Всероссийская олимпиада школьников по физике

заключительный этап

Т9-53

заполнять печатными буквами!!!

Агеев

Фамилия

Никита

Имя

Александрович

Отчество

Номер вашего мобильного телефона

1. Пишите только с одной стороны листа.
2. Не мните, не сгибайте, не рвите листы.
3. Нумеруйте листы (например, «лист 5 из 8»).

8 лист

Это лист № 0

Томск, 2019

Теория 9 класс

Т9 - 53
Шифр

	1	2	3	4	5	Σ
Проверка	8	4	10	10	10	42
Подпись	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	КЛМ	
Апелляция						
Подпись						

Шифр: Т9-53

№1

1. Посмотрим результаты движения катеров и корабля (рис 1)

Рисунок 1 сделан для обоснования следующих действий и нахождения $l = v\tau$, где v — скорость корабля.

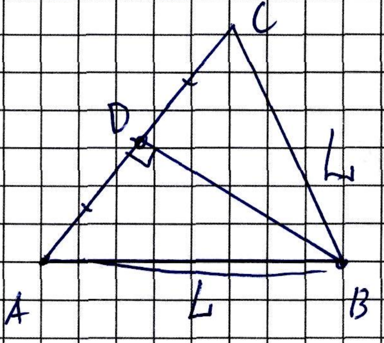


рис 1

$AD = v \cdot \tau$ из условия, т.к.

l — точка, где находится корабль после встречи катеров, то и он встретились через τ минут, то $DC = v\tau$. $CB = L = AB$ — по условию $\Rightarrow \triangle ABC$ — равнобедренный с основанием AC т.к. BD — медиана, то она биссектриса и высота $\Rightarrow \angle ADB = 90°$

Так движения катеров по DB из условия меньше чем пройти до встречи $l_1 = \frac{3}{8} v\tau$, а $DB = 2 l_1 = \frac{6}{8} v\tau$

по теореме Пифагора $AB = \sqrt{AD^2 + DB^2} = \frac{5}{4} v\tau \Rightarrow L = \frac{5}{4} v\tau \Rightarrow$

$\Rightarrow l = v\tau = \frac{4}{5} L = 4$ км, а $DB = \frac{6}{8} v\tau = \frac{3}{5} L$, тогда выполним построение рис 2.

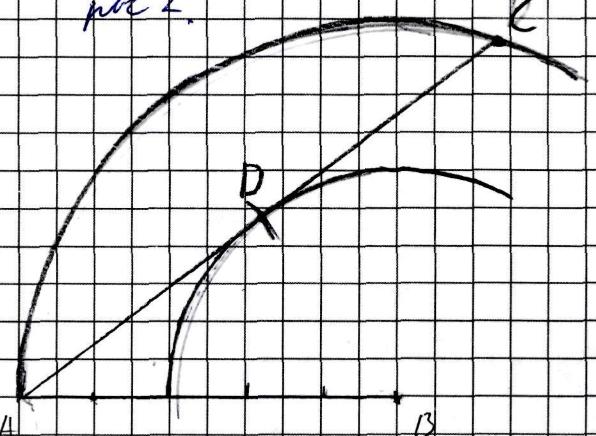


рис 2

Нам требуется точка C

для её построения выполним следующие шаги. Т.к. C лежит на расстоянии L от B, то можно построить окружность с радиусом L с центром B на которой она лежит.

1. Окружность с радиусом L и центром B

Найдём D — отметим на окружности радиуса $\frac{3}{5} L$ от B

2) Окружность радиуса $\frac{3}{5} L$ от B

лист 3

Шифр: Т9-53

Так же D - лежит на окружности радиуса $\frac{4}{3}L$ от A, найдём пересечение с прямой

3) окружность радиуса $\frac{4}{3}L$ от A

4) пересечение окружности прямой 2 и 3 — т. D

5) Единичный AD до пересечения с окружностью (продолжим прямую AD до пересечения с окружностью) и получим C путь катера ???

№ 3

Выполним рисунок. рис 3.

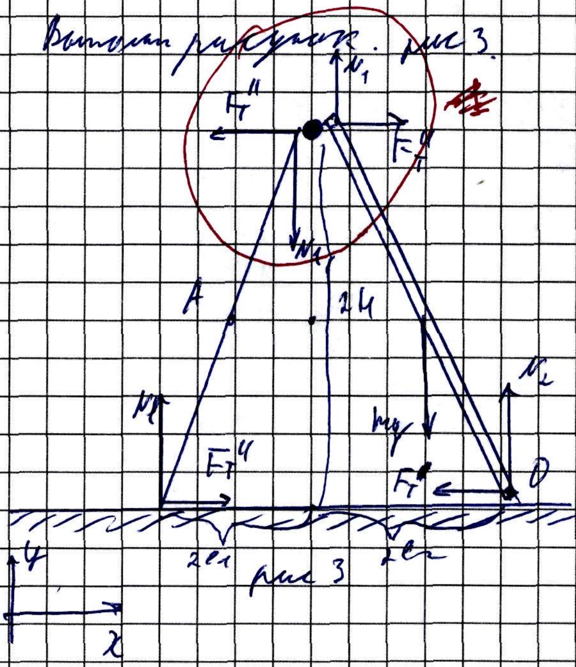


рис 3

Так как на невесомом рычаге действуют только силы F_T'' и N_1 - сонаправлены ~~по 3 закону Ньютона~~ из условия невесомости и в верхнем шарнире ... силы по 3 закону Ньютона на шарнир действуют со стороны рычага такие же силы

Запишем условие равновесия системы

1	2	3	4	5	6	7	Σ
2	~~1,5~~ 3	2	0,5	0,5	1	1	10

на Ox $F_T'' = F_T'$ } 0,5

на Oy $mg = N_1 + N_2$

Заметим, что $2l_1 = 2h\,tg\beta$, а $l_2 = h\,tg\gamma$

Запишем правило моментов отн. т. A

$2N_1 l_1 = 2F_T'' \cdot h$ } 1

$N_1\,tg\beta = F_T''$

Запишем правило м.о.м. отн. т. O

$mg\,l_2 = 2N_1 l_2 + 2hF_T'' \Rightarrow mg = 3N_1 \Rightarrow N_1 = \frac{mg}{3}$ } 2

искомая сила взаимодействия, F по теореме Пифагора

$F = \sqrt{N_1^2 + F_T''^2} = N_1\sqrt{1+tg^2\beta} = \frac{N_1}{\cos\beta} = \frac{mg}{3\cos\beta} \approx 70{,}9$ Н

Шифр: Т9-53

При ... μ $F_T'' = F_T'$ – ... =>

=> ... её в 2 ...

из уравнения $N_1 + N_2 = mg \Rightarrow N_2 = \frac{2}{3}mg = 2N_1$

$F_T' = \mu N_2 = 2\mu N_1 \Rightarrow \mu = \frac{\operatorname{tg}\beta}{2}$

из

$F_T'' = \mu N_1 \Rightarrow \mu = \operatorname{tg}\beta$

т.к. $\operatorname{tg}\beta > \frac{\operatorname{tg}\beta}{2} \Rightarrow$ при равновесии ... при $\mu = \operatorname{tg}\beta = 0{,}36$

№5

1. Преобразуем схему (почти сверху) (рис 4)

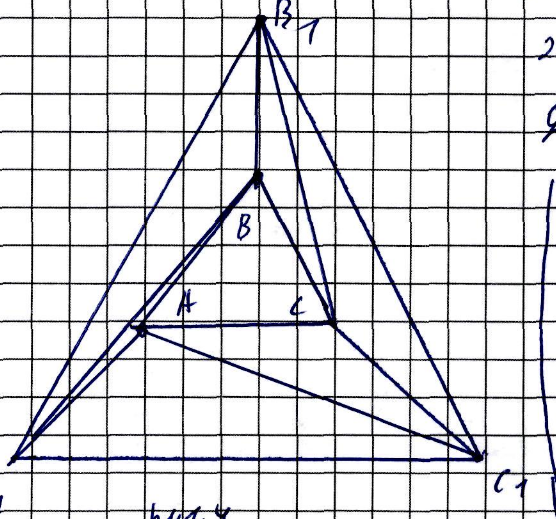
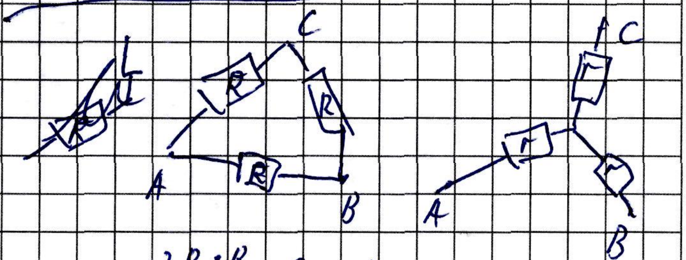


рис 4

2. Выполним преобразование треугольник-звезда для AA_1C_1; A_1B_1B; B_1C_1C; ABC



$R_{AB} = \frac{2R\cdot R}{3R} = \frac{2}{3}R$

$R_{AB} = 2r$

$\Rightarrow r = \frac{1}{3}R$

Связи с равенством всех рёбер ... треугольник в звезду с равными ..., r находится через равенство сопротивлений между соответствующими узлами

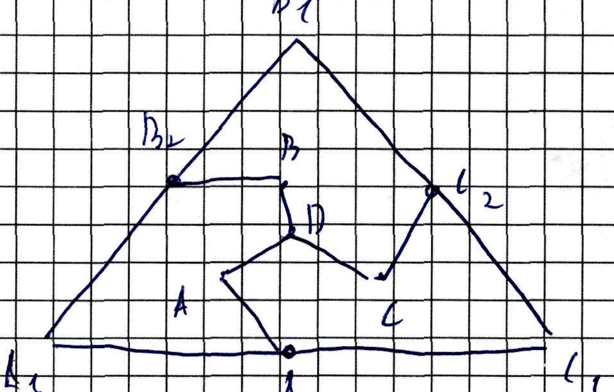


рис 5

Таким образом все треугольники в звёзды и получим рис 5, где рёбра r

Сопротивление между A_1 и A для этого перерисуем схему рис 6

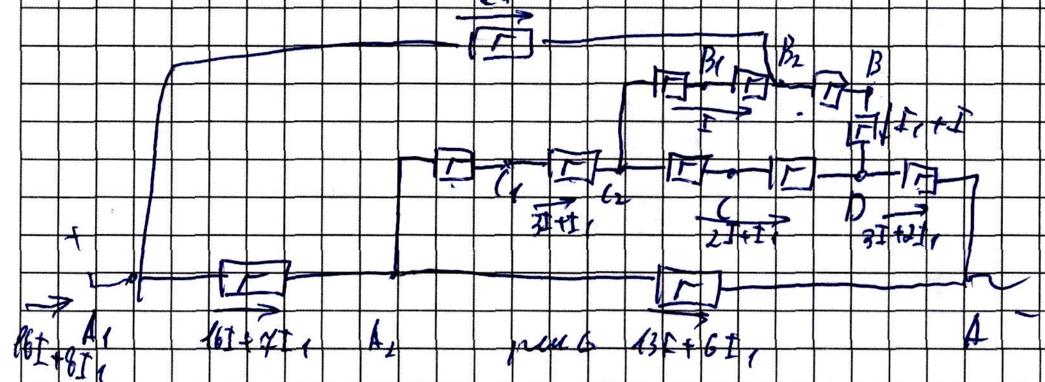


рис 6

Расставим токи с учётом законов сложения токов и одинаковыми сопротивлениями

Т.к. Токи напряжение между точками $A_1 B_2$ вычисляем двумя путями

$U_{A_1B_2} = (16I+7I_1)r + 2r(3I+I_1) + 2Ir$

$U_{A_1B_2} = I_1 r$

$I_1 r = r(24I+9I_1)$

$I_1 = 24I+9I_1$

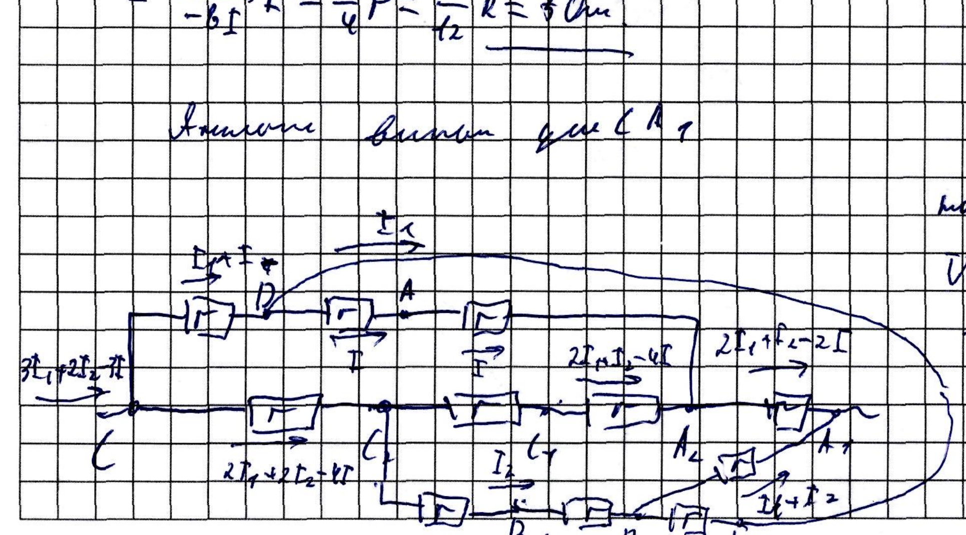
$-8I_1 = 24I$

$I_1 = -3I \Rightarrow I = -\frac{I_1}{3}$ — это означает, что ток I_1, или I идёт в обратную сторону, но это не так важно.

напряжение $U_{A_1A} = (29I+13I_1)r$ тогда $R_{A_1A} = \frac{U_{A_1A}}{16I+8I_1} = \frac{(29I+13I_1)r}{16I+8I_1} =$

$= \frac{-10I}{-8I} r = \frac{5}{4} r = \frac{5}{12} R = 5$ Ом

Аналогично вычислим для CA_1



тогда

$U_{CA_2} = r(I_1+3I_2) = r(6I_1+4I_2-12I)$

$U_{C_2A_1} = r(6I_1+3I_2-10I) = r(3I_2+I_1)$

$6I_1-10I = I_1$

$I_1 = 2I$

Шифр: Т9-53

$I_1 + 3I = 6I_1 + 6I_2 - 12I$

$15I = 5I_1 + 4I_2$

$15I = 10I + 4I_2$

$5I = 4I_2$

$I_2 = \frac{5}{4} I$

тогда $U_{CA_1} = r(3I_1 + I + I_2)$

$I_{CA_1} = 3I_1 + 2I_2 - 3I$

$R_{CA} = \frac{U_{CA}}{I_{CA}} = \frac{3I_1 + I + I_2}{3I_1 + 2I_2 - 3I} r = \frac{6I + I + \frac{5}{4}I}{6I + \frac{5}{2}I - 3I} r = \frac{3}{2} r = \frac{R}{2} = 6\,Ом.$

1	2	3	4	5	6	7	Σ
1	1	3	0,5	1,5	1,5	1,5	10

№4

[illegible] для [illegible] массы [illegible] в [illegible], но [illegible]

$m_0 \cdot c_0 \cdot (t_H - t_0) = m_x \cdot c(T - t_H)$ (1)

$\cancel{m_0 \cdot c_0 \cdot t_H - m_0 \cdot c_0 \cdot t_0 = m_x \cdot c T - m_x \cdot c \cdot t_H}$

$\cancel{t_H(m_0 c_0 + m_x \cdot c) = m_x c \cdot T + m_0 c_0 t_0}$

$\cancel{t_H = \frac{m_0 c_0 + m_x \cdot c}{m_x \cdot c \cdot T + m_0 c_0 \cdot t_0}}$ [illegible] $t_H = \frac{m_0 c_0}{m_x c \cdot T} + \frac{1}{T}$

[illegible] m и $1,6m$ [illegible]

тогда

$m_0 \cdot c_0 \cdot (t_1 - t_0) = m_x \cdot c(T - t_1)$ (2)

$m_0 c_0 (t_2 - t_0) = 1,6 m c(T - t_2)$

$\frac{(t_1 - t_0)}{(t_2 - t_0)} = \frac{T - t_1}{(T - t_2) 1,6}$

$1,6(t_1 - t_0)T - 1,6(t_1 - t_0) t_2 = (t_2 - t_0)T - t_1(t_2 - t_0)$

$t_1(t_2 - t_0) - 1,6(t_1 - t_0) t_2 = ((t_2 - t_0) - 1,6(t_1 - t_0))T$

$T = \frac{t_1(t_2 - t_0) - 1,6(t_1 - t_0) t_2}{(t_2 - t_0) - 1,6(t_1 - t_0)} = 90^0$

[illegible] для

m и $3m$ ([illegible])

тогда

$T = \frac{t_1(t_3 - t_0) - 3(t_1 - t_0) t_3}{t_3 - t_0 - 3t_1 + 3t_0} =$ [illegible]

[illegible] $\Rightarrow$ [illegible]

m до $3m$ - [illegible]

Тогда для $1,6m$ и $3m$

$T = \frac{t_2(t_3 - t_0) - \frac{8}{15}(t_2 - t_0) t_3}{t_3 - t_0 - \frac{8}{15} t_2 + 3 t_0} = 29,54^0 C$

Таким [illegible]

Пусть тело имеет объём $V = \frac{m_0}{\rho_0 \gamma}$

Тогда в [illegible] $V_x = V - \frac{m_x}{6\rho_0}$ [illegible], если [illegible]

[illegible] в этом случае

$c_0 \cancel{\rho_0} V_x \cdot \rho_0 (t_x - t_0) = m_x \cdot c \cdot (T - t_x)$

$\left(\frac{m_0}{\gamma} - \frac{m_x}{6}\right)(t_x - t_0) = m_x (T - t_x)$

$c_0 (6 m_0 - \gamma m_x)(t_x - t_0) = 6 \gamma m_x (T - t_x) c \quad (1)$

Для 3m и 4m нужно аналогично решить уравнение (1), если их объёмы больше [illegible], т.к. в этом случае [illegible] $t = T$ и возможно $t_4 = T$, но [illegible] $t_4 < T$ 3

$c_0 (6 m_0 - \gamma 3m)(t_3 - t_0) = 6 \gamma 3m (T - t_3) c \quad (4)$

$c_0 (6 m_0 - \gamma 4m)(t_4 - t_0) = 6 \gamma 4m (T - t_4) c$

$$\frac{(6 m_0 - \gamma 3m)(t_3 - t_0)}{(6 m_0 - \gamma 4m)(t_4 - t_0)} = \frac{3 (T - t_3)}{4 (T - t_4)}$$

$\cancel{4T(6m_0 - \gamma 3m)(t_3 - t_0) - 4t_4(6m_0 - \gamma 3m)(t_3 - t_0) = 3T(6m_0 - \gamma 4m)(t_4 - t_0) - 3t_3(6m_0 - \gamma 4m)(t_4 - t_0)}$

$\cancel{t_3(-12\gamma T m + 12\gamma t_4 m) + (4 \cdot 6T - 4 \cdot 6 t_4) t_3 = (-12 m T \gamma + 12 m t_3 \gamma) t_4 + (3 \cdot 6 T m_0 - 3 \cdot 6 t_3) t_4}$

$\cancel{-12 t_3 \gamma T m + 12 t_3 t_4 m - 12 t_3 t_4 m + 12 t_4 \gamma T m = 18 T t_4 m_0 - 18 t_3 t_4 - 24 T}$

$24 m_0 (T - t_4) t_3 - 12 (T - t_4) \gamma m t_3 = 18 m_0 (T - t_3) t_4 - 12 (T - t_3) \gamma m t_4$

$12 (T \gamma m t_4 - \cancel{t_3 \gamma m t_4} - T \gamma m t_3 + \cancel{t_4 \gamma m t_3}) = 18 m_0 t_4 T - 18 m_0 t_3 t_4 - 24 m_0 T t_3 + 24 m_0 t_4 t_3$

$12 \gamma T (t_4 - t_3) m = m_0 T (18 t_4 - 24 t_3) + 6 m_0 t_3 t_4 \quad (3)$

$\gamma = m_0$ Запишем аналогично для 6m и 3m, в предположении, что [illegible]

$$\frac{(6 m_0 - \gamma 6m)(t_2 - t_0)}{(6 m_0 - \gamma 3m)\, t_3} = \frac{18 (T - t_2)}{9 (T - t_3)}$$

Шифр: T9-53

$\overset{18}{\cancel{24}} m_0 (T - t_3) t_2 - 4{,}8 \gamma m (T - t_3) t_2 = 9{,}6 m_0 (T - t_2) t_3 - 4{,}8 \gamma m (T - t_2) t_3$

$18 T m_0 t_2 - 18 t_3 t_2 m_0 - 9{,}6 m_0 T t_3 + 9{,}6 t_3 t_2 m_0 = T t_3 \gamma m - T t_2 \gamma m = T \gamma m (t_3 - t_2) \, 4{,}8$

$T m_0 (18 t_2 - 9{,}6 t_3) - 8{,}4 t_3 t_2 m_0 = T \gamma m (t_3 - t_2) \, 9{,}8$

$t_3 - t_2 > 0 \Rightarrow T \gamma m (t_3 - t_2) 9{,}8 > 0$, но при этом или

$18 t_2 - 9{,}6 t_3 < 0 \Rightarrow T m_0 (18 t_2 - 9{,}6 t_3) - 8{,}4 t_3 t_2 m_0 < 0$

Противоречие указанного неприведенными формулы (4) написано для 3 ... для 1,6 м $\Rightarrow$ из 1,6 м ... и T действительно $90°C \Rightarrow \underline{T = 90°C}$ 0,5

из (3) для $\gamma m = \dfrac{m_0 (T (18 t_4 - 24 t_3) + 6 t_3 t_4)}{t_2 + (t_4 - t_3)} = ... = 0{,}2$ кг

подставим в (4) и выразим $C_0 C$

$\dfrac{C_0}{C} = \dfrac{6 \gamma \cdot 3m (T - t_3) t_4}{(6 m_0 - \gamma 3m) t_3} = \underline{12}$ 1,5

подставим из (2)

~~$m_0 C_0 - t t$~~ $m_0 C_0 \cdot (t_1 - t_0) = m \cdot C (T - t_1)$

$m = \dfrac{m_0 \cdot 12 (t_1 - t_0)}{T - t_1} = \underline{0{,}3 \text{ кг}}$ 1,5

тогда $\underline{\gamma = \dfrac{0{,}2}{m} = \dfrac{2}{3}}$ 1,5

№ 2

Перейдём в С.О. ведущего автомобиля (ведущего водителя)

При $a_1 \geq a$ и 1 ... ...

... 1 ... двигаться с ускорением a_1 и ...

... 2 ... с ... $v_1' = a_1 t$ ускорение $a_1 - a_2$ ... 1 ...

время $t = \dfrac{v}{a_1} - \tau$, ... ускорение a_2 ... $v_2' = a_1 \tau + (a_1 + a_2) ...$

$v_2 = a_1 \tau + (a_1 + a_2)\left(\dfrac{v}{a_1} - \tau\right)$

Z из ?

Шифр: Т9-53

Аналогично для L-вых

$$L_1' = \frac{a_1\tau^2}{2} + \frac{(a_1-a_2)t'^2}{2} + v_1't' + \frac{v_2'^2}{2a_2} = \frac{a_1\tau^2}{2} + \frac{(a_1-a_2)\left(\frac{v}{a_1}-\tau\right)^2}{2} + a_1\tau\cdot\left(\frac{v}{a_1}-\tau\right) +$$

$$+ \frac{\left(a_1\cdot\tau+(a_1-a_2)\left(\frac{v}{a_1}-\tau\right)\right)^2}{2a} - v\left(\frac{v}{2a_2}+\tau\right)$$

п. 2 (+1)

Теперь если когда 2 впереди если остановится позже остановки переднего т.е. $\frac{v}{a_1} \geq \frac{v}{a_2}-\tau$, то $L_1'' = v\left(\frac{v}{2a_1}+\tau\right)-$

~~связано с ...~~

иначе в С.О. переднего (2), 1 разгон до $v_1'' = a_2\cdot\tau$ за время τ и потом остановится с ускорением a_1-a_2, тогда

$$L'' = \frac{a_2\cdot\tau^2}{2} + \frac{a_2^2\cdot\tau^2}{2(a_1-a_2)} = \frac{a_2 a_1\tau^2}{2(a_1-a_2)}$$

п. 4, 7 (+2)

при $\frac{v}{a_1} \geq \frac{v}{a_2}-\tau$

т.к. $a_1 > a_2$, то $L_1'' < L_1'$ $\Rightarrow L'' = L_1$ $L' = L_2$ п. 1 (+1)

$$\frac{v^2}{a_2} + v\tau - L_2 = 0$$

$$v = \frac{-\tau a_2 + a_2\sqrt{\tau^2+4\frac{L_2}{a_2}}}{}$$

$$\tau = \frac{-\tau a_1 + a_1\sqrt{\tau^2+4\frac{L_1}{a_1}}}{2}$$

• если $\frac{v}{a_1} < \frac{v}{a_2}-\tau$, то $L'' = \frac{a_2 a_1\tau^2}{2(a_1-a_2)}$ $2a_1L'' - 2a_2L'' = a_2a_1\tau^2$

~~$a_1 = \frac{a_2(a_1\tau^2) + 2a_2L''}{2L''-a_2\tau^2}$~~ $a_1 = \frac{2a_2L''}{2L''-a_2\tau^2}$ $\frac{2vL''}{2a_2L''} - \frac{va_2\tau^2}{2a_2L''} < \frac{v}{a_2}-\tau$

$$\frac{v}{\frac{2a_2L''}{2L''-a_2\tau^2}} < \frac{v}{a_2}-\tau$$