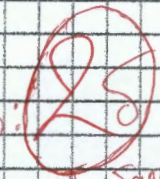


ГАОУ ТО ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Северская, 56

Чистовик Задача №1 шифр: Ф10-10
Теплоемкость резистора

Задача 10.2

Умова: 
(свои данные)
тип

~~Сопровождение~~ / ~~пробового мультиметра 0,5 Ом~~
~~Сопровождение~~ / ~~резистора 100 Ом~~

Контактная температура резистора 32,5 °C (колеблется 32-33)
Напряжение регулируется от 0 В до 6 В и далее.

$$P(t) = \frac{U^2}{R(t)}$$

Скорее всего к термостату подключен разрыв цепи резистор. Нам требуется $\Delta T \Rightarrow$ на объем резистора не влияем

| N | t, c | T °C | U, В | R, Ом |
|---|------|------|------|-------|
| 1 | 0 | 32,5 | 2,99 | 100 |
| 2 | 10 | 33 | 2,49 | 100 |
| 3 | 80 | 34 | 2,49 | 100 |
| 4 | 270 | 35 | 2,49 | 100 |
| 5 | 40 | 36 | 2,49 | 100 |
| 6 | 50 | | 2,49 | |
| 7 | 60 | | 2,49 | |
| 8 | 70 | | 2,49 | |
| 9 | 80 | | 2,49 | |

$$R_1 = 100 \text{ Ом}$$

$$U = \text{const}; \Delta T \neq \text{const} \Rightarrow R \neq \text{const}$$

$$\Delta T = \frac{P \Delta t}{C} \Rightarrow P(t) = \frac{\Delta T C}{\Delta t}$$

~~Температура металла отрицательно~~
~~мониторю сопротивление R = const~~

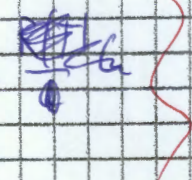
| N | t, c | T °C | U, В | C · R; ам · C |
|----|------------------|---------------|------|-------------------------|
| 1 | 0 | 32 | 5,09 | 259 + 100 |
| 2 | 20 | 34 | 5,09 | 324 |
| 3 | 45 80 | 36 | 5,09 | 972 |
| 4 | 120 | 38 | 5,09 | |
| 5 | 0 | 36 | 5,07 | 308 428 А |
| 6 | 50 | 39 | 5,09 | |
| 7 | 0 | 38 | 5,06 | |
| 8 | 0 | 40 | 5,69 | 1700 |
| 9 | 105 | 42 | 5,7 | ∞ |
| 10 | 210 | 42 | 5,71 | |
| 11 | | 44 | | |

Замерили ~~по~~ габаритные измерения все ушло, но пришло передаточное устройство на напряжение

$$\Delta T = \frac{P(t) \Delta t}{C} \quad (2)$$

$$P(t) = \frac{\Delta T}{\Delta t} C = \frac{U^2}{R(t)}$$

$$R(t) = \frac{\Delta T U^2}{\Delta T C}$$

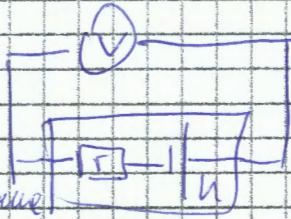
Построим график 

$$R(t) \cdot C(t)$$

R_1, R_2, Γ, U

$\Gamma = 1000 \text{ Ом}$

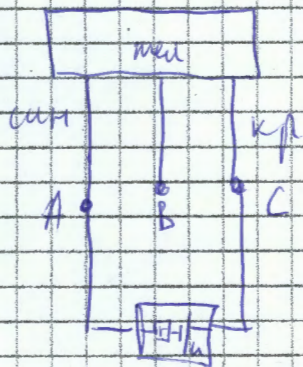
$U = 1,67$



Так как сопротивление
вольтметра большое, $U =$ показанием вольтметра

Рассмотрим подключение:

| | |
|----------|-----------|
| 1 | 1 |
| 2 | 1 |
| 3 | 1 |
| 4 | 2 |
| 5 | 3 |
| 6 | 1 |
| 7 | 3 |
| 8 | 3 |
| Σ | 15 |



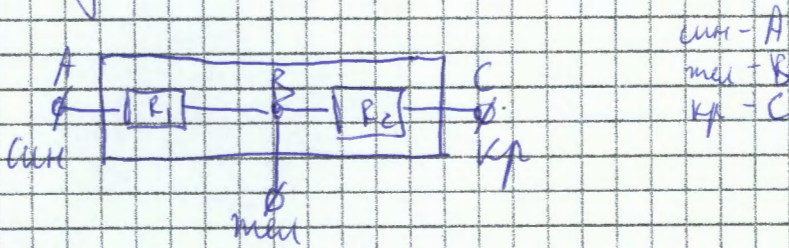
$U_{AB} = 0,42 \text{ В}$ ($\varphi_A > \varphi_B > \varphi_C$)

$U_{BC} = 0,92 \text{ В}$

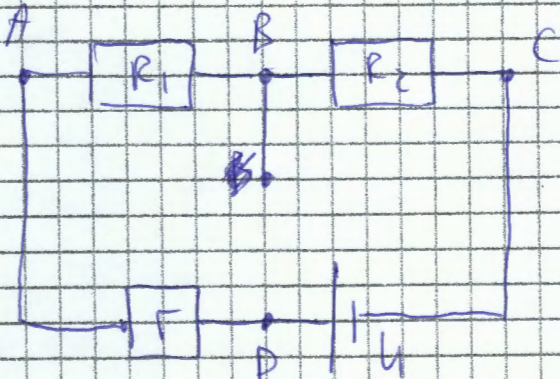
$U_{AC} = 1,34 \text{ В}$

$U_{AB} + U_{BC} = U_{AC}$ тогда когда меньше всего - вольты В.

Пусть схема такова:



тогда:



$U_{DA} + U_{AB} + U_{BC} = U_{DC} = U$

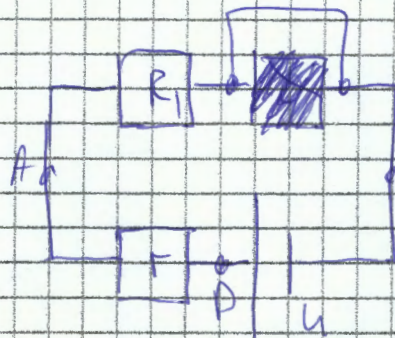
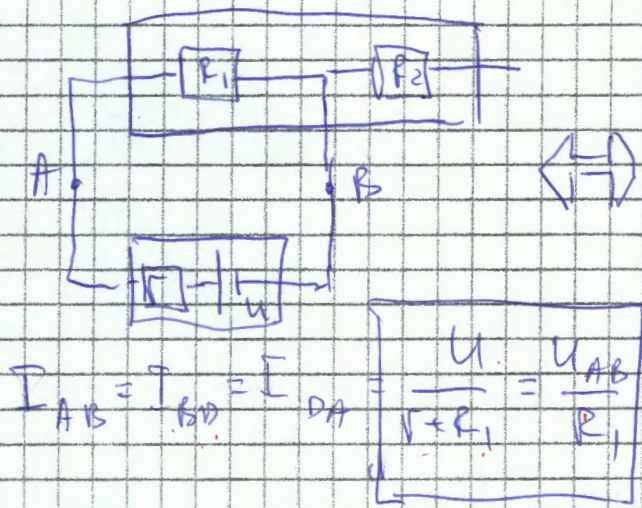
$I_{AB} = I_{BC} = I_{CA} = I_{DA} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{U_{DA}}{\Gamma} = \frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{U_{BC}}{R_2} = \frac{U}{R_1 + R_2 + \Gamma}$

не напутайте на R_1 !
П.к. что для узла B
у нас вольтметра.

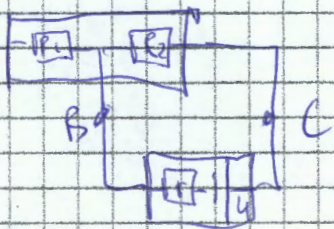
$\frac{R_1}{R_2} = \frac{U_{AB}}{U_{BC}} = \frac{0,42}{0,92} = 0,4565$

① Рассмотрим подключение:



$U_{AB} = 0,87B$
При этом напряжение между точками и красным равно нулю, это же рав подтверждает выбор схемы (центр. м.к.с.)
При этом напряжение между точками и красным = $0,45B \neq U_{AB}$

② Рассмотрим подключение



$U_{CB} = 1,25B$
 $U' = 0,94B$

(U' напряжение между точками и красным)
(напряжение между точками и красным = 0)

Аналогично с предыдущим пунктом

$$\frac{U}{\Gamma + R_2} = \frac{U_{BC}}{R_2}$$

из ①, ②

$$\frac{U}{\Gamma + R_1} = \frac{0,87B}{R_1}$$

$$\frac{U}{\Gamma + R_2} = \frac{1,25B}{R_2}$$

$$R_1 = (\Gamma + R_1) \frac{0,87B}{U}$$

$$R_2 = (\Gamma + R_2) \frac{1,25B}{U}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = 0,4565 = \frac{\Gamma + R_1}{\Gamma + R_2} \cdot \frac{0,87}{1,25}$$

$$0,656 = \frac{\Gamma + R_1}{\Gamma + R_2} \Rightarrow 0,656 R_2 = 0,344 \Gamma + R_1$$


$$R_1 = 0,4565 R_2 \quad 0,656 R_2 = 0,344 \Gamma + 0,4565 R_2 \Rightarrow R_2 = 1,724 \Omega$$

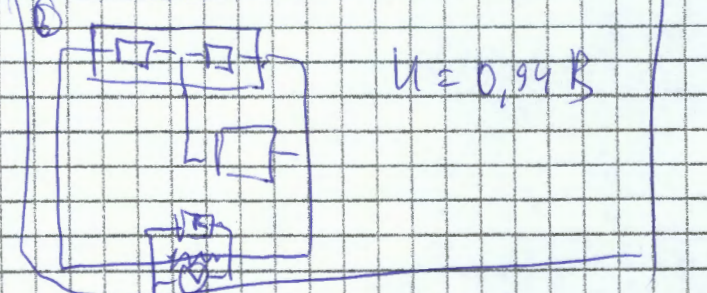
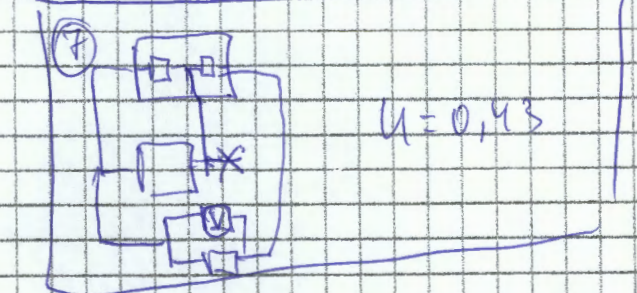
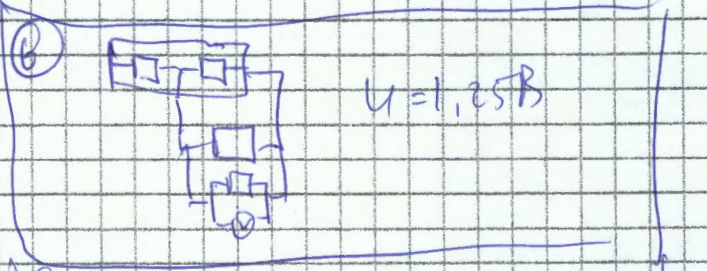
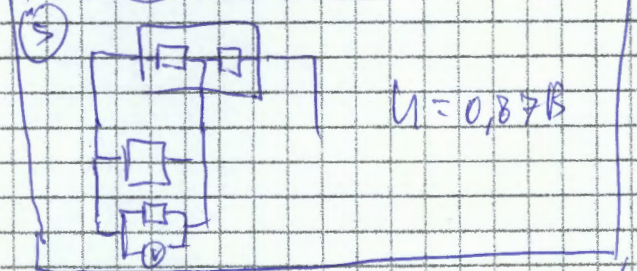
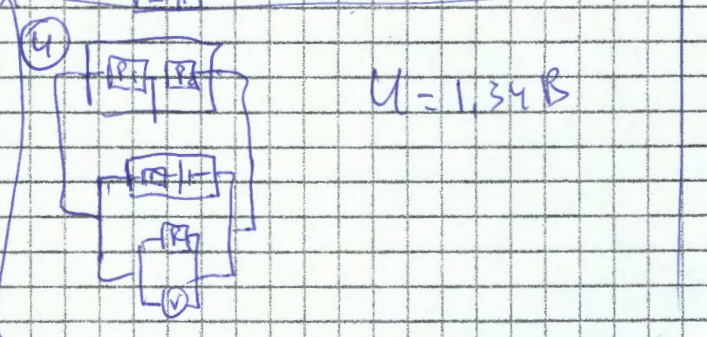
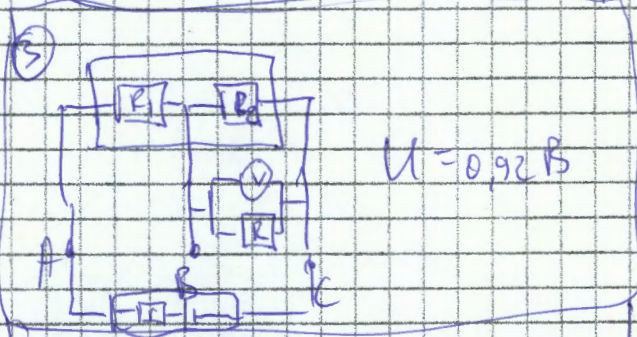
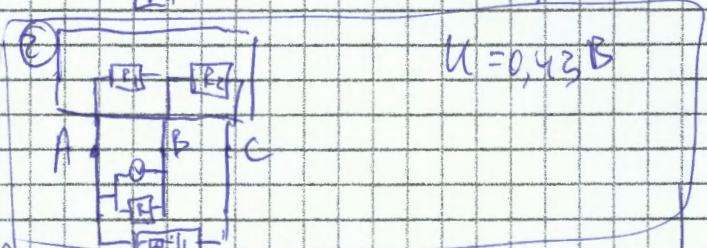
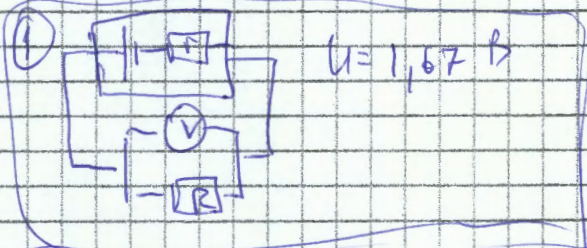
$$R_1 = 787 \Omega$$

Заметим, что $R_2 > R_1$, поэтому переобозначим данные в условии ($R_1 \leftrightarrow R_2$)

$$U = \frac{r + R_1}{R_1} \cdot 0,87 \text{ В} = 1,975 \text{ В} \neq 1,67 \text{ В} \text{ (измерено в начале)}$$

Вывод: Вольтметр не идеальный, он имеет сопротивление R_v . ~~Нельзя не менее считать идеальным~~

Так как в ① и ② мы получили на паразите $m-k$ и $x-c$ равно 0; темный - все равно 0. Переисследуем решение, учитывая, что там малой  вольтметр (где ① - идеал)



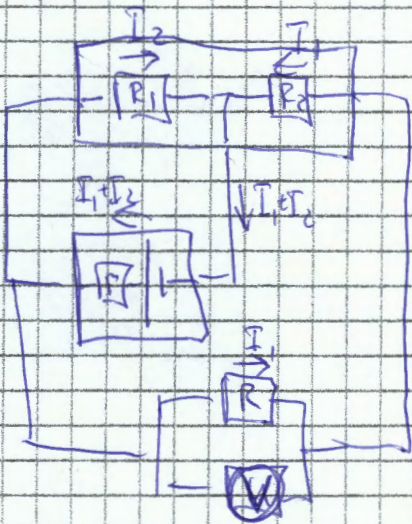
$U_3 \text{ ① } 1,67 \text{ В} = \frac{R}{R+r} U$

$(1 + \frac{r}{R}) \cdot 1,67 \text{ В} = U \quad (U = IR = \frac{U}{1+R} R)$

$U_3 \text{ ⑤ } 0,87 \text{ В} =$

$U_3 \text{ ④ } 1,34 \text{ В} = \frac{R}{R+(R_1+R_2)} \cdot \frac{U}{r + \frac{(R_1+R_2)R}{R_1+R_2+R}}$

Рассмотрим ⑦



$$I_1 R = 0,43 B$$

$$I_1 = \frac{0,43 B}{R}$$

$$I_2 R_1 = I_1 (R + R_2) = U - r (I_1 + I_2)$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_1}{R + R_2} \Rightarrow I_2 = \frac{R + R_2}{R_1} I_1$$

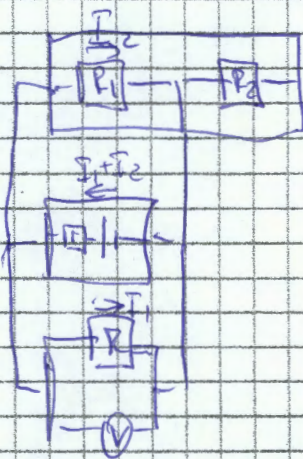
$$I_1 (R + R_2) = U - r I_1 \left(\frac{R + R_2 + R_1}{R_1} \right)$$

$$0,43 B \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R} \right) = 1,67 B \left(1 + \frac{r}{R} \right) - 0,43 B \frac{r}{R} \cdot \frac{R + R_1 + R_2}{R_1}$$

$$0,43 B (R R_1 + R_2 R_1) = 1,67 B (R R_1 + r R_1) - 0,43 B (r R + r R_1 + r R_2)$$

$$0,43 B (r R + r R_1 + r R_2 + R R_1 + R_2 R_1) = 1,67 B (R R_1 + r R_1) = 1,67 B R_1 (R + r)$$

Рассмотрим ⑤



$$0,87 B = I_1 R \quad I_1 = \frac{0,87 B}{R}$$

$$I_2 R_1 = I_1 R = U - (I_1 + I_2) r$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_1}{R} \quad I_2 = \frac{R}{R_1} I_1$$

$$I_1 R = U - r I_1 \left(1 + \frac{R}{R_1} \right)$$

$$0,87 B = 1,67 B \left(1 + \frac{r}{R} \right) - 0,87 B \frac{r}{R} \left(1 + \frac{R}{R_1} \right)$$

$$0,87 B \left(1 + \frac{r}{R} + \frac{r}{R_1} \right) = 1,67 B \left(\frac{r + R}{R} \right)$$

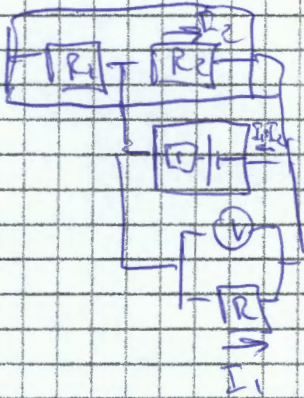
$$0,87 B (R R_1 + r R + r R_1) = 1,67 B (r R_1 + R_1 R)$$

$$\left(1 + \frac{r R}{r R_1 + R R_1} \right) = 1,92$$

$$r R = 0,92 r R_1 + 0,92 R R_1$$

$$1000 \text{ Ом} \cdot R = 920 \text{ Ом} R_1 + 0,92 R R_1$$

Рассмотрим (6)



$$I_1 R = 1,25 \text{ В} \quad I_1 = \frac{1,25 \text{ В}}{R}$$

$$I_2 R_2 = I_1 R = U - r(I_1 + I_2)$$

$$I_2 = \frac{R}{R_2} I_1$$

$$1,25 \text{ В} = 1,67 \text{ В} \cdot \left(1 + \frac{r}{R}\right) - r I_1 \left(\frac{R+R_2}{R_2}\right)$$

$$1,25 \text{ В} = 1,67 \text{ В} \left(\frac{R+r}{R}\right) - \frac{r}{R} I_1 \left(\frac{R+R_2}{R_2}\right)$$

$$1,25 \text{ В} \left(1 + \frac{rR + rR_2}{RR_2}\right) = 1,67 \text{ В} \left(\frac{R+r}{R}\right)$$

$$1,25 \text{ В} (RR_2 + rR + rR_2) = 1,67 \text{ В} (RR_2 + rR_2)$$

$$\left(1 + \frac{rR}{RR_2 + rR_2}\right) = 1,34$$

$$rR = 0,34 rR_2 = 0,34 RR_2$$

Из рассмотрений (5) и (6)

$$rR = 0,34 rR_2 = 0,34 RR_2 = 0,92 rR_1 + 0,92 RR_1$$

$$rR = 0,34 R_2 (r+R) = 0,92 R_1 (r+R)$$

$$\frac{R_1}{R_2} = 0,37 \quad R_1 = 0,37 R_2$$

$$1000 \text{ Ом} \cdot R = 340 \text{ Ом} \cdot R_2 + 0,34 RR_2$$

$$R_2 = \frac{1000 \text{ Ом} \cdot R}{340 \text{ Ом} + 0,34 R}$$

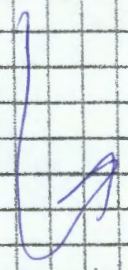
$$R_1 =$$

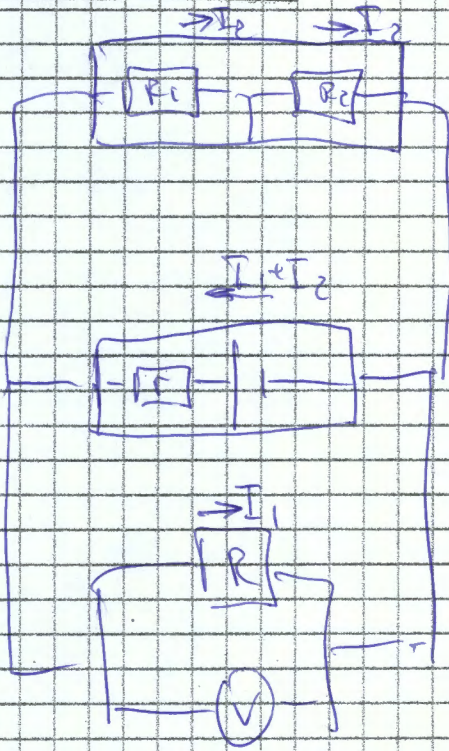
~~340 Ом~~

$$= \frac{1000 \text{ Ом} \cdot R}{920 \text{ Ом} + 0,92 R}$$

~~Из рассмотрения (7)~~

Рассмотрим (9)





$$I_1 R = 1,34 \text{ В} \quad I_1 = \frac{1,34 \text{ В}}{R}$$

$$I_1 R = I_2 (R_1 + R_2) = U - r(I_1 + I_2)$$

$$I_2 = I_1 \frac{R}{R_1 + R_2}$$

$$1,34 \text{ В} = 1,67 \text{ В} \left(1 + \frac{r}{R}\right) - 1,34 \text{ В} \frac{r}{R} \left(\frac{R + R_1 + R_2}{R_1 + R_2}\right)$$

$$1,34 \text{ В} \left(1 + \frac{r}{R} \cdot \frac{R + R_1 + R_2}{R_1 + R_2}\right) = 1,67 \text{ В} \cdot \frac{R + r}{R}$$

$$1,34 \text{ В} (R(R_1 + R_2) + r(R + R_1 + R_2)) = 1,67 \text{ В} (r + R)(R_1 + R_2)$$

$$\left(1 + \frac{rR}{(r+R)(R_1+R_2)}\right) = 1,25$$

$$rR = 0,25 (r+R)(R_1+R_2) = 0,25 R_2 (r+R) = 0,92 R_1 (r+R)$$

$$\frac{R_1 + R_2}{R_2} = 1,36$$

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1} = 3,68$$

$$R_2 = 2,68 R_1$$

$$R_1 = 0,36 R_2$$

~~$$1000 \text{ Ом} \cdot R = 0,34 (1000 \text{ Ом} + R) R_2$$~~

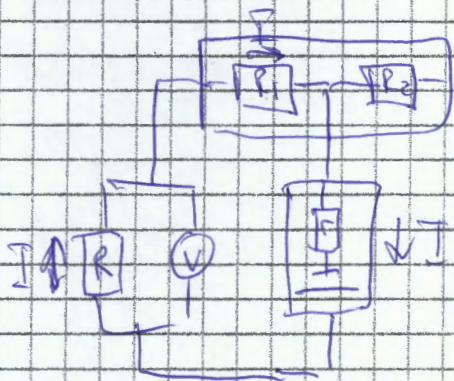
Из расчета получаем (7)

$$0,43 \text{ В} / (rR + (r+R)(R_1+R_2)) = 1,67 \text{ В} R_1 (r+R)$$

$$\frac{rR}{r+R} + R_1 + R_2 = 3,88 R_1$$

~~1,67~~

Проведим измерения



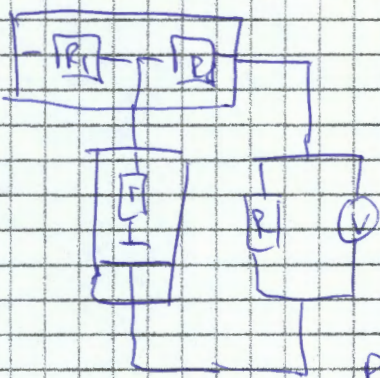
$$I R = 1,33 \text{ В}$$

$$I = \frac{1,33 \text{ В}}{R}$$

$$I (R + R_1 + r) = U$$

$$R + r + R_1 = \frac{U}{I} = \frac{U}{\frac{1,33 \text{ В}}{R}} \quad R = 1,256 \left(\frac{U}{I} + r \right)$$

$$R_1 = \frac{1000 \text{ Ом} \cdot R}{920 \text{ Ом} + 0,92 R} = 256 \text{ Ом} + 0,256 R$$



$$I R = 0,99 \text{ В}$$

$$I (R + R_2 + r) = U$$

$$R + R_2 + r = 1,687 (r + R)$$

$$R_2 = 687 \text{ Ом} - 0,687 R$$

$$R_2 = \frac{1000 \text{ Ом} \cdot R}{340 \text{ Ом} + 0,34 R} = 687 \text{ Ом} - 0,687 R$$

$$1000 \text{ Ом} \cdot R = 235520 \text{ Ом}^2 + 471 \text{ Ом} \cdot R + 0,2355 R^2$$

$$0,2355 R^2 - 529 \text{ Ом} \cdot R + 235520 \text{ Ом}^2 = 0$$

$$R = \frac{529 \text{ Ом} \pm \sqrt{279841 \text{ Ом}^2 - 221859,64 \text{ Ом}^2}}{0,471} = 11230 \text{ Ом} \pm \text{~~2770~~ 511 \text{ Ом}}$$

$$R_1 = \text{~~670~~ 413 \text{ Ом}} \quad \text{либо} \quad 413 \text{ Ом}$$

$$R = 1634 \text{ либо } 612 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 1810 \text{ Ом} \quad \text{либо} \quad 1107 \text{ Ом}$$

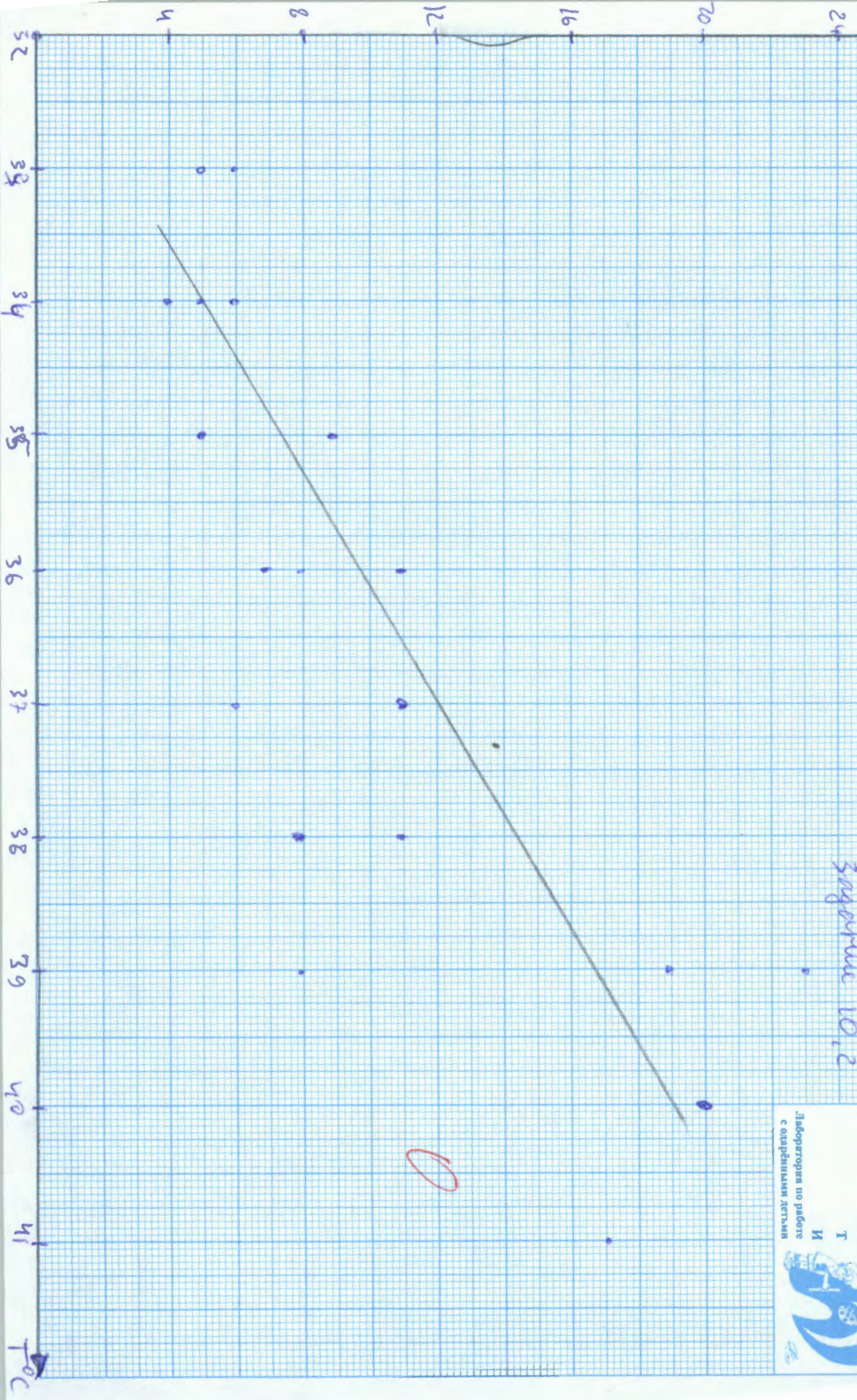
а) $R_1 = 670 \text{ Ом} \quad R_2 = 1810 \text{ Ом} \quad R = 1634 \text{ Ом} \quad U = 2,7 \text{ В}$

б) $R_1 = 413 \text{ Ом} \quad R_2 = 1107 \text{ Ом} \quad R = 612 \text{ Ом} \quad U = 4,4 \text{ В}$

A - красный (в решении было наоборот, м.к. считаем $R_1 < R_2$)
B - желтый
C - синий

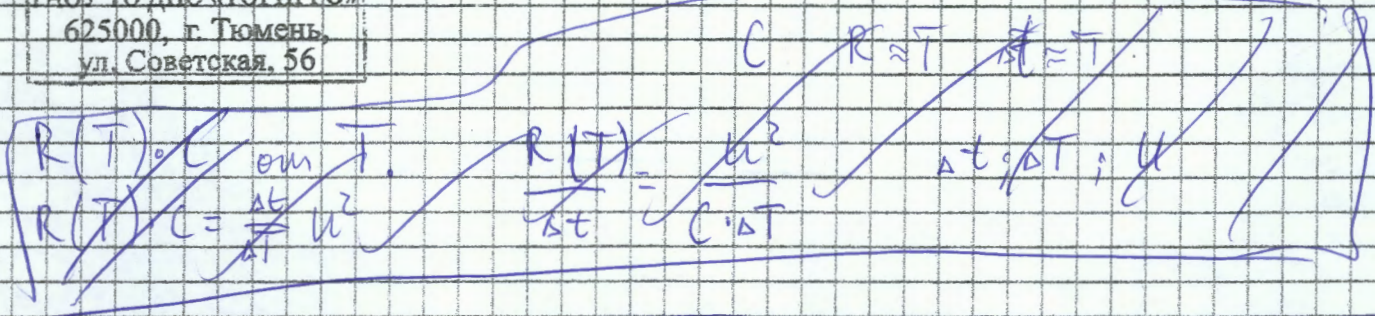
$\frac{\Delta t}{t}$

Ф10-10
Загрузка 10,2



0

ГАОУ ТО ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56



| t_c | $T, ^\circ C$ | U_B | $C \cdot R_{\text{оид}}$ | $\frac{\Delta t}{\Delta T}$ |
|-------|---------------|-------|--------------------------|-----------------------------|
| 0 | 33 | | 100 | |
| 0 | 34 | 5,69 | 100 162 | 5 |
| 5 | 35 | 5,7 | 162 | 5 |
| 10 | 36 | 5,7 | 260 | 8 |
| 16 | 37 | 5,69 | 194 | 6 |
| 24 | 38 | 5,69 | 356 | 9 |
| 35 | 39 | 5,7 | 747 | 23 |
| 58 | 40 | 5,7 | 650 | 20 |
| 78 | 41 | 5,69 | 552 | 17 |
| 95 | 42 | 5,69 | | |
| — | 43 | — | | |

| t_c | $T, ^\circ C$ | U_B | $C \cdot R_{\text{оид}}$ |
|-------|---------------|-------|--------------------------|
| 0 | 33 | 5,7 | 162 |
| 5 | 34 | 5,7 | 195 |
| 11 | 35 | 5,7 | 292 |
| 20 | 36 | 5,7 | 227 |
| 27 | 37 | 5,7 | 357 |
| 38 | 38 | 5,7 | 260 |
| 46 | 39 | 5,7 | 617 |
| 65 | 40 | 5,7 | |

Построим график $\frac{\Delta t}{\Delta T}$ (T)
По ~~таблице~~ таблицам

$$\frac{\Delta t}{\Delta T} = \frac{R \cdot C}{U^2}$$

| t | T | U | $C \cdot R$ |
|-----|-----|------|-------------|
| 0 | 33 | 5,69 | 194 |
| 6 | 34 | 5,69 | 130 |
| 10 | 35 | 5,69 | 162 |
| 15 | 36 | 5,69 | 356 |
| 26 | 37 | 5,69 | 291 |
| 35 | 38 | 5,69 | 259 |
| 43 | 39 | 5,69 | 677 |
| 63 | 40 | 5,69 | 245 |
| 88 | 41 | | |

$$\frac{\Delta t}{\Delta T} = \frac{C}{U^2} \cdot R(T) \approx \frac{194 \cdot C}{5,69^2} \cdot R(T)$$

$$\approx \frac{12}{5} \cdot \frac{C}{U^2}$$

$$C \approx 77,7 \frac{\text{Дж}}{^\circ C}$$

$$R(T) = kT$$

$$\frac{\Delta t \cdot U^2}{\Delta T \cdot C} = kT \quad k \approx 0,32 \frac{\text{Дж}}{^\circ C}$$

$$R = 0,32 \frac{\text{Дж}}{^\circ C} \cdot T$$

ГАОУ ТО ДПО «ТОГИРРО»
625000, г. Тюмень,
ул. Советская, 56

$$R^2 = \frac{\Delta \varepsilon U^2}{\Delta T C}$$

$$R(t) = \frac{U^2}{C} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta T} = k \cdot \frac{\Delta t}{\Delta T}$$

$$R = k \frac{\Delta t}{\Delta T}$$

| t_c | $T^{\circ}C$ | Δt | $\Delta T = 1^{\circ}C; U = 4,7 B$ |
|-------|--------------|------------|------------------------------------|
| 0 | 34 | | |
| | 35 | | |
| 0 | 36 | | |
| 14 | 37 | | |
| 30 | 38 | | |
| 57 | 39 | | |
| | 40 | | |
| | 41 | | |

при $\Delta T = 1^{\circ}C$
 $R \approx \Delta t$, ~~конста~~
 Δt измерение
 секундомером гуде
 галлово U.
 Находимся k, из
 нее формулировка C