

Найдём, сколько нужно тепловой энергии чтобы согреть в комнате

1 кг термопасты:  $Q = c m \Delta t + m \lambda = 3200(30-20) + 590000 = 814000 \text{ Дж}$ .

1 час и 10 минут это  $60 + 10 = 70$  минут

70 % от 70 минут это 49 минут

Нагреватель за 49 минут выделит  $Q_H = 49 \cdot 60 \cdot P = 49 \cdot 60 \cdot 5 = 14700 \text{ Дж}$  тепловой энергии

А значит покрывает к печатке  $\frac{Q_H}{Q} = 0,018 \text{ кг} = 18,12 \text{ термопасты}$ . —

это и есть масса сплошной гетали.

Пусть у этого термопаста плотность  $\rho$ , тогда

его объём равен  $V = \frac{m}{\rho}$ .

Площадь сечения соны равна  $S = \frac{\pi \cdot 0,5^2}{4} = 0,196 \text{ мм}^2 = 1,96 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2$ .

Тогда из соны за всё время печатки выделит "ровного"

граммной  $\frac{V}{S} = \frac{m}{\rho S}$ , а скорость тогда будет

$v = \frac{V}{49S} = \frac{m}{49\rho S} = \frac{18,12}{49 \cdot 1,96} = \frac{188,5}{\rho} \text{ см/мин}$

Пусть  $\rho = 4 \text{ г/см}^3$ , тогда  $v = \frac{188,5}{4} = 47,12 \text{ см/мин}$

Если же в условии имеется в виду что время термопаст только 30% времени, то  $Q_H = 21 \cdot 60 \cdot 5 = 6300$ ,  $m = \frac{Q_H}{Q} = 7,742$ .

Тогда  $v = \frac{7,74}{49 \cdot 1,96} = \frac{80,6}{\rho} \text{ см/мин}$

Если  $\rho = 3$ , то  $v = \frac{80,6}{3} = 26,9 \text{ см/мин} = 0,45 \text{ см/с}$ .



Пусть объём термостатика равен  $10V$ , плотность воды  $\rho$

и плотность льда  $\rho_L$ .  $Q_i$  будем обозначать сколько

тепловой энергии отдаст добавленная вода при остывании до  $0^\circ\text{C}$ , когда воду замки в термостатик  $i$ -тый раз.

$m_{i1}$  будем обозначать, ~~сколько~~ <sup>масса</sup> льда, <sup>которая</sup> осталась в стакане после  $i$ -того добавления воды.

$V_{i1}$  будем обозначать объём льда в стакане после

$i$ -того добавления воды:

$$Q_1 = V_p \cdot 4200 \cdot 54 = 226800 m V_p = 226800 m, \text{ где } m = V_p \text{ (и далее тоже)}$$

$$m_{11} = \frac{9 V_{p1} \cdot 0,3 \cdot 10^6 - Q_1}{0,3 \cdot 10^6} = 7,334 m$$

$$V_{11} \approx m_{11} : \rho_L \approx 8,16 m$$

$$Q_2 = (10V_p - V_{11}) \rho \cdot 4200 \cdot 54 = 417312 m$$

$$m_{12} = \frac{m_{11} \cdot 0,3 \cdot 10^6 - Q_2}{0,3 \cdot 10^6} \approx 5,94 m$$

$$V_{12} = \frac{m_{12}}{\rho_L} \approx 6,6 m$$

$$Q_3 = (10V_p - V_{12}) \cdot 4200 \cdot 54 = 771120 m$$

$$m_{13} = \frac{m_{12} \cdot 0,3 \cdot 10^6 - Q_3}{0,3 \cdot 10^6} \approx 3,37 m$$

$$V_{13} = \frac{m_{13}}{\rho_L} \approx 3,74 m$$

$$Q_4 = (10V_p - V_{13}) \cdot 4200 \cdot 54 = 1412057 m$$

Найдём энергию, предыдущую для анализа оставшегося льда:

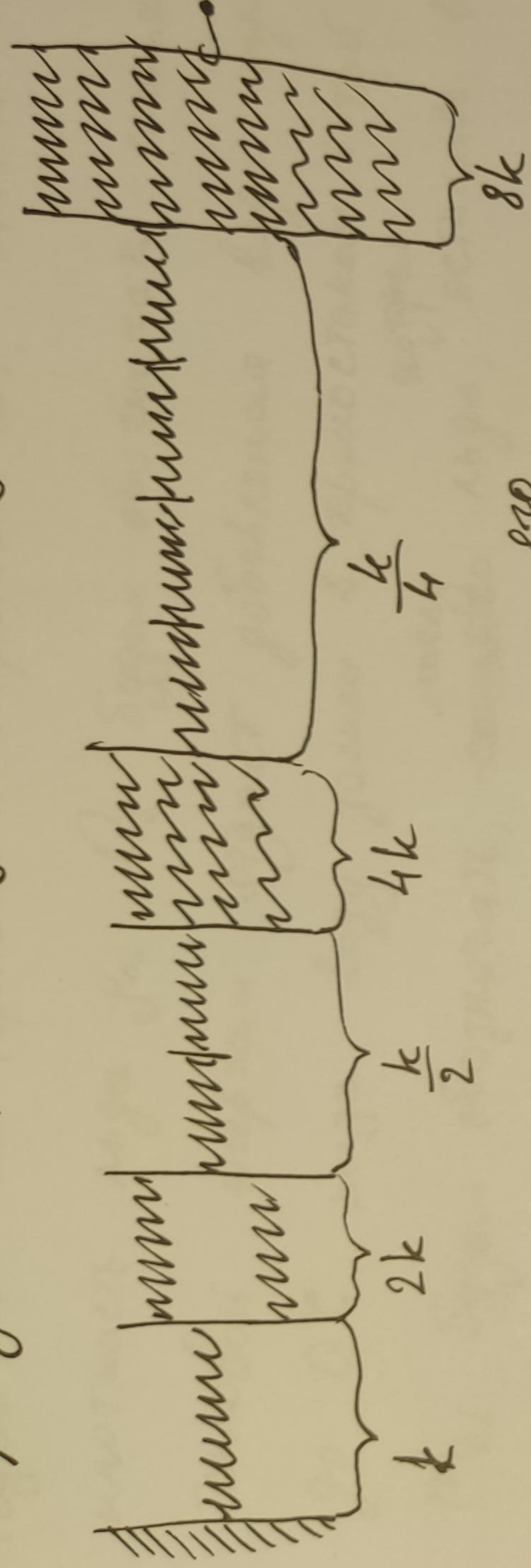
$Q_{14} = m_{13} \cdot 0,3 \cdot 10^6 \approx 1011000 m$ . Так как  $Q_4 > Q_{14}$ , то после добавления воды в стакан 4-ый раз весь лёд растает и после выливания воды стакан останется пустой.

Ответ: 4 раза.



№3

Нарисуем то, что у них получилось.



Возьмем по каждому участку <sup>его</sup> жесткость и используем закон Гука. Пусть у пружины жесткость  $k$ .

Найдем эквивалентную жесткость для этой цепи из пружин:

$$\frac{1}{k_{\text{экв.}}} = \frac{1}{k} + \frac{1}{2k} + \frac{2}{k} + \frac{1}{4k} + \frac{1}{k} + \frac{1}{8k} = \frac{63}{8k}$$

$$\boxed{k_{\text{экв.}} = \frac{8}{63}k}$$

Получим, что такое  $\alpha$ :  $\alpha = \frac{F}{k} = 8 \text{ мм} \Rightarrow F = 8k$

Заменим  $\alpha$  формуле  $\alpha$  на  $k_{\text{экв}} = \frac{8}{63}k$ :

$$\alpha_1 = \frac{8k}{\frac{8}{63}k} = 63 \text{ мм}$$

Ответ: 63 мм.



N 2 (уст 2)

По закону Джоуля - Ленца найдем мощность нагревателей:  $P = UI = I^2 R$

$$P_1 = 36 \cdot 12 = 432 \text{ Вт} \quad P_4 = 16 \cdot 12 = 192 \text{ Вт}$$

$$P_2 = 12 \cdot 4 = 48 = P_3 \quad P_5 = 100 \cdot 14,8 = 1480 \text{ Вт}$$

$P_B = P_1 + P_4 = 624 \text{ Вт}$  — суммарная мощность нагревателей воды.

$P_A = P_2 + P_3 + P_5 = 1576 \text{ Вт}$  — суммарная мощность нагревателей пара.

$$\text{Вода закипит через время } t_b = \frac{cm_{\Delta} t}{P_B} = \frac{100 \cdot 4160 \cdot (0,45 \cdot 1000)}{624 \cdot 1000} \text{ с}$$

$$= 300 \text{ с}$$

Тогда воду нагреватели успеют нагреть  $Q = t_b \cdot P_A = 472800 \text{ Дж}$  тепловой энергии.

$$\text{Этого хватит чтобы растопить } \Delta m = \frac{Q}{300000} = 1,576 \text{ кг льда.}$$

$$\text{Вода останется в сосуде } m = m_1 - \Delta m = 3,94 - 1,576 = 2,364 \text{ кг}$$

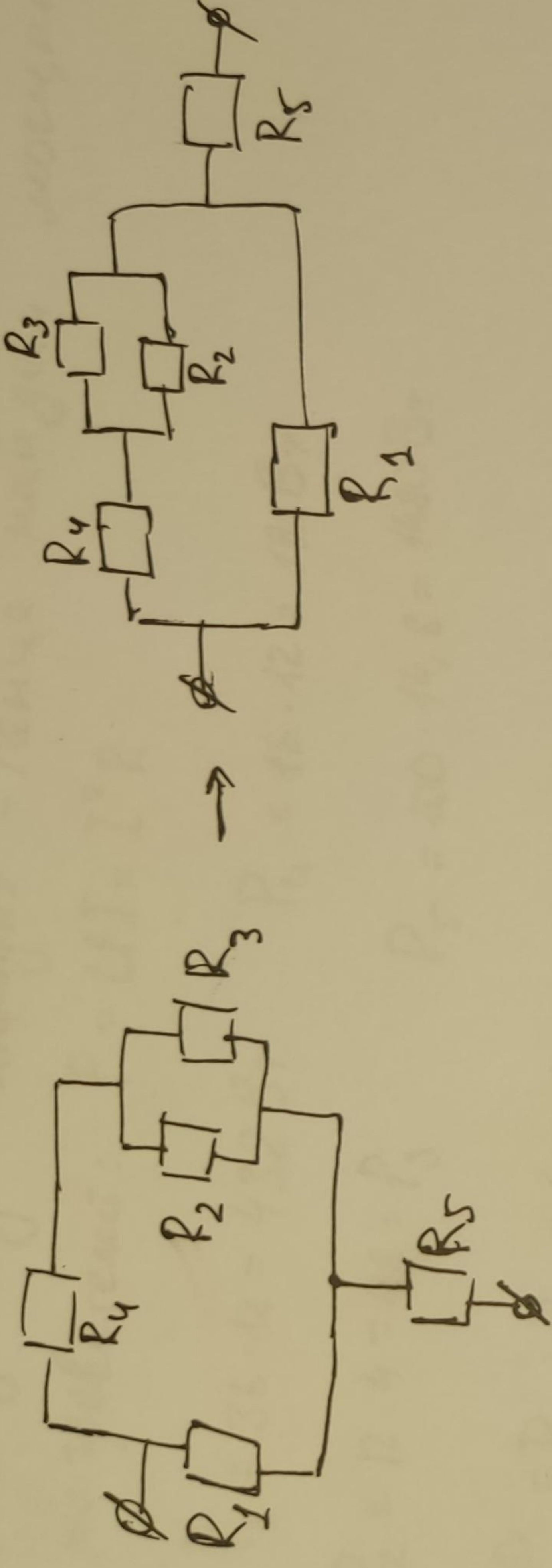
$$\text{это составляет } \frac{m}{m_1} = 0,6 \text{ от массы исходного льда.}$$

Ответ: 0,6.

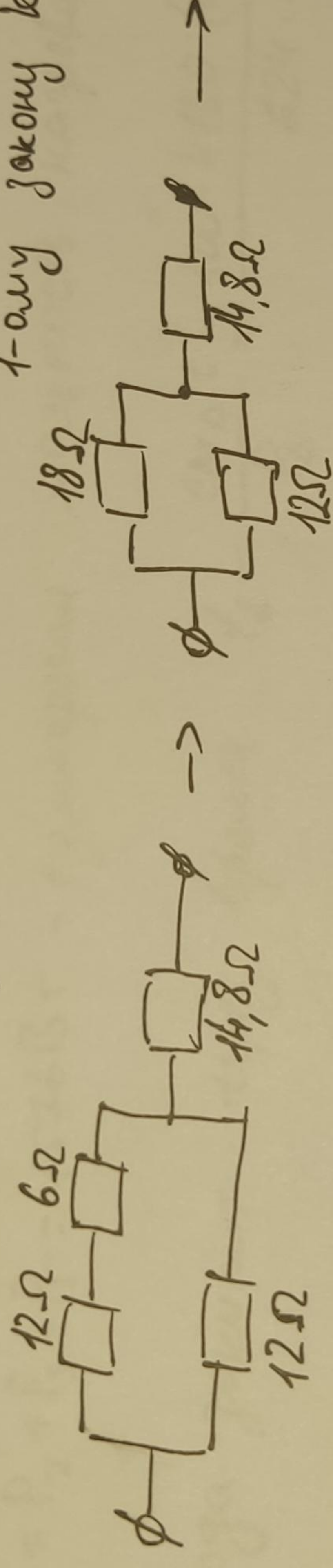


N 2 (мет 1)

Преобразуем схему:



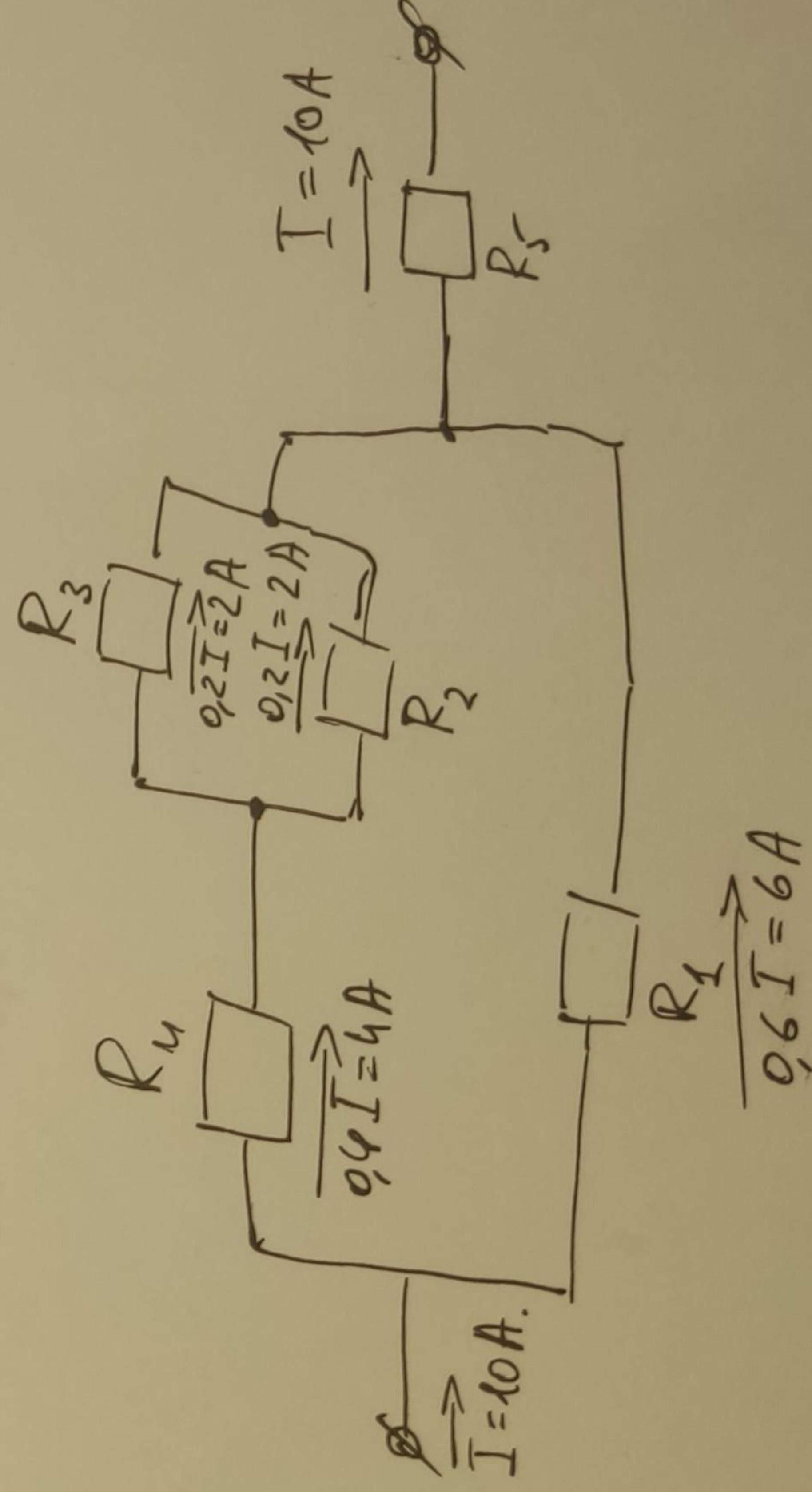
Найдём общее сопротивление схемы справа сверху: по закону Ома и 1-ую закону Кирхгофа:



$\rightarrow \phi - \boxed{14,8\Omega} - \phi \rightarrow \phi - \boxed{22\Omega} - \phi$   
и втекающий ток в цепи по закону Ома:  
 $I = \frac{U}{R} = 10 \text{ A}.$

Найдём ветвяющие

Расставим ток через резисторы (направлен) в соединяющей схеме с учётом закона Ома и 1-го закона Кирхгофа и то, что ток, текущий через параллельное соединение резисторов обратно пропорционален их сопротивлению:





и 1.

Чтобы не опоздать на олимпиаду участник должен  
прибыть на КПП за  $5+15=20$  мин до начала т.е. в 9:40  
Тогда для того, чтобы прийти вовремя у него будет время  
с 9:10 до 9:40 — 30 мин., а чтобы успеть, если  
автобус опоздает у участника есть время с 9:28 до 9:40 —  
12 минут.

Чтобы прийти до КПП участник должен ехать

$$\frac{1050}{0,7} = 1500 \text{ м/ч.}$$

Если бы он не пропался, то количество шагов в минуту  
будет составлять  $\frac{1500}{30} = 50 \text{ м./мин.}$

Если же автобус опоздает, то он будет вынужден идти с  
 $\frac{1500}{12} = 125 \text{ м./мин.}$

Ответ: 50 м./мин, если всё идёт нормально;  
125 м./мин, если всё идёт плохо.