

# Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

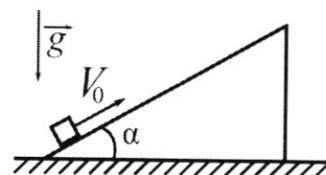
1. Фейерверк массой  $m = 2$  кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва  $H = 65$  м. На землю осколки падают в течение  $\tau = 10$  с.

1) Найдите начальную скорость  $V_0$  фейерверка.

2) Найдите суммарную кинетическую энергию  $K$  осколков сразу после взрыва.

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ . Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают начальную скорость  $V_0 = 2$  м/с (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



1) На какую максимальную высоту  $H$  над точкой старта поднимется шайба на клине?

2) Найдите скорость  $V$  клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса  $R = 1,2$  м равномерно со скоростью  $V_0 = 3,7$  м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели  $m = 0,4$  кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) С какой по величине силой  $P$  модель действует на сферу?

2) Рассмотрим модель автомобиля равномерно движущуюся по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол  $\alpha = \frac{\pi}{6}$ . Вычислите минимальную допустимую скорость  $V_{MIN}$  такого равномерного движения. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы  $\mu = 0,9$ .

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

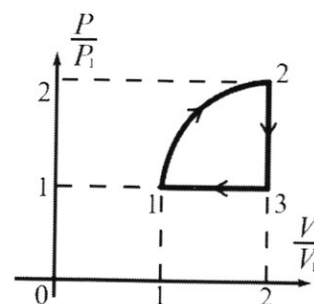
4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1-2 – дуга окружности с центром в точке 3. Температура газа в состоянии 1 равна  $T_1$ .

1) Какое количество  $Q$  теплоты подведено к газу в процессе расширения?

2) Найдите работу  $A$  газа за цикл.

3) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

Универсальная газовая постоянная  $R$ .



5. Заряд  $Q > 0$  однородно распределен по сфере радиуса  $R$ . В первом опыте на расстоянии  $2R$  от центра сферы помещают небольшой по размерам шарик с зарядом  $q > 0$ .

1) Найдите силу  $F_1$ , действующую на заряженный шарик.

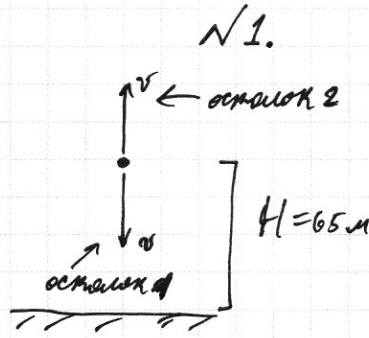
Во втором опыте заряд  $q$  однородно распределяют по стержню длины  $R$ , стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии  $2R$  от центра.

2) Найдите силу  $F_2$ , с которой заряд сферы действует на заряженный стержень.

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

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$m = 2 \text{ кг}$   
 $H = 65 \text{ м}$   
 $\tau = 10 \text{ с}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$



ЗСЭ:  
работе флюидов мидельман, т.е. сообщает кин. энергию и выполняет работу. Верхняя точка траектории (место взрыва)

- 1)  $V_0$  - ?
- 2)  $\tau_1$  - ?

время от взрыва до приземления первого осколка  $\Rightarrow \tau_2$  - аналогично

$v$  - скорость осколка сразу после взрыва

$$V_k = 0$$

↑ максимальная скорость всей системы

1) ЗСЭ:  $W_{n_0} + W_{k_0} = W_{n_1} + W_{k_1}$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \mu g H$$

$$V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 65 \text{ м}} = 10\sqrt{13} \approx 36 \text{ м/с}$$

2)  $\tau = \tau_2 - \tau_1 \Rightarrow \tau_2 = \tau + \tau_1$

$$H = v\tau_1 + \frac{g\tau_1^2}{2} \quad 2H = 2v\tau_1 + g\tau_1^2 \quad v = \frac{2H - g\tau_1^2}{2\tau_1}$$

$$H = -v\tau_2 + \frac{g\tau_2^2}{2} \quad 2H = -2v\tau_2 + g\tau_2^2 \quad 2H = \frac{-2(2H - g\tau_1^2)(\tau + \tau_1)}{2\tau_1} + g(\tau + \tau_1)^2$$

$$2H\tau_1 = (g\tau_1^2 - 2H)(\tau + \tau_1) + g(\tau + \tau_1)^2 \cdot \tau_1$$

$$2H\tau_1 = (2H - g\tau_1^2)\tau + g\tau_1^2\tau + 2H\tau_1 + g\tau_1^2\tau_1 + g\tau_1^3$$

всё в СМ  $\Rightarrow$  подставим без размерности для удобства

$$13\tau_1 = 10\tau_1^2 + 2\tau_1^3 - 130\tau_1 - 15\tau_1 + 100\tau_1 + 20\tau_1^2 + 10\tau_1^3 \quad | :10$$

$$2\tau_1^3 + 30\tau_1^2 + 44\tau_1 - 130 = 0 \quad | :2$$

$$\tau_1^3 + 15\tau_1^2 + 22\tau_1 - 65 = 0$$

$$\begin{array}{r} T_1^3 + 15T_1^2 + 37T_1 - 65 \\ -T_1^3 + 5T_1^2 \\ \hline 10T_1^2 + 37T_1 - 65 \end{array} \quad \begin{array}{l} (T_1+5) \\ \hline T_1^2 + 10T_1 - 13 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10T_1^2 + 37T_1 \\ -10T_1^2 + 50T_1 \\ \hline -13T_1 - 65 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -13T_1 - 65 \\ -13T_1 - 65 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$(T_1+5)(T_1^2+10T_1-13)=0$$

||

$$T_1+5=0 \quad \text{или} \quad T_1^2+10T_1-13=0$$

$T_1 = -5$   
невозможно

$$D = 100 + 52 = 152$$

$$\sqrt{D} = 2\sqrt{38} \approx 12,4$$

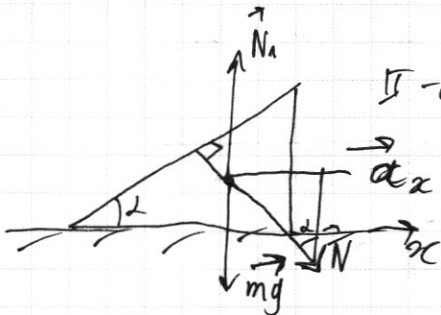
$$T_1 = \frac{-10 + 12,4}{2} = 1,2$$

$$T_1 = \frac{-10 - 12,4}{2}$$

$\Rightarrow$  невозможно

Ответ: 36 м/с; 6,2 с

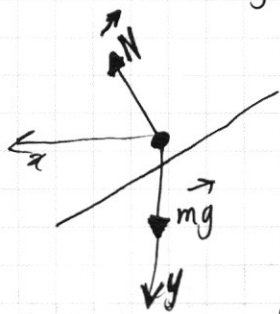
№ 2.



II - по закону Ньютона:

$$\vec{N}_1 + \vec{N} + m\vec{g} = a_x m$$

$$OX: a_x m = N \sin \alpha \quad dx = \frac{N}{2m}$$



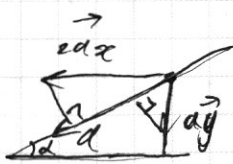
II - по закону Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} = a_y m$$

$$OX: a_x m = N \sin \alpha = 0,5 N \quad a_x = \frac{N}{2m}$$

$$OY: a_y m = mg - N \cos \alpha = mg - \frac{\sqrt{3}}{2} N \quad a_y = \frac{mg - \frac{\sqrt{3}}{2} N}{m}$$

Система отсч. прива



движение без трения  $\Rightarrow \tan \alpha = \frac{(mg - N \cos \alpha) m}{m \cdot N} = \frac{a_y}{a_x}$

$$N = \frac{2\sqrt{3} mg}{5}$$

$$a_x = \frac{2\sqrt{3} mg \sqrt{3}}{5 \cdot 2m}$$

$$a_y = \frac{N \cos \alpha}{m} + \frac{mg - N \cos \alpha}{m} \sin \alpha$$

$$a = \frac{2\sqrt{3} mg \sqrt{3}}{5 \cdot 2m} + \frac{mg - \frac{2\sqrt{3} mg \sqrt{3}}{2 \cdot 5}}{m} \cdot 0,5 \quad a = 0,8g = 0,8 \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 8 \text{ м/с}^2$$

$$S = V_0 t - \frac{a t^2}{2} = 2 \text{ м/с} \cdot 0,25 \text{ с} - \frac{8 \text{ м/с}^2 \cdot \text{с}^2}{2} = 0,25 \text{ м}$$

$$V_0 = at \Rightarrow t = \frac{V_0}{a} = \frac{2 \text{ м/с}}{8 \text{ м/с}^2} = 0,25 \text{ с} \quad H = S \cdot \sin \alpha = 0,25 \text{ м} \cdot 0,5 = 0,125 \text{ м}$$

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V = a_2 \cdot 2T = \frac{N}{20T} \cdot 2 \cdot T = \frac{2\sqrt{3} mg \cdot T}{m \cdot 5} = \frac{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,25 \text{ с}}{5} = \sqrt{3} \text{ м/с} \approx$$

$$\approx 1,7 \text{ м/с}$$

Ответ: 0,125 м; 1,7 м/с.

$$V_0 = 3,4 \text{ м/с}$$

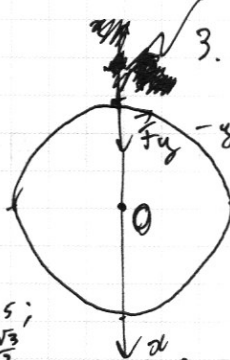
$$R = 1,2 \text{ м}$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha = \frac{\pi}{6} = 30^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 0,5; \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$\mu = 0,9$  по III-ому закону Ньютона  $F_{центробеж}$  равно  $F_{противобавляемому}$



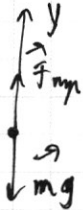
$$F_{ц} = \frac{V_0^2}{R} m$$

II-ой закон Ньютона:

$$m a_{ц} = F_{ц}$$

$$Ox: a_r$$

$$F_{ц} = P_x = \frac{V_0^2 m}{R} = \frac{(3,4 \text{ м/с})^2 \cdot 0,4 \text{ кг}}{1,2 \text{ м}} = 4,56 \text{ Н}$$



I-ый закон Ньютона:

$$\vec{a} m = \vec{F}_{ц} + m\vec{g}$$

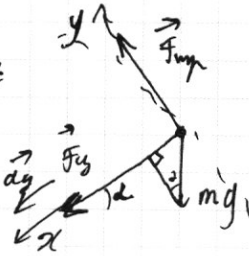
$$Oy: 0 = F_{ц} - mg \quad F_{ц} = mg$$

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2}$$

$$P_y = mg = 0,4 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 4 \text{ Н}$$

$$1) P = \sqrt{(4,56 \text{ Н})^2 + (4 \text{ Н})^2} \approx 6,4 \text{ Н}$$

2) II



II-ой закон Ньютона:

$$\vec{F}_{ц} + m\vec{g} + \vec{F}_y = \vec{a} m$$

$$Ox: a_{ц} m = F_{цx}$$

$$F_{цx} + mg \sin \alpha = N$$

$$a_{ц} = \frac{V_{\text{min}}^2}{R} \quad F_y = \frac{V_{\text{min}}^2}{R} m$$

II-ой закон Ньютона:

$$F_{ц} + m\vec{g} + \vec{F}_y = \vec{a} m$$

$$Oy: 0 = F_{цy} - mg \cos \alpha$$

$$F_{цy} = mg \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} mg$$

$$F_{цy} = \mu N$$

$$N = F_{цy} - mg \sin \alpha = F_{цy} - 0,5 mg$$

сила давлениия на сферу

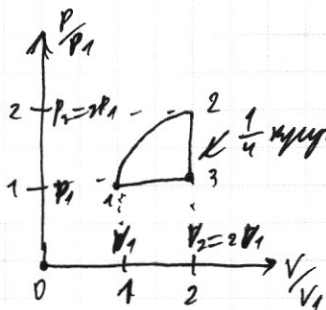
$$\frac{\mu V_{\text{min}}^2 m}{R} - 0,5 mg \mu = \frac{\sqrt{3}}{2} mg \cos \alpha$$



$$\frac{1,8V_0^2}{R} = 0,9g = g\sqrt{3} \quad V_0 = \sqrt{\frac{Rg(0,9+\sqrt{3})}{1,8}} = \sqrt{\frac{1,2 \cdot 10 \cdot 10^3 (0,9+\sqrt{3})}{1,8}} \approx 4,2 \text{ м/с}$$

Ответ: 6,4 Н; 4,2 м/с

№ 4.



Менделеев - Клапейрон:

Дано:  
 $\nu = 1 \text{ моль}$   
 1 атом  $\rightarrow \bar{i} = 3$   
 $R$   $T_1$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow 4 P_1 V_1 = \nu R T_2 \quad 4 \sqrt{R T_1} = \sqrt{R T_2}$$

$$T_2 = 4 T_1$$

$V_2 = 2V_1$   
 $P_2 = 2P_1$  (по графику)

$$S_{\text{кр}} = \pi R^2 = \pi \cdot R \cdot R$$

$$A_{12} = \frac{\pi (V_2 - V_1)(P_2 - P_1)}{4} + (V_2 - V_1) P_1$$

работа = площадь под графиком

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{\pi (V_2 - V_1)(P_2 - P_1)}{4} + (V_2 - V_1) P_1 + \frac{\bar{i}}{2} \nu R (T_2 - T_1)$   
 в процессе расширения газа  $\frac{\bar{i}}{2} \nu R (T_2 - T_1)$

$$Q_{12} = \frac{\pi \nu R T_1}{4} + \nu R T_1 + \frac{9 \nu R T_1}{2} = \frac{\nu R T_1}{4} (\pi + 4 + 18) = \frac{25,14}{4} \nu R T_1 = 6,285 \nu R T_1$$

$$A_0 = \frac{\pi (V_2 - V_1)(P_2 - P_1)}{4} = \frac{\pi (2V_1 - V_1)(2P_1 - P_1)}{4} = \frac{\pi P_1 V_1}{4} = \frac{3,14}{4} \nu R T_1 = 0,785 \nu R T_1$$

площадь под графиком

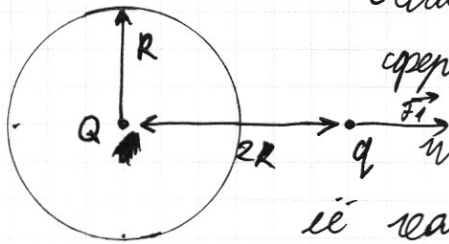
$$\eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{A_0}{Q_{12}} = \frac{0,785 \nu R T_1}{6,285 \nu R T_1} \approx 0,125$$

Ответ: 6,285  $\nu R T_1$ ; 0,785  $\nu R T_1$ ; 0,125

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5.

Опыт 1.



Если заряд равномерно распределён по  
сфере, то исходя из симметрии, можно считать,  
что заряд всей сферы находится в  
её геометрическом центре на расстоянии  $(R)$

радиуса от любой точки её поверхности

$$R_1 = 2R$$

$$F_k = \frac{k|q_1||q_2|}{R^2}$$

← заряд 1  
← заряд 2

$$F_1 = \frac{k|q||Q|}{(2R)^2} = \frac{kqQ}{4R^2} = 0,25 \frac{kqQ}{R^2}$$

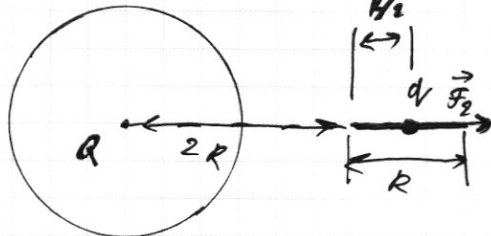
↑ расстояние между зарядами  
=  $\frac{k|q||Q|}{R_1^2}$

сила Кулона

Опыт 2.

Если заряд равномерно распределён по  
стержню, то исходя из симметрии

можно сказать, что заряд всёго  
стержня сосредоточен в его  
геометрическом центре на



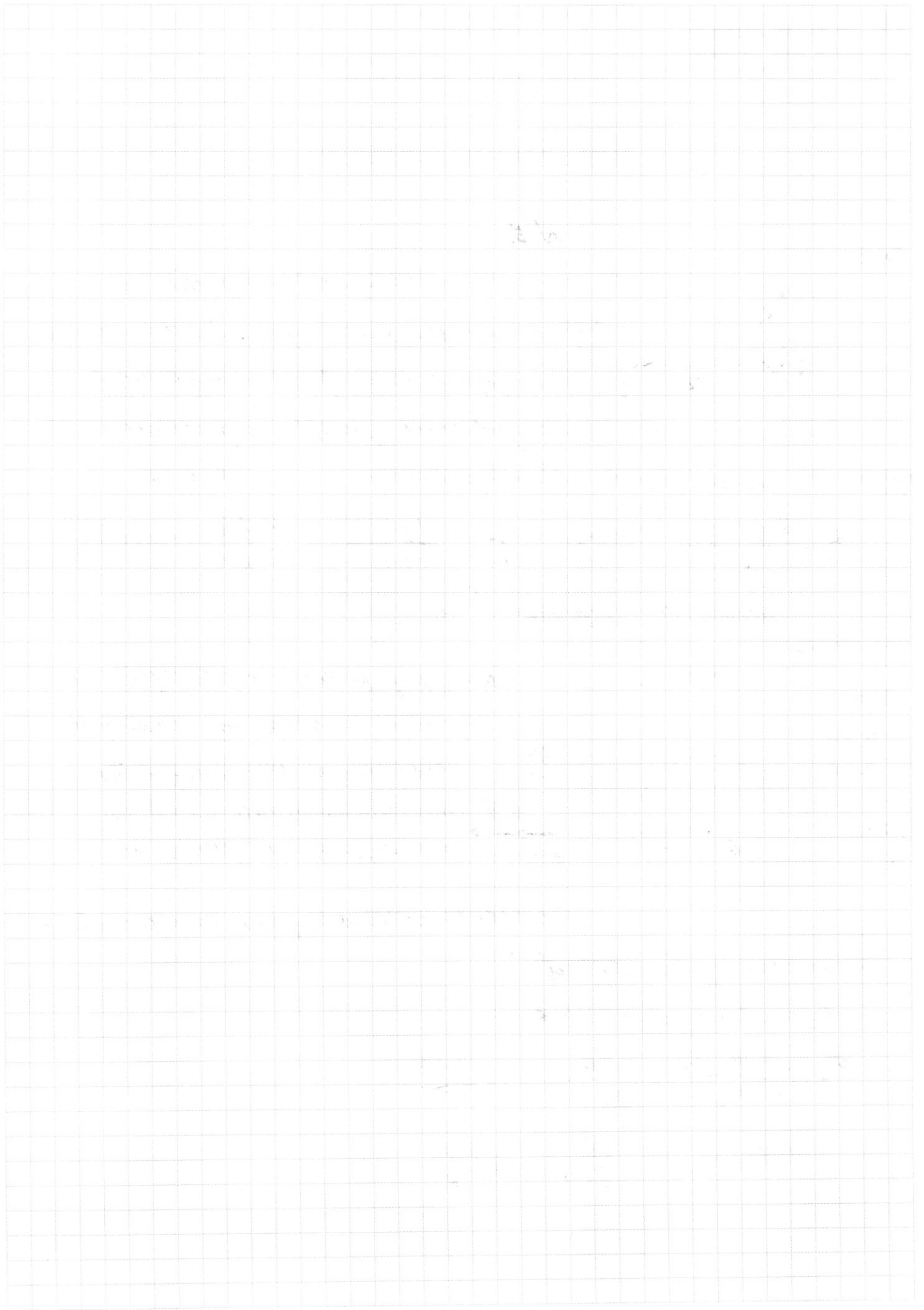
расстоянии половине длины стержня  $(R/2)$

от каждого из его концов

$$R_2 = 2R + \frac{R}{2} = 2,5R = \frac{5}{2}R$$

$$F_2 = \frac{k|q||Q|}{R_2^2} = \frac{k|q||Q|}{(\frac{5}{2}R)^2} = 0,16 \frac{kqQ}{R^2}$$

Ответ:  $0,25 \frac{kqQ}{R^2}$ ;  $0,16 \frac{kqQ}{R^2}$

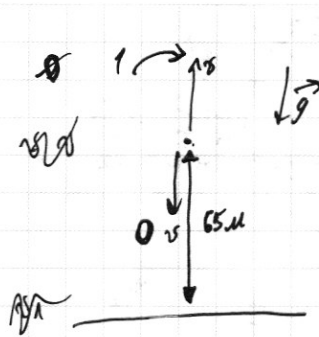


черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

13



$m = 2 \text{ кг}$   $H = 65 \text{ м}$   $v_0 = 0$   $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 $v$  - скорость камня  $\tau = 1 \text{ с}$

5.65

с.с.р:  
 $\frac{mv_0^2}{2} = mgH$   
 $v_0 = \sqrt{2gH}$

$10 \sqrt{13}$   
 $9 \quad 13 \quad 16$

$H = v\tau_0 + \frac{g\tau^2}{2}$

$H = v\tau_0$

$\frac{\Delta m v^2}{2} + \Delta m gH = \frac{\Delta m v_1^2}{2}$   
 $v_1 = \sqrt{v^2 + 2gH}$

$H = \frac{v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{2}$

3 4  
 $\times 3,6$   
 $9,6$   
 $216$   
 $108$   
 $12,96$

$H = 2v + gH$

$v^2 + 2gH = v_1^2$   $v_1 = \sqrt{v^2 + 2gH}$

$H = \frac{v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{2}$

$g\tau_0^2 + 2v\tau_0 - 2H = 0$   
 $D = 4v^2 + 8gH$

$\frac{\Delta m v^2}{2} + \Delta m gH = \frac{\Delta m v_2^2}{2}$

$H =$

$H = v\tau_0 + \frac{g\tau_0^2}{2}$

$v_2 = \sqrt{v^2 + 2gH}$

~~$H = -v\tau_1 + \frac{g\tau_1^2}{2}$~~

$\tau = \tau_1 - \tau_0$   
 $\tau_1 = \tau + \tau_0$

~~$H = -v\tau - v\tau_0 + \frac{g(\tau^2 + 2\tau\tau_0 + \tau_0^2)}{2}$~~

Через какое  
 время камень  
 выйдет на землю

~~$g\tau_0 + g\tau_0^2$~~   
 $2v\tau_0 + g\tau_0^2$

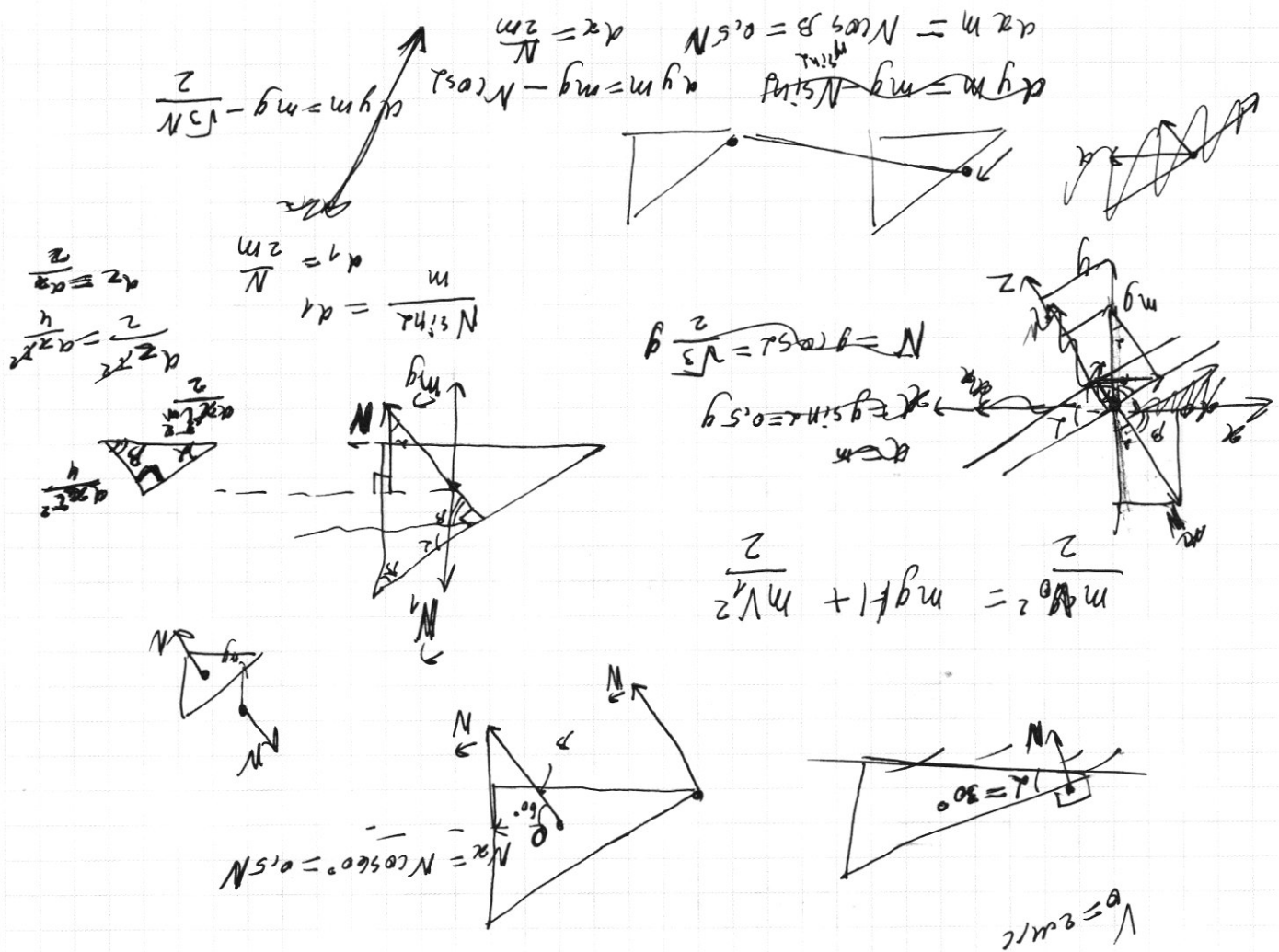
$2H = 2v\tau_0 + g\tau_0^2$

$v = \frac{2H - g\tau_0^2}{2\tau_0}$

$H = -v(\tau + \tau_0) + \frac{g(\tau + \tau_0)^2}{2}$

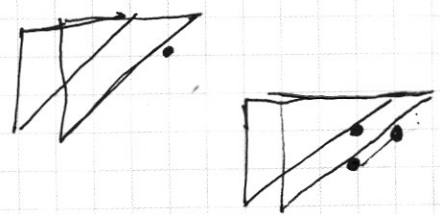
$100 - 25 = 75$





$m_A = m_B = m$   
 $\mu = 0.2$   
 $\beta = 45^\circ$

$6.2 \times 2 =$   
 $3.8 \times 4$   
 $15.2 = 4 \cdot 0.2 \cdot g$   
 $15.2 = 4 = 3.8$   
 $9.6 = 2 = 4.6$



$12.5 + 3.4 = 6.5$   
 $12.5 + 3.4 = 6.5$   
 $12.5 + 3.4 = 6.5$

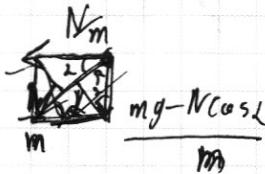
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

$$\frac{2}{1} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{4}$$

$$1 \quad 1,7 \quad 2$$



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

$$a_x = \frac{N}{2m}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 1,4 \\ 1,4 \\ \hline 119 \\ 14 \\ \hline 209 \end{array}$$

$$mV_0^2 =$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{(mg - N \cos \alpha) \tan \alpha}{N}$$

$$V = a_x \cdot 2l = \frac{Nl}{m} = \frac{2\sqrt{3}mg l}{5m \cdot 42} = \sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$\frac{1}{2\sqrt{3}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{mg - N \cos \alpha}{N}$$

$$\frac{2\sqrt{3} mg l}{m \cdot 5}$$

$$N = \sqrt{3} mg - \sqrt{3} N \cos \alpha$$

$$N(1 + \sqrt{3}) = \sqrt{3} mg - 1,5N$$

$$N = \frac{2\sqrt{3} mg}{5}$$

$$a = \frac{N \cos \alpha}{m} + \frac{mg - N \cos \alpha}{m} \sin \alpha$$

$$a = \frac{2\sqrt{3} mg \sqrt{3}}{5 \cdot 2m} + \frac{mg - \frac{2\sqrt{3} mg \sqrt{3}}{5}}{2,5m} \sin \alpha$$

$$a = \frac{3}{5}g + g - \frac{3}{5}g$$

$$H = S \cdot \sin \alpha = 0,125 \text{ м}$$

$$d = 0,6g + 0,5g - 0,3g = 0,8g = 8 \text{ м/с}^2$$

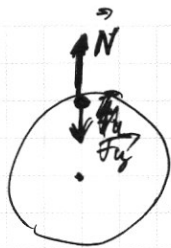
$$V_0 = V_0 = a t \Rightarrow t = \frac{V_0}{a} = \frac{1 \text{ м/с}}{0,8 \cdot 8 \text{ м/с}^2} = 0,25 \text{ с}$$

$$S = V_0 t - \frac{a t^2}{2} = 0,5 \text{ м} - 0,25 \text{ м} = 0,25 \text{ м}$$

$$V_0 = 3,7 \text{ м/с}$$

$$R = 1,2 \text{ м}$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$



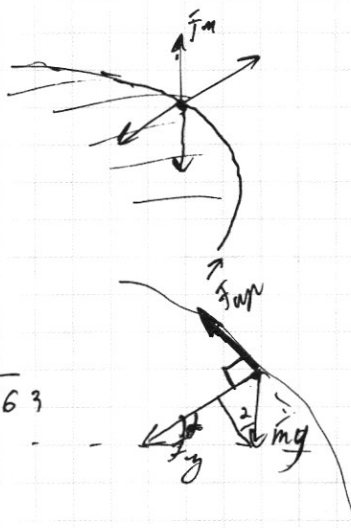
$$N = F_{\text{г}} \text{ II-ou zakh. R.}$$

$$\frac{V_0^2}{R} m$$

$$\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{м}}$$

$$\begin{array}{r} 3,7 \\ \times 3,7 \\ \hline 259 \\ 111 \\ \hline 13,69 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13,69 \text{ г} \text{ / } 3 \\ -12 \\ \hline 16 \\ -15 \\ \hline 19 \\ -18 \\ \hline 19 \end{array}$$



$$F_{\text{г}} - mg \sin \alpha = N$$

$$F_{\text{г}} - 0,5 mg = N$$

$$F_{\text{г} \cos} = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{г} \cos} = \frac{mg\sqrt{3}}{2}$$

$$F_{\text{г} \cos} = MN$$

$$0,8 F_{\text{г}} - 0,5 mg = \frac{mg\sqrt{3}}{2}$$

$$1,8 F_{\text{г}} - 0,9 mg = mg\sqrt{3}$$

$$\begin{array}{r} 4,563 \\ \times 4,563 \\ \hline 2736 \\ 2280 \\ \hline 20808 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ 39 \\ 4,56 \\ \times 4,56 \\ \hline 2736 \\ 2280 \\ \hline 25536 \end{array}$$

$$25536 \times 16 = 41,538$$

$$\begin{array}{r} 36 \quad 41,536 \quad 49 \\ \quad 5,576 \quad 7,164 \\ \quad \quad 4 \quad \quad 4 \end{array}$$

$$F_{\text{г}} = \frac{V_0^2}{R} m$$

$$0,9 + 1,7 = 2,6$$

$$\begin{array}{r} \times 26 \\ 1,2 \\ \hline 152 \\ 26 \\ \hline 31,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 6,3 \\ 6,3 \\ \hline 199 \\ 378 \\ \hline 39,69 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 1 \\ \times 6,4 \\ 6,4 \\ \hline 384 \\ 384 \\ \hline 40,96 \end{array}$$

$$\frac{1,8 V_0^2}{R} m - 0,9 mg = mg\sqrt{3}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{Rg(0,9 + \sqrt{3})}{1,8}}$$

$$392 \quad \frac{392}{18} = \frac{156}{9} = \frac{52}{3}$$

$$\begin{array}{r} 52 \text{ / } 3 \\ -3 \\ \hline 22 \\ -21 \\ \hline 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,7 \quad 4,7 \\ 16 \quad 17,3 \quad 25 \end{array}$$

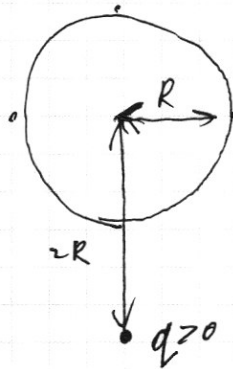
$$\begin{array}{r} \times 4,2 \\ 4,2 \\ \hline 168 \\ 168 \\ \hline 17,64 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4,1 \\ \times 4,1 \\ \hline 41 \\ 164 \\ \hline 16,81 \end{array}$$

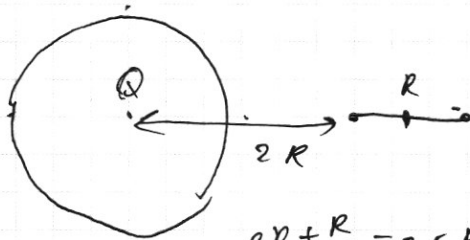
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Q70

№5.



$$F_1 = \frac{k|Q||q|}{(2R)^2} = \frac{Qqk}{4R^2}$$



$$2R + \frac{R}{2} = 2,5R$$

$$F_2 = \frac{k|Q||q|}{(2,5R)^2} = \frac{4|Q||q|}{25R^2} = 0,16 \frac{Qqk}{R^2}$$

$\nu = 1$  моль

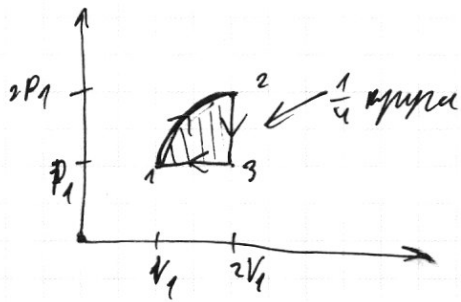
1 цикл  $\Rightarrow i = 3$

R

$y = ?$

$Q_n = ?$

$A = ?$



$$S_{\text{кпо}} = \pi R^2 = \pi R - R$$

$$A = \frac{\pi (2V_2 - V_1)(2P_1 - P_1)}{4} = \frac{3,14 P_1 V_1}{4}$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$Q_n = \Delta u + A$$

$$P_1 \cdot 4 P_1 V_1 = \nu R T_2$$

↑ формулы  
расчитываем

$$4 \nu R T_1 = \nu R T_2 \quad T_2 = 4 T_1$$

25,14

$$Q_n = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{3,14 P_1 V_1}{4}$$

12,54

$$Q_n = \frac{0 \nu R T_1}{2} + \frac{3,14 \nu R T_1}{4}$$

$$\begin{array}{r} 12,54 \\ -12 \\ \hline 0,54 \\ -0,4 \\ \hline 0,14 \\ -0,16 \\ \hline -0,02 \\ -0,02 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$Q_n = \frac{27,14 \nu R T_1}{4} = 11,913$$

$$3,14 : 2 = 1,57 \quad \begin{array}{r} 1,57 \\ -14 \\ \hline 17 \\ -16 \\ \hline 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2564 \\ \times 1254 \\ \hline 11913 \end{array}$$

$$\frac{314}{2514} = \frac{157}{1257}$$

$$\begin{array}{r} 3,14 \\ \times 25,14 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 157 \quad | \quad 1257 \\ - 0 \quad | \quad 0,1249 \\ \hline 1570 \\ - 1257 \\ \hline 3130 \\ - 2514 \\ \hline 6160 \\ - 5028 \\ \hline 11320 \end{array}$$