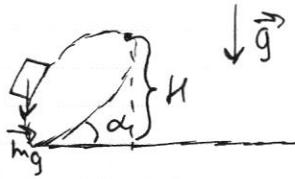
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$N = 2F_m$$

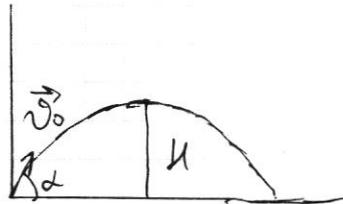
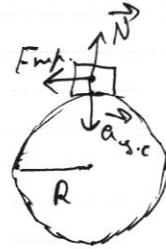
$a = ?$

~~...~~

$v_{\text{min}} = ?$



$$\sin \alpha = \frac{H}{2R} \Rightarrow H = 2R \sin \alpha = \sqrt{5} \mu$$



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

$$v_0^2 = \frac{20\sqrt{5}}{(\frac{\sqrt{2}}{2})^2} = 40\sqrt{5} \Rightarrow v_0 = 2\sqrt{10\sqrt{5}} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 2\sqrt{14} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 7,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a_{y.c.} = \omega^2 R = \frac{v^2}{R} \approx 2\sqrt{14} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 7,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_0 \approx 7,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$-F_{mp} \cos \alpha + N = m a_{y.c.}$$

$$F_{mp} = \mu N$$

$$N = 2F_m = 2mg \Rightarrow F_{mp} = \mu mg$$

$$-2\mu mg + 2mg = m a_{y.c.}$$

$$a_{y.c.} = -2\mu g + 2g = 2g(1 - 0,8) = 0,4g = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a = a_{y.c.} = \frac{v_{\text{min}}^2}{R} \Rightarrow v_{\text{min}} = \sqrt{a_{y.c.} \cdot R} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ:  $a = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ;  $v_{\text{min}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 1.

$m = 1 \text{ кг}$   
 $T = 3 \text{ с}$   
 $k = 1800 \text{ Дин/см}$   
 $\tau = 10 \text{ с}$   
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$k = ?$   
 $\tau = ?$

$$H = \frac{gT^2}{2}$$

$$H = 5 \cdot 9 = 45 \text{ м}$$

$$k = mgH + \frac{mv^2}{2}$$

$$2kH - 2mgH = mv^2$$

$$3600 - 900 = v^2$$

$$v^2 = 2700$$

$$v = 30\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$k = \frac{mv^2}{2g}$$

$$\sqrt{3} \approx 1,7$$

$$\begin{array}{r} 90 \overline{) 11,2} \\ 0 \overline{) 0,803} \\ \hline 89,6 \\ \hline 2400 \end{array}$$

$6 \cdot 1,7 \approx 10,2$   
 $10,2 + 1 = 11,2$

$$\begin{array}{r} \times 2,2 \\ 2,2 \\ \hline 44 \\ \times 44 \\ \hline 484 \end{array}$$

$$v_0 = v + g\tau = 30\sqrt{3} + 10\tau$$

$$H = v\tau + \frac{g\tau^2}{2} = 30\sqrt{3}\tau + 5\tau^2 = 45$$

$$6\sqrt{3}\tau + \tau = 9$$

$$\tau(1 + 6\sqrt{3}) = 9$$

$$\tau = \frac{9}{1 + 6\sqrt{3}} \approx \frac{9}{11,2} \approx 0,8 \text{ с}$$

$$D = 144 + 36 = 180$$

$$\tau = \frac{-12 \pm 6\sqrt{3}}{2} = -6 \pm 3\sqrt{3} \approx -6 + 6,62 = 0,6 \text{ с}$$

Дано:  
 $\cos \alpha = 0,6$

$$H = 0,2 \text{ м}$$

1)  $M = 2 \text{ м}$   ~~$M = 2 \text{ м}$~~

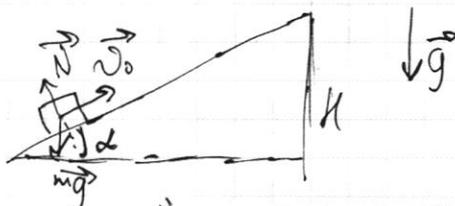
2)  $M = m$   ~~$M = m$~~

$$\mu = 0$$

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

$$v_0 = ?$$

$$v = ?$$



$$N = mg \cos \alpha \quad \mu = 0 \Rightarrow F_{\text{тр}} = 0$$

$$mg \sin \alpha = ma$$

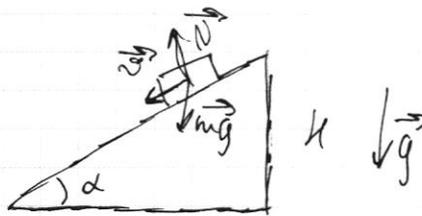
$$a = g \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$a = \frac{4}{5} \cdot 10 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

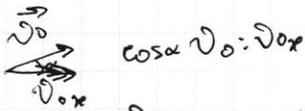
$$\sin \alpha = \frac{H}{l} \Rightarrow l = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{0,2}{\frac{4}{5}} = \frac{5 \cdot 0,2}{4} = 0,25 \text{ м}$$

$$l = \frac{v_0^2}{2a} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2al} = \sqrt{2 \cdot 8 \cdot 0,25} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$mv_0 + 0 = m(v_0 + v) + Mv_k$$

№ 2.



$$\cos \alpha v_0 = v_{0x}$$

$$\cos \alpha v_0 = 3v_k$$

$$v_k = \frac{v_0 \cos \alpha}{3}$$

$$v = v_k \cos \alpha$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = mgh + \frac{(m+M)v_k^2}{2}$$

$$m v_0^2 = 2mgh + 3m v_k^2$$

$$v_0^2 = 2gh + 3v_k^2$$

$$9v_k^2 = 2gh + 3v_k^2$$

$$3v_k^2 = gh$$

$$v_k = \sqrt{\frac{gh}{3}} = \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{m}{e}$$

$$(M+m)v_k = (m+M)v + mv'$$

$$2m v_k = 2v + mv'$$

$$2v_k = 2v + v'$$

$$v' = 2(v_k - v)$$

$$l = \frac{(v_0^2 + v')^2 - v_k^2}{2a}$$

$$2al = v_0^2 + 2v_0 v' + v'^2 - v_k^2$$

$$2al = 4v_0 v_k - 2v_0 v + v^2 + v'^2 - v_k^2$$

~~$$2al = 4v_0 v_k - 2v_0 v + v^2 + v'^2 - v_k^2$$~~

~~$$2al = 4v_0 v_k - 2v_0 v + v^2 + v'^2 - v_k^2$$~~

~~$$4 = 8 \cdot \frac{2}{3} - 12 \sqrt{\frac{2}{3}} v + 3v^2$$~~

~~$$3v^2 - 12 \sqrt{\frac{2}{3}} v + \frac{4}{3} = 0 \quad | \sqrt{\frac{2}{3}}$$~~

~~$$3 \sqrt{\frac{2}{3}} v^2 - \frac{12 \cdot 2}{3} v + \frac{4}{3} \sqrt{\frac{2}{3}} = 0$$~~

~~$$2 \sqrt{\frac{2}{3}} v^2 - 8v + \frac{4}{3} \sqrt{\frac{2}{3}} = 0$$~~

$$mgs \sin \alpha = ma$$

$$a = g \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$a = 8 \frac{m}{e^2}$$

$$l = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{5 \cdot 1}{\frac{4}{5}} = 0,25 \mu$$

$$l = \frac{v_0^2 - v_k^2}{2a}$$

~~$$2al = v_0^2 - v_k^2$$~~

$$v_0 = \sqrt{2al + \frac{9H^2}{3}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2}{3} + 4}$$

$$= \sqrt{\frac{14}{3}} \frac{m}{e} \approx$$

$$\approx \sqrt{5} \approx 2,2 \frac{m}{e}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,3 \\ 2,3 \\ \hline 469 \\ 469 \\ \hline 529 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 2,2 \\ 2,2 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 528 \end{array}$$

$$2al = 4(v_k - v)^2 + 4(v_k - v)v + v^2 - v_k^2$$

$$2al = 4v_k^2 - 8v_k v + 4v^2 + 4v_k v - 4v^2 + v^2 - v_k^2$$

$$2al = 3v_k^2 - 4v_k v + v^2$$

$$4 = 3 \cdot \frac{2}{3} - 4 \sqrt{\frac{2}{3}} v + v^2$$

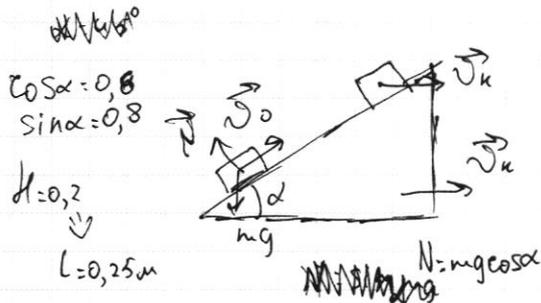
$$v^2 - 4 \sqrt{\frac{2}{3}} v - 2 = 0 \quad | \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$\sqrt{\frac{2}{3}} v - \frac{8}{3} v - 2 \sqrt{\frac{2}{3}} = 0$$

$$D = \frac{64}{9} + 8 \cdot \frac{2}{3} = \frac{64 + 48}{9} = \frac{112}{9}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.  $v_0 \cos \alpha$



1)  $M = 2m$

2)  $M = m$

$v_0 = ?$

$v = ?$

$\sin \alpha \cdot mg = ma$   
 $a = g \sin \alpha = 8 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}$

$\frac{m v_0^2}{2} = mgh + \frac{(m+M)v_k^2}{2}$

$m v_0^2 = 2mgh + 3m v_k^2$   
 $v_0^2 = 2gh + 3v_k^2$

$m v_0 \sin \alpha = (m+M)v_k$

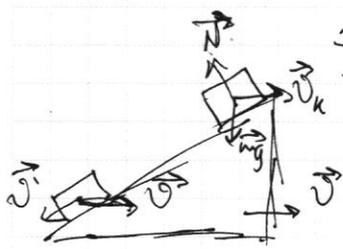
$v_0 \sin \alpha = 3v_k$   
 $v_k = \frac{v_0 \sin \alpha}{3} = \frac{v_0 \cdot 0,6}{3} = \frac{v_0}{5}$

$\begin{array}{r} \times 4,3 \\ 4,3 \\ \hline + 129 \\ 172 \\ \hline 1849 \end{array}$

$\begin{array}{r} \times 4,4 \\ 4,4 \\ \hline + 176 \\ 176 \\ \hline 1936 \end{array}$   
 $4,5^2 = 20,25$

$v_0^2 = 44$   
 $v_0 = \sqrt{44} \approx 6,63$   
 $v_k = \frac{v_0}{5} \approx 1,33$

$v_k = \frac{v_0}{5}$   
 $v_0^2 = 4 + 3 \frac{v_0^2}{25} \cdot 25$   
 $22v_0^2 = 100$   
 $v_0 = \frac{10}{\sqrt{22}} \frac{\text{m}}{\text{c}} \approx 2,13 \frac{\text{m}}{\text{c}}$



$\begin{array}{r} \times 4,6 \\ 4,6 \\ \hline + 216 \\ 184 \\ \hline 2116 \end{array}$

$v' = v_0, \text{ m.k. } a = \text{const.}$   
 $(= \text{const.})$

$\frac{(M+m)v_k^2}{2} + mgh = \frac{(m+M)v^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2}$   
 $2v_k^2 + 2gh = 2v^2 + v_0^2$

$\frac{2 \cdot 22}{11^2} + 4 = 2v^2 + \frac{100}{22}$

$v_k^2 + gh = v^2 + \frac{v_0^2}{2}$   
 $v^2 = \frac{22}{11 \cdot 11} + 2 = \frac{50}{22} = \frac{25}{11}$   
 $v = \frac{5}{\sqrt{11}} \frac{\text{m}}{\text{c}} \approx 1,51 \frac{\text{m}}{\text{c}}$

$2m v_k = -2m v + m v_0 \cos \alpha$   
 $v = \frac{v_0 \cos \alpha}{2} - v_k$

$v = \frac{5 \sqrt{22} \cdot 3}{11 \cdot 5 \cdot 2} - \frac{5 \sqrt{22}}{11} = \frac{5 \sqrt{22}}{22} \approx 0,22 \frac{\text{m}}{\text{c}}$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\mu = 0,8$$

$$R = 1 \text{ м}$$

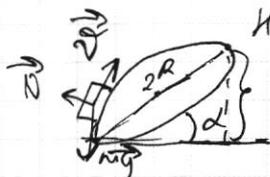
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F = N = 2F_m$$

$a_x$ ?  
 $v_0$ ?  
 $v_{\text{min}}$ ?



№ 3.



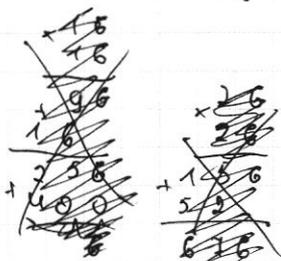
$$\sin \alpha = \frac{H}{2R} \Rightarrow H = 2R \sin \alpha = 2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \text{ м}$$

$$N = F = 2F_m = 2mg$$

~~$F_{\text{fr}} = \mu N = 2\mu mg$~~   
 ~~$N = m a_x = 2mg$~~

~~$F_{\text{fr}} = \mu a_k = 2\mu mg$~~   
 ~~$N = m a_x = 2mg$~~

~~$a_k = 2\mu g = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$~~   
 ~~$a_x = g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$~~



$$\begin{cases} N + \cos \alpha F_{\text{fr}} = m a_{y.c.} \\ F_{\text{fr}} \sin \alpha = m a_k \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_{y.c.} = 2g + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 2\mu g \\ a_k = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 2\mu g \end{cases}$$

$$\begin{aligned} a_{y.c.} &= 20 + 8\sqrt{2} \\ a_k &= 8\sqrt{2} \end{aligned}$$

$$3,75 \cdot 2 \approx 7,5$$

$$\begin{array}{r} \times 3,8 \quad \times 3,7 \\ 3,8 \quad 3,7 \\ + 304 \quad 259 \\ \hline 114 \quad 111 \\ \hline 1444 \quad 1469 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 3,6 \\ 3,6 \\ + 216 \\ \hline 108 \\ \hline 12,96 \end{array}$$

$\eta = 1 \text{ мкс}$

Q-?

A-?

$\eta-? \quad S_{1234} = \frac{P \cdot V}{P_1 \cdot V_1}$

$S_{1234} = \frac{2JCR^2}{4} = \frac{3}{4} \frac{P \cdot V}{P_1 \cdot V_1} \Rightarrow A = \frac{1}{4} \frac{P \cdot V}{P_1 \cdot V_1}$

$A = S = A_{12} + A_{23} + A_{31} = S_{1234} - S_{124}$

$A_{23} = 0; \quad V = \text{const}$

$= \frac{V_2 P_2}{V_1 P_1} - \frac{2JCR}{4} = \dots$

$R = P_1 = V_1 = \frac{V}{V_1} = \frac{P}{P_1}$

$= \frac{V_2 P_2}{V_1 P_1} - \frac{V J C}{2 V_1} = \frac{2VP - VP_{1,1,5}}{V_1 P_1}$

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} > 0$

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = U_{23} < 0$

$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} < 0 \Rightarrow Q = A + \Delta U$   
 $\Delta U = 0 \Rightarrow Q = A$

$P_1 \cdot V_1 = JRT_1$   
 $P_1 = \frac{JRT_1}{V_1}$   
 $V_1 = \frac{JRT_1}{P_1}$

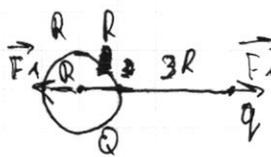
$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = A_{12} + \frac{3}{2} JCR \Delta T = A_{12} + \frac{3 P_1 V_1}{2}$

$\int P_1 V_1 = JRT_1$   
 $2P_1 V_1 = JRT_2 \Rightarrow T_1 = \frac{P_1 V_1}{JR}$   
 $T_2 = \frac{4P_2 V_2}{JR} = 4T_1 \Rightarrow \Delta T = 3T_1 = \frac{3 P_1 V_1}{JR}$

$\eta = \frac{A}{Q_{12}}$

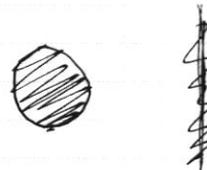
Р5.

$3R; R$   
 $q > 0$   
 $Q > 0$   
 $F_1 - ?$   
 $k$   
 $F_2 - ?$



$F_1 = k \frac{qQ}{9R^2}$

$F_1 = k \frac{qQ}{(4R+2R)^2}$



$F_2 = k \frac{qQ}{(\frac{4R+2R+3R+5R}{2})^2} = k \frac{qQ}{3,5^2 R^2} = \frac{k q Q}{12,25 R^2}$