

Региональный этап  
всероссийской олимпиады школьников

по физике в 2019 г.

ПЕРВЫЙ ТУР

|   |   |    |    |    |
|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3  | 4  | 5  |
| 3 | 7 | 10 | 10 | 10 |

Фамилия Горбунов

Имя СЕРГЕЙ

Отчество Михайлович

Класс 10

Территория г. Пермь

Полное наименование образовательной организации (по Уставу) МАОУ

«Среднее общеобразовательная учреждение школа №146 с

усиленным изучением математики, физики, информатики»

г. Пермь.

класс \_\_\_\_\_

Шифр 910-7

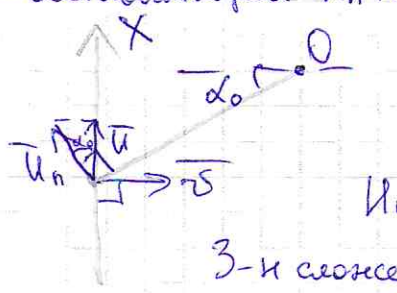
1. Дано:

$L, U, d_0, m$   
 $U_0, T - ?$



Водоматинский отделяется от  
прибойной стены в то время как лодка  
направлена  $\Rightarrow$  он движется по окруж.  
Скорость водоматинского отн. катера -  $U_n$   
Его скорость  $U_0$  складывается  
из  $U_n$  и  $v$

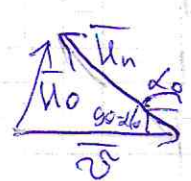
$\Rightarrow$  3-не сложения скоростей:  $U_0 = U_n + v$   
 $U_n$  - составляющая  $U_n$  на ОК (т.к. ось  $x$   $v$  на ОК равна  $0; v \perp OK$ )



Рассмотрим проекции на ОК (вдоль оси  $x$ )

$U = \cos \alpha_0 U_n$   
 $U_n = \frac{U}{\cos \alpha_0}$

3-и сложения скоростей



$U_0^2 = U_n^2 + v^2 - 2 \cos(90 - \alpha_0) U_n v$

$U_0^2 = \frac{U^2}{\cos^2 \alpha_0} + v^2 - 2 \sin \alpha_0 \frac{U}{\cos \alpha_0} v$

$U_0^2 = \frac{U^2}{\cos^2 \alpha_0} + v^2 - 2 \operatorname{tg} \alpha_0 U v$        $\cos \alpha_0 \neq 0 \Rightarrow \alpha_0 \neq 90^\circ$

Пусть  $\frac{U^2}{\cos^2 \alpha_0} + v^2 \geq 2 \operatorname{tg} \alpha_0 U v$

$(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_0) U^2 + v^2 \geq 2 \operatorname{tg} \alpha_0 U v$

$\operatorname{tg}^2 \alpha_0 U^2 - 2 \operatorname{tg} \alpha_0 U v + v^2 + U^2 \geq 0$

У трёхчлена нет отриц. корней  $\Rightarrow$  всегда  $\geq 0$

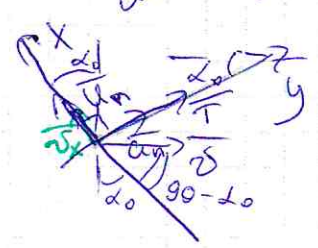
$U_0 = \sqrt{\frac{U^2}{\cos^2 \alpha_0} + v^2 - 2 \operatorname{tg} \alpha_0 U v}$

Напишем II закон Ньютона для водоматинского

$m a_n = T$

$a_n = \frac{v_x^2}{L}$

на ос.  $m a_n = T$



По модулю:  $v_x = U_n - \sin \alpha_0 v$

$T = \frac{m}{L} (U_n - \sin \alpha_0 v)^2 = \frac{m}{L} \left( \frac{U}{\cos \alpha_0} - \sin \alpha_0 v \right)^2$

Ответы:  $U_0 = \sqrt{\frac{U^2}{\cos^2 \alpha_0} + v^2 - 2 \operatorname{tg} \alpha_0 U v}$ ;  $T = \frac{m}{L} \left( \frac{U}{\cos \alpha_0} - \sin \alpha_0 v \right)^2$

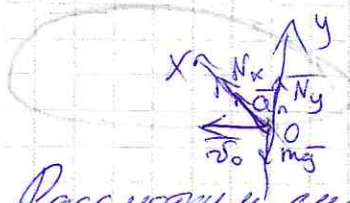
5.

Дано:

$R, m, g, \mu, \delta_0$

Найти:

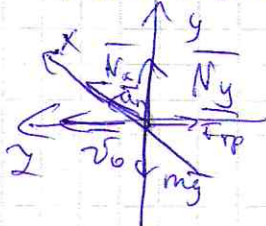
- 1)  $F_{тр}$  - ?
- 2)  $a$  - ?
- 3)  $\Delta S$  - ?



$$\vec{N}_y = -m\vec{g} \quad (III)$$

$$N_y = mg$$

1) Рассмотрим силы, действующие на блок.



Из III  $N_y = -mg \quad N_y = mg$

Из II:  $m\vec{a}_n = \vec{N}_x$   
 На Ox (по направлению радиуса)

$$m a_n = N_x$$

$$N^2 = N_x^2 + N_y^2 \quad F_{тр} = \mu N$$

$$N^2 = m^2 g^2 + m^2 a_n^2 \quad a_n = \frac{v_0^2}{R}$$

$$N = m \sqrt{g^2 + \frac{v_0^4}{R^2}}$$

$$\Rightarrow F_{тр} = \mu m \sqrt{g^2 + \frac{v_0^4}{R^2}}$$

2)  $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau$

Из II закона:  $m\vec{a}_\tau = \vec{F}_{тр}$   $-m a_\tau = F_{тр}$  (Для модулей после проециров. на Ox)

$$m a_\tau = \mu \sqrt{g^2 + \frac{v_0^4}{R^2}}$$

$$a_n = \frac{v_0^2}{R}$$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2} = \sqrt{\frac{v_0^4}{R^2} + \mu^2 g^2 + \mu^2 \frac{v_0^4}{R^2}} = \sqrt{(1 + \mu^2) \frac{v_0^4}{R^2} + \mu^2 g^2}$$

3)  $\Delta S = 10^{-2} v_0$  ( $10^{-2} = 1\%$ )

~~$a \Delta t = \Delta S$  ( $a_n$  не меняется)~~

$$\Delta S = \frac{v_k^2 - v_n^2}{2a} = \frac{(v_0 - \Delta v)^2 - v_0^2}{-2a} = \frac{v_0^2 - 2v_0 \Delta v + \Delta v^2 - v_0^2}{-2a} =$$

$$= \frac{\Delta v (\Delta v - 2v_0)}{-2a} = \frac{10^{-2} v_0^2 (1 - 10^{-2})}{2a}$$

Пренебрежем  $\Delta v^2$  (окажем  $10^{-2}$  т.к. это сост. 1% от 1)

$$\Rightarrow \Delta S = \frac{10^{-2} v_0^2}{2a}$$

$$\text{Ответ: } \Delta S = \frac{10^{-2} v_0^2}{2 \mu \sqrt{g^2 + \frac{v_0^4}{R^2}}} = \frac{10^{-2} R v_0^2}{2 \mu \sqrt{g^2 R^2 + v_0^4}}$$

3. Дано:

$R_1, R_2, R_3 = 3 \text{ кОм}$

$U_0 = 10 \text{ В}$

$U_1 = 4 \text{ В}$

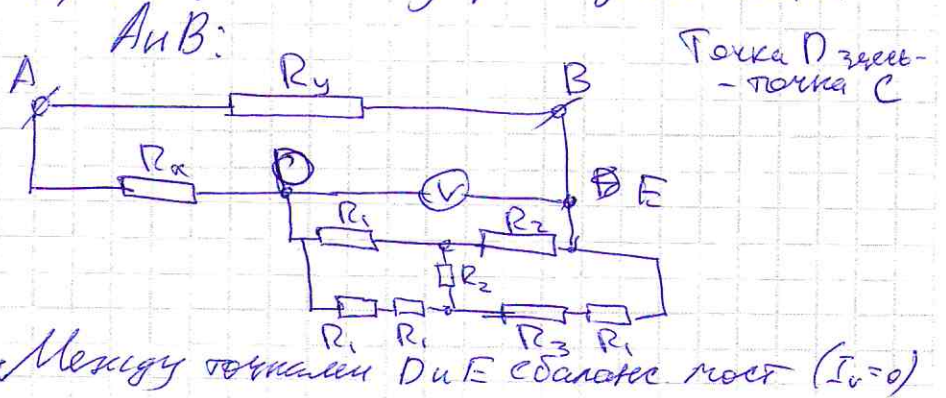
$U_2 = 5 \text{ В}$

1)  $R_x, R_y, R_z$

2)  $I_{AB}$

$I_{AC}$

1) Построим схему при подключении к АиВ:



$$\frac{2R_1}{R_1} = \frac{R_3 + R_1}{R_2} = 2$$

$$\Rightarrow R_{DE} = \frac{(3R_1 + R_3)(R_1 + R_2)}{4R_1 + R_3 + R_2} = \frac{6 \cdot 3}{9} = 2 \text{ кОм}$$

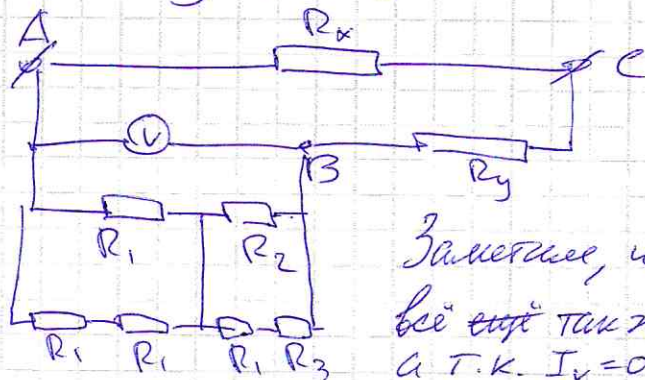
~~$U_{DE} = U_0$~~   $U_{DE} = U_1 = 4 \text{ В}$

Ток в ветви АЕ:  $I_{AE} = \frac{U_1}{R_{DE}} = \frac{4}{2 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ А}$

$I_{DE} = I_x$ , т.к. паралл. соед.

$$R_x = \frac{U_0 - U_1}{I_{DE}} = \frac{6}{2 \cdot 10^{-3}} = 3 \cdot 10^3 = 3 \text{ кОм}$$

Построим схему при подключении к АиС



Замечаем, что в ветви АВ всё ещё так же собран мост, а т.к.  $I_v = 0$   $R_{AB} = R_{DE} = 2 \text{ кОм}$

~~$I_{DE} = I_{AB}$~~   $I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{U_2}{R_{AB}} = \frac{5}{2 \cdot 10^3} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ А}$

$$R_y = \frac{U_0 - U_2}{I_{AB}} = \frac{5}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^3 = 2 \text{ кОм}$$

$I_{AB} = I_y$ , т.к. паралл. соед. - e

Замечаем, что в обоих случаях через резистор

$R_z$  ток не течёт  $\Rightarrow R_z$  - мёртвое

Ответ:  $R_x = 3 \text{ кОм}$ ,  $R_y = 2 \text{ кОм}$ ,  $R_z$  - мёртвое

2) Зная, что через  $R_x$  течёт ток  $I_x = I_{DE} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ А}$

узнаем  $I_y$  в этом случае  $I_y = \frac{U_0}{R_y} = \frac{10}{2 \cdot 10^3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ А}$

$$I_{AB} = I_x + I_y = (2+5) \cdot 10^{-3} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ A (т.к. паралл. соедин.)}$$

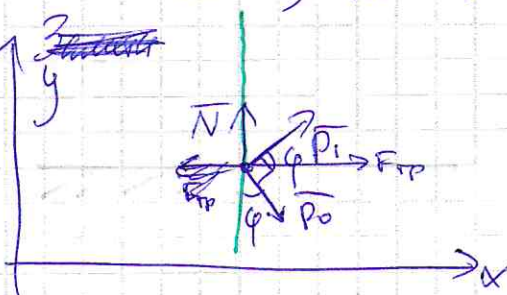
Во 2-м случае  $I_y = I_{AB} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ A}$

$$I_x = \frac{U_0}{R_x} = \frac{10}{3 \cdot 10^{-3}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$I_{Ac} = I_x + I_y = 5,8 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

Ответ:  $I_{AB} = 7 \text{ мА}$ ,  $I_{Ac} = 5,8 \text{ мА}$

2. Дано:  
 $\varphi = 30^\circ$   
Найти:  
 $\mu$



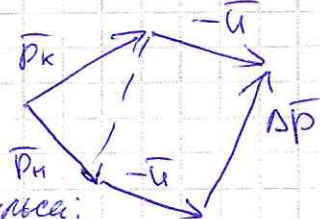
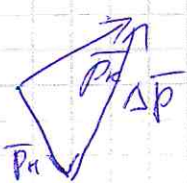
$$p_0 = p_1 = p \text{ (по модулю)}$$

Заметим, что при соударении на шайбу действуют 2 силы:  
 $\vec{N}$  и  $\vec{F}_{Tp}$  (принято  $\vec{F}_{Tp} \perp \vec{N}$ )  $\Delta p_x = p_{kx} - p_{nx} > 0$

Т.к.  $\Delta p_x > 0 \Rightarrow F_{Tp} \uparrow \uparrow OX \Rightarrow$   ~~$v_x$~~   $v_x$

если  $U$ -скорость плиты, то  $U_x > v_x$ , иначе  $F_{Tp}$  направ. в др. сторону и такого не бывает.

Более того, заметим, что  $\Delta \vec{p} = \text{const}$  при любой  $U$   
Поясним это через суммы  $\Delta \vec{p} = \vec{p}_k - \vec{p}_n$  и  $\Delta \vec{p} = (\vec{p}_k - U) - (\vec{p}_n - U)$   
(раскладываем отн. плиты)



$U$  - произвольное

Закон сохр. импульса:

$$p_i - p_0 = (N + F_{Tp}) \Delta t$$

$$F_{Tp} = \mu N \text{ (т.к. шайба скользит, иначе } F_{Tp} = 0)$$

$$\mu = \frac{F_{Tp}}{N} \quad p_0 - p_0 \quad \text{Атом}$$

На ЗСИ на OX:  $p_{ix} = p \cos \varphi$   $p_{ox} = v \sin \varphi$

$$F_{Tp} \Delta t = p(\cos \varphi - \sin \varphi) \text{ Для модулей: } F_{Tp} \Delta t = p(\cos \varphi - \sin \varphi)$$

ЗСИ на OY:  $p_{iy} = v \sin \varphi$   $p_{oy} = -p \cos \varphi$   $\Rightarrow \mu = \frac{F_{Tp} \Delta t}{N \Delta t} = \frac{p(\cos \varphi - \sin \varphi)}{p(\cos \varphi + \sin \varphi)}$

Для модулей:  $N \Delta t = p_{iy} - p_{oy} = (v \sin \varphi + p \cos \varphi)$   $= \frac{\cos \varphi - \sin \varphi}{p(\cos \varphi + \sin \varphi)} p$

Ответ: единственно возможное  $\mu = \frac{\cos\varphi - \sin\varphi}{\cos\varphi + \sin\varphi} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{3}+1}$

4. Дано:

$\mu = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$p_0 = 500 \text{ кПа}$

$h_1 = 1 \text{ км}$

$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

Найти:

$p_1, p_2$

Возьмём данные с какой-то высотой  $h$  и подставим в ур-е Менделеева - Клапейрона:

$p = \frac{p}{\mu} RT$

Температура при этом  $h \leq 2 \text{ км}$  (где  $\Delta T = -k \Delta h$ )

Рассмотрим данные так с высотой  $h + \Delta h$  (где  $\Delta h$  - малое)

$p - \Delta p = \frac{p + \Delta p}{\mu} R (T - \Delta T)$

$p$  и  $T$ , очевидно, уменьшаются.

Тогда по раскроем всё:

$p - \Delta p = \frac{p}{\mu} RT + \frac{\Delta p}{\mu} RT - \frac{p}{\mu} R \Delta T - \frac{\Delta p}{\mu} R \Delta T$

1 - величина  
2 - по порядку малости

$\Downarrow$   
 $p = \frac{pRT}{\mu}$

$-\Delta p = \frac{\Delta p}{\mu} RT - \frac{p}{\mu} R \Delta T$

$\Delta p = \frac{p}{\mu} R \Delta T - \frac{\Delta p}{\mu} RT$

Предположим, что  $p = \text{const}$  и напишем данные для  $h + \Delta h$

$p - \Delta p = \frac{p}{\mu} R (T - \Delta T)$

$p - \Delta p = \frac{pR}{\mu} T - \frac{pR}{\mu} \Delta T$

$\frac{\Delta p}{\Delta T} = \frac{\Delta p}{\mu} \Delta p = \frac{pR \Delta T}{\mu}$

При этом если взять малый  $\Delta h$  и рассл.  $\Delta p$  (изм. давн. которое зависит)

$-\Delta p = \rho g \Delta h$   
 $-\frac{pR \Delta T}{\mu} = \rho g \Delta h$

$\left( \frac{\Delta T}{\Delta h} \right) = -\frac{g \mu}{R}$

Из формулы  $k_1 = -\frac{9,8 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{8,31} = 33,3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{К}}{\text{м}}$

Из графика  $k_2 = \frac{65}{2000} = 32,5 \frac{\text{К}}{\text{м}}$  (на  $h \leq 2 \text{ км}$  где  $\Delta T = k \Delta h$ )

$k_1 \approx k_2$  (пренебрежим разл. - ем)  $\Rightarrow$  будем считать  $p = \text{const}$

$p_1 = p_0$   $p_2 = p_0 = \frac{p_0}{\mu} R T_0 = \frac{500 \cdot 10^3}{28 \cdot 10^{-3}} \cdot 288 =$

$$p_1 = p_0 - \rho g h_1 = p_0 - p_0 \frac{\rho g h_1}{p_0} = p_0 \left( 1 - \frac{\rho g h_1}{p_0} \right)$$

Т.к.  $h_1 \ll 2 \text{ км}$

$$\rho_1 = \rho_0 = \frac{p_0 \mu}{R T_0} = \frac{500 \cdot 10^3 \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 288} = 5,85 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\Rightarrow \rho = \text{const}$$

$$p_1 = p_0 - \rho g h_1 = p_0 - \frac{p_0 \mu}{R T_0} g h_1 = p_0 \left( 1 - \frac{\mu g h_1}{R T_0} \right) =$$

$$= 500 \left( 1 - \frac{28 \cdot 10^{-3} \cdot 9,9 \cdot 10^3}{8,31 \cdot 288} \right) = 442,1 \text{ кПа}$$

Ответ:  $\rho_1 = 5,85 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ;  $p_1 = 442,1 \text{ кПа}$

Ф710-03

Региональный этап  
всероссийской олимпиады школьников  
по физике в 2019 г.

|        |   |    |
|--------|---|----|
| Задачи | 1 | 2  |
| Баллы  | 4 | 10 |

ВТОРОЙ ТУР

Фамилия Горбунов

Имя Сергей

Отчество Михайлович

Класс 10

Территория г. Пермь

Полное наименование образовательной организации (по Уставу) \_\_\_\_\_

МАОУ «Средняя общеобразовательная школа №6 с углублён-  
ными изучением математики, физики, информатики»  
г. Пермь.



класс

|        |   |    |
|--------|---|----|
| Задачи | 1 | 2  |
| Баллы  | 4 | 10 |

Шифр Ф10-03

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |

10.1

Оборудование: Батт источник напряжения  $\mathcal{E}$  с внутренн-им сопр.-ем  $r = 10^3 \text{ Ом}$ , серый ящик, вольтметр.

Цель: найти  $R_1$  и  $R_2$

В выводах выводи  $K$ -коричневый  
 $C$ -синий  
 $X$ -жёлтый.

Есть три случая подключения батарейки: к выводам  $KE$ ,  $KX$  и  $CX$ . Рассмотрим их и получим напр.-я:

1. Подключение к  $KE$

|  |        |
|--|--------|
| Напряжения между выводами:<br>( $10^3 \text{ В}$ ) | Выводы |
| $\checkmark U_{KE1} = 812 \pm 12$                  | $KE$   |
| $U_{CX1} = 0 \pm 3$                                | $CX$   |
| $U_{KX1} = 397 \pm 7$                              | $KX$   |

2. Подключение к  $KXE$

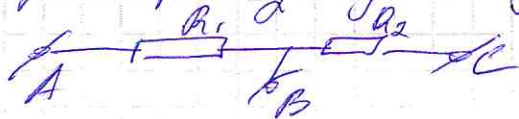
|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| $\checkmark U_{KX2} = 1297 \pm 16$ | $KXE$ |
| $\checkmark U_{KE2} = 389 \pm 7$   | $KE$  |
| $\checkmark U_{CX2} = 923 \pm 13$  | $CXE$ |

3. Подключение к  $XE$

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| $\checkmark U_{EX3} = 1200 \pm 15$ | $XE$ |
| $U_{KE3} = 0 \pm 3$                | $KE$ |
| $U_{KX3} = 926 \pm 13$             | $KX$ |

\* Здесь всегда придается погр-ость мультиметра  $1\% + 3$  единиц посл. значащего цифра (погр. отрицательна)

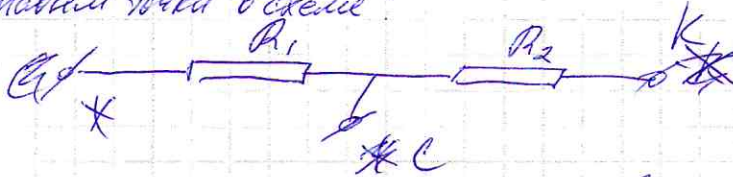
Теперь рассмотрим данную схему:



Заметим, что единственный вариант, при котором все напряжения больше нуля при подключении AC (иначе 2 каких-то точки с равными пот.) из измерений точки AC это ~~только~~ экв-о подключениям КХ.

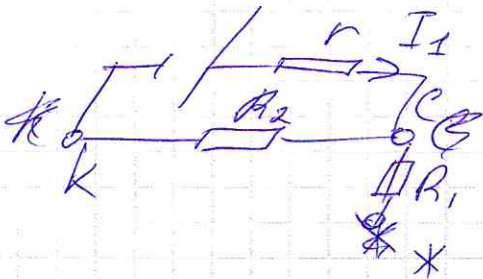
Более того,  $U_{кх2} > U_{кх1}$ , а т.к.  $I_{кх} = I_{кх}$  (один ток через  $R_1$  и  $R_2$  при пом. соедин.) и  $U \sim R \Rightarrow R_{кх} > R_{кх}$   
 Известно, что  $R_1 > R_2 \Rightarrow R_{кх} = R_1$ ;  $R_{кх} = R_2$

Расставим точки в схеме:



Теперь нарисуем схемы для трёх случаев и некоторые уравнения:

1.

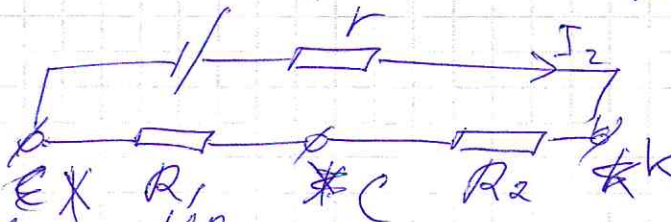


$$U_{кх1} = I_1 R_2$$

$$I_1 = \frac{U}{r + R_2}$$

$$U_{кх1} = \frac{U R_2}{r + R_2}$$

2.



$$U_{кх2} = I_2 R_2$$

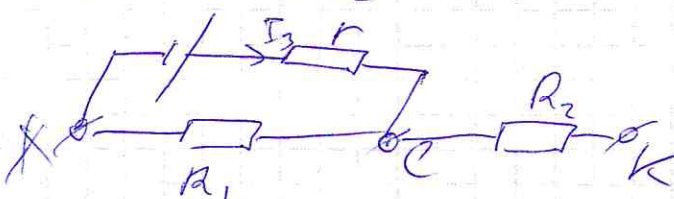
$$U_{кх2} = I_2 R_1$$

$$I_2 = \frac{U}{r + R_1 + R_2}$$

$$U_{кх2} = \frac{U R_2}{r + R_1 + R_2}$$

$$U_{кх2} = \frac{U R_1}{r + R_1 + R_2}$$

3.



$$U_{кх3} = R_1 I_3$$

$$I_3 = \frac{U}{r + R_1}$$

$$U_{кх3} = \frac{U R_1}{r + R_1}$$

Выпишем все ур-я в систему

$$U_{кк1} = \frac{UR_2}{r+R_2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{кк1} = \frac{UR_2}{r+R_2} \\ U_{кк2} = \frac{UR_2}{r+R_1+R_2} \\ U_{кк3} = \frac{UR_1}{r+R_1+R_2} \\ U_{кк3} = \frac{UR_1}{R_1+r} \end{array} \right. \rightarrow \begin{array}{l} \frac{U_{кк1}}{U_{кк2}} = \frac{r+R_1+R_2}{r+R_2} \quad (1) \\ \frac{U_{кк3}}{U_{кк2}} = \frac{r+R_1+R_2}{R_1+r} \quad (2) \end{array}$$

Выразим  $R_2$  из (1)

$$R_2 = \frac{R_1 U_{кк2}}{U_{кк1} - U_{кк2}} - r \quad (3)$$

Подставим выражение (2) и подставим туда (3)

$$U_{кк3} (R_1 + r) = U_{кк2} (r + R_1 + R_2)$$

$$U_{кк3} R_1 + U_{кк3} r = U_{кк2} R_1 \left( 1 + \frac{U_{кк2}}{U_{кк1}} \right) = U_{кк2} R_1 \frac{U_{кк1} - U_{кк2}}{U_{кк1}}$$

Подставим  $R_1$  с учётом погр.

$$\begin{aligned} \varepsilon(U_{кк2} U_{кк1}) &= \varepsilon(U_{кк2}) + \varepsilon(U_{кк1}) = \\ &= 1,4\% + 1,5\% = 2,9\% \end{aligned}$$

$$U_{кк2} U_{кк1} = (322364 \pm 9349) 10^{-8} \text{ В}^2$$

$$\Delta(U_{кк1} - U_{кк2}) = \Delta U_{кк1} + \Delta U_{кк2} = 19$$

$$U_{кк1} - U_{кк2} = (415 \pm 19) 10^{-3} \text{ В}$$

$$\varepsilon \left( \frac{U_{кк2} U_{кк1}}{U_{кк1} - U_{кк2}} \right) = 1,5\%$$

$$\frac{U_{кк2} U_{кк1}}{U_{кк1} - U_{кк2}} = \left( \frac{1805}{167} \pm \frac{136}{58} \right) 10^3 \text{ В}$$

Итого:  $R_1 =$

При подсчёте с учётом погрешности

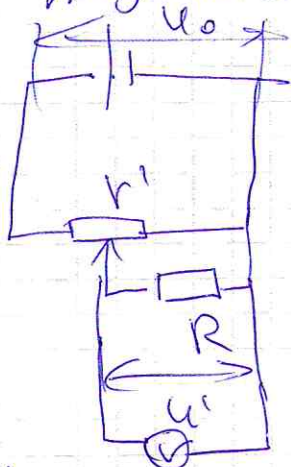
$$R_1 = (2,1 \pm 0,4) \text{ кОм} \quad \varepsilon(R_1) \sim 20\%$$

$$R_2 = (0,9 \pm 0,2) \text{ кОм} \quad \varepsilon(R_2) \sim 20\%$$

$$R_2 = \frac{R_1 U_{кз1} - U_{кз2}}{U_{кз1} - U_{кз2}}$$

10.2. Соберём детектор, как указано в задании.

Получится схема:



$R = 50 \text{ Ом}$  (из условия)

Будем менять напряжение  $U_0$  при помощи реостата  $r'$  (получая  $U'$ )

Измерим  $U'$  при помощи вольтметра.

Знаем, что при подключении  $U'$

резистор нагревается до тех пор, пока

$P = N$ , где  $P$  - мощность потерь,  $N$  - мощность

нагр-я, равная по закону Джоуля - Ленца  $N = \frac{U'^2}{R}$

$$\Rightarrow P = \frac{U'^2}{R}$$

Построим таблицу полученных значений

| № опыта | $t, ^\circ\text{C}$              | $U, \text{В}$                | $P = \frac{U^2}{R}, \text{Вт}$ | Погрешность тем-ы<br>тем-ы ограничивается<br>погрешностью измерения |
|---------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---|
| 1       | $47 \pm 1$                       | $4,20 \pm 0,05$              | $0,35$                         | $(\pm 1^\circ\text{C})$   |
| 2       | $46 \pm 1$                       | $3,74$                       | $0,28$                         |   |
| 3       | $43 \pm 1$                       | $3,45$                       | $0,23$                         |   |
| 4       | $41 \pm 1$                       | $3,15$                       | $0,20$                         | $34 \pm 1$   $2,30$   $0,11$  |
| 5       | $38 \pm 1$                       | $2,75$                       | $0,15$                         | $32 \pm 1$   $1,97$   $0,08$  |
| 6       | $36 \pm 1$                       | $2,46$                       | $0,12$ (ошибка)                | $30 \pm 1$   $1,20$   $0,03$  |
| 7       | $35 \pm 1$                       | $2,54$                       | $0,13$                         | $27 \pm 1$   $0,4$   $0,0$  |
| 8       | <del><math>34 \pm 1</math></del> | <del><math>2,11</math></del> | <del><math>0,11</math></del>   | $26 \pm 1$   $0$   $0$<br>(тока нет)                                |

25(п.2)

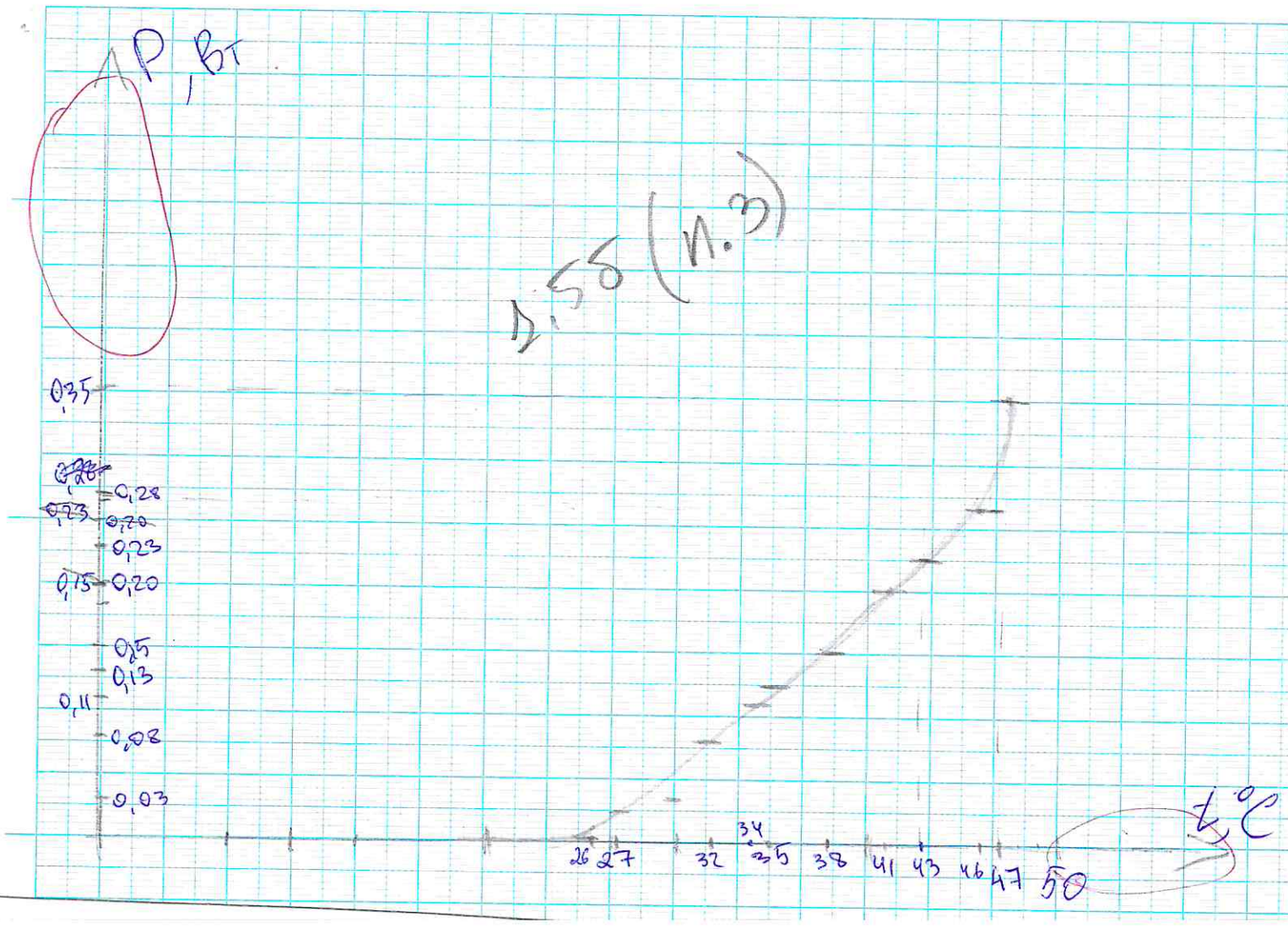
P, BT

1.55 (N.3)

0.35  
~~0.28~~  
0.28  
0.23  
0.23  
0.20  
0.15  
0.15  
0.13  
0.11  
0.08  
0.03

26 27 32 34 35 38 41 43 46 47 50 50

7°C



А) Более того, предположим, что температура  $\theta$  по слав. с погр.  $\pm$

Рассмотрим изменение температуры резистора при слав. За малое  $\Delta t$ , при котором  $R$  можно считать постоянной. Элемент  $\Delta Q$  за это время:

$\Delta Q = P \Delta t$ , где  $\Delta Q$  - элемент теплоты,  $P$  - мощность.

Заметим также, что  $P = R I^2$  - постоянна "в течение"  $\Delta t$ .



Согласно  $Q = \sum \Delta Q = \sum P \Delta t$

$\sum P \Delta t$  - это площадь под кривой  $P(t)$

А)  $\Delta Q \rightarrow \Delta \theta$

Рассмотрим слав.  $\Delta \theta$  резистора за малое  $\Delta t$ , при котором  $R = const$

Тогда элем. тепл.  $\Delta Q = P \Delta t$

Согласно:  $\Delta Q = C \Delta \theta$ , где  $\Delta \theta$  - элем. изменение температуры.

Тогда:  $P \Delta t = C \Delta \theta$

25 (п. 6).  $C = \frac{P \Delta t}{\Delta \theta}$ , где  $\frac{\Delta \theta}{\Delta t}$  - угловой коэффициент при слав.  $\theta(t)$

| $\tau, c$  | $t, ^\circ C$ | (Нагрев производится до $45^\circ C$ ) |    |
|------------|---------------|--|----|
| 0          | 45            |  |    |
| 2,5 ± 0,5  | 44            | 39,5 ± 0,5                             | 39 |
| 5,5 ± 0,5  | 43            | 40,5 ± 0,5                             | 38 |
| 9,5 ± 0,5  | 42            |  | 37 |
| 13,5 ± 0,5 | 41            |  | 36 |
| 18,5 ± 0,5 | 40            |  | 35 |
| 23,5 ± 0,5 |               |  |    |

Результаты в таблице приведены в виде  $n + \frac{1}{2} \pm \left(\frac{1}{2}\right) \Delta(L)$   
 т.к. из-за связи со сложностью задачи. ~~Δ(L)~~  
 значения были зафиксированы лишь в секундах  
~~Результаты записаны до 35°C в связи с приближенностью~~  
~~метода~~

Найдём  $C$  при раз.

Заметим, что при нагревании фольжки в  $P_{\text{ср}}$  конст на интервалах между градусами (так, что  $\Delta P$  можно приложить.)

Нагреем резистор до  $35^\circ\text{C}$  и посмотрим на  $\frac{\Delta t}{\Delta P}$  при разных температурах

ΔS  
(н. 5)

| $t, ^\circ\text{C}$ | $\tau, \text{c}$ | $\frac{\Delta t}{\Delta P}, \frac{\text{c}}{\text{Bt}}$ | $P_{\text{ср}}, \text{Bt}$ | $C, \frac{\text{Dж}}{\text{K}}$ |
|---------------------|------------------|---|----------------------------|---------------------------------|
| 35                  | 0                | 0   | 0                          | 0                               |
| 34                  | $9,5 \pm 0,5$    | $0,10 \pm 0,01$   | 0,12                       | $1,2 \cdot 10^{-1}$             |
| 33                  | $20,5 \pm 0,5$   | $0,09 \pm 0,01$   | 0,12                       | 1,1                             |
| 32                  | $32,5 \pm 0,5$   | $0,08 \pm 0,01$   | 0,08                       | 0,91                            |
| 31                  | $47,5 \pm 0,5$   | $6,7 \cdot 10^{-2}$                                     | 0,05                       | 0,75                            |
| 30                  | $70,5 \pm 0,5$   | $4,3 \cdot 10^{-2}$                                     | 0,03                       | 0,70                            |
| 29                  | $94,5 \pm 0,5$   | $4,1 \cdot 10^{-2}$                                     | 0,03                       | 0,73                            |
| 28                  |                  |   |                            |                                 |
| 27                  |                  |   |                            |                                 |

35(н. 7)

$\Delta t$  везде равно 1K  
 $\Delta t$  везде отпр. как  $\tau_{\text{преж}} - \tau_{\text{тек}}$ , где  $\tau_{\text{преж}}$  - время в пред. строке  
 $\tau_{\text{тек}}$  - время в этой стр.

Заметим, что при нагрев.  $P$  с погрешностью  
~~реакция будет связана к минимуму. и P будет~~  
~~связана к минимуму~~

т.к. температура определена с точностью до единицы, то будем брать ср. значения  $P$  между  $t$  и  $t+1$  и при  $t+1$   
 $P_{\text{ср}} = \frac{P(t) + P(t+1) + P(t-1)}{3}$  (если такие есть)

$P_{\text{ср}}$  Погрешность времени по сред. со статистич. можно пренебречь.

$C_{\text{ср}} = 0,91$  05(н. 8)  
 $\Delta(C)_{\text{ср}} = 0,18$

Ответ:  $C = 0,91(9,1 \pm 1,8) \cdot 10^{-1} \frac{\text{Dж}}{\text{K}}$   
 9,55  
 нет н.п. 1; 4;