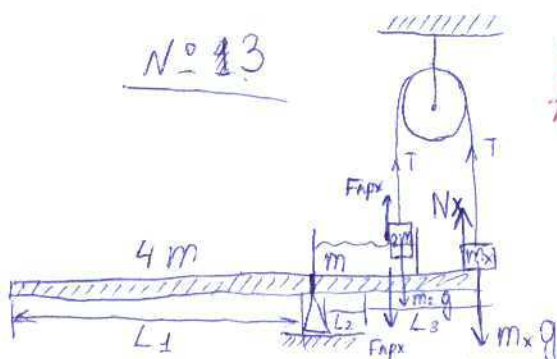


N° 13



Запишем условие равновесия груза Mx:

16  $m \times g - T = N$   
и груза массой 2m:

16  $2mg = T + F_{Арх}$

А теперь запишем условие равновесия рычага:

~~$2,5L \cdot 4mg = mg \cdot L + (m \times g - T) 3L$~~

~~$10mg = mg + 3m \times g - 3T$~~

~~$3mg = m \times g - T$~~

~~Осталось лишь найти T:~~

?  ~~$2,5L \cdot 2,5mg = mg \cdot L + 1,5L \cdot 1,5mg + (M \times g - T) 3L$~~

~~$6,25mg = mg + 2,25mg + 3M \times g - 3T$~~

~~$3mg = 3M \times g - 3T$~~

~~$mg = M \times g - T \Rightarrow M \times g = mg + T(2)$~~

~~Половина тела не погружена в жидкость (тело 2m).~~

т.е.  ~~$T = mg$~~

~~$\Rightarrow M \times g = 2mg$ , т.е.  $M_x = 2m$~~

~~Следовательно, необходимо найти T;~~

~~Обратим внимание, что~~

~~$(1) T + N = M_x \times g \Rightarrow T = M_x \times g - N$~~

~~$\Rightarrow N = mg$~~

~~$T = 2mg - F_{Арх}; T = \rho_ж V_ж g - \frac{\rho_m V_ж g}{2}$~~

~~$T = V_ж g (\rho_ж - \frac{\rho_m}{2})$~~

~~(ПРОДОЛЖЕНИЕ ПОСЛЕ N° 4)~~

N° 1.

Найти:

$V - ?$

$\Delta \alpha - ?$

Дано:

$\alpha_1 \approx \alpha_2 \approx 5 \frac{u}{c^2}$

$L_1 = 6 \mu$

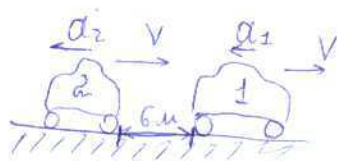
$L_2 = 9 \mu$

$\Delta h \tau = 0,3 c.$

$V_1 = V_2$

Пусть первая машина после начала своего торможения проедет путь  $S_1$ . Тогда вторая после начала торможения первой проедет путь  $S_2$ . Первая машина остановится за время  $t_1$ , вторая - за  $t_2$ . Рассмотрим две ситуации, приведенные в условии:

①

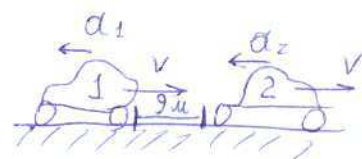


$$S_1 = V t_1 + \frac{\alpha_1 t_1^2}{2}$$

$$S_2 = V(t_2 + 0,3) - \frac{\alpha_2 t_2^2}{2}$$

$$S_2 - S_1 = 6 \text{ м}$$

②



$$S_2 = V t_2 - \frac{\alpha_2 t_2^2}{2}$$

$$S_1 = V(t_1 + 0,3) - \frac{\alpha_1 t_1^2}{2}$$

$$S_1 - S_2 = 9 \text{ м}$$

$$(1) \quad 6 \text{ м} = V t_2 + V \cdot 0,3 - \frac{\alpha_2 t_2^2}{2} - V t_1 + \frac{\alpha_1 t_1^2}{2} \quad (2) \quad 9 \text{ м} = V t_1 + 0,3 V - \frac{\alpha_1 t_1^2}{2} - V t_2 + \frac{\alpha_2 t_2^2}{2}$$

(1) + (2):

$$15 = 0,6 V$$

$$\Rightarrow V = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \text{ т.е. } V = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

Заметим, что  $2 \Delta \alpha \cdot t = 3 \text{ м}$ , т.к.

при смене мест необходимое безопасное расстояние увеличивается на 3 метра, т.е. машины "меняют" своё ускорение, т.е. ускорение передней меняется на  $2 \Delta \alpha$  относительно задней.

Но  $V = \alpha t$ . Зная, что ускорение примерно равно  $5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ , найдем  $t$ :

$$t = \frac{25}{5}, \Rightarrow t = 5 \text{ с.}$$

$$2 \cdot \Delta \alpha \cdot 5 = 3, \Rightarrow \Delta \alpha = \frac{3}{10},$$

$$\text{т.е. } \Delta \alpha = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Ответ: скорость машин равна  $90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ , а разница ускорений равна  $0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .



Выберем на графике точки, после которых "поведение" графика функции будет меняться.

Также как запишем уравнение давления в сосуде:

$$\rho g \Delta h + p_A = \frac{m_{пг}}{S_{п}} + p_A$$

$$\Rightarrow \frac{m_{пг}}{S_{п}} = 2 \text{ кПа}$$

Дано:

$$\Delta h = 20 \text{ см}$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Найти:

$$m_{п}, V_{к} - ?$$

Рассчитаем площадь сечения трубы, цилиндрического сосуда и высоту конического перехода:

$$\textcircled{1} \frac{\Delta V}{S_{т}} = \Delta y$$

$$\frac{10}{\Delta y} = S$$

$$\Rightarrow S_{т} = 5 \text{ см}^2$$

$$\textcircled{2} \frac{\Delta V}{S_{ц}} = \Delta y$$

$$S_{ц} = \frac{\Delta V}{\Delta y}$$

$$S_{ц} = \frac{30}{1}$$

$$\Rightarrow S_{ц} = 30 \text{ см}^2$$

$$\textcircled{3} h_{к} = 6 \text{ см (см. график)}$$

$$V_{к} = \frac{S_{ц} + S_{т}}{2} \cdot h$$

$$V_{к} = 105 \text{ см}^3$$

Также отметим, что площадь поршня равна площади цилиндрического сосуда:

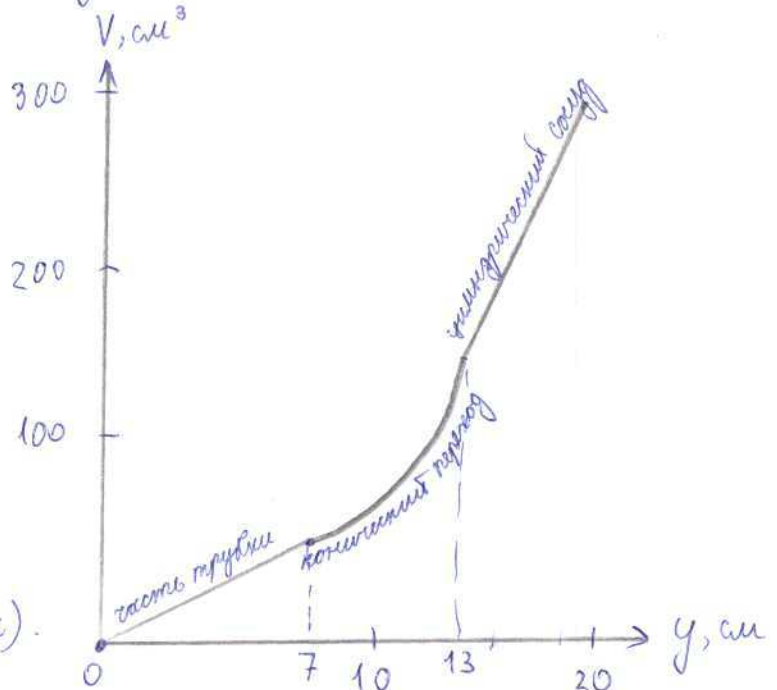
$$S_{п} = S_{ц}, \Rightarrow S_{п} = 30 \text{ см}^2$$

$$S_{п} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

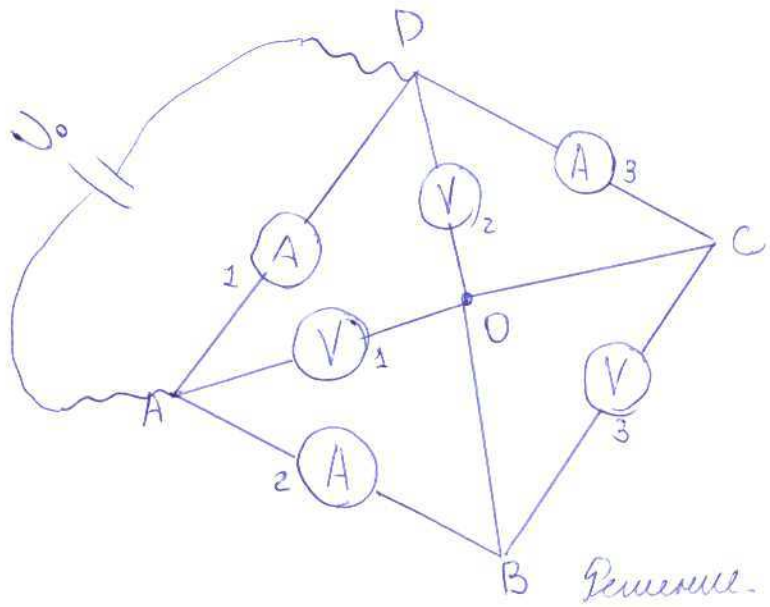
$$\frac{m_{пг}}{S_{п}} = 2 \text{ кПа}$$

$$m_{п} = \frac{2 \text{ кПа} \cdot S_{п}}{g}$$

$$m_{п} = 0,6 \text{ кг}$$



Ответ: Площадь Масса поршня равна 0,6 кг, а объем конического перехода равен 105 см³.



Дано:

- $U_0 = 1,5 \text{ В}$
- $R_A = 0,1 \text{ Ом}$
- $R_V = 10 \text{ кОм}$

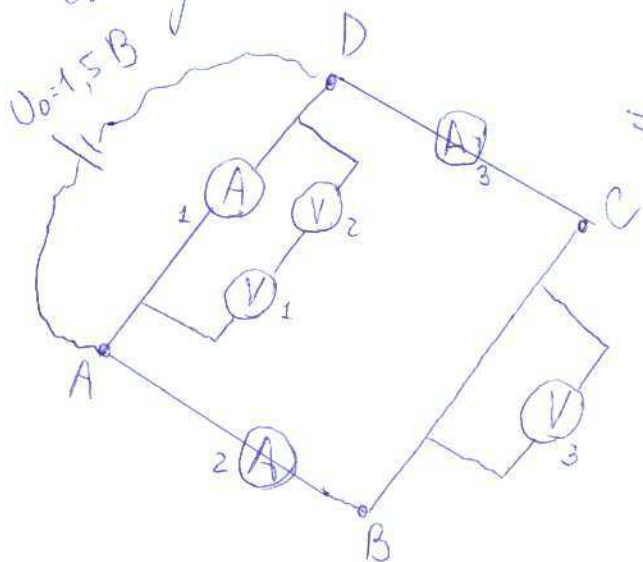
Найти:

- $I_{A1}, I_{A2}, I_{A3} - ?$
- $U_1, U_2, U_3 - ?$

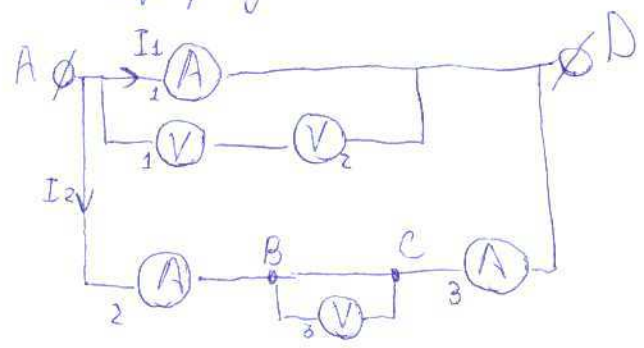
Решение.

A)

Заметим, что сопротивление амперметра по сравнению с сопротивлением вольтметра пренебрежимо мало, так что ток, текущий через вольтметр, будет очень мал. Поэтому всегда из этих соображений, построим эквивалентную схему.



Упростим схему еще раз:



Заметим, что  $I_2 = I_3$ , а  $U_1 = U_2$ .

Найдём общее сопротивление цепи:

$$\frac{1}{0,1} + \frac{1}{0,2} = \frac{1}{R_0} \Rightarrow R_0 = \frac{1}{15} \text{ Ом}$$

$$R = \frac{U}{I}, I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = 22,5 \text{ А}$$

$$\frac{R_{AD}}{R_{ABCD}} = \frac{I_{ABCD}}{I_{AD}} \Rightarrow I_{ABCD} = 7,5 \text{ А}$$

$$I_{AD} = 15 \text{ А}$$

Т.е.  $I_2 = I_3 = 7,5 \text{ А}$ ,  $I_1 = 15 \text{ А}$ .



5

$U_3 = 0$ , т.к.  $R_{BC} = 0$ .

A-26

$U_1 = U_2$ , но  $U_1 = R_A \cdot I_{AD}$ ,

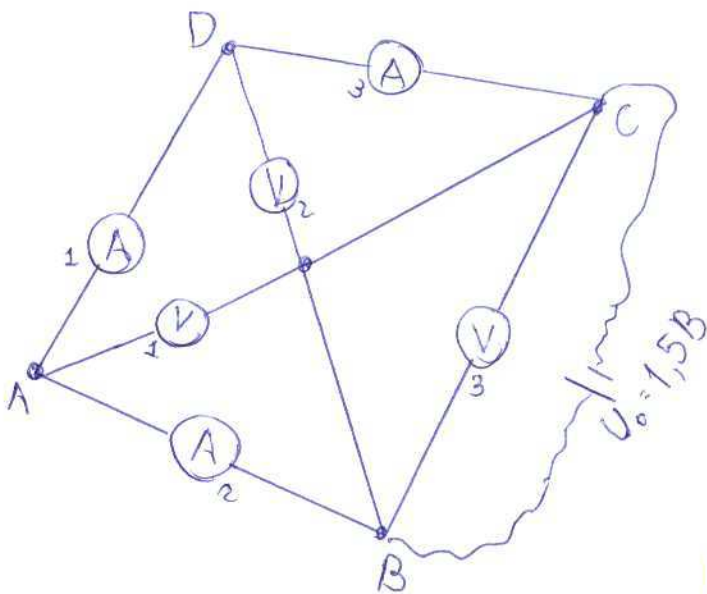
$U_1 = 1,5 \text{ В}$ , т.е.  $U_2 = U_1 = 1,5 \text{ В}$

т.е.  $U_3 = 0$ ,  $U_1 = U_2 = 1,5 \text{ В}$ .

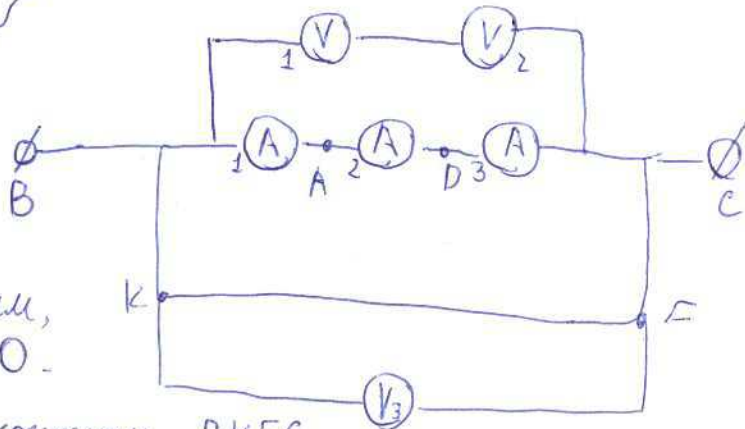
Ответ:  $I_1 = 15 \text{ А}$ ,  $I_2 = I_3 = 7,5 \text{ А}$ .

$U_3 = 0 \text{ В}$ ,  $U_2 = U_1 = 1,5 \text{ В}$ .

Б)



Упростим и эту схему, по образцу и по подобию предыдущего пункта.



Заметим, что

$I_1 = I_2 = I_3$ , а

$U_1 = U_2$ . Намне увидим, что  $U_3 = 0$ , т.к.  $R_{KF} = 0$ .

⇒ ток потечёт по контуру BKFC.

т.е.  $I_1 = I_2 = I_3 = 0$ ,  $U_1 = U_2 = 0$ . (произойдёт короткое замыкание)

Ответ:  $I_1 = I_2 = I_3 = 0$ .

$U_1 = U_2 = U_3 = 0$ .

№ 4.

Заметим, что теплоёмкость проводников постоянная. Обозначим длину первого за  $L_1$ , а второго - за  $L_2$ .

⇒  $\frac{Q_{1к}}{Q_{2к}} = \frac{L_{1к}}{L_{2к}} = \frac{R_{1к}}{R_{2к}}$ , т.к.  $L \sim R$

Найдём общий запас тепла:

$c \rho L_1 S t_1 + c \rho L_2 S t_2 = Q_{сумм}$

и пусть  $B = d$

Дано:  
 $R_1, R_2, R_0$   
 $t_1, t_2, B$

Найти:  
 $R_0 - ?$





6

A-26

$$Q_{1\#} = \frac{Q_0 \cdot L_1}{L_1 + L_2} = \frac{Q \cdot R_1}{R_1 + R_2}, \quad Q_{2\#} = \frac{Q \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta L_1}{\Delta L_2} = \frac{R_1}{R_2} \quad \text{т.к. } \Delta L \sim \Delta R.$$

$$\Delta L_1 = \frac{R_1 \Delta L_2}{R_2} \quad \Rightarrow \frac{\Delta R_1}{\Delta R_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$\Delta R_1 = \frac{R_1 \cdot \Delta R_2}{R_2}$$

$$R_1 \Rightarrow \Delta R_1 + \Delta R_2 + R_2 = R_{0u}$$

$$R_1 + \Delta R_2 \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) + R_2 = R_{0u}$$

$$\Delta R_2 = R_0(1 + \alpha t_u) - R_2$$

$$t_u = \frac{Q_1 \cdot L_1 + Q_2 \cdot L_2}{L_1 + L_2} \quad \text{т.к. } Q \sim R_u \quad L \sim R$$

$$t_u = \frac{R_1^2 + R_2^2}{R_1 + R_2}$$

$$\Rightarrow \Delta R_2 = R_0 \left(1 + \alpha \frac{R_1^2 + R_2^2}{R_1 + R_2}\right) - R_2$$

$$\Rightarrow R_u = R_1 + R_2 + \left(R_0 \left(1 + \alpha \frac{R_1^2 + R_2^2}{R_1 + R_2}\right) - R_2\right) \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

$$\Rightarrow R_u = R_1 + R_0 \left(1 + \alpha \frac{R_1^2 + R_2^2}{R_1 + R_2}\right)$$

$$\text{Ответ: } R_u = R_1 + R_2 + \left(R_0 \left(1 + \alpha \frac{R_1^2 + R_2^2}{R_1 + R_2}\right) - R_2\right) \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

\* ПРИМЕЧАНИЕ:

Вместо  $R$  я использовал  $d$ .

N°3 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

$$\Rightarrow M_x g = mg + V_T g \left(\rho_T - \frac{\rho^*}{a}\right)$$

$$\text{т.к. } V_T = \frac{2m_A}{\rho_T}$$

$$M_x g = mg + 2mg - \frac{mg \rho_{\text{ж}}}{\rho_m}$$

$$M_x g = 3mg - mg \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_m}$$

$$M_x g = m \left(3 - \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_m}\right), \quad \text{т.к. } \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_m} \leq 2, \quad \text{т.к. } \frac{F_{\text{Арх}}}{mg} \leq 2.$$

$$\text{из рисунка следует, что } \frac{\rho_m}{\rho_{\text{ж}}} = \frac{7}{1} \Rightarrow \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_m} = \frac{1}{7}$$

$$\text{Ответ: } M_x = m \left(3 - \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_m}\right)$$

Так как вода действует на брусок с силой  $F_{\text{Арх}}$ , то и брусок действует на воду с той же силой. Т.е.  $P_{\text{б}} = T$ ?

$$P = 2mg, \Rightarrow T = 2mg.$$

$$\Rightarrow M_x g = 3mg,$$

$$\Rightarrow M_x = 3m.$$

Ответ:  $M_x = 3m$ .





1) Находим радиус трубки при помощи линейки:

$R = 0,2 \text{ см.}$  Тогда, через формулу  $S = \pi R^2$  найдем площадь трубки (точнее, ее сечения):

$S = \pi \cdot 0,04, \quad S \approx 0,125 \text{ см}^2.$

Далее, заливаем воду при помощи шприца: наберем ровно 80 отметки в 10 мл. Зная формулу, что  $L \cdot S = V$ , можем найти длину той части трубки, в которой есть вода (если части без воды накажутся снаружи, их можно измерить линейкой и прибавить к общему результату:

$L_v = \frac{V}{S} = 80 \text{ см.}$  Но у меня осталось еще 6 см трубки без воды.  $\Rightarrow L_0 = L_v + 6 = 86 \text{ см.}$

Итак, общая длина трубки - 86 см.

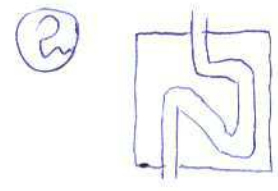
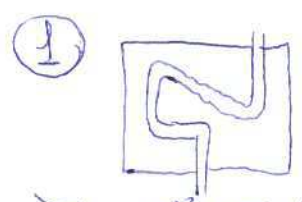
2), 3). Заливаем в трубку воду. Обратим внимание, что часть воды вышла из грани „серого ящика“ и занимает суммарную длину порядка

$L_g = 20,5 \text{ см.}$  Рассчитаем объем, который находится внутри „ящика“:

$V_0 = V - L_g \cdot S$ , где  $V = 10 \text{ мл}$  (объем шприца).

$V_0 = 1 \text{ мл} \approx 7,5 \text{ мм}^3.$

\* Проведем эксперимент: нальем в „серый ящик“ воду и вытаскиваем шприц в двух разных положениях:



~~Из объема выливается вода будем вычитать по 2,5 мл (вода снаружи):~~





Найдём косинус  $\alpha$ :

$$\cos \alpha = \frac{x}{y}, \cos \alpha \approx 0,73.$$

$$\Rightarrow \alpha = 43^\circ$$

То есть угол наклона наклонной части трубы равен  $43^\circ$ .

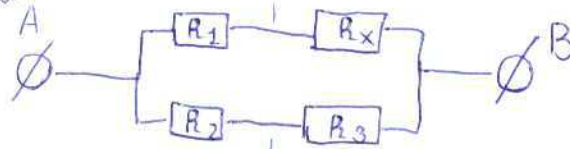
Ответ: 1)  $L_0 = 86$  см, 2)  $L_1 = 22$  см, 3)  $\alpha = 43^\circ$ .

№ 9.2. НОМЕР ЯЩИКА - 6.

~ Рассмотрим circuit с выключенным из сети резистором 4:

①  $R_x - \min (R_{xn})$

$$R_{on} = 900 \text{ Ом}$$



②  $R_x - \max (R_{xx})$

$$R_{ox} = 2900 \text{ Ом}$$

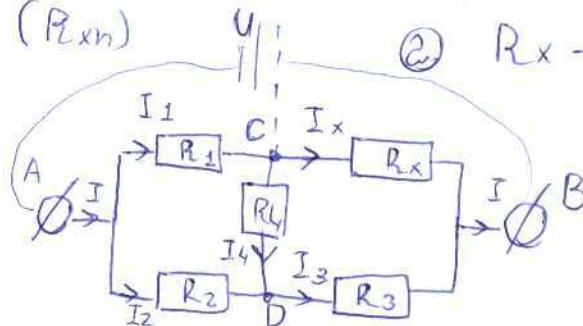
$$R_{on} = \frac{(R_1 + R_{xn})(R_2 + R_3)}{R_1 + R_{xn} + R_2 + R_3}$$

$$R_{ox} = \frac{(R_1 + R_{xx})(R_2 + R_3)}{R_1 + R_{xx} + R_2 + R_3}$$

~ А теперь включим его в сеть:

①  $R_x - \min (R_{xn})$

$$R_{on} = 800 \text{ Ом}$$



②  $R_x - \max (R_{xx})$

$$R_{om} = 2800 \text{ Ом}$$

① Запишем формулу, которая выражает общее сопротивление через сопротивление резисторов: Представим, что через A и B идёт ток, и расставим токи. По первому закону Кирхгофа,

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 & (A) \\ I = I_x + I_3 & (B) \\ I_1 = I_x + I_4 & (C) \\ I_3 = I_2 + I_4 & (D) \end{cases}$$

По второму закону Кирхгофа,

(1) ACB:  $R_1 I_1 + R_{xn} I_{xn} = U$  (3) ACDA:  $R_1 I_1 + R_4 I_4 - I_2 R_2 = 0$

(2) ADB:  $R_2 I_2 + R_3 I_3 = U$  (4) ACBDA:  $R_1 I_1 + I_{xn} R_{xn} - I_3 R_3 - I_2 R_2 = 0$



Вычитаем из (3) (4):

$$R_4 I_4 + I_3 R_3 = I_{xn} R_{xn}$$

2)