

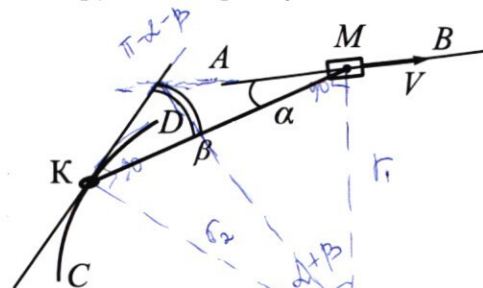
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.



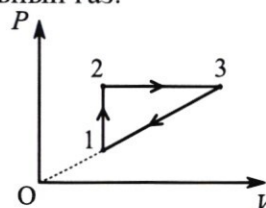
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.

2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы

$$\frac{q}{m} = \gamma.$$

1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.

2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.

3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки

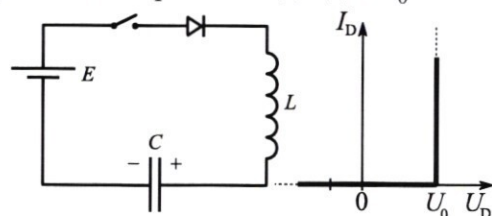
$L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

Ключ замыкают.

1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.

2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.

3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

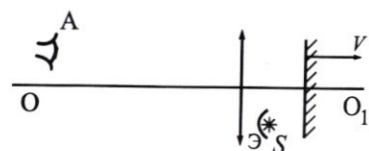


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2) \left[\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{k(k-1) \frac{5}{2} R T_0}{k(k-1) R T_0} = \frac{5}{2} \right]$$

$$3) \eta = \frac{A_{\text{max}}}{Q} = \frac{k(k-1) p_0 v_0 - \frac{p_0 v_0 (k^2-1)}{2}}{\frac{3}{2} p_0 v_0 (k-1) - 2 p_0 v_0 (k^2-1) + \frac{5}{2} p_0 v_0 (k-1) k} = \frac{k^2 - k - \frac{k^2-1}{2}}{\frac{3}{2} k - \frac{3}{2} - 2k^2 + 2 + \frac{5}{2} k^2 - \frac{5}{2} k} = \frac{\frac{k^2}{2} - k + \frac{1}{2}}{\frac{k^2}{2} - k + \frac{1}{2}} = 1$$

$$\frac{p_0 v_0}{T_0} = \frac{p_3 v_3}{T_3}$$

$$\frac{T_3}{T_0} = \frac{p_3 v_3}{p_0 v_0} = \frac{v_3^2}{v_0^2} = k^2$$

$$T_3 > T_0$$

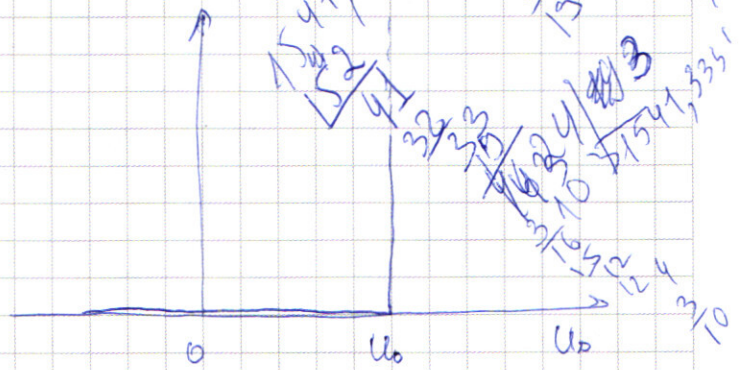
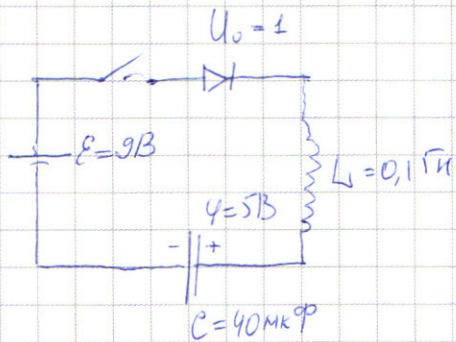
$$G_r = \frac{1}{\sqrt{5}} \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right) Q = \frac{1}{\sqrt{5}} \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{3}{2} \right) Q =$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} R T_0 (k-1) = C (k-1) T_0$$

$$1) \left[\begin{array}{l} C_{12} = \frac{3}{2} R \\ C_{23} = \frac{5}{2} R \\ C_{31} = -2R \end{array} \right]$$

$$3) \eta = \frac{Q_{12} - Q_{31}}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{31}}{Q_{12}} =$$

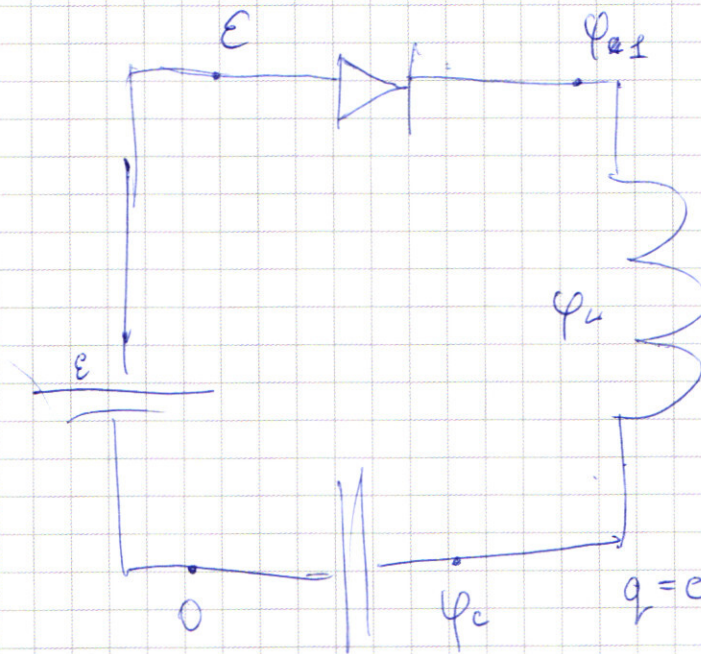
$$= 1 - \frac{2 R T_0 (k^2-1)}{R T_0 \left(\frac{3}{2} k - \frac{3}{2} + \frac{5}{2} k^2 - \frac{5}{2} k \right)} = 1 - \frac{2(k^2-1)}{\frac{5}{2} k^2 - k - \frac{3}{2}} = 1 - \frac{2(k-1)(k+1)}{\frac{5}{2} k^2 - k - \frac{3}{2}} = 1 - \frac{2(k-1)(k+1)}{\left(\frac{5}{2} k + \frac{3}{2} + R \right) (k-1)} = \frac{\frac{5}{2} R + \frac{3}{2} - 2k - 2}{\frac{5}{2} R + \frac{3}{2}} = \frac{\frac{R}{2} - \frac{1}{2}}{\frac{5}{2} R + \frac{3}{2}} = \frac{k-1}{5k+3}$$



V_{I} после замыкания цепи - ?

I_{max} - ?

U_{ac} - ?



$$\begin{array}{r} 63 \\ + 63 \\ \hline 126 \\ 126 \\ \hline 252 \\ 252 \\ \hline 504 \\ 504 \\ \hline 1008 \\ 1008 \\ \hline 2016 \end{array}$$

$$\varphi_1 - \varphi_c = \varphi_L$$

$$\frac{q}{t} = I$$

$$u = \frac{q}{c} = \frac{I \Delta t}{c}$$

$$q = cu$$

$$\varphi_1 - \varepsilon = U_0$$

$$\varphi_c + \varphi_L + \varphi_0 = \varepsilon$$

$$L \frac{I'}{dt} + \varphi_c + \varphi_0 = \varepsilon$$

$$u = I' = \frac{\varepsilon - \varphi_c - \varphi_0}{L}$$

$$\begin{cases} \varphi_0 + L \frac{I'}{dt} + \frac{I \Delta t}{c} = \varepsilon \\ L \frac{I}{dt} + \frac{I \Delta t}{c} = \varepsilon - \varphi \end{cases}$$

$$\begin{array}{r} 182,217 \\ + 182,217 \\ \hline 364,434 \\ 364,434 \\ \hline 728,868 \\ 728,868 \\ \hline 1457,736 \end{array}$$

$$410,85, 0,0410,85 \cdot 10^{-4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2

$\bar{i} = 1 \text{ моль}$

$C_{12} : C_{23} : C_{31} = ?$ $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = ?$

1) $\eta = ?$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_0 (k-1)$$

$$Q_{12} = \nu C_{12} T_0 (k-1) \Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{k p_0 V_0}{T_1}$$

$$T_1 = k T_0 \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_0) = \frac{3}{2} \nu R T_0 (k-1)$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$A_{12} = k p_0 V_0 (k-1)$$

$$2) \quad Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = \nu R T_0 k (k-1) + \frac{3}{2} \nu R T_0 k (k-1) = \frac{5}{2} \nu R T_0 k (k-1)$$

$$\frac{k p_0 V_0}{k T_0} = \frac{k p_0 k V_0}{T_3}$$

$$Q_{23} = C_{23} \nu T_0 (k-1) k$$

$$C_{23} = \frac{5}{2} R$$

$$T_3 = k^2 T_0 \quad \Delta U = \frac{3}{2} \nu R T_0 (k^2 - 1)$$

$$A_{23} = p_0 V_0 (k-1) k$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

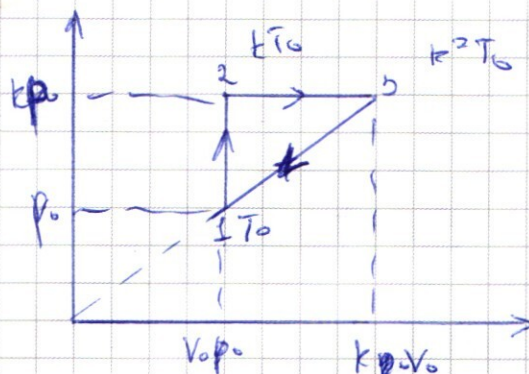
$$3) \quad Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = \left(\frac{\nu R T_0}{2} (k^2 - 1) + \frac{3}{2} \nu R T_0 (k^2 - 1) \right) = -2 \nu R T_0 (k^2 - 1)$$

$$A_{31} = \frac{V_0 (1-k) p_0 (k+1)}{2} = -\frac{V_0 p_0 (k^2 + 1)}{2} = -\frac{\nu R T_0 (k^2 - 1)}{2}$$

$$Q_{31} = C_{31} \nu T_0 (k^2 - 1)$$

$$C_{31} = -2R$$

$$4) \quad C_{12} : C_{23} : C_{31} = \frac{3}{2} : \frac{5}{2} : (-2) = 3 : 5 : (-4) = -\frac{3}{20} = -0,15$$



②

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \cdot 0,8 T_0 k (k-1)$$

$$A_{23} = 0,8 T_0 k (k-1)$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$$

③

$$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_H} = 1 - \frac{C_x \Delta T}{C_H \Delta T} = 1 - \frac{C_x}{C_H} = 1 - \frac{2R}{\frac{5}{2}R + \frac{3}{2}R} = 1 - \frac{2 \cdot 2}{8} =$$

$$\Delta T_H = \Delta T_H = \Delta T_x \quad = 1 - \frac{4}{8} = 1 - 0,5 = 0,5 = 50\%$$

Ответ: 1) - 0,15

2) 2,5

3) 50%

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

$$① qE = ma$$

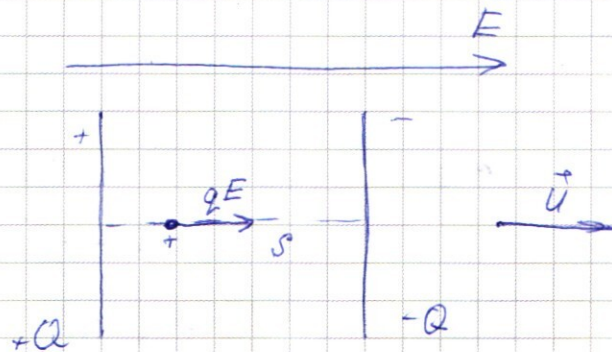
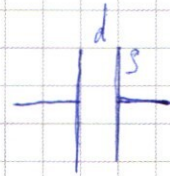
$$s = d - 0,25d = 0,75d$$

$$s = \frac{aT^2}{2}$$

$$a = \frac{1,5d}{T^2}$$

$$v^2 = 2as$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{1,5d \cdot 1,5d}{T^2}} = \frac{1,5d}{T} = \frac{3d}{2T}$$



$$② E = \frac{2Q}{\epsilon_0} = \frac{2Q}{s\epsilon_0}$$

$$E = \frac{ma}{q} = \frac{a}{\gamma} = \frac{1,5d}{T^2\gamma} = \frac{3d}{2T^2\gamma} = \frac{2Q}{s\epsilon_0}$$

$$Q = \frac{3d s \epsilon_0}{4T^2\gamma}$$

$$③ W_0 = \frac{Q^2}{2C} = \frac{3d s \epsilon_0 d}{4T^2\gamma \cdot 2\epsilon_0 s 2\gamma} = \frac{3d s \epsilon_0 d}{2 \cdot 4T^2\gamma^2 \epsilon_0} = \frac{3d s \epsilon_0}{4T^2\gamma^2} = \frac{3d s \epsilon_0}{4T^2\gamma^2} = \frac{3d s \epsilon_0}{4T^2\gamma^2} = \frac{3d s \epsilon_0}{4T^2\gamma^2}$$

$$C = \frac{\epsilon_0 s}{d}$$

$$E_{k1} = W_0 + E_{k2}$$

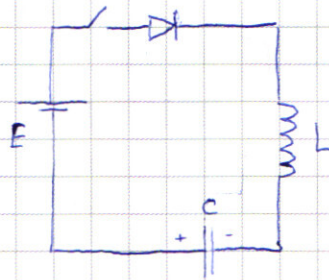
$$E_{k2} = \frac{m u^2}{2} = E_{k1} - W_0 = \frac{m (3d)^2}{2(2T)^2} - \frac{3d s \epsilon_0}{4T^2\gamma^2} = \frac{m (3d)^2}{2(2T)^2} - \frac{3d s \epsilon_0}{4T^2\gamma^2}$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{3d}{2T} \right)^2 \left(m - \frac{s \epsilon_0}{(2T\gamma)^2} \right)$$

$$u = \frac{3d}{2T} \sqrt{1 - \frac{s \epsilon_0}{(2T\gamma)^2}}$$

Ответ: 1) $\frac{3d}{2T}$ 2) $\frac{2Q}{s\epsilon_0}$ 3) $\frac{3d}{2T} \sqrt{1 - \frac{s \epsilon_0}{(2T\gamma)^2}}$

N4.



1) в какой-то момент ток в цепи не течет, т.к. $\varphi_{\text{макс}} < U_{\text{зарядки}}$.

$$A_{\text{источника}} = qE = \Delta W_{\text{звезд}} = \cancel{I \varphi_{\text{звезд}} \Delta t}$$

$$\cancel{\frac{q}{\Delta t} E = I \varphi_{\text{звезд}}}$$

$$\bullet \quad q_{\text{звезд}} A_{\text{источника}} = qE = \Delta W_{\text{звезд}}$$

$$qE = \varphi I$$

$$I = \frac{qE}{\varphi}$$

$$qE = \varphi$$

$$\bullet \quad \frac{Q_0^2}{2C} + \frac{L I^2}{2} = \varepsilon - \varphi_0$$

$$\frac{(Q_0 + I_{\text{max}} \Delta t)^2}{2C} + \frac{L I_{\text{max}}^2}{2} = \varepsilon - \varphi_0$$

↑

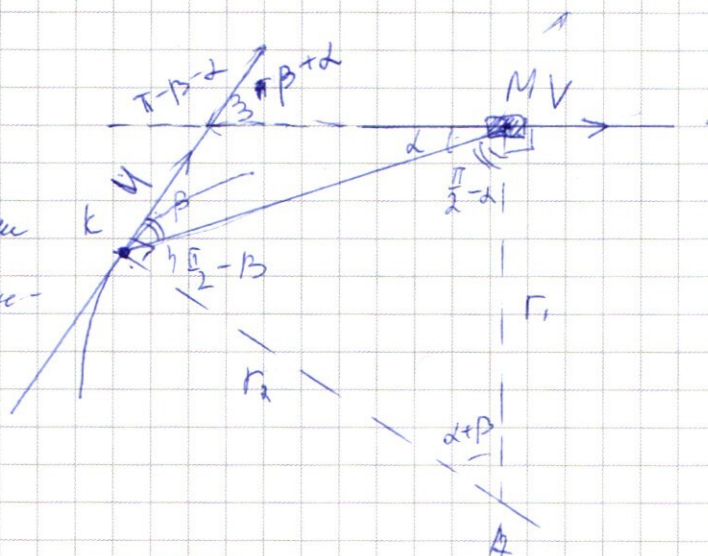
I_{max}

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1.

①

1) т.к. нить невесомая и нерастяжимая
силы можно принять как действующие
вдоль нити как единое целое



2)

$$V = \omega r_1$$

$$U = \omega r_2$$

$$U = \frac{V r_2}{r_1}$$

из $\triangle AKM$ по т. синусов

$$\frac{r_2}{\sin(\frac{\pi}{2} - \alpha)} = \frac{r_1}{\sin(\frac{\pi}{2} - \beta)}$$

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{V \cdot 15 \cdot 5}{17.4} = \frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{17.4} \frac{\text{см}}{\text{с}} \approx 45 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{3}{17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{3}{5}$$

②

перейдем в систему отсчета
материальной точки

$$V' = 0$$

$$\vec{U}' = \vec{U} - \vec{V}$$

$$\begin{aligned} \cos(\beta + \alpha) &= \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \\ &= \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{60 - 24}{17 \cdot 5} = \frac{36}{17 \cdot 5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (U')^2 &= V^2 + U^2 - 2VU \cos(\beta + \alpha) = V^2 \left(1 + \left(\frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4} \right)^2 - \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 2} \cdot \frac{36}{17 \cdot 5} \right) = \\ &= \frac{V^2}{17^2} \left(\frac{17^2 \cdot 80 + 15^2 \cdot 5^2 - 15 \cdot 5 \cdot 36 \cdot 8}{24 \cdot 5} \right) = \left(\frac{V}{17 \cdot 4} \right)^2 \cdot 3319 \end{aligned}$$

$$U' = \sqrt{\frac{3319}{68}} V \approx \frac{58}{68} V \approx 0.25 V \approx 63.75 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

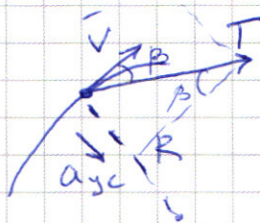
③

На конько держатель
только или скелетон
или - T

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

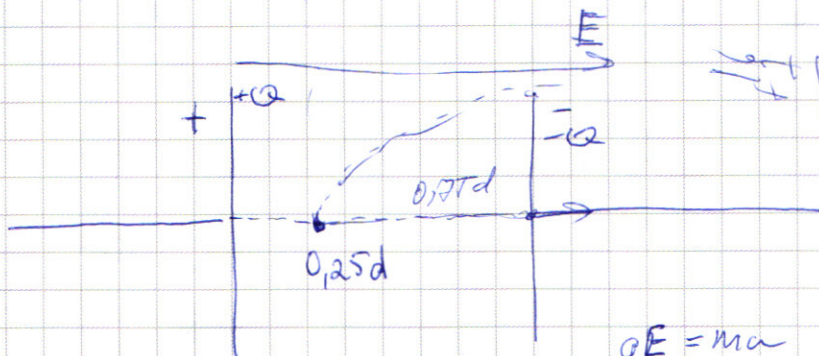
$$T \sin \beta = m a_{yc} = \frac{mv^2}{R}$$

$$T = \frac{mv^2}{R \sin \beta} = \frac{0,1 \cdot 68,68 \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{1,9 \cdot 3} \approx 0,04 \text{ Н}$$



Ответ: 1) $75 \frac{\text{cm}}{\text{с}}$
2) $63,75 \frac{\text{m}}{\text{с}}$
3) $0,04 \text{ Н}$

$$\left(\frac{b + \frac{3}{2}F}{c + \frac{F}{2}} \right) \frac{F}{2} = \frac{3Fb + \frac{3}{2}F^2 - \cancel{Fb} - \frac{3}{2}F^2}{c + \frac{F}{2}} = \frac{2Fb}{c + \frac{F}{2}}$$



$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon} = \frac{\epsilon_0 S}{2Q}$$

$$\frac{F}{\epsilon_0} = \frac{2Q}{\epsilon_0}$$

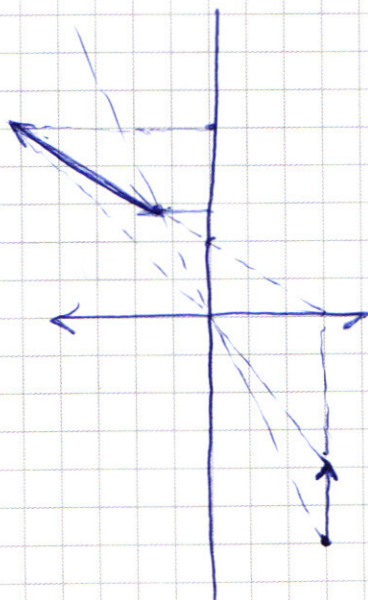
$$F - F_1 = 3F$$

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

$$F = k \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{h^2}$$

$$4\pi\epsilon_0 = \frac{kn^2}{m^2 H}$$

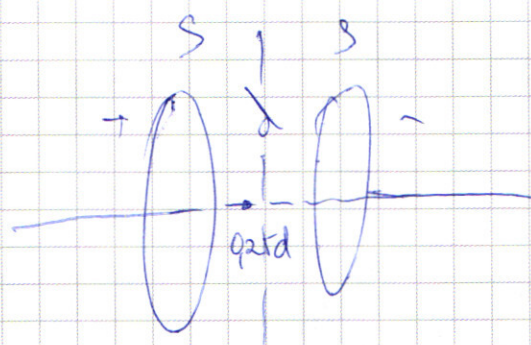
$$\frac{kn^2}{m^2 H} = \frac{kn}{H}$$



$$\left(\frac{b + \frac{3}{2}F}{c + \frac{F}{2}} \right) \frac{F}{2} = \frac{\frac{F}{2} \cdot \frac{F}{2}}{\frac{b + \frac{3}{2}F}{c + \frac{F}{2}}} = \frac{\frac{F^2}{4}}{\frac{b + \frac{3}{2}F}{c + \frac{F}{2}}} = \frac{F^2}{4} \cdot \frac{c + \frac{F}{2}}{b + \frac{3}{2}F} = \frac{F^2}{4} \cdot \frac{2c + F}{2b + 3F} = \frac{F^2}{4} \cdot \frac{2c + F}{2b + 3F}$$

$$E = \frac{1.5d}{qT^2} = \frac{2Q}{\epsilon_0} = \frac{2Q}{SE_0}$$

$$V = \sqrt{\frac{1.5d - 1.5d}{qT^2}} = \frac{1.5d}{T}$$



$$\frac{36 \times 10^3}{2.88}$$

$$15.25 = \frac{250 + 125}{84} = \frac{375}{84} = 4.46$$

$$172.80 + 15.5(15.25 - 36.8) =$$

$$= 172.80 + 15.5 \cdot 21.55 =$$

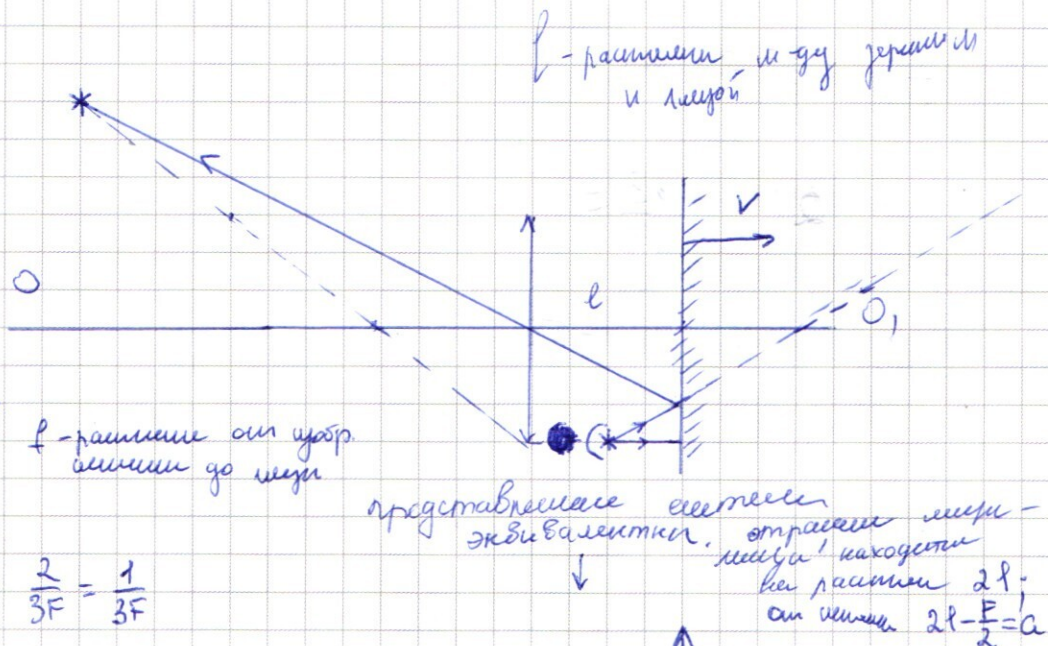
$$F_{\text{net}} = F_{\text{grav}} - F_{\text{air}} =$$

$$289.20 - 131.20 = 158.00$$

$$15.5 \times 21.55 = 334.025$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5.



1) формула тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F}$$

$$f = 3F \text{ - расстояние от центра линзы до изображения}$$

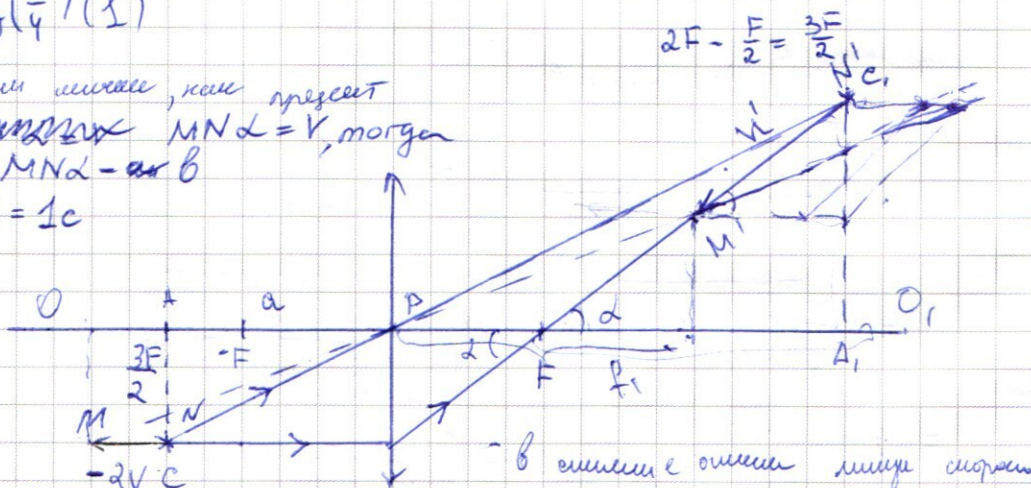
2) скорость v' изображения относительно скорости v к OO_1

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3F}{4F} = \frac{3}{4}$$

$$\alpha = \arctg\left(\frac{3}{4}\right) (1)$$

(в системе отсчета линзы $v_{\text{системы}} = 2V$)

3) представим линзу, как предмет $MN \angle = v$, тогда $MN \angle - \text{ар} b$
 $\angle = 1c$



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{b+a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{b+\frac{3F}{2}} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{b+\frac{3F}{2}-F}{(b+\frac{3F}{2})F} = \frac{b+\frac{F}{2}}{(b+\frac{3F}{2})F} \quad f_1 = \frac{(b+\frac{3F}{2})F}{b+\frac{F}{2}}$$

$$\frac{M'N'}{FM'} = \frac{f-f_1}{f_1-F} = \frac{2Fb(b+\frac{F}{2})}{(\frac{b+F}{2})FX} = \frac{2b}{F}$$

$$FN' = \sqrt{(f-F)^2 + (\frac{3}{2}F)^2} = \sqrt{0,5F \cdot 3,5F} = 0,5F\sqrt{7}$$

$$\frac{A_1C_1}{AC} = \frac{3F \cdot 2}{3F} = 42$$

$$A_1C = 2AC = 2 \cdot \frac{3}{2}F$$

~~X - угол преломления~~

$$\begin{aligned} (2b + F)X &= 0,5F\sqrt{7} \\ 2bX &= F(0,5\sqrt{7} - X) \end{aligned}$$

$$\frac{M'N'F}{2b} + M'N' = 0,5F\sqrt{7}$$

$$M'N' = \frac{(0,5F\sqrt{7})2b}{F+2b}$$

$$\frac{U'}{2V} = \frac{M'N'}{b} = \frac{0,5F\sqrt{7} \cdot 2}{F+2b} = \frac{F\sqrt{7}}{F+2b} = \frac{F\sqrt{7}}{F+2 \cdot 2V}$$

$$U' = \frac{2\sqrt{7}FV}{F+2 \cdot 2V}$$

Ответ: 1) (1)

2) (2)

3) (3)

$$U^2 = (U')^2 + (2V)^2 - 2U'2V \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \tan^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{9}{16}}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$U = V \sqrt{\frac{28F^2}{(F+2 \cdot 2V)^2} + 4} - 4 \frac{2\sqrt{7}F}{F+2 \cdot 2V} \cdot \frac{4}{5} =$$

$$= 2V \sqrt{\frac{4F^2}{(F+2 \cdot 2V)^2} + 1 - \frac{8}{5} \frac{\sqrt{7}F}{F+2 \cdot 2V}} =$$

$$= 2V \sqrt{\frac{\sqrt{7}F}{F+2 \cdot 2V} \left(\frac{\sqrt{7}F}{F+2 \cdot 2V} - \frac{8}{5} \right) + 1} \quad (3)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$\frac{C_2}{C_0} - ?$$

$$\frac{Q}{A} - ?$$

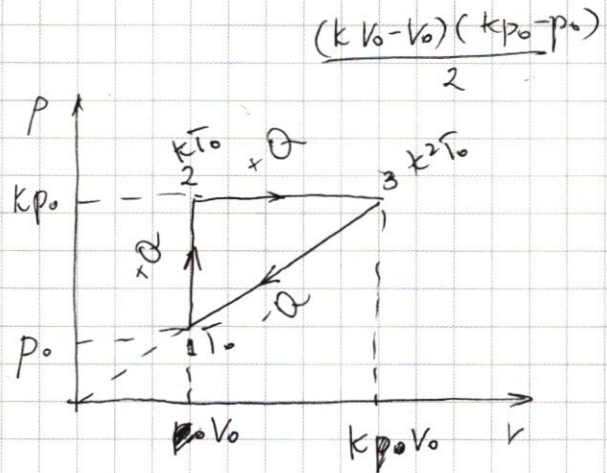
$$\eta - ?$$

$$p = p_0 = \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

$$\frac{p_3 V_3}{T_3} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$$

$$\frac{p_3 V_3}{T_3} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$$

$$T_3 = k^2 T_0$$



$$C_{12} = \frac{3}{2} R(k-1)$$

$$C_{23} = \frac{5}{2} R(k-1)k$$

$$C_{31} = -2R(k^2-1)$$

$$C_{12} : C_{23} : C_{31} =$$

$$= \frac{3}{2} : \frac{5k}{2} : (-2(k+1))$$

$$\frac{3}{5k-2(k+1)}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R T_0 (k-1) = C_{12} \nu$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$k p_0 V_0 = \nu R T_2$$

$$\frac{1}{k} = \frac{T_0}{T_2}$$

$$T_2 = k T_0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A = k p_0 (k-1) V_0 + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) =$$

$$\frac{p_0 V_0}{k T_0} = \frac{k p_0 V_0}{T_3}$$

$$T_3 = k^2 T_0$$

$$= k(k-1) \left(\nu R T_0 + \frac{3}{2} \nu R T_0 \right) = \nu C_{23}$$

$$C_{23} = \frac{k(k-1) \frac{5}{2} \nu R T_0}{\nu} = \frac{5}{2} R(k-1)k$$

$$Q_{31} = - \left((k V_0 - V_0) \frac{p_0 + k p_0}{2} + \frac{3}{2} \nu R T_0 (1 - k^2) \right) =$$

$$\frac{(k V_0 - V_0)(p_0 + k p_0)}{2} = \frac{k p_0 V_0 - p_0 V_0 + k^2 p_0 V_0 - k p_0 V_0}{2} = \frac{p_0 V_0 (k^2 - 1)}{2} =$$

$$= \frac{1}{2} \nu R T_0 (k^2 - 1)$$

$$= - \frac{1}{2} \nu R T_0 (k^2 - 1) (1 + 3) = - 2 \nu R T_0 (k^2 - 1) = \nu C_{31}$$

$$C_{31} = -2R(k^2-1)$$

$$\eta = \frac{k-1}{5k+3}$$

$$\eta' = \frac{5k+3 - 5(k-1)}{(5k+3)^2} = \frac{8}{(5k+3)^2} \neq 0$$

$$5k+3=0$$

$$\frac{k-1}{5k+3} = \frac{k-1}{k+3}$$

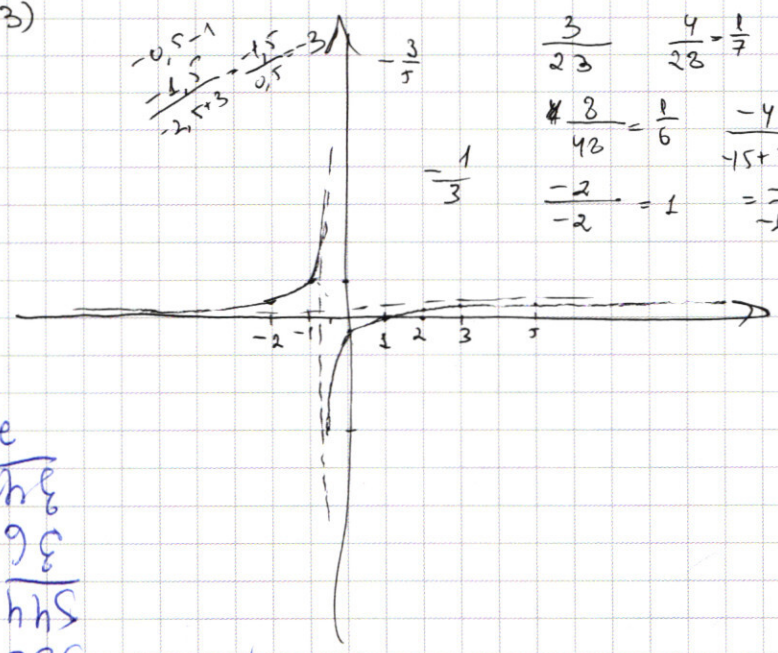
$$\frac{1}{13}$$

$$\frac{2}{12} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{3}{23} \quad \frac{4}{28} = \frac{1}{7}$$

$$\frac{8}{42} = \frac{1}{6} \quad \frac{-4}{-15+3} = \frac{-4}{-12} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{-2}{-2} = 1$$



$$\eta = \frac{k-1}{5k+3} = \frac{k-1}{k+3}$$

$$= \frac{k-1}{k+3}$$

$$\frac{52}{62} \quad \frac{1}{1}$$

$$\frac{3}{2}(k-1) + \frac{5}{2}k(k-1) - 2(k^2-1) =$$

$$= \frac{3}{2}k - \frac{3}{2} + \frac{5}{2}k^2 - \frac{5}{2}k + 2 = \frac{k^2}{2} - k + \frac{1}{2} = \frac{1}{2}(k^2 - 2k + 1) = \frac{1}{2}(k-1)^2$$

$$Q_x = 2(k^2 - 1)$$

$$\eta = 1 - \frac{2(k^2-1)}{\frac{1}{2}(k-1)^2} = 1 - \frac{4(k+1)}{k-1} = \frac{k-1-4k-4}{k-1} = \frac{-3k-3}{k-1}$$

$$= \frac{-3(k-1)}{k-1} = -3$$

$$\frac{5}{5} \quad \frac{5}{5} \quad \frac{5}{5} \quad \frac{5}{5}$$

$$\frac{5}{5} \quad \frac{5}{5} \quad \frac{5}{5}$$

$$\frac{5}{5} \quad \frac{5}{5} \quad \frac{5}{5} \quad \frac{5}{5}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

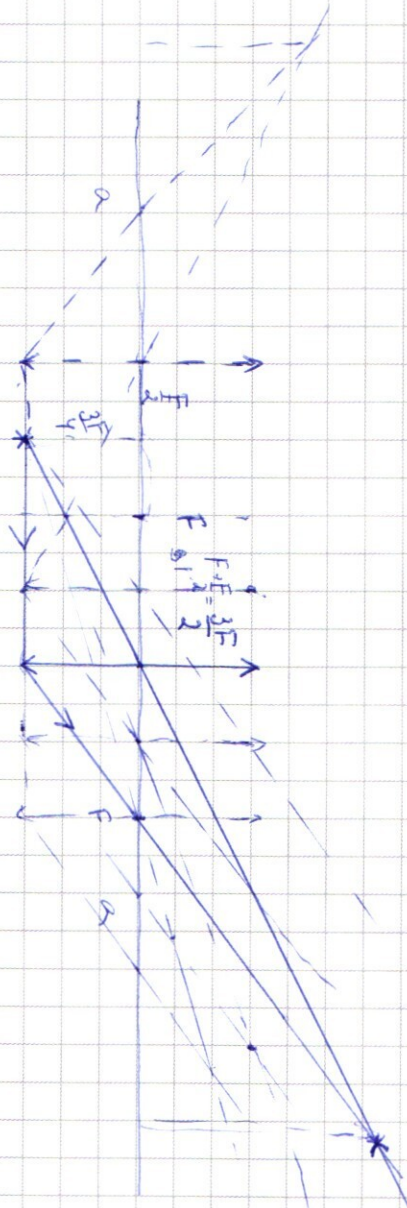
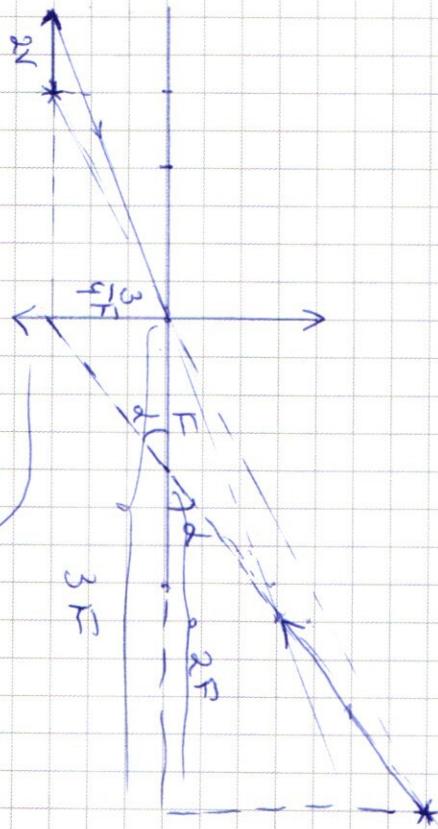
$$\chi = \frac{10F^2 - 15F^2}{8(2F - a)} = \frac{10a^2 - 15F^2}{8F(2 - 2)} = \frac{5F(2a - 3F)}{8(2F - a)} = a$$

$$\lg a = \frac{3}{4}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{2}{3F}$$

$$\frac{1}{a} = \frac{2}{3F} - \frac{1}{F} = -\frac{1}{3F}$$

$$|a| = -3F = 3F$$



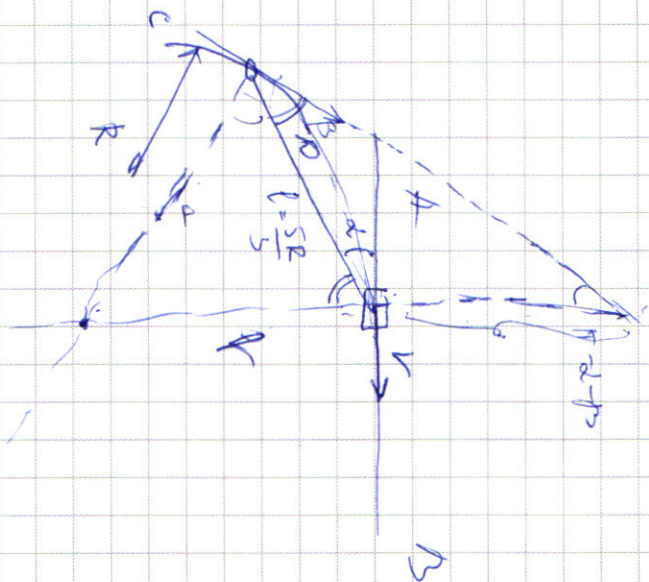
$$\frac{r_1}{\sin(\frac{\pi}{2}-\alpha)} = \frac{r_2}{\sin \alpha} - d$$

$$\begin{array}{r} 263 \\ - 225 \\ \hline 64 \end{array}$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{17}}{8}$$

$$\cos \theta = \frac{15}{17}$$

$$\sin \theta = \frac{8}{17}$$



$$V = 0.8 \text{ bar}$$

$$a = r^2 + \left(\frac{\sqrt{R}}{3}\right)^2 - 2\frac{\sqrt{R}}{3} \cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right)$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{16} + \frac{1}{25} + \frac{1}{36} + \frac{1}{49} + \frac{1}{64} + \frac{1}{81} + \frac{1}{100} + \frac{1}{121} + \frac{1}{144} + \frac{1}{169} + \frac{1}{196} + \frac{1}{225} + \frac{1}{256} + \frac{1}{289} + \frac{1}{324} + \frac{1}{361} + \frac{1}{400} + \frac{1}{441} + \frac{1}{484} + \frac{1}{529} + \frac{1}{576} + \frac{1}{625} + \frac{1}{676} + \frac{1}{729} + \frac{1}{784} + \frac{1}{841} + \frac{1}{900} + \frac{1}{961} + \frac{1}{1024} + \frac{1}{1089} + \frac{1}{1156} + \frac{1}{1225} + \frac{1}{1296} + \frac{1}{1369} + \frac{1}{1444} + \frac{1}{1521} + \frac{1}{1600} + \frac{1}{1681} + \frac{1}{1764} + \frac{1}{1849} + \frac{1}{1936} + \frac{1}{2025} + \frac{1}{2116} + \frac{1}{2209} + \frac{1}{2304} + \frac{1}{2401} + \frac{1}{2500} + \frac{1}{2601} + \frac{1}{2704} + \frac{1}{2809} + \frac{1}{2916} + \frac{1}{3025} + \frac{1}{3136} + \frac{1}{3249} + \frac{1}{3364} + \frac{1}{3481} + \frac{1}{3600} + \frac{1}{3721} + \frac{1}{3844} + \frac{1}{3969} + \frac{1}{4096} + \frac{1}{4225} + \frac{1}{4356} + \frac{1}{4489} + \frac{1}{4624} + \frac{1}{4761} + \frac{1}{4900} + \frac{1}{5041} + \frac{1}{5184} + \frac{1}{5329} + \frac{1}{5476} + \frac{1}{5625} + \frac{1}{5776} + \frac{1}{5929} + \frac{1}{6084} + \frac{1}{6241} + \frac{1}{6400} + \frac{1}{6561} + \frac{1}{6724} + \frac{1}{6891} + \frac{1}{7064} + \frac{1}{7241} + \frac{1}{7424} + \frac{1}{7611} + \frac{1}{7804} + \frac{1}{7999} + \frac{1}{8196} + \frac{1}{8399} + \frac{1}{8604} + \frac{1}{8811} + \frac{1}{9024} + \frac{1}{9241} + \frac{1}{9464} + \frac{1}{9691} + \frac{1}{9924} + \frac{1}{10161} + \frac{1}{10404} + \frac{1}{10651} + \frac{1}{10904} + \frac{1}{11161} + \frac{1}{11424} + \frac{1}{11691} + \frac{1}{11964} + \frac{1}{12241} + \frac{1}{12524} + \frac{1}{12811} + \frac{1}{13104} + \frac{1}{13401} + \frac{1}{13704} + \frac{1}{14011} + \frac{1}{14324} + \frac{1}{14641} + \frac{1}{14964} + \frac{1}{15291} + \frac{1}{15624} + \frac{1}{15961} + \frac{1}{16304} + \frac{1}{16651} + \frac{1}{17004} + \frac{1}{17361} + \frac{1}{17724} + \frac{1}{18091} + \frac{1}{18464} + \frac{1}{18841} + \frac{1}{19224} + \frac{1}{19611} + \frac{1}{20004} + \frac{1}{20401} + \frac{1}{20804} + \frac{1}{21211} + \frac{1}{21624} + \frac{1}{22041} + \frac{1}{22464} + \frac{1}{22891} + \frac{1}{23324} + \frac{1}{23761} + \frac{1}{24204} + \frac{1}{24651} + \frac{1}{25104} + \frac{1}{25561} + \frac{1}{26024} + \frac{1}{26491} + \frac{1}{26964} + \frac{1}{27441} + \frac{1}{27924} + \frac{1}{28411} + \frac{1}{28904} + \frac{1}{29401} + \frac{1}{29904} + \frac{1}{30411} + \frac{1}{30924} + \frac{1}{31441} + \frac{1}{31964} + \frac{1}{32491} + \frac{1}{33024} + \frac{1}{33561} + \frac{1}{34104} + \frac{1}{34651} + \frac{1}{35204} + \frac{1}{35761} + \frac{1}{36324} + \frac{1}{36891} + \frac{1}{37464} + \frac{1}{38041} + \frac{1}{38624} + \frac{1}{39211} + \frac{1}{39804} + \frac{1}{40401} + \frac{1}{40999} + \frac{1}{41604} + \frac{1}{42211} + \frac{1}{42824} + \frac{1}{43441} + \frac{1}{44064} + \frac{1}{44691} + \frac{1}{45324} + \frac{1}{45961} + \frac{1}{46604} + \frac{1}{47251} + \frac{1}{47904} + \frac{1}{48561} + \frac{1}{49224} + \frac{1}{49891} + \frac{1}{50564} + \frac{1}{51241} + \frac{1}{51924} + \frac{1}{52611} + \frac{1}{53304} + \frac{1}{54001} + \frac{1}{54704} + \frac{1}{55411} + \frac{1}{56124} + \frac{1}{56841} + \frac{1}{57564} + \frac{1}{58291} + \frac{1}{59024} + \frac{1}{59761} + \frac{1}{60504} + \frac{1}{61251} + \frac{1}{62004} + \frac{1}{62761} + \frac{1}{63524} + \frac{1}{64291} + \frac{1}{65064} + \frac{1}{65841} + \frac{1}{66624} + \frac{1}{67411} + \frac{1}{68204} + \frac{1}{69001} + \frac{1}{69804} + \frac{1}{70611} + \frac{1}{71424} + \frac{1}{72241} + \frac{1}{73064} + \frac{1}{73891} + \frac{1}{74724} + \frac{1}{75561} + \frac{1}{76404} + \frac{1}{77251} + \frac{1}{78104} + \frac{1}{78961} + \frac{1}{79824} + \frac{1}{80691} + \frac{1}{81564} + \frac{1}{82441} + \frac{1}{83324} + \frac{1}{84211} + \frac{1}{85104} + \frac{1}{86001} + \frac{1}{86904} + \frac{1}{87811} + \frac{1}{88724} + \frac{1}{89641} + \frac{1}{90564} + \frac{1}{91491} + \frac{1}{92424} + \frac{1}{93361} + \frac{1}{94304} + \frac{1}{95251} + \frac{1}{96204} + \frac{1}{97161} + \frac{1}{98124} + \frac{1}{99091} + \frac{1}{100064} + \frac{1}{101041} + \frac{1}{102024} + \frac{1}{103011} + \frac{1}{104004} + \frac{1}{105001} + \frac{1}{106004} + \frac{1}{107011} + \frac{1}{108024} + \frac{1}{109041} + \frac{1}{110064} + \frac{1}{111091} + \frac{1}{112124} + \frac{1}{113161} + \frac{1}{114204} + \frac{1}{115251} + \frac{1}{116304} + \frac{1}{117361} + \frac{1}{118424} + \frac{1}{119491} + \frac{1}{120564} + \frac{1}{121641} + \frac{1}{122724} + \frac{1}{123811} + \frac{1}{124904} + \frac{1}{126001} + \frac{1}{127104} + \frac{1}{128211} + \frac{1}{129324} + \frac{1}{130441} + \frac{1}{131564} + \frac{1}{132691} + \frac{1}{133824} + \frac{1}{134961} + \frac{1}{136104} + \frac{1}{137251} + \frac{1}{138404} + \frac{1}{139561} + \frac{1}{140724} + \frac{1}{141891} + \frac{1}{143064} + \frac{1}{144241} + \frac{1}{145424} + \frac{1}{146611} + \frac{1}{147804} + \frac{1}{149001} + \frac{1}{150204} + \frac{1}{151411} + \frac{1}{152624} + \frac{1}{153841} + \frac{1}{155064} + \frac{1}{156291} + \frac{1}{157524} + \frac{1}{158761} + \frac{1}{160004} + \frac{1}{161251} + \frac{1}{162504} + \frac{1}{163761} + \frac{1}{165024} + \frac{1}{166291} + \frac{1}{167564} + \frac{1}{168841} + \frac{1}{170124} + \frac{1}{171411} + \frac{1}{172704} + \frac{1}{174001} + \frac{1}{175304} + \frac{1}{176611} + \frac{1}{177924} + \frac{1}{179241} + \frac{1}{180564} + \frac{1}{181891} + \frac{1}{183224} + \frac{1}{184561} + \frac{1}{185904} + \frac{1}{187251} + \frac{1}{188604} + \frac{1}{189961} + \frac{1}{191324} + \frac{1}{192691} + \frac{1}{194064} + \frac{1}{195441} + \frac{1}{196824} + \frac{1}{198211} + \frac{1}{199604} + \frac{1}{201001} + \frac{1}{202404} + \frac{1}{203811} + \frac{1}{205224} + \frac{1}{206641} + \frac{1}{208064} + \frac{1}{209491} + \frac{1}{210924} + \frac{1}{212361} + \frac{1}{213804} + \frac{1}{215251} + \frac{1}{216704} + \frac{1}{218161} + \frac$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta =$$

$$= \frac{42}{17} - \frac{24}{5.17} = \frac{60-24}{5.17} = \frac{36}{5.17}$$

6/100

$$R^2 + R^2 - 2R^2 \frac{36}{5.17} = 2R^2 \left(\frac{49}{5.17} \right)$$