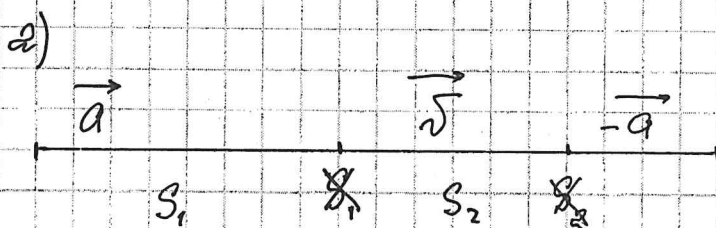
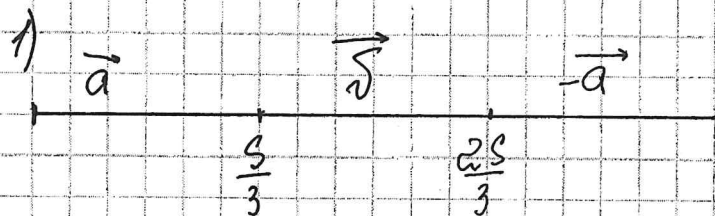


Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
606		Червильская НС	Сер
Шифр			018007

N1

Дано:

S, v, at



Решение:

Для первого спортсмена:

$$S = \frac{at_1^2}{2} + vt_2 + \left(vt_3 - \frac{at_3^2}{2} \right)$$

Для второго:

$$S = \frac{at^2}{18} + \frac{vt}{3} + \left(\frac{vt}{3} - \frac{at^2}{18} \right) = \frac{vt}{3} \cdot 2$$

$t = \frac{3S}{2v}$ — время движения бегуна в

$$S = \frac{at_1^2}{2} + vt_2 + \left(vt_3 - \frac{at_3^2}{2} \right)$$

$$\frac{S}{3} = \frac{at_1^2}{2} ; \quad \frac{S}{3} = vt_2 ; \quad \frac{S}{3} = vt_3 - \frac{at_3^2}{2}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2S}{3a}} ; \quad t_2 = \frac{S}{3v} ;$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

918037

$$\frac{S}{3} = vt_3 - \frac{at_3^2}{2}$$

$$\frac{at_3^2}{2} - vt_3 + \frac{S}{3} = 0$$

$$D = v^2 - 4 \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{S}{3} = v^2 - \frac{2aS}{3}$$

$$t_{3,1,2} = \frac{v \pm \sqrt{v^2 - \frac{2aS}{3}}}{a}$$

$$v = at_1$$

$$v - at_3 = 0 \Rightarrow v = at_3$$

$$at_1 = at_3$$

$$t_1 = t_3$$

$$t_3 = \sqrt{\frac{2S}{3a}}$$

$$T_1 = t_1 + t_2 + t_3 = 2\sqrt{\frac{2S}{3a}} + \frac{S}{3v}$$

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

$$\frac{v}{a} = \sqrt{\frac{2S}{3a}} \Rightarrow \frac{v^2}{a^2} \cdot \frac{2S}{3a} \Rightarrow \frac{v^2}{a} \cdot \frac{2S}{3} \Rightarrow a = \frac{3v^2}{2S}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2S}{3a}} = \sqrt{\frac{2S}{3 \cdot \frac{3v^2}{2S}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot S^2}{9v^2}} = \frac{4S}{3v}$$

$$T_1 = \frac{2 \cdot 4 \cdot S}{3v} + \frac{S}{3v} \cdot \frac{9S}{3v} = \frac{3S}{v} - \text{время Бегуна А}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$T_1 = \frac{3S}{v} ; \quad T_2 = \frac{3S}{2v}$$

$T_1 > T_2 \Rightarrow$ первый приходит человек Б

$$T_1 - T_2 = \Delta t$$

$$\frac{3S}{v} - \frac{3S}{2v} = \Delta t$$

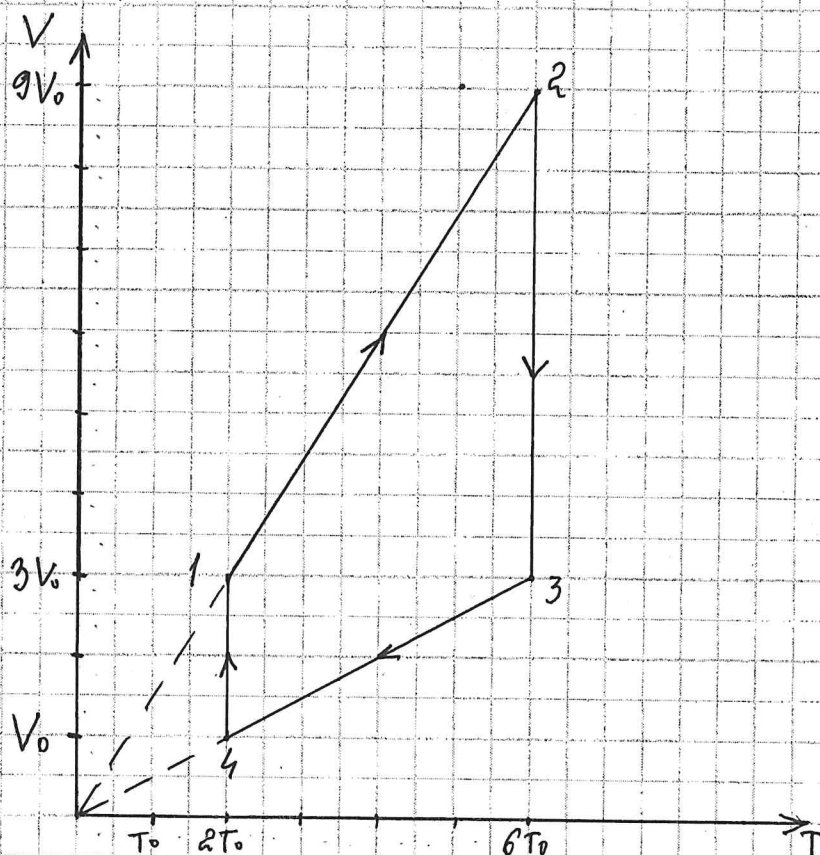
$$\Delta t = \frac{3S}{2v} \Rightarrow v = \frac{3S}{2\Delta t}$$

Ответ: 1) Первый приходит человек Б ✓
2) $v = \frac{3S}{2\Delta t}$ — 150

№3.

Дано:

$\eta = ?$



Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Решение:

Запишем Первого Начала Термодинамики:

$$Q = A_2 + \Delta U$$

~~Q₄₁ =~~

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = P_{12} \Delta V_{12} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} - \text{т.к. } 1-2 - \text{изобара}$$

$$Q_{34} = A_{34} + \Delta U_{34} = P_{34} \Delta V_{34} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{34} - \text{т.к. } 3-4 - \text{изобара}$$

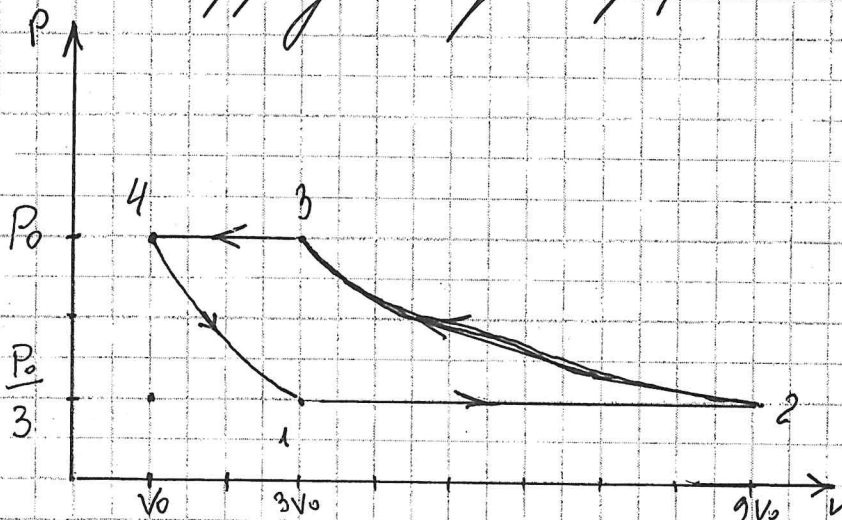
$$Q_{41} = A_{41} + \Delta U_{41} = A_{41}, \text{ т.к. } 4-1 - \text{изотерма}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = A_{23}, \text{ т.к. } 2-3 - \text{изотерма.}$$

$$Q_{12} = P_{12} 6V_0 + \frac{3}{2} \nu R 4T_0 = 6P_{12} 6P_{12} V_0 + 6\nu R T_0$$

$$Q_{34} = -P_{34} 2V_0 + \frac{3}{2} \nu R (-4T_0) = -2P_{34} V_0 + 6\nu R T_0$$

~~Q₄₁ =~~ Термодинамический цикл графика:



Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Найти работу газа на участке 4-1 и 2-3

$$A_{24-1} = \int_{V_0}^{3V_0} P dV = P_0 V_0 \ln 3$$

$$A_{223} = \int_{3V_0}^{V_0} P dV = -3P_0 V_0 \ln \frac{1}{3} = +3P_0 V_0 \ln 3$$

$$|Q_{12}| = 6\frac{P_0}{3}V_0 + 6\nu RT_0$$

$$|Q_{34}| = +2P_0 V_0 + 6\nu RT_0$$

$$|Q_{41}| = P_0 V_0 \ln 3$$

$$|Q_{23}| = +3P_0 V_0 \ln 3$$

$$P_0 V_0 = \nu RT_0 \Rightarrow \text{и}$$

$$|Q_{12}| = 2P_0 V_0 + 6P_0 V_0 = 8P_0 V_0 - \text{нагревание}$$

$$|Q_{34}| = +2P_0 V_0 + 6P_0 V_0 = +8P_0 V_0 - \text{нагревание}$$

$$|Q_{41}| = P_0 V_0 \ln 3 - \text{нагревание}$$

$$|Q_{23}| = +3P_0 V_0 \ln 3 - \text{нагревание}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Определим КПД данного цикла:

$$\eta = \frac{A_2}{Q_{11}} = \frac{2P_0V \ln 3}{8P_0V + 2P_0V \ln 3}$$

$$\eta = \frac{2 \ln 3}{8 + \ln 3} = 0,24$$

$$\eta = 24\%$$

Ответ: $\eta = 24\%$

160

N5.

Дано:

$$V = 5000 \text{ м}^3$$

$$P_u = 110 \text{ кПа}$$

$$t = 43^\circ \text{C}$$

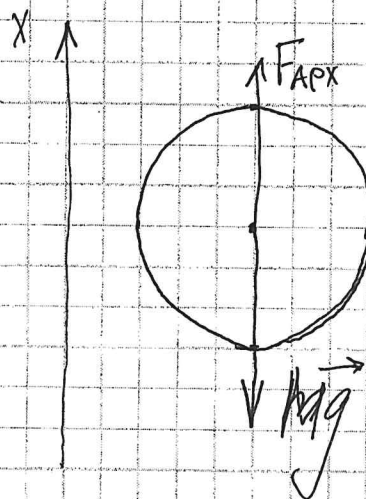
$$\eta = 10\%$$

$$P_A = 100 \text{ кПа}$$

$$m = 100 \text{ кг}$$

$$P_{u,n} = 9000 \text{ Па}$$

$$\eta_2 = ?$$



Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Решение:

Запишем II Закон Ньютона для первой части системы:

$$Ox: F_{APx_1} - Mg = 0$$

$$P_{AB} g V = Mg$$

$$P_{AB} g V = (m_{ш} + m) g$$

$$P_{AB} V = m_{ш} + m.$$

Запишем II Закон Ньютона для второй части системы:

$$Ox: F_{APx_2} - M'g = 0$$

$$P_{AB} g V = M'g$$

$$P_{AB} V = m_{ш}$$

$$\begin{cases} P_{AB_1} V = m_{ш} + m \\ P_{AB_2} V = m_{ш} \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_{AB_1} V = m_{ш} + m \\ P_{AB_2} V = m_{ш} \end{cases}$$

$$(P_{AB_1} - P_{AB_2}) V = m$$

$$P_{AB} \gamma = \frac{P_n}{P_{n.n.}} \Rightarrow P_n = \gamma \cdot P_{n.n.}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

~~$$\rho_{\text{ж}} = \frac{m_{\text{ж}}}{V}$$~~

~~$$F_{\text{APX}} \sim \Delta P$$~~

~~$$\frac{F_{\text{APX}_1}}{F_{\text{APX}_2}} = \frac{P_{\text{H}} - P_{\text{B}_1}}{P_{\text{H}} - P_{\text{B}_2}} = \frac{P_{\text{H}} - P_{\text{A}} - P_{\text{H}_1}}{P_{\text{H}} - P_{\text{A}} - P_{\text{H}_2}}$$~~

~~$$P_{\text{H}_1} = \gamma_1 P_{\text{H}_n}$$~~

~~$$\frac{F_{\text{APX}_1}}{F_{\text{APX}_2}} = \frac{P_{\text{H}} - P_{\text{A}} - P_{\text{H}_1}}{P_{\text{H}} - P_{\text{A}} - P_{\text{H}_2}} = \frac{P_{\text{H}} - P_{\text{A}} - \gamma_1 P_{\text{H}_n}}{P_{\text{H}} - P_{\text{A}} - \gamma_2 P_{\text{H}_n}}$$~~

$$(P_{\text{B}_1} - P_{\text{B}_2}) V = m$$

$$PV = \nu RT$$

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad ; \quad PV = \frac{P V}{\mu} RT \Rightarrow P = \frac{P}{\mu} RT$$

~~$$PV = \frac{P \cdot V}{\mu} RT$$~~

~~$$P = \frac{P}{\mu} RT \Rightarrow P_{\text{B}} = \frac{P_{\text{B}} \mu}{RT}$$~~

~~$$\left(\frac{P_{\text{B}_1} \mu}{RT} - \frac{P_{\text{B}_2} \mu}{RT} \right) V = m$$~~

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$P_{b1} = P_A + P_{n.1}$$

$$P_{b2} = P_A + P_{n.2}$$

$$\left(\frac{P_A + P_{n.1}}{RT} - \frac{P_A + P_{n.2}}{RT} \right) \cdot \mu V = m$$

$$\left(\frac{P_A + P_{n.1} - P_A - P_{n.2}}{RT} \right) \cdot \mu V = m$$

$$(P_{n.1} - P_{n.2}) \frac{\mu V}{RT} = m$$

$$(y_1 P_{n.1} - y_2 P_{n.2}) \frac{\mu V}{RT} = m$$

$$P_A = \frac{P_b}{\mu_b} RT$$

P_1

$$P_n = \frac{P_n}{\mu_n} RT$$

$$P_A V = \frac{m_b}{\mu_b} RT$$

$$P_n V = \frac{m_n}{\mu_n} RT \Rightarrow P_1 = \frac{m_b}{\mu_b}$$

$$\Rightarrow P_1 = (P_A + P_{n.1}) = \frac{m_b RT}{V \mu_b} + \frac{m_{n.1} RT}{V \mu_n}$$

$$P_2 = (P_A + P_{n.2}) = \frac{m_b RT}{V \mu_b} + \frac{m_{n.2} RT}{V \mu_n}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$P_1 = \frac{m_b R T_{\text{мн}} + m_{n1} R T_{\text{мб}}}{V_{\text{мн}} \cdot \text{мб}} = \frac{(m_b \text{мн} + m_{n1} \cdot \text{мб}) R T}{V_{\text{мн}} \cdot \text{мб}}$$

$$P_2 = \frac{m_b R T_{\text{мн}} + m_{n2} R T_{\text{мб}}}{V_{\text{мб}} \cdot \text{мн}} = \frac{(m_b \text{мн} + m_{n2} \cdot \text{мб}) R T}{V_{\text{мн}} \cdot \text{мб}}$$

$$P_1 = \frac{(P_b \text{мн} + P_{n1} \text{мб}) R T}{\text{мн} \cdot \text{мб}}$$

$$P_2 = \frac{(P_b \text{мн} + P_{n2} \text{мб}) R T}{\text{мн} \cdot \text{мб}}$$

$$P \sim P \Rightarrow P_1 - P_2 \sim P_1 - P_2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{(P_b \text{мн} + P_{n1} \text{мб}) R T}{\text{мн} \cdot \text{мб}} - \frac{(P_b \text{мн} + P_{n2} \text{мб}) R T}{\text{мн} \cdot \text{мб}}$$

$$= \frac{R T}{\text{мн} \cdot \text{мб}} (P_{n1} \text{мб} - P_{n2} \text{мб}) = \frac{R T}{\text{мн}} (P_{n1} - P_{n2})$$

Сила Архимеда пропорциональна разности
давлений снаружи и внутри шара, т.е.

$$\neq P_{\text{н}} - P_{\text{в}} \sim \frac{P_{\text{н}} - P_{\text{в}}}{m + m}$$

$$P_{\text{н}} - P_{\text{в}} \sim m + m$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$P_n - P_{n1} \sim m_{\text{ш}} + m$$

$$P_n - P_{n2} \sim m_{\text{ш}}$$

$$P_n - P_{n1} - P_n + P_{n2} \sim m$$

$$P_{n2} - P_{n1} \sim m$$

$$\gamma_2 P_{\text{ш.н.}} - \gamma_1 P_{\text{ш.н.}} \sim m.$$

$$(\gamma_2 - \gamma_1) P_{\text{ш.н.}} \sim m.$$

$$\gamma_2 - \gamma_1 \sim \frac{m}{P_{\text{ш.н.}}}$$

$$\frac{m}{P_{\text{ш.н.}}} \approx 0,011, \text{ м.г.}$$

$$\gamma_2 - \gamma_1 \sim 0,011$$

$$\frac{P_n - P_{n1}}{P_n - P_{n2}} = \frac{m_{\text{ш}} + m}{m_{\text{ш}}}$$

$$\frac{P_n - P_{n1}}{P_n - P_{n2}} = 1 + \frac{m}{m_{\text{ш}}} \Rightarrow \frac{P_n - \gamma_1 P_{\text{ш.н.}}}{P_n - \gamma_2 P_{\text{ш.н.}}} = 1 + \frac{m}{m_{\text{ш}}}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача. Шар будет висеть в воздухе, если его плотность будет равна плотности воздуха.

$$1) \frac{m_{ш} + m}{V} = \rho_{з.} = \left(\frac{m_{б.} + m_{н.}}{V'} \right)$$

$$2) \frac{m_{ш}}{V} = \rho_{з.} = \left(\frac{m_{б.} + m_{н.}}{V'} \right)$$

$$(\rho_{з.1} - \rho_{з.2}) = \frac{m_{ш} + m}{V} - \frac{m_{ш}}{V}$$

$$\rho_{з.1} - \rho_{з.2} = \frac{m}{V}$$

$$\frac{\rho_{з.1}}{\rho_{з.2}} \cdot \frac{m_{ш} + m}{V} \cdot \frac{V}{m_{ш}} = 1 + \frac{m}{m_{ш.}}$$

$$\frac{\rho_{з.1}}{\rho_{з.2}} = \frac{\rho_{н.} - \rho_{г.1} \rho_{н.н.}}{\rho_{н.} - \rho_{г.2} \rho_{н.н.}}$$

Найдем массу шара.

$$PV = \nu RT$$

$$PV = \frac{PV}{M} RT ; P = \frac{P}{M} RT \Rightarrow 100,9 = \frac{P}{M} \cdot 31,316.$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$\frac{P}{m} = \frac{100,9 \cdot 10^3}{8,31 \cdot 316} = \underline{\underline{38 \text{ КВ}}}$$

$$\frac{P}{m} = 31.$$

$$P_1 + P_2 = \frac{\nu_1 RT}{V} + \frac{\nu_2 RT}{V}$$

$$P_1 + P_2 = \frac{RT}{V} \left(\frac{m_6}{M_6} + \frac{m_n}{M_n} \right)$$

$$P - P_{H_2} - P_{H_2O} = 0,01 \rightarrow$$

$$\rightarrow P_1$$

$$P_1 - P_2 = 0,01 \rightarrow$$

$$\rightarrow P_2 = 11\%$$

$$\text{Ответ: } P_2 = 11\%$$

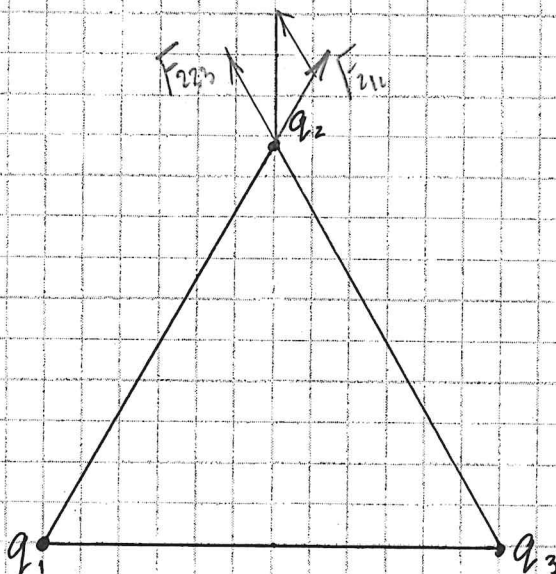
138

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

N4.

Дано:

 $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ $F_2 - ?$ 

Решение:

Для потенциала заряда:

$$\varphi = \frac{kq}{r}$$

$$\varphi_1 = \frac{kq_1}{r}, \quad \varphi_2 = \frac{kq_2}{r}, \quad \varphi_3 = \frac{kq_3}{r}$$

$$q_1 = \frac{\varphi_1 r}{k}, \quad q_2 = \frac{\varphi_2 r}{k}, \quad q_3 = \frac{\varphi_3 r}{k}$$

Запишем за Закон Кулона для взаимодействия зарядов.

$$F = \frac{k|q_1|q_2}{r^2} \quad F = \frac{k|q_2|q_3}{r^2}$$

$$F_{21} = \frac{kq_1q_2}{r^2} = \frac{k}{r^2} \cdot \frac{\varphi_1 r}{k} \cdot \frac{\varphi_2 r}{k} = \frac{\varphi_1 \varphi_2}{k}$$

$$F_{23} = \frac{kq_2q_3}{r^2} = \frac{k}{r^2} \cdot \frac{\varphi_2 r}{k} \cdot \frac{\varphi_3 r}{k} = \frac{\varphi_2 \varphi_3}{k}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Найти результирующую силу по правилу косинусов:

$$F_2^2 = F_{212}^2 + F_{223}^2 + 2 F_{212} \cdot F_{223} \cos 120^\circ$$

$$F_2^2 = \left(\frac{y_1 y_2}{k}\right)^2 + \left(\frac{y_2 y_3}{k}\right)^2 + \frac{2 \cdot y_1 y_2 y_2 y_3}{k^2} \cdot \left(-\frac{1}{2}\right)$$

$$F_2^2 = \frac{y_1^2 y_2^2}{k^2} + \frac{y_2^2 y_3^2}{k^2} - \frac{y_1 y_2^2 y_3}{k^2} =$$

$$= \frac{y_1^2 y_2^2 + y_2^2 y_3^2 - y_1 y_2^2 y_3}{k^2} = \frac{y_2^2 (y_1^2 + y_3^2 - y_1 y_3)}{k^2}$$

$$F_2 = \frac{y_2}{k} \sqrt{y_1^2 + y_3^2 - y_1 y_3}$$

Ответ: $F_2 = \frac{y_2}{k} \sqrt{y_1^2 + y_3^2 - y_1 y_3} = ?$

175