

Вариант задания 1

Лист работы 1 из 2

Задача 1

Найдём кол-во шагов, ⁽ⁿ⁾нужное для того, чтобы пройти от метро до корпуса: (где L - расстояние от метро до корпуса)

$$n = \frac{L}{l_{\text{шага}}} = \frac{870 \text{ м}}{0,75 \text{ м}} = 1160 \text{ м}$$

Найдём минимальное время и максимальное, ^{которое понадобится} для того, чтобы пройти расстояние от метро до корпуса:

$$t_{\text{мин}} = \frac{n}{v_{\text{макс}}} = \frac{1160 \text{ м}}{116 \frac{\text{м}}{\text{мин}}} = 10 \text{ мин}$$

$$t_{\text{макс}} = \frac{n}{v_{\text{мин}}} = \frac{1160 \text{ м}}{58 \frac{\text{м}}{\text{мин}}} = 20 \text{ мин}$$

Тогда нужно выйти из метро в:

$$\tau_{\text{макс}} = \tau_{\text{начала}} - \tau_{\text{доп.}} - t_{\text{мин}} = 9 \text{ ч } 60 \text{ мин} - 10 \text{ мин} - 10 \text{ мин} = 9 \text{ ч } 40 \text{ мин}$$

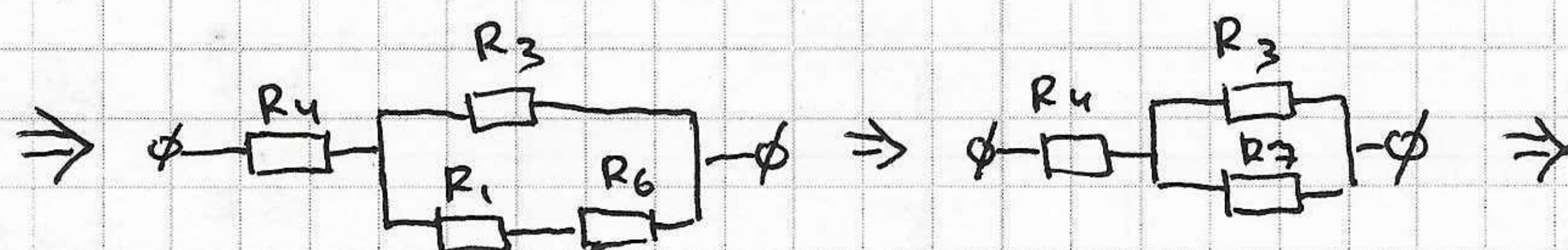
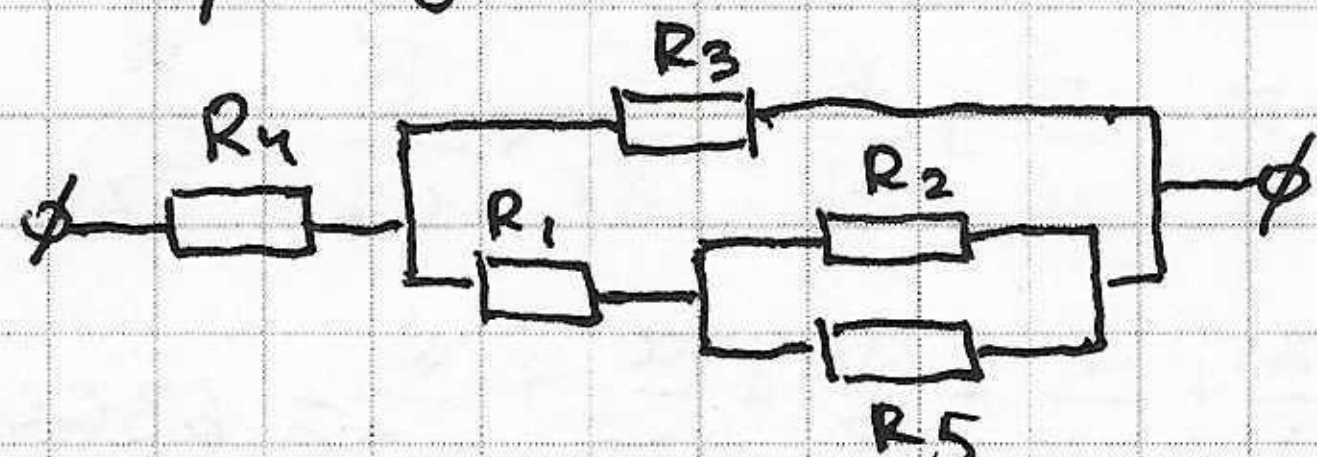
$$\tau_{\text{мин}} = \tau_{\text{начала}} - \tau_{\text{доп.}} - t_{\text{макс}} = 9 \text{ ч } 60 \text{ мин} - 10 \text{ мин} - 20 \text{ мин} = 9 \text{ ч } 30 \text{ мин}$$

⇓

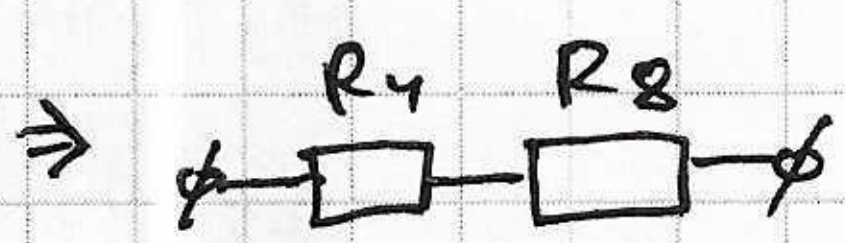
Нужно выйти из дверей метро с 9 ч 30 мин до 9 ч 40 мин.

Задача 2

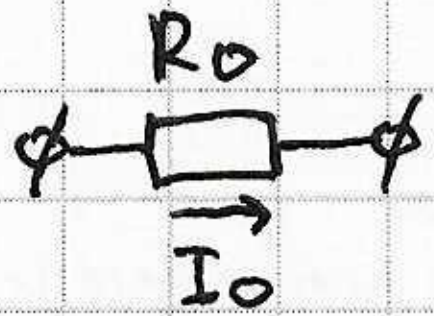
Нарисуем эквивалентную схему:



$$R_6 = \frac{R_2 \cdot R_5}{R_2 + R_5} = \frac{12 \cdot 12}{12 + 12} = 6 (\Omega) \quad R_4 = R_1 + R_6 = 6 + 12 = 18 (\Omega)$$



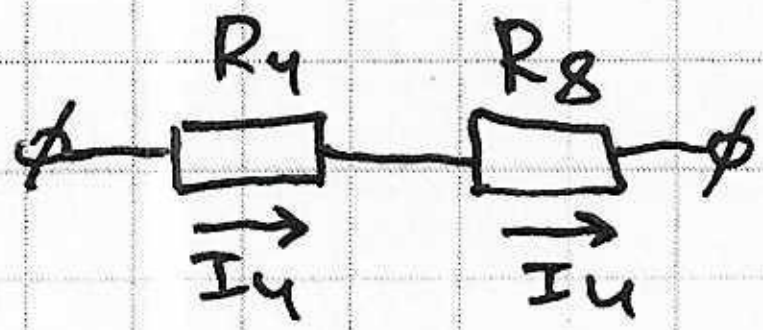
$$R_8 = \frac{R_3 \cdot R_7}{R_3 + R_7} = \frac{12 \cdot 18}{12 + 18} = 7,2 \text{ (Ом)}$$



$$R_{\text{общ}} = R_4 + R_8 = 7,2 + 14,8 = 22 \text{ (Ом)}$$

$$I_{\text{общ}} = \frac{U_0}{R_0} = \frac{220 \text{ В}}{22 \text{ Ом}} = 10 \text{ А}$$

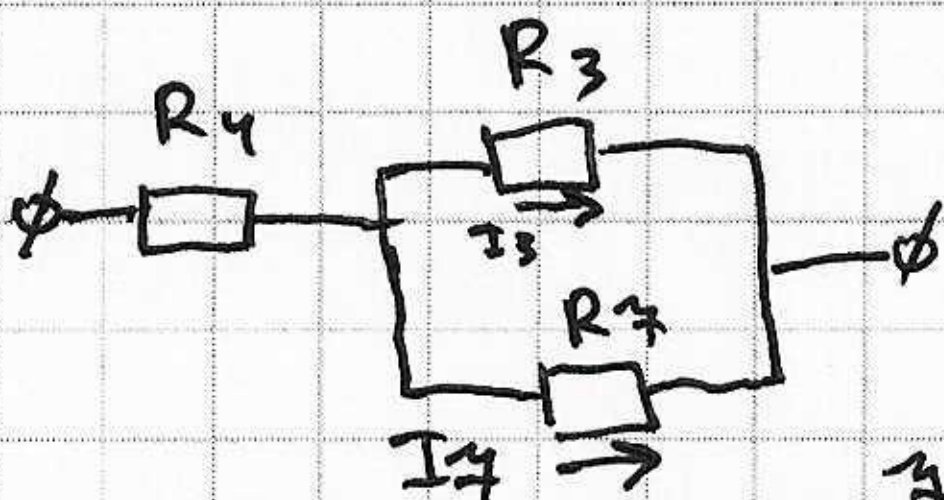
Найдем токи, протекающие через элементы, и напряжения на их концах:



$$I_4 = I_0 = 10 \text{ А}$$

$$U_4 = I_4 R_4 = 148 \text{ В}$$

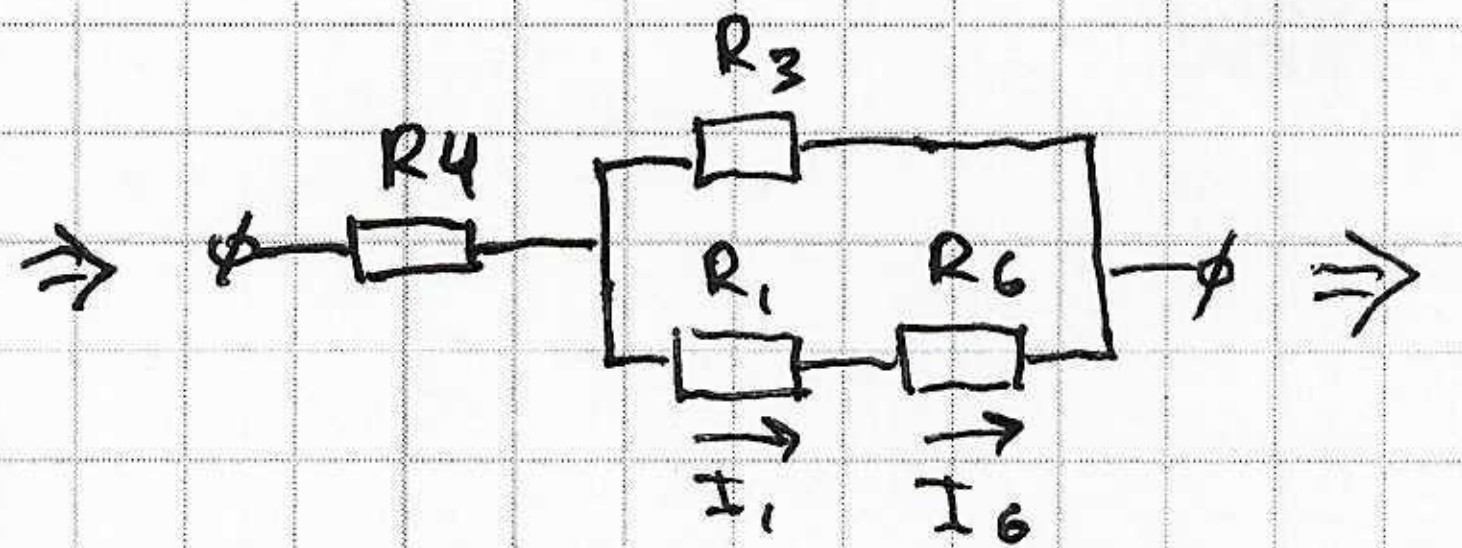
$$U_8 = I_4 R_8 = 10 \text{ А} \cdot 7,2 \text{ Ом} = 72 \text{ В}$$



$$U_3 = U_7 = U_8 = 72 \text{ В}$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{72 \text{ В}}{12 \text{ Ом}} = 6 \text{ А}$$

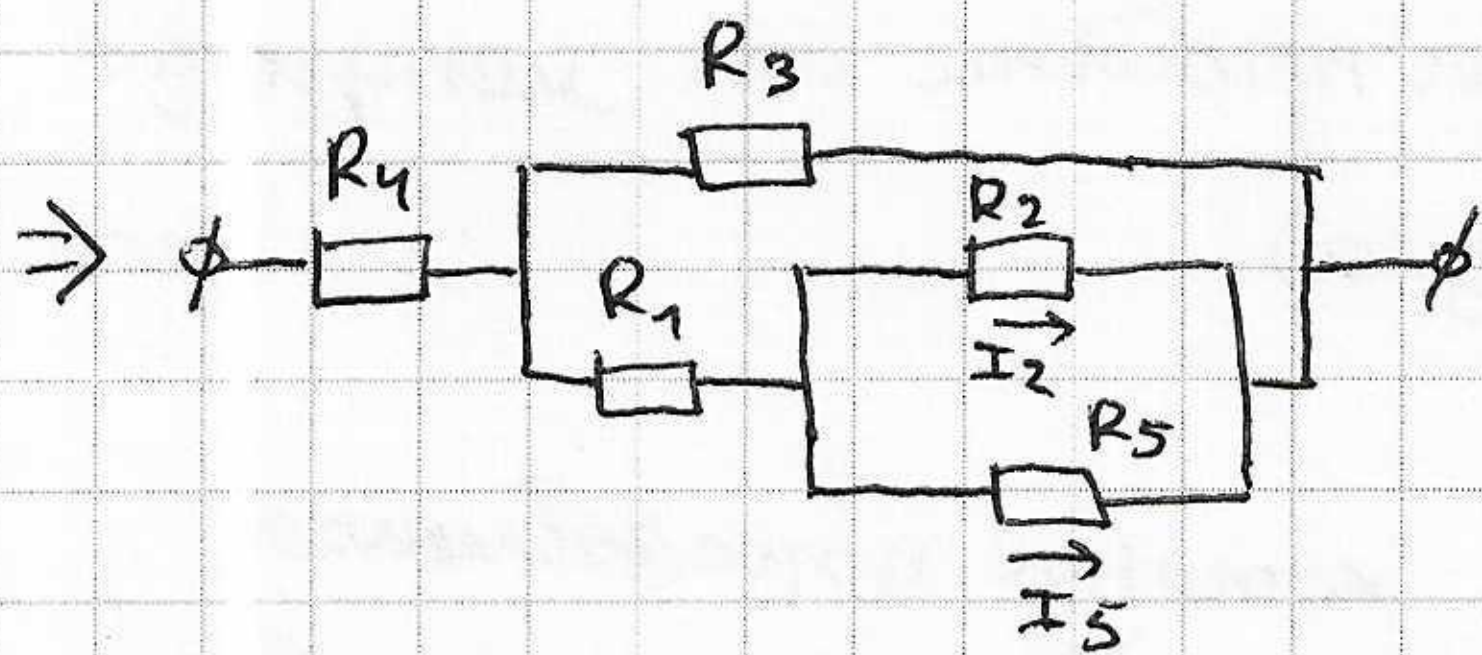
$$I_7 = \frac{U_7}{R_7} = \frac{72 \text{ В}}{18 \text{ Ом}} = 4 \text{ А}$$



$$I_1 = I_6 = I_7 = 4 \text{ А}$$

$$U_1 = I_1 R_1 = 4 \cdot 12 = 48 \text{ (В)}$$

$$U_6 = I_6 R_6 = 4 \cdot 12 = 48 \text{ (В)}$$



$$U_2 = U_5 = U_6 = 48 \text{ (В)}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{48}{12} = 4 \text{ (А)}$$

$$I_5 = \frac{U_5}{R_5} = \frac{48}{12} = 4 \text{ (А)}$$

На нагрев воды идет работа электрического тока в резисторах 1 и 3:
(τ - время, за которое закипит вода)

$$Q = A_1 + A_3$$

$$c \rho V g (t_k - t_n) = \tau (I_1 U_1 + I_3 U_3)$$

$$\tau = \frac{c \rho V g (t_k - t_n)}{I_1 U_1 + I_3 U_3} \approx 492 \text{ с}$$

На нагревание льда идет работа эл. тока, протекающей через резисторы 2, 4, 5:
($m_{\text{пл}}$ - масса растаявшего льда)

$$\tau (I_2 U_2 + I_4 U_4 + I_5 U_5) = \lambda m_{\text{пл}}$$

$$m_{\text{пл}} = \frac{\tau (I_2 U_2 + I_4 U_4 + I_5 U_5)}{\lambda} \approx 30572$$

$$m_{\text{пл}} \approx 47,6\% \cdot m_{\text{л}}$$

Задача 3

П.к. с каждым рядом кол-во пружинок удваивается, тогда составим таблицу:

ряд (начиная с верхнего)	кол-во пружинок	эквивалентная жесткость (всего ряда)
1	1	k
2	2	2k
3	4	4k
5	8	8k
6	16	16k
7	32	32k

$$\Delta l = \frac{F}{k} = d$$

Найдем общее изменение длины:

$$\Delta l_0 = \frac{F}{k} + \frac{F}{2k} + \frac{F}{4k} + \frac{F}{8k} + \frac{F}{16k} + \frac{F}{32k} =$$

$$= d + \frac{d}{2} + \frac{d}{4} + \frac{d}{8} + \frac{d}{16} + \frac{d}{32} = 63 \text{ см}$$



Вариант задания _____

1

Лист работы 2 из 2

Задача 4

(когда мы заливаем воду первый раз)
найдем H_1 - высоту растаявшего льда: (S - поперечное сечение
калориметра)

$$c_в \rho_в S g (H - 0,8H) (t_в - t_л) = \lambda H_1 S_л S g$$

$$H_1 = \frac{c_в \rho_в H (t_в - t_л)}{0,8 \lambda \rho_л} = 0,21H$$

$H_1 < H_л$ ($0,21H < 0,8H$) высота растаявш. льда меньше изначальной
высоты льда, поэтому заливаем воду 2 раз:

$$c_в \rho_в S g (H - 0,8H + 0,21H) (t_в - t_л) = \lambda S_л S g H_2 \quad (H_2 - \text{высота растаявш. льда во 2 раз})$$

$$H_2 = \frac{0,41 c_в \rho_в H (t_в - t_л)}{\lambda \rho_л} \approx 0,34H$$

$H_1 + H_2 < H_л$ ($0,34H + 0,21H < 0,8H$) \Rightarrow заливаем воду 3 раз:

$$c_в \rho_в S g (H - 0,8H + 0,21H + 0,34H) (t_в - t_л) = \lambda S_л S g H_3 \quad (H_3 - \text{высота растаявш. льда в 3 раз})$$

$$H_3 = \frac{0,75 c_в \rho_в H (t_в - t_л)}{\lambda \rho_л} = 0,63H$$

$H_1 + H_2 + H_3 > H_л \Rightarrow$ весь лёд растает после того, как мы выльем
воду 3 раза, то есть когда мы нальём горячую воду 3 раза

Задача 5

(T_1 - в воде, T_2 - в спирте)

Найдем силы, с которыми нужно удерживать куб в спирте и в воде:

$$\begin{cases} T_1 = \rho_1 V g - mg \\ T_2 = \rho_2 V g - mg \end{cases} \quad \Delta T = T_1 - T_2 = \rho_1 V g - mg - \rho_2 V g + mg = V g (\rho_1 - \rho_2) \Rightarrow$$

(m - масса куба)

$$\Rightarrow V = \frac{\Delta T}{(\rho_1 - \rho_2) g} = 8 \text{ м}^3 = a^3 \Rightarrow a = 2 \text{ м} \quad (a - \text{сторона куба})$$

Запишем условие равновесия куба в случае, когда он давит
на крышку: (где $V_л$ - объём материала в кубе (объём куба ~~и~~ ^{линее} объёма
воздуха в кубе))

$$\rho V_л g = \rho_2 V g + P S$$

$$6 \rho a^2 h g = \rho_2 a^3 g + P a^2 \Rightarrow \rho g h = \rho_2 g a + P \Rightarrow h = \frac{\rho_2 g a + P}{6 \rho g} \approx 10 \text{ см}$$

(h - толщина стенок куба)

Ситуационная задача



Нагрев тепловой мощностью нагревателя: (L - длина распуха.

(от-
правлену-
мом вре-
мени)

$$N = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m(c(t_n - t_n) + L)}{\frac{e}{2r}} = \frac{\rho V S (c(t_n - t_n) + L)}{e} \Rightarrow \text{нагреватель за время } t)$$

$$\Rightarrow N = \rho V S (c(t_n - t_n) + L) \approx 4,3 \text{ Вт} \quad (S = \frac{\pi d^2}{4})$$

Нагрев от времени изготвления гетали (τ):

$$N = \frac{Q}{0,65 \tau} \Rightarrow 0,65 \tau = \frac{Q}{N} = \frac{m(c(t_n - t_n) + L)}{N} = \frac{\rho V (c(t_n - t_n) + L)}{N} \Rightarrow \tau = \frac{100 \rho V (c(t_n - t_n) + L)}{65 N}$$

$$\approx 3932 \text{ с} = 65,5 \text{ мин}$$

