

N1

$$S = 0,87 \text{ км} = 870 \text{ м}$$

$$t_1 = 5 \text{ мин}$$

$$t_2 = 10 \text{ мин}$$

$$l = 75 \text{ см} = 0,75 \text{ м}$$

$$V_1 = 116 \text{ м./мин}$$

$$V_2 = 58 \text{ м./мин}$$

Диагноз - ?

Если в судитории надо быть за 5 мин и ещё при этом 10 мин подготовку для того, чтобы переодеться \Rightarrow

\Rightarrow в коридоре МГТУ им. Б.А. Уманова надо быть в 9:45.

Потому рассчитаем мин. и макс. время от коридора от метро до Б.А. Уманова:

$$t_{\min} = \frac{S}{l \cdot V_1} = \frac{870 \text{ м}}{87 \text{ м./мин}} = 10 \text{ мин}$$

$$t_{\max} = \frac{S}{l \cdot V_2} = \frac{870 \text{ м}}{43,5 \text{ м./мин}} = 20 \text{ мин}$$

Значит самое позднее время в которое можно выйти из метро это:

9:35

А самое раннее время в которое можно выйти из метро это:

9:25

Значит диапазон времени в которое можно выйти из метро это:

$$9:25 \leq t_0 \leq 9:35$$

Ответ: $9:25 \leq t_0 \leq 9:35$

30/9/10

N2 (продолжение)

$Q_B = C_B m_B \Delta t_{po}$ - теплота, которую нужно дать, чтобы нагреть до 100°C

$$m_B = V_B \cdot \rho_B = 450 \text{ см}^3 \cdot 12 / \text{см}^3 = 4502 = 9,45 \text{ кг}$$

$$Q_{эл} = t(I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2) = ((6\text{A})^2 \cdot 120\Omega + (4\text{A})^2 \cdot 120\Omega) t = 624t, \text{ а } Q_B = 187200 \text{ Дж, значит}$$

$$Q_{эл} = Q_B$$

$$624t = 187200$$

$$t = \frac{187200}{624} = 300 \text{ сек}$$

Т.к. есть вода, нагреть до кипения через 300 сек после начала эксперимента, теперь найдем кол-во воды, которое расплывется за это время:

$$Q_1 = Q_{эл},$$

$$Q_{m1} = t \left(\frac{R_1}{2} \cdot I_2^2 + R_4 (I_1 + I_2)^2 \right)$$

$$\text{Значит } m_{n1} = \frac{t \left(\frac{R_1}{2} \cdot I_2^2 + R_4 (2,5 I_2)^2 \right)}{\lambda} = 1,576 \text{ кг}$$

Получается за время $t = 300 \text{ сек}$ расплывется $m_{n1} = 1,576 \text{ кг}$

$$\text{вода } \Rightarrow k = \frac{m_{n1}}{m_1} = 0,4$$

Ответ: $k = 0,4$ - расплывется за время вода, которая нагрелась

24.10

№2

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = 120 \Omega$$

$$R_4 = 1480 \Omega$$

$$C_0 = 4160 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$\lambda = 300 \text{ кДж/кг}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

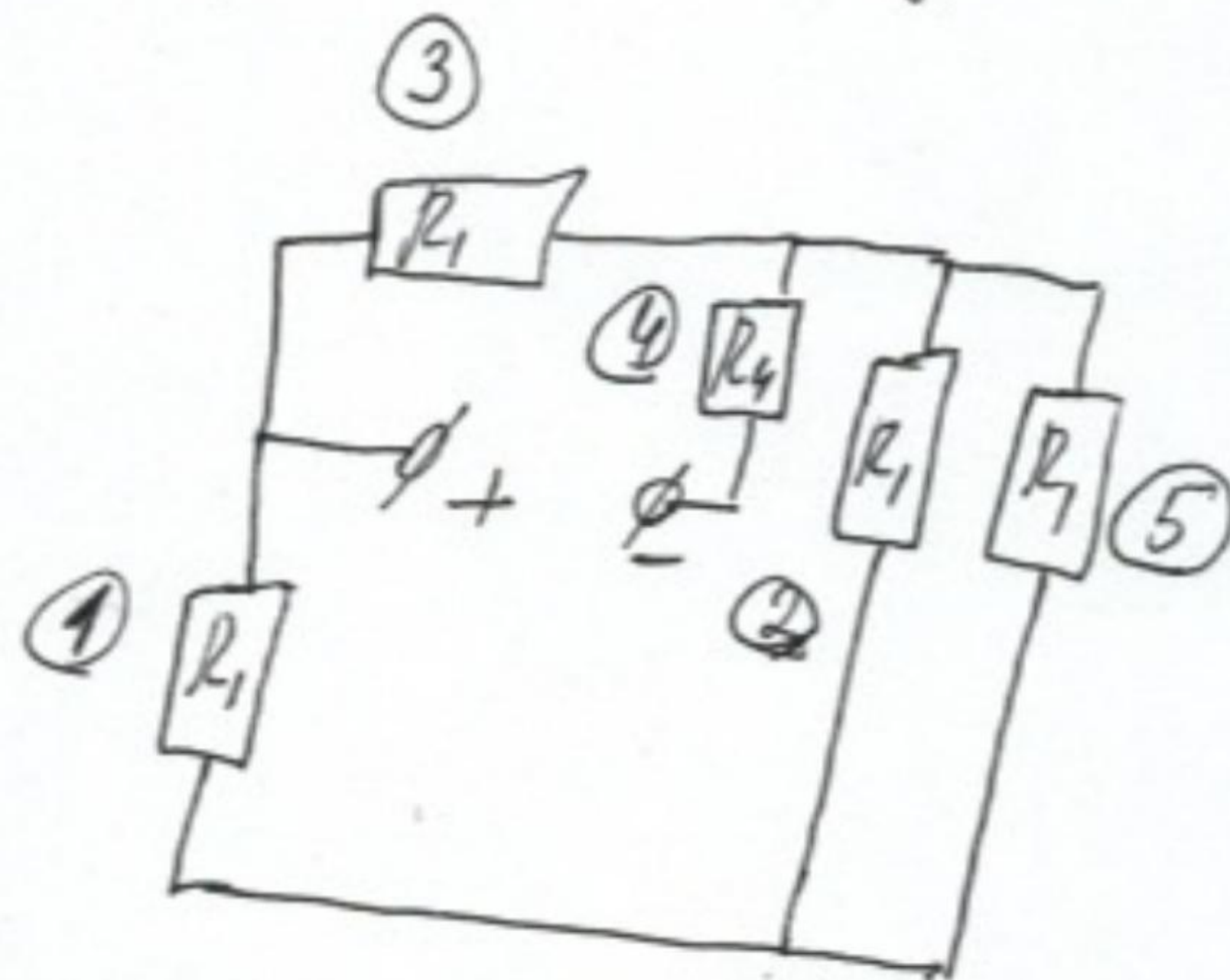
$$m = 39402 = 3,94 \text{ кг}$$

$$V_0 = 450 \text{ м}^3 = 450 \text{ л}^3$$

$$U = 220 \text{ В}$$

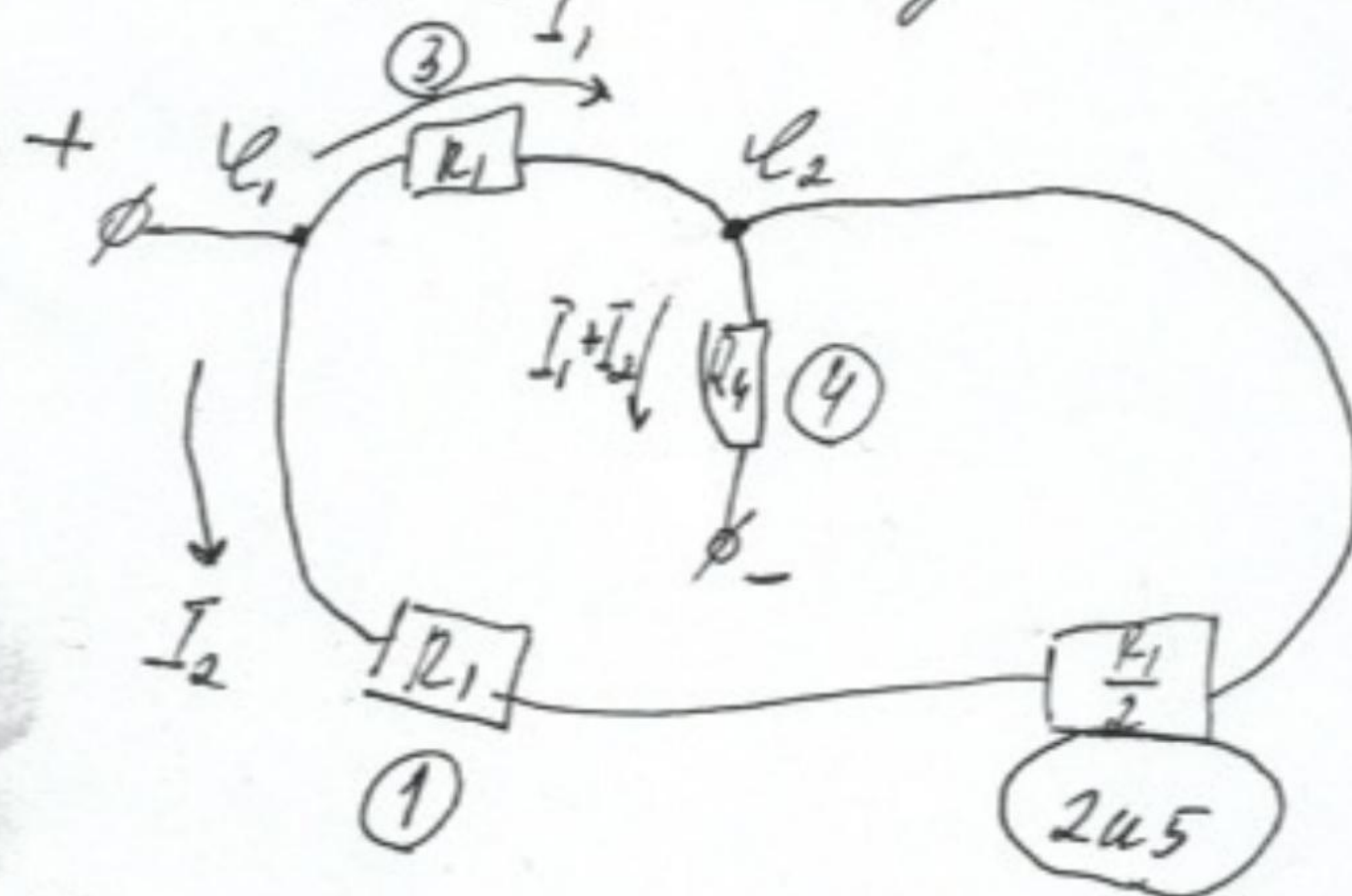
k-?

Перерисуем схему:



Мы знаем, что 2 и 5 элемент нагреем одновременно \Rightarrow заменим их на резистор с сопротивлением $R_0 = \frac{R_2}{2} = 0,5 R_1$

Перерисуем схему:



$$U_1 - U_2 = R_1 I_1 = R_1 I_2 + \frac{R_1}{2} I_2 = I_2 \cdot 1,5 R_1$$

Значит, $R_1 I_1 = 1,5 R_1 I_2$

$$\underline{\underline{I_1 = 1,5 I_2}}$$

Значит $I_{05} = I_1 + I_2 = 2,5 I_2$

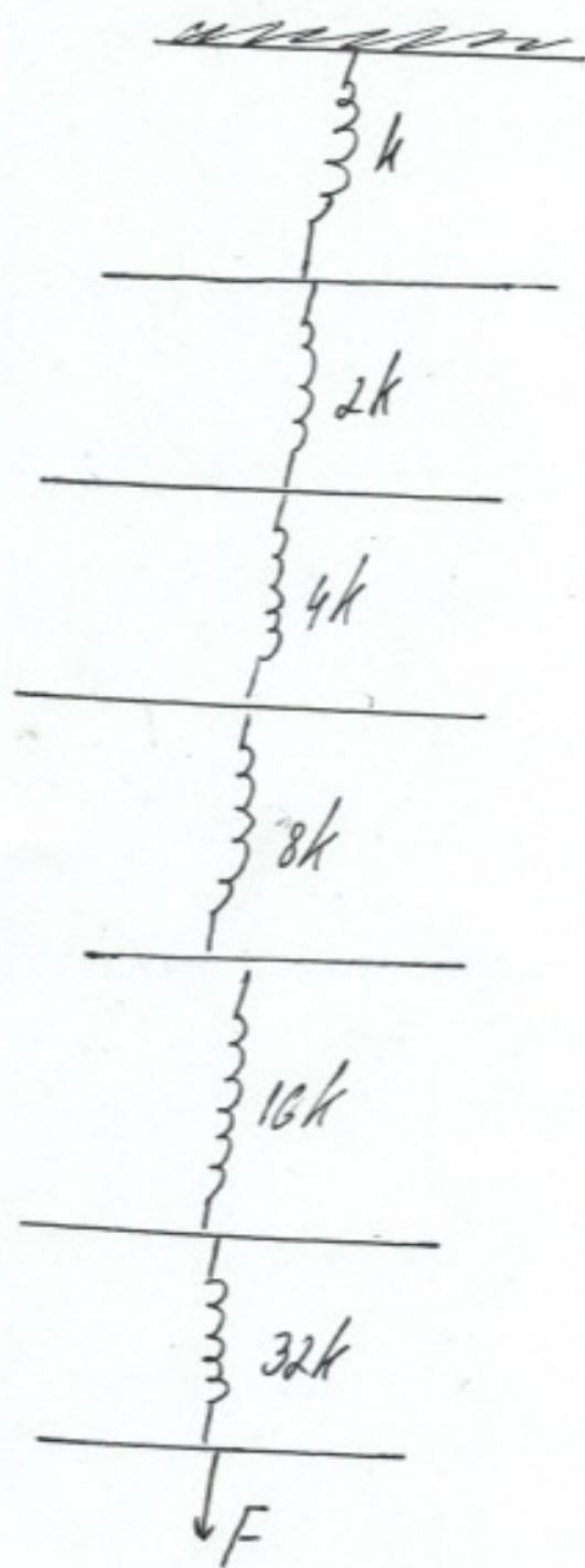
Поэтому $U = R_1 I_1 + (I_1 + I_2) R_4 = 1,5 I_2 R_1 + 2,5 I_2 R_4 =$

$$= I_2 (1,5 R_1 + 2,5 R_4) \Rightarrow I_2 = \frac{U}{1,5 R_1 + 2,5 R_4} = 4 \text{ А} \Rightarrow \underline{\underline{I_1 = 6 \text{ А}}}$$

Мы знаем, что мощность (электрическая) это

$P = I^2 \cdot R$ тогда

№3 (продолжение)

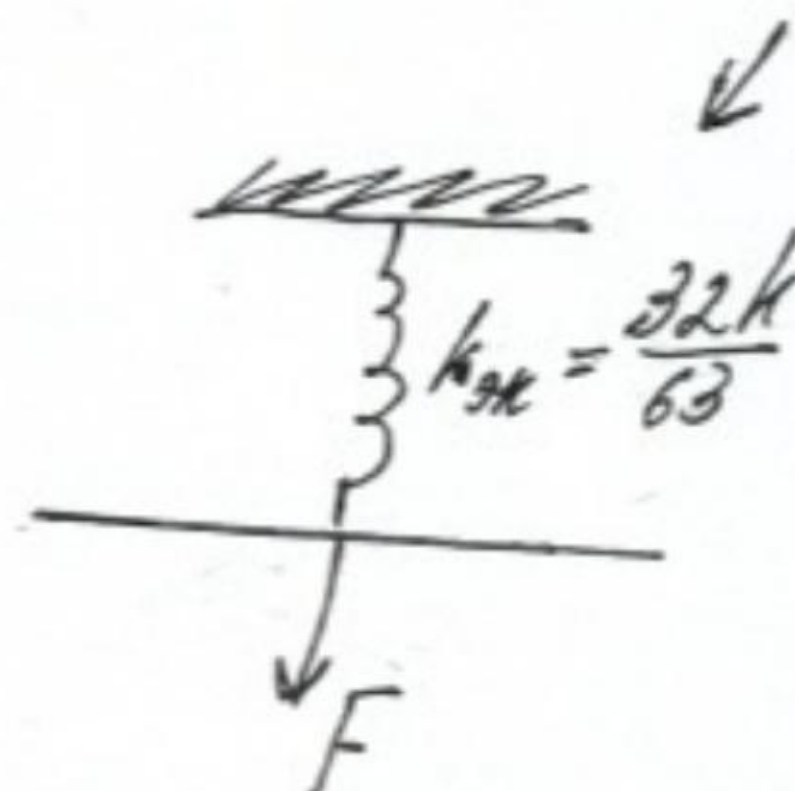


Ещё мы знаем, что
несколько соединённых последо-
вательно пружинок можно заме-
нить на эквивалентную пружину
с жесткостью $k_{эк}$ по такой фор-
муле:

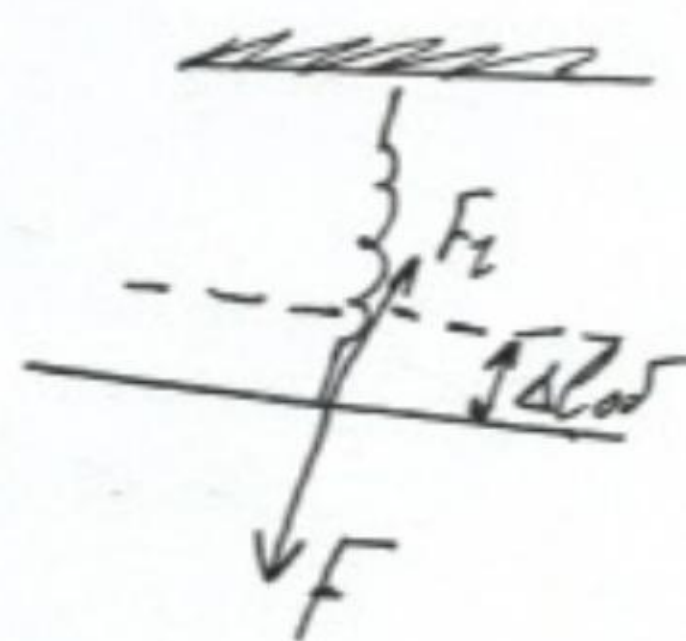
$$\frac{1}{k_{эк}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$$

← Сделаем это для нашего
случая:

$$\begin{aligned} \frac{1}{k_{эк}} &= \frac{1}{k} + \frac{1}{2k} + \frac{1}{4k} + \frac{1}{8k} + \frac{1}{16k} + \frac{1}{32k} = \\ &= \frac{32}{32k} + \frac{16}{32k} + \frac{8}{32k} + \frac{4}{32k} + \frac{2}{32k} + \frac{1}{32k} = \\ &= \frac{63}{32k} \Rightarrow k_{эк} = \frac{32k}{63} \end{aligned}$$



Будем все конструкторские усилия по
 $\Delta l_{ос}$, тогда:



$$F_2 = F$$

$$k_{эк} \Delta l_{ос} = F$$

$$\frac{32k}{63} \Delta l_{ос} = F$$

$$\Delta l_{ос} = \frac{63F}{32k} = \frac{63}{32} \cdot \left(\frac{F}{k} \right) =$$

$$= \frac{63}{32} \cdot 32 \text{ см} = 63 \text{ см}$$

$$\text{Ответ: } \Delta l_{ос} = 63 \text{ см}$$

Будто

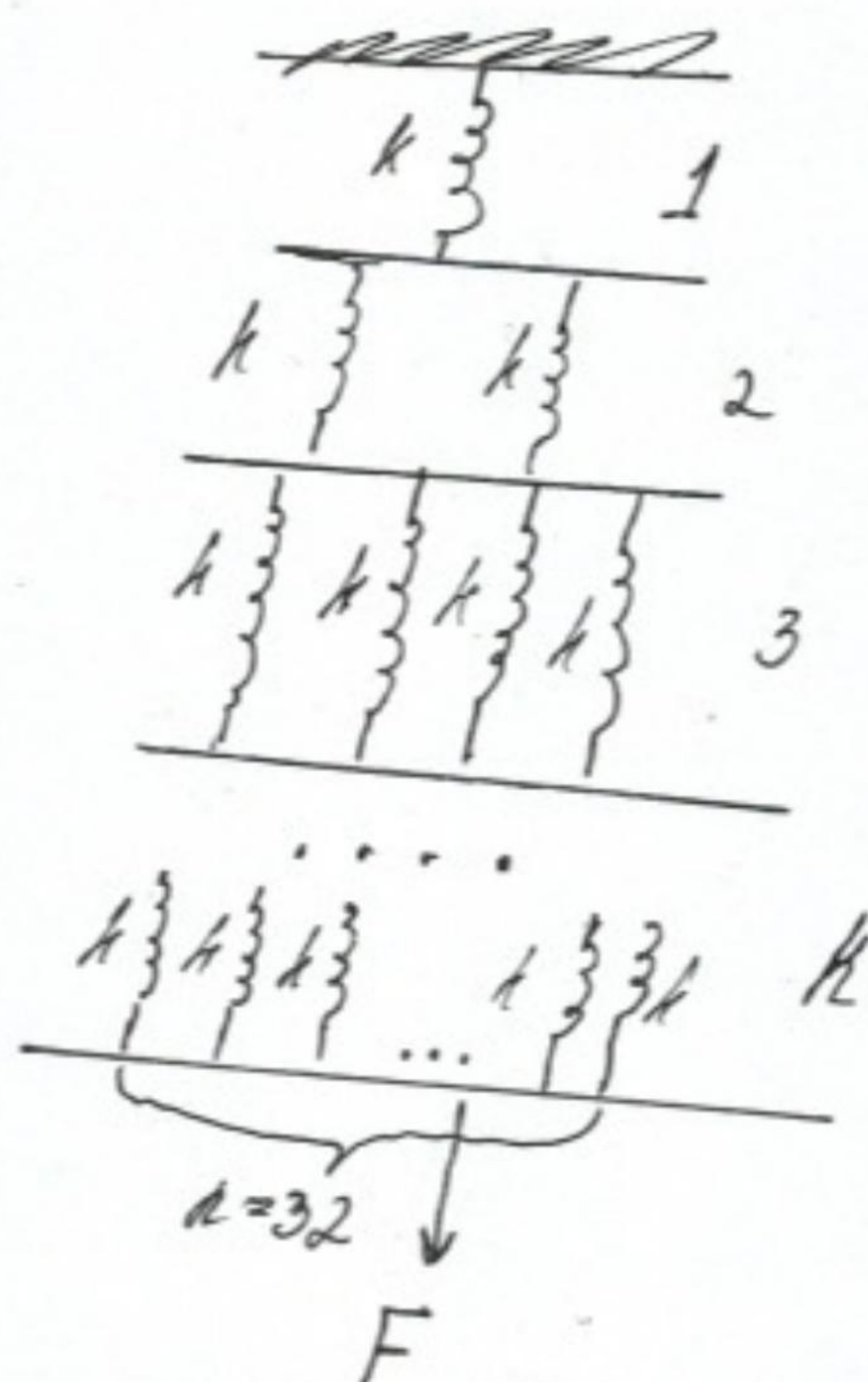
$$L = \frac{F}{k} = 32 \text{ см}$$

$$n = 32$$

$$\Delta \text{cos} - ?$$

№3

Нарисуем группу конструкций:

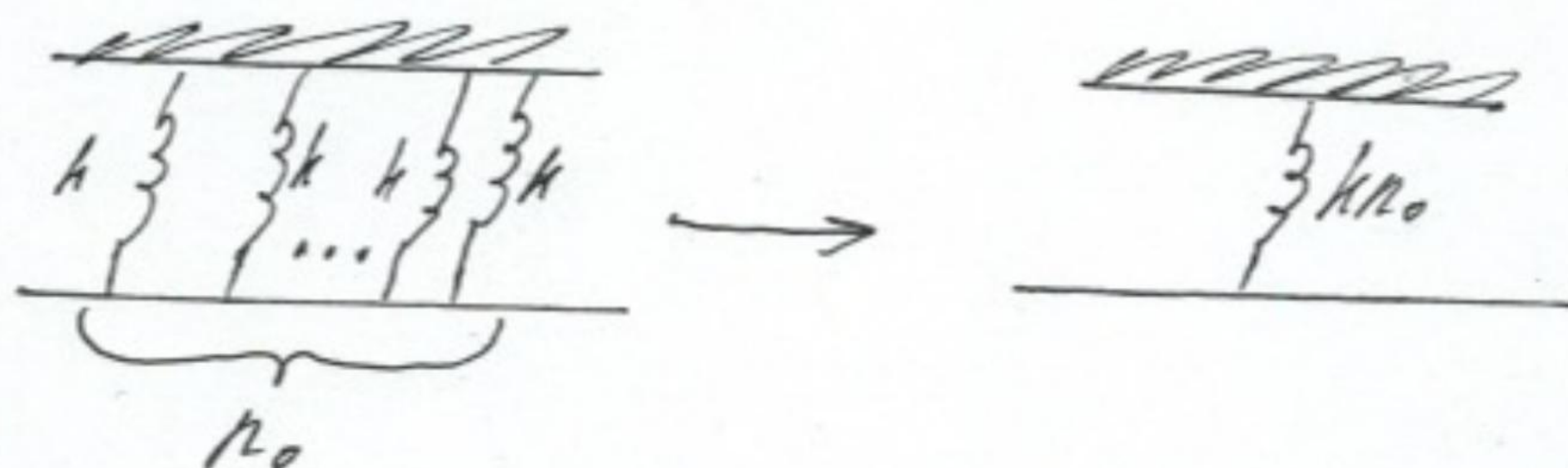


Рассмотрим сколько всего таких группировок с группами:

Мы увеличиваем кол-во групп каждый раз в 2 раза, мы знаем, что в итоге получим 32 =)

3) $2^5 = 32$ 2) в 1-1; в 2-2; в 3-4; в 4-8; в 5-16; в 6-32 2) $k = 6$

Мы знаем, что любое кол-во групп соединенных параллельно можно заменить одной группой с суммарным коэффициентом жесткости, то есть:



Сделаем это с нашей конструкцией, чизло

N4 (продолжение)

Но $h_{x_1} < h_{x_2}$ \Rightarrow после зрага h_{x_2} в конъюнкте уже не будет. Значит после $n=3$, в конъюнкте не будет h_{x_2} .

Ответ: $n=3$

N4

Нарисуем такую конструкцию:



Рассмотрим, что будет в равновесии после первой разбивки:

$$\lambda \Delta m_1 = C_B (t_B - t_A) m_B$$

$$\lambda \Delta m_1 = C_B (t_B - t_A) \cdot 0,2 \text{ Н} \cdot \rho_B$$

$$\lambda h_x \rho_A = C_B \Delta t_1 \cdot 0,2 \text{ Н} \cdot \rho_B$$

$$h_x = \frac{C_B \Delta t_1 \cdot 0,2 \text{ Н} \cdot \rho_B}{\lambda \rho_A} = 0,168 \text{ Н}$$

Такая высота меда растает в 1 раз \Rightarrow

$$\Rightarrow h_{\text{ост.}} = 0,8 \text{ Н} - 0,168 \text{ Н} = 0,632 \text{ Н}$$

Зуравняем тепловой баланс:

$$\lambda \Delta m_2 = C_B (t_B - t_A) m_{B1}$$

$$\lambda h_{x1} \rho_A = C_B \Delta t_1 \cdot 0,368 \text{ Н} \cdot \rho_B$$

$$h_{x1} = \frac{C_B \Delta t_1 \cdot 0,368 \text{ Н} \cdot \rho_B}{\lambda \rho_A} = 0,30912 \text{ Н}$$

Такая высота меда растает во 2 раз \Rightarrow

$$\Rightarrow h_{\text{ост.}} = 0,632 \text{ Н} - 0,30912 \text{ Н} = 0,32288 \text{ Н}$$

Зуравняем тепловой баланс:

$$\lambda \Delta m_3 = C_B (t_B - t_A) m_{B2}$$

$$\lambda h_{x2} \rho_A = C_B \Delta t_1 \cdot 0,67712 \text{ Н} \cdot \rho_B$$

$$h_{x2} = \frac{C_B \Delta t_1 \cdot 0,67712 \text{ Н} \cdot \rho_B}{\lambda \rho_A} = 0,5687808 \text{ Н} \quad 6 \text{ из } 10$$

$$h = 0,8 \text{ Н}$$

$$t_A = 0^\circ \text{C}$$

$$t_B = 54^\circ \text{C}$$

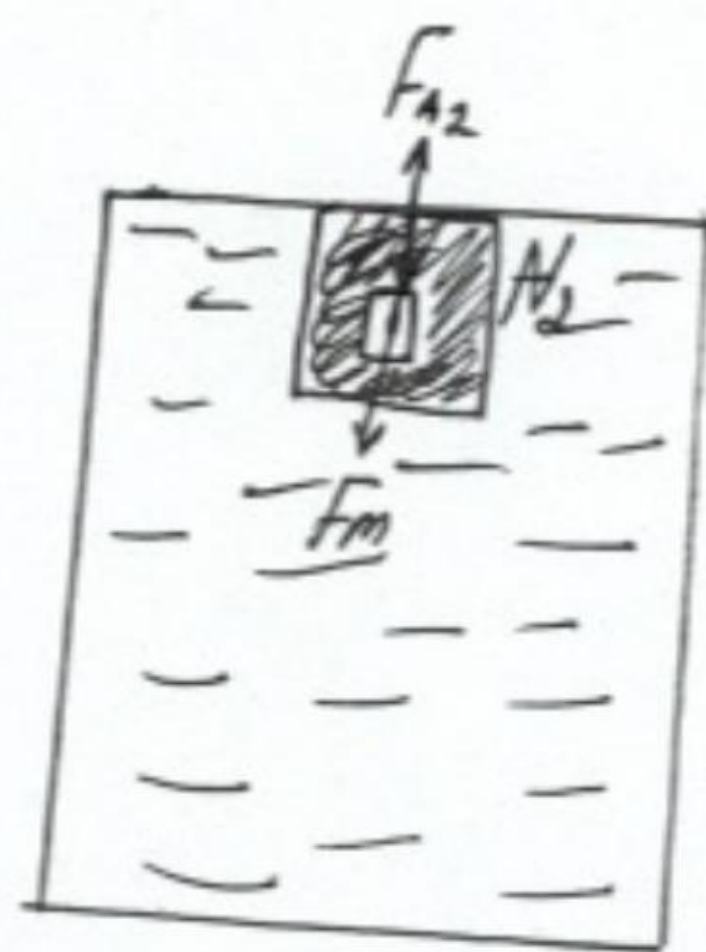
$$C_B = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$$

$$\lambda = 0,3 \text{ МДж/кг}$$

$$\rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_A = 900 \text{ кг/м}^3$$

h-?



№5 (программное)

Условие равновесия груза в воде:

$$F_{A2} = N_2 + F_m$$

$$\rho_c V_k g = \rho a^2 + \rho_m (V_k - V_{\text{поп}}) g$$

$$\rho_c V_k g = \rho a^2 + \rho_m V_k g - \rho_m V_{\text{поп}} g$$

$$\rho_c V_k g - \rho a^2 - \rho_m V_k g = - \rho_m V_{\text{поп}} g$$

$$\frac{\rho a^2 + \rho_m V_k g - \rho_c V_k g}{\rho_m g} = V_{\text{поп}}$$

$$\underline{V_{\text{поп}} = 5,832 \text{ м}^3}$$

Если мы будем считать, что поплавок имеет форму куба, то $x^3 = 5,832 \text{ м}^3 \Rightarrow x = 1,8 \text{ м}$

$$2) \quad h = \frac{a - x}{2} = 0,1 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } h = 0,1 \text{ м}$$

9 из 10

N5

$$\Delta T = 16 \text{ kH} = 16000 \text{ H}$$

$$\rho = 824 \text{ Mr}$$

$$\rho_{\text{ж}} = 2800 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{с}} = 800 \text{ кг/м}^3$$

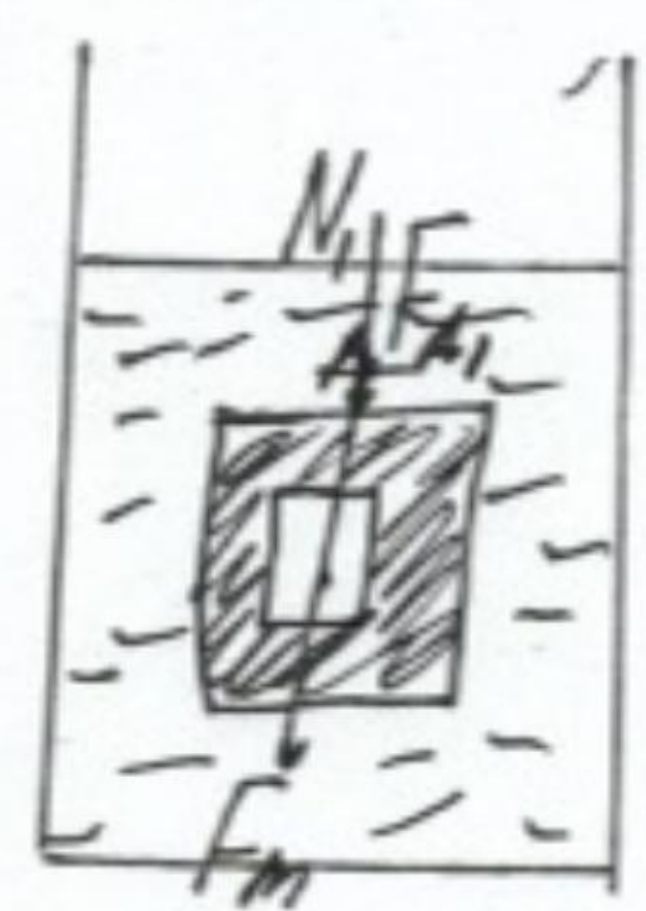
$$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/м}$$

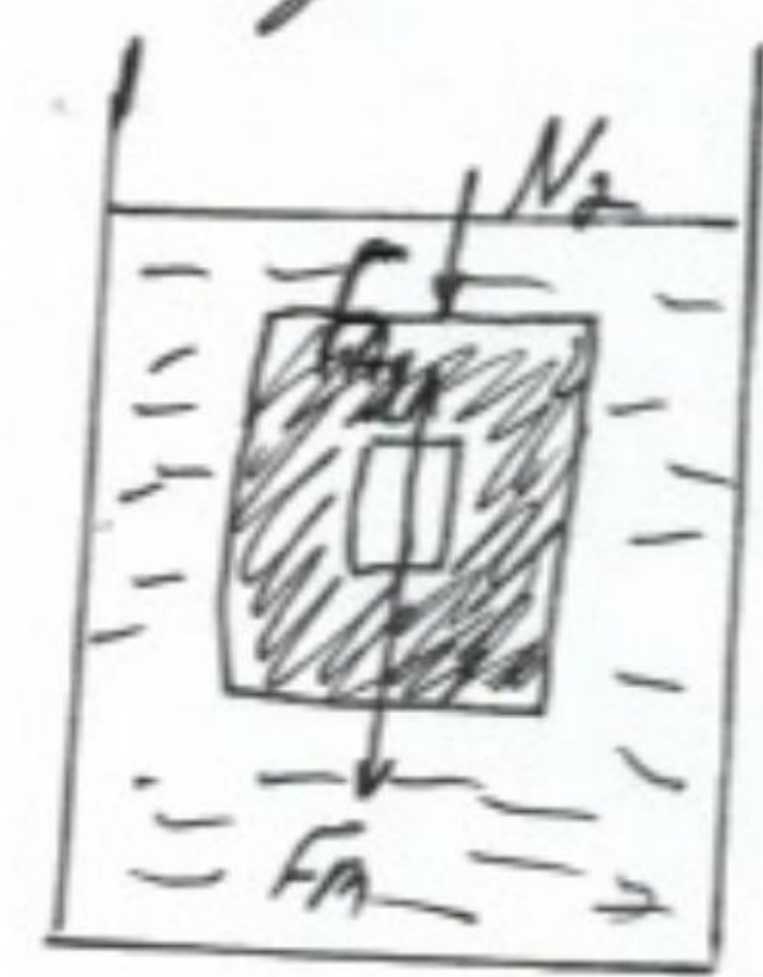
$h = ?$

Рассмотрим случаи по отдельности.
Заметим, что в обоих случаях сила реакции прижатия к крылу будет направлена вниз, иначе эта сила будет направлена вверх, но тогда её сила во 2 случае будет больше, чем в 1, что не соответствует условию.

вога:



спуст:



Условие равновесия для крыла:

вога:

$$N_1 + F_{\text{м}} = F_{\text{ж}}$$

$$N_1 + (V_{\text{к}} - V_{\text{м}}) \rho_{\text{ж}} g = V_{\text{к}} \rho_{\text{в}} g$$

$$N_1 = V_{\text{к}} \rho_{\text{в}} g - (V_{\text{к}} - V_{\text{м}}) \rho_{\text{ж}} g$$

спуст:

$$N_2 + F_{\text{м}} = F_{\text{ж}}$$

$$N_2 + (V_{\text{к}} - V_{\text{м}}) \rho_{\text{ж}} g = V_{\text{к}} \rho_{\text{с}} g$$

$$N_2 = V_{\text{к}} \rho_{\text{с}} g - (V_{\text{к}} - V_{\text{м}}) \rho_{\text{ж}} g$$

Известно $\Delta T = N_1 - N_2 = V_{\text{к}} \rho_{\text{в}} g - V_{\text{к}} \rho_{\text{с}} g = V_{\text{к}} g (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{с}})$

$$V_{\text{к}} = \frac{\Delta T}{g(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{с}})} = 8 \text{ м}^3 \Rightarrow A^3 = V_{\text{к}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = 2 \text{ м}$$

И теперь рассмотрим 3 случая со ~~спуст~~ спустом:

$$\begin{aligned}
 t_{\text{вз}} &= 20^\circ\text{C} \\
 t_{\text{квн}} &= 90^\circ\text{C} \\
 \rho_{\text{ж}} &= 900 \text{ кг/м}^3 \\
 C_{\text{ж}} &= 3200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \\
 L &= 590000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}
 \end{aligned}$$

$$v = 30 \text{ м/с}$$

$$d = 2,5 \text{ мм}$$

$$V = 15 \text{ см}^3$$

$$k = 65\% = 0,65$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

N - ?

$t_{\text{ос}}$ - ?

Сингулярная задача

Для начала найдем объем изотопленной жеман в секунду:

$$C = VS = \frac{v \pi d^2}{4} = 5,89 \text{ мм}^3/\text{с}$$

Теперь рассмотрим за какое время изотопится вся жемань:

$$t_0 = \frac{V}{C} = \frac{15000 \text{ мм}^3}{5,89 \text{ мм}^3/\text{с}} = 2546,7 \text{ с}$$

Мы знаем, что это время можно еще назвать, а нам нужно учесть \Rightarrow

$$\Rightarrow t_{\text{ос}} = \frac{t_0}{k} = 3917,9 \text{ с}$$

Теперь найдем мощность нагревателя, для этого заменим уравнение первого закона:

$$Q_k = Q_{\text{ж}}$$

$$N t_0 = \rho_{\text{ж}} V_{\text{ж}} (t_{\text{квн}} - t_{\text{вз}}) + L \rho_{\text{ж}} V$$

$$N = \frac{\rho_{\text{ж}} V_{\text{ж}} (t_{\text{квн}} - t_{\text{вз}}) + L \rho_{\text{ж}} V}{t_0} = 3,13 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } t_0 = 2546,7 \text{ с}, t_{\text{ос}} = 3917,9 \text{ с}, N = 3,13 \text{ Вт}$$

10/10