



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Роботфест
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

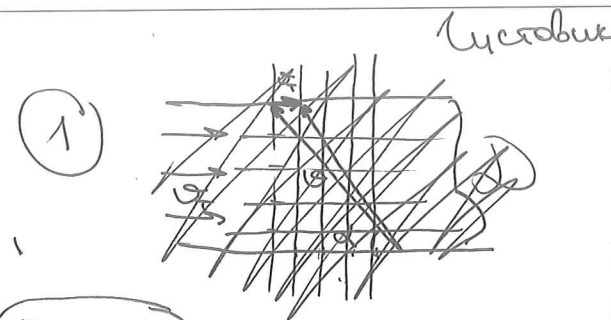
Иванова Егора Евгеньевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«12» апреля 2025 года

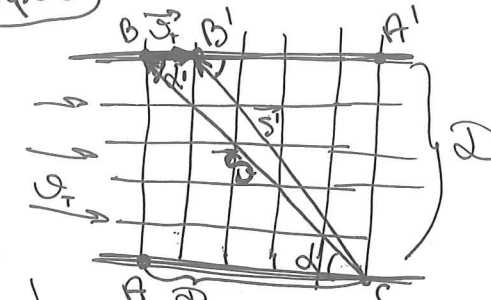
Подпись участника

44-18-46-84
(155.2)



Дано:
 $v = 10 \text{ м/с}$
 $v_T = 2 \text{ м/с}$
 $D = 120 \text{ м}$
 $\alpha = 45^\circ$
 $t = ?$

Вопрос



1) $\vec{S} + \vec{v}_T = \vec{S}'$, тем самым получаем путь, который пройдет катер

2) $\triangle ABC$ равнобедренный, прямоугольный, $\angle A = 45^\circ$, $AB = AC = D$

3) Рассмотрим $\triangle A'B'C$

$$\frac{A'B}{B'B} = \frac{v}{v_T} \Rightarrow B'B = \frac{120 \cdot 2}{10} = 24 \text{ м}$$

$$A'B' = A'B - B'B = 120 - 24 = 96 \text{ м}$$

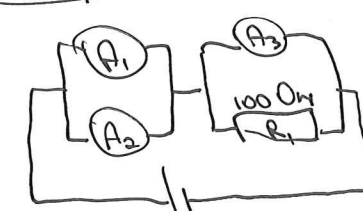
По теореме Пифагора

$$S = B'C = \sqrt{A'B'^2 + A'C^2} = \sqrt{96^2 + 120^2} = \sqrt{23616} \approx 153,67 \text{ м}$$

$$t = \frac{B'C}{v} = \frac{153,67}{10} \approx 15,4 \text{ с}$$

Ответ: 15,4 с

3) Вопрос



$$\frac{1}{R_{общ1}} = \frac{1}{2 \text{ мОм}} + \frac{1}{3 \text{ мОм}} = \frac{5}{6} \text{ мОм}^{-1}$$

$$R_{общ1} = 1,2 \text{ мОм}$$

$$\frac{1}{R_{общ2}} = \frac{1}{1 \text{ мОм}} + \frac{1}{100000 \text{ мОм}} = \frac{100001}{100000}$$

Дано:

$$R_A = 2 \text{ мОм}$$

$$R_2 = 3 \text{ мОм}$$

$$R_3 = 1 \text{ мОм}$$

$$R_B = 1 \text{ Ом}$$

$$E = 5 \text{ В}$$

$$R_1 = 100 \text{ Ом}$$

$I_{A1} = ?$ $I_{A2} = ?$ $I_{A3} = ?$

$R_{общ} = 12 \text{ МОм} + 1 \text{ МОм} = 2,2 \text{ МОм}$

$I = \frac{\varepsilon}{(r + R_{общ})} = \frac{5 \text{ В}}{10 \text{ м} + 0,0022 \text{ МОм}} \approx 5 \text{ А}$

$\begin{cases} 2I_1 = 3I_2 \\ I_1 + I_2 = 5 \end{cases} \Rightarrow I_1 = \frac{3}{2}I_2 = 1,5I_2$

$I_{A1} = 3 \text{ А}$

$I_{A2} = 2 \text{ А}$

$\frac{5I_2}{2} = 5 \quad | :2$

$5I_2 = 10 \quad I_2 = 2 \text{ А}$

$\begin{cases} 0,001I_3 = 100I_4 \\ I_3 + I_4 = 5 \end{cases} \Rightarrow I_3 = 100000I_4$

$I_{A3} = 4,99995 \text{ А}$

$100001I_4 = 5$

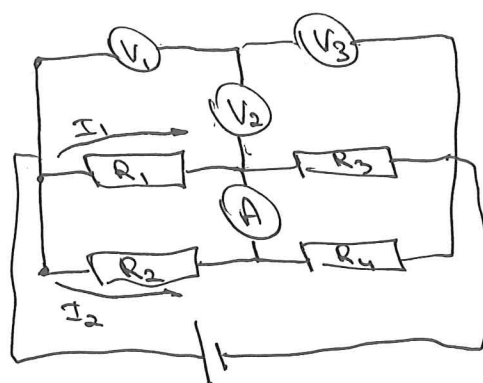
$I_4 \approx 0,00005 \text{ А}$

$I_3 = 100000 \cdot 0,00005 \text{ А} \approx 4,99995 \text{ А}$

Ответ: $I_{A1} = 3 \text{ А}$
 $I_{A2} = 2 \text{ А}$
 $I_{A3} = 4,99995 \text{ А}$

3)

задача



Дано:

$R_1 = 8 \text{ Ом} \quad R_2 = 24 \text{ Ом}$

$R_3 = 24 \text{ Ом} \quad R_4 = 40 \text{ Ом}$

$\varepsilon = 44 \text{ В} \quad r = 1 \text{ Ом}$

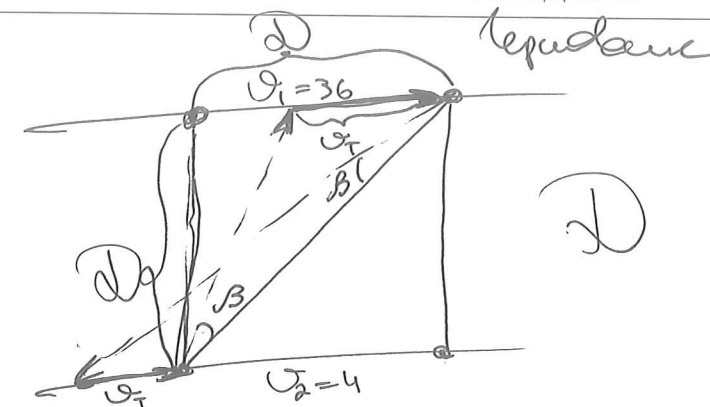
$r_{V1}, r_{A}, r_{V3} \gg 1 \text{ МОм}$

$I = ? \quad U_1 = ? \quad U_2 = ? \quad U_3 = ?$

1) Будем считать, что ток не пойдет на V_1, V_2 и V_3 из-за того что у них огромное сопротивление, тогда они разветвятся на I_1 и I_2

$\frac{1}{R_{общ1}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{8} + \frac{1}{24} = \frac{1}{6} \Rightarrow R_{общ1} = 6 \text{ Ом}$

$\frac{1}{R_{общ2}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{24} + \frac{1}{40} = \frac{1}{15} \Rightarrow R_{общ2} = 15 \text{ Ом}$



$t_1 = t_2$

$\frac{D}{9} + \frac{S_1}{9} = \frac{D}{9} + \frac{S_2}{9}$

$t_1 = \frac{D}{9} + \frac{S_1}{9}$

$\frac{D}{36} + \frac{S_1}{12} = \frac{D}{4} + \frac{S_2}{12}$

$t_2 = \frac{D}{9} + \frac{S_2}{9}$

$\frac{D+3S_1}{36} = \frac{3D+S_2}{12} \quad | \cdot 36$

$S_1 > 2\sqrt{2}$

$D+3S_1 = 3(3D+S_2)$

$S_2 < 2\sqrt{2}$

$D+3S_1 = 9D+3S_2$

$\begin{cases} S_1 = 9t \cdot U \\ S_2 = t \cdot U \end{cases}$

$\begin{cases} S_1 = \frac{8D+3S_2}{3} \\ S_2 = \frac{-8D+3S_1}{3} \end{cases}$

$\begin{cases} S_1 = 108t \\ S_2 = 12t \end{cases}$

$2B+2A=135$

$B+A=67,5$

$\frac{S_1}{S_2} = 9$

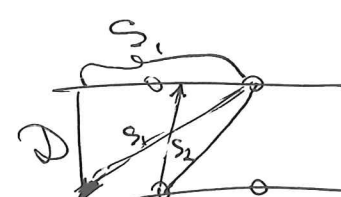
$S_1 = 108t$

$S_1 = 108 \cdot \frac{D}{36} = 3D$

$S_2 = 12t = 12 \cdot \frac{D}{36} = \frac{D}{3}$

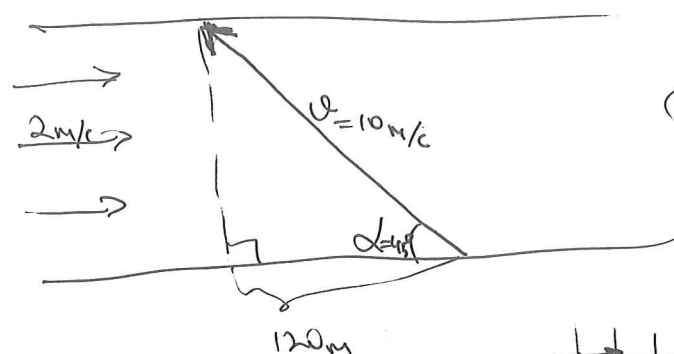
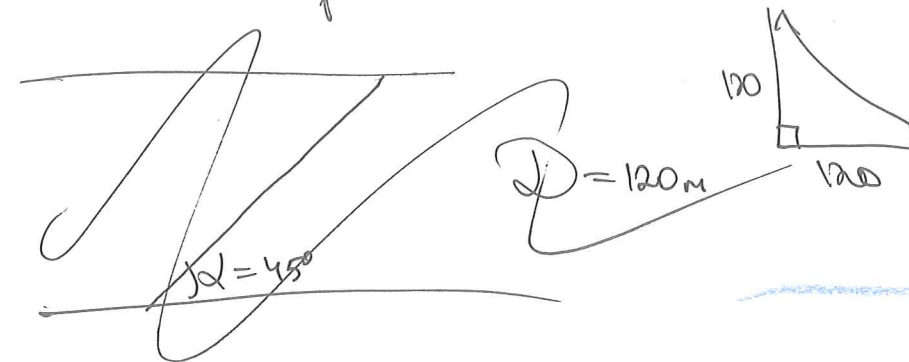
$\begin{cases} S_1 = 3D \\ S_2 = \frac{D}{3} \end{cases}$

$S_1 = \frac{8D+3 \cdot \frac{D}{3}}{3} = S_1 = 3D$

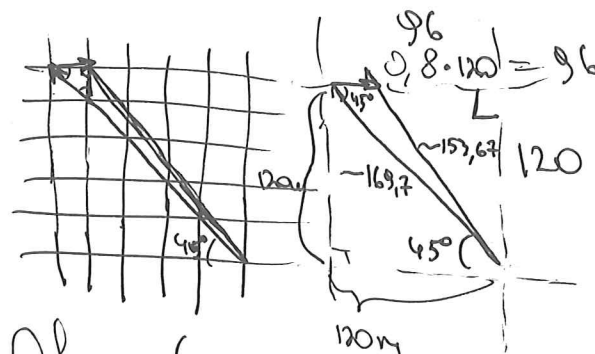


$\sqrt{D^2+9D^2} = \sqrt{\frac{D^2}{9}+D^2} = \sqrt{8D}$

Сервис

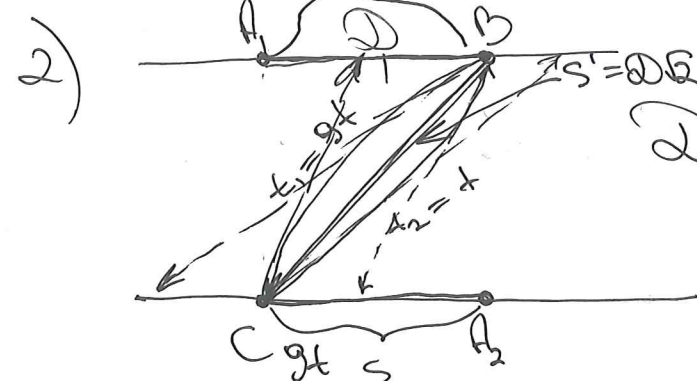


$D = 120m$



$$D^2 + D^2 = 120^2 = 14400$$

$\varphi = 3\varphi = 36^\circ$ / Ответ: $t = 15,4c$



$$\varphi_1 = 3\varphi$$

$$\varphi_2 = \frac{\varphi}{3}$$

$$\varphi = 12 \text{ км/ч}$$

$$t_1 = \frac{s}{\varphi}$$

$$t_2 = \frac{s}{\varphi}$$

$$\varphi_2 = \frac{\varphi}{3} = 4 \text{ км/ч}$$

$$\varphi_1 t + \varphi_2 t = \varphi_2 t + \varphi t$$

$$\frac{3\varphi}{\varphi} + \frac{\varphi}{\varphi} = \frac{\varphi}{\varphi} + \frac{\varphi}{\varphi}$$

$$\varphi_1 t + \varphi_2 t = \varphi_2 t + \varphi t$$

$$+ (\varphi_1 + \varphi_2) = (\varphi_2 + \varphi)$$

$$(\varphi_1 + \varphi_2) = (\varphi_2 + \varphi)$$

44-18-46-84
(155.2)

$$R_{\text{общ}} = R_{\text{общ}_1} + R_{\text{общ}_2} = 60\Omega + 150\Omega = 210\Omega$$

$$I = \frac{E}{(R_{\text{общ}} + r)} = \frac{44B}{(210\Omega + 10\Omega)} = \frac{44B}{220\Omega} = 2A$$

Сила тока в цепи равна 2A

$$\varphi_1 = \varphi_{R_1} = \varphi_{R_2} \quad \begin{cases} 8I_{R_1} = 2I_{R_2} \Rightarrow I_{R_1} = 3I_{R_2} \\ I_{R_1} + I_{R_2} = 2 \Rightarrow 4I_{R_2} = 2 \Rightarrow I_{R_2} = 0,5A \\ I_{R_1} = 3 \cdot I_{R_2} = 1,5A \end{cases}$$

$$U_1 = I_{R_1} \cdot R_1 = 1,5A \cdot 80\Omega = 12B$$

$$U_3 = U_{R_3} = U_{R_4} \quad \begin{cases} 24I_{R_3} = 40I_{R_4} \Rightarrow I_{R_4} = 0,6I_{R_3} \\ I_{R_3} + I_{R_4} = 2 \Rightarrow 1,6I_{R_3} = 2 \Rightarrow I_{R_3} = 1,25A \\ I_{R_4} = 0,6 \cdot I_{R_3} = 0,6 \cdot 1,25 = 0,75A \end{cases}$$

$$U_3 = I_{R_3} \cdot R_3 = 1,25A \cdot 240\Omega = 30B$$

$$U_2 = \varphi_1 - \varphi_2 = 30 - 12 = 18B$$

Ответ: $I = 2A$

$$U_1 = 12B$$

$$U_2 = 18B$$

$$U_3 = 30B$$

2)

вопрос

исходные
вещество не замерзает
↑
○ — вещество замерзает
↓
вещество заморожено

2)

задача

4)

вопрос

$$Q_{отг} = Q_{нагр}$$

Дано:

$$V = 1 \text{ л} \quad \alpha_1 = 3 \text{ мм}$$

$$\alpha_2 = 2 \text{ мм}$$

$$T = 3100 \text{ с} \quad S_2 = 680 \text{ см}^2$$

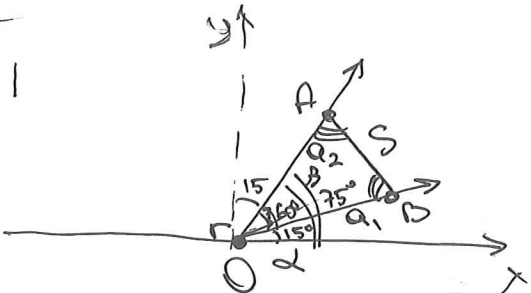
$$t' = ? \quad t'' = ? \quad t_{88-90} = ?$$

Дано:

$$t = 0,5 \quad \angle \alpha = 15^\circ$$

$$\angle \beta = 75^\circ$$

$$S = ?$$



$$S_1 = v \cdot t$$

$$S_2 = v \cdot t$$

1) Угол между траекториями шаров равен $\angle O = 60^\circ$

2) Так у них одинаковая скорость и время полета, то они пройдут равные расстояния.

3) Проведем отрезок между точками замера, получим равнобедренный треугольник, так как $\angle A = \angle B$.

$$\angle A + \angle B + \angle C = 180^\circ$$

$\triangle OAB$ равнобедренный, так как $OA = OB$ из выше сказ.

$$\text{тогда } \angle A = \angle B$$

$$\angle O + \angle A + \angle B = 180^\circ$$

$$60^\circ + \angle A + \angle A = 180^\circ$$

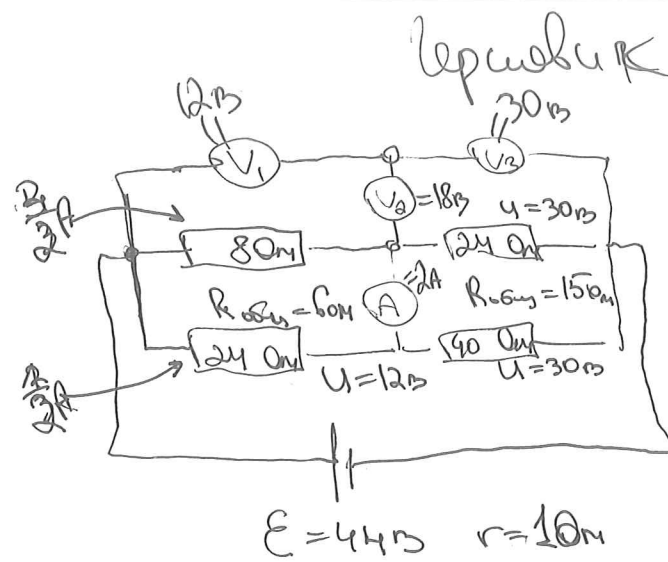
$$2\angle A = 120^\circ \Rightarrow \angle A = 60^\circ$$

$$\angle B = 60^\circ$$

$$\text{тогда } OA = OB = AB = S$$

$$S = v \cdot t = 0,5 \text{ м}$$

$\triangle OAB$ равнобедренный



$$24I_1 = 40I_2$$

$$I_2 = 0,6I_1$$

$$I_2 + I_1 = 2 \quad | \cdot 3$$

$$I_1 = 1,25 \text{ А}$$

$$I_2 = 0,75 \text{ А}$$

$$R_{общ} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{1}{24}} = \frac{4}{3} = \frac{1}{6}$$

$$= \frac{4}{24} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{24} + \frac{1}{40} = \frac{8}{120} = \frac{1}{15}$$

$$U = 8 \cdot \frac{4}{3} = 10,6 \text{ В}$$

$$\frac{2}{3} \cdot 2 \cdot 8 =$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$$8I_1 = 24I_2$$

$$E = I(r + R_{общ})$$

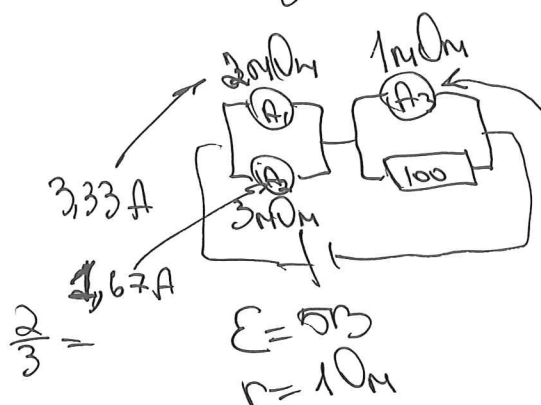
$$1) I = \frac{44}{1+21} = 2 \text{ А}$$

$$U = IR = U = \frac{4}{3} \cdot 8 = 10,6 \text{ В}$$

$$\begin{cases} I_1 = 3I_2 \\ I_1 + I_2 = 2 \end{cases}$$

$$3I_2 + I_2 = 2$$

$$I_1 = \frac{3}{2} \quad I_2 = \frac{1}{2}$$



$$E = 5 \text{ В}$$

$$r = 10 \Omega$$

$$R_{общ} = \frac{1}{\frac{1}{0,002} + \frac{1}{0,003}} = \frac{5}{6} \text{ мОм}$$

$$R_{общ} = \frac{1}{\frac{1}{0,002} + \frac{1}{0,003}} = \frac{5}{6} \text{ мОм}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{0,002} + \frac{1}{0,003} = \frac{5}{6} \text{ мОм}$$

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

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{1} + \frac{1}{100000} = \frac{100001}{100000}$$

$$R_{общ} = 1,2 \text{ мОм} + 1 \text{ мОм} = 2,2 \text{ мОм} = 0,0022 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{5}{1+0,0022} \approx 4,99 \text{ А}$$

$$S_1 - 2\sqrt{2} = 2\sqrt{2} - S_2$$

$$\begin{cases} S_1 + S_2 = 2\sqrt{2} \\ S_1 - S_2 = \frac{8\sqrt{2}}{3} \end{cases}$$

Черновики

$$v_T = \frac{4}{3}D$$

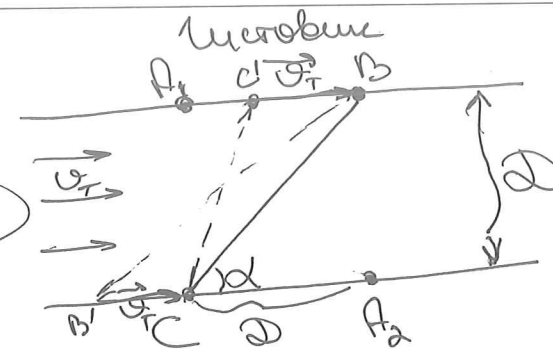
$$D = v \cdot t$$

$$v_1 = \frac{2}{t}$$

44-18-46-84
(155.2)

2)

Задача



Дано:

$$A_1B = A_2C = A_1C = A_2B = D$$

$$v = 12 \text{ км/ч} \quad t_1 = t_2$$

$$v_1 = 3v$$

$$v_2 = \frac{v}{3} \quad \alpha = 45^\circ$$

$v_T = ?$

1) $v_1 = 3 \cdot 12 \text{ км/ч} = 36 \text{ км/ч}$ где участка A_1B

2) $v_2 = \frac{12 \text{ км/ч}}{3} = 4 \text{ км/ч}$ где участка A_2C

Пусть $t = \frac{A_1B}{v} = \frac{D}{36 \text{ км/ч}}$, тогда ~~$t = \frac{A_2C}{v_2} = \frac{D}{4 \text{ км/ч}}$~~

тогда $gt = \frac{A_2C}{v_2} = \frac{D}{4 \text{ км/ч}}$

$$t_1 = t + \frac{S_1}{v} \quad t + \frac{S_1}{v} = gt + \frac{S_2}{v}$$

$$t_2 = gt + \frac{S_2}{v} \quad gt = \frac{S_1}{v} - \frac{S_2}{v}$$

$$t = \frac{S_1}{8v} - \frac{S_2}{8v} \Rightarrow t = \frac{S_1 - S_2}{8v}$$

$$\frac{D}{36 \text{ км/ч}} = \frac{S_1 - S_2}{8v} \quad | \cdot 96$$

$$\frac{96D}{36} = S_1 - S_2 \Rightarrow \frac{8D}{3} = S_1 - S_2$$

$$\vec{BB'} + \vec{v_T} = \vec{BC}$$

$$\vec{S}_1 - \vec{BC} = \vec{v_T}$$

$$\vec{v_T} = S_1 - 2\sqrt{2}$$

$$\vec{AC'} + \vec{v_T} = \vec{CB}$$

$$\vec{v_T} = 2\sqrt{2} - S_2$$

$$\vec{v_T} = 2\sqrt{2} - S_2$$

$$\vec{BC} = 2\sqrt{2}$$

$$\begin{cases} S_1 > 2\sqrt{2} \\ S_2 < 2\sqrt{2} \end{cases}$$

$$S_1 - 2\sqrt{2} = 2\sqrt{2} - S_2$$

$$S_1 + S_2 = 4\sqrt{2}$$

$$S_1 - S_2 = \frac{8D}{3}$$

Исходные

$$S_1 = S_2 + 20\sqrt{2} \rightarrow 20\sqrt{2} - S_2 = S_2 + \frac{80}{3}$$

$$S_1 = S_2 + \frac{80}{3} \rightarrow 2S_2 + \frac{80}{3} - \frac{60\sqrt{2}}{3} = 0$$

$$2S_2 + \frac{80(8-6\sqrt{2})}{3} = 0$$

$$S_2 = -\frac{40(8-6\sqrt{2})}{6}$$

$$S_1 = \frac{40(8-6\sqrt{2})}{6} + 20\sqrt{2}$$

$$S_1 = \frac{20(4-3\sqrt{2}) + 120\sqrt{2}}{6} = \frac{80 + 60\sqrt{2}}{3}$$

$$= \frac{20(4-3\sqrt{2}+6\sqrt{2})}{6 \cdot 3} = \frac{20(4+3\sqrt{2})}{3}$$

$$\frac{80 + 60\sqrt{2}}{3}$$

$$\frac{80 + 60\sqrt{2}}{3} - \frac{80 + 60\sqrt{2}}{3} = 0$$

$$Q_T = \frac{20(4+3\sqrt{2})}{3} - 20\sqrt{2} = \frac{20(4+3\sqrt{2}-3\sqrt{2})}{3} =$$

$$= \frac{20(4)}{3} = \frac{4}{3} \cdot 20$$

$$Q_T = \frac{4}{3} \cdot 20$$

$$Q_T = \frac{4}{3} \cdot 20$$

$$Q_T = \frac{4}{3} \cdot 20$$

$$Q_T = \frac{4}{3} \cdot 20$$

$$Q_T = \frac{4}{3} \cdot 36 = 48 \text{ км/ч}$$

$$Q_{\text{расч}} = 48 \text{ км/ч}$$