

Региональный этап
всероссийской олимпиады школьников

по физике в 2019 г.

ПЕРВЫЙ ТУР

1/2 | 3/4/5
8/10/10 | 7/10

Фамилия Буняков

Имя Михаил

Отчество Константинович

Класс 10А

Территория г. Пермь

Полное наименование образовательной организации (по Уставу) _____

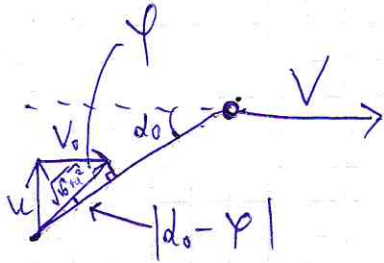
МАОУ СОШ № 9 им. А.С. Пушкина с углубленным изучением

предметов физико-математического цикла.

10 класс

Шифр Ф10-10

$v \perp u \quad d_0 \quad m$
 $u_0, T \quad ?$



Пусть ~~часть~~ часть скорости
возмущения, сонаправленная
с $V \stackrel{\text{def}}{=} V_0$. Тогда угол между
направлением φ пусть такой,

что $\text{tg } \varphi = \frac{u}{V_0}$ полная скорость
матрикса - $V_{\text{н}}$

Проецируем скорости движущихся и камеры на их
мгновенную ось равны, т.к. нить не ~~самый~~ растеривается
и не провисает. Из геометрии угол между $V_{\text{н}}$ и
нитью $= d_0 - \varphi$. Тогда

$$\sqrt{V_0^2 + u^2} \cos(d_0 - \varphi) = V \cos d_0$$

$$\sqrt{V_0^2 + u^2} (\cos d_0 \cos \varphi + \sin d_0 \sin \varphi) = V \cos d_0$$

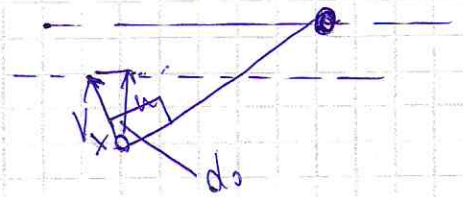
$$\frac{u}{\sin \varphi} (\cos \varphi + \text{tg } d_0 \sin \varphi) = V$$

$$\text{ctg } \varphi = \frac{V}{u} - \text{tg } d_0$$

$$V_0 = V - u \text{tg } d_0, \text{ поэтому } V_{\text{н}} = \sqrt{(V - u \text{tg } d_0)^2 + u^2}$$

Далее заметим, что в ИСО, катер⁴ движется по окружности со скоростью $\frac{u}{\cos \alpha_0} = v_x$, т.к. кинетическая энергия не меняется, v_x должно быть $\frac{u}{\cos \alpha_0}$

$$a = \frac{v_x^2}{L} = \frac{u^2}{L \cos^2 \alpha_0} \text{ , поэтому}$$



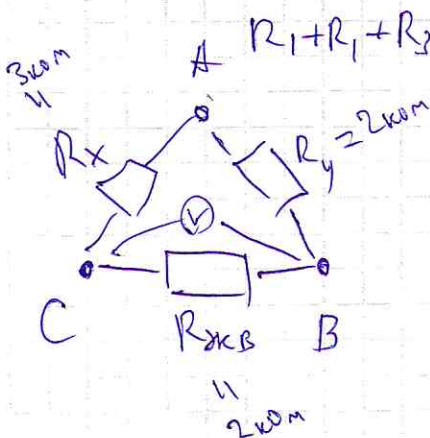
$T = ma$ из II закона Ньютона,

$$T = m \frac{u^2}{L \cos^2 \alpha_0}$$

3. Заметим, что на участке СВ, не содержащей вольтметра (слева снизу) мостовая схема, в которой

$$\frac{R_1 + R_3}{R_2} = \frac{R_1 + R_4}{R_1} \text{ , поэтому ток через } R_2 \text{ не течет, } R_2 - \checkmark.$$

Эквивалентное сопротивление $R_{экв}$ этого участка равно $\frac{(R_1 + R_3 + R_1 + R_4)(R_1 + R_2)}{R_1 + R_1 + R_3 + R_1 + R_1 + R_2} = 2 \text{ кОм}.$



$$\frac{R_{экв}}{R_x} = \frac{4}{6} \Rightarrow R_x = 3 \text{ кОм} - \text{1 включение};$$

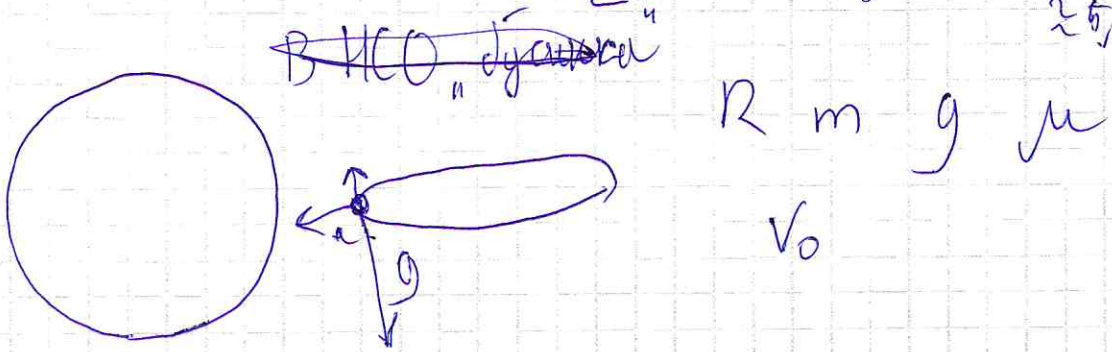
$$\frac{R_{экв}}{R_y} = \frac{5}{5} \Rightarrow R_y = 2 \text{ кОм} - \text{2 включения};$$

Отсюда $I_{AB} = \frac{u}{R_{экв}} = \frac{u}{R_y \cdot (R_{экв} + R_x)} = \frac{10}{2(2+3) \cdot 10^{-3}} = 7 \text{ mA}$

т.к. отношение напряжений равно отношению сопротивлений.

$$I_{AC} = \frac{U}{R_{\text{внеш}} + R_{\text{внутр}}} = \frac{U}{R_0 + R_{\text{внутр}}} R_x = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{2} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{2} = \frac{3635}{6} \text{ mA} \approx 25,8 \text{ mA}$$

5.



На диск действуют силы mg и центробежная сила $m \frac{v_0^2}{R}$. Действуют всего 3 силы в этой

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

$F_{\text{тр}}$ (сила трения) $\rightarrow = \mu N = \mu m \sqrt{g^2 + \frac{v_0^4}{R^2}}$ - действует против движения диска.

Отсюда полное ускорение $a_{\text{п}} = \sqrt{\left(\mu \left(g^2 + \frac{v_0^4}{R^2}\right)\right)^2 + \left(\frac{v_0^2}{R}\right)^2}$

Начальная кинетическая энергия $E_0 = \frac{m v_0^2}{2}$, к моменту

$v_k = 0,01 v_0$ $E_k = \frac{m v_k^2}{2}$. Разность есть работа силы

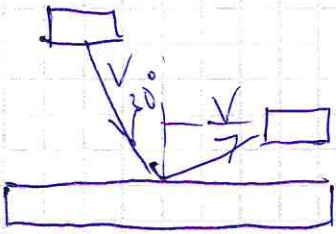
о трения $A = F_{\text{тр}} \cdot S$, поэтому

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_k^2}{2} = \mu \sqrt{g^2 + \frac{v_0^4}{R^2}} m \cdot S, \text{ отсюда}$$

$$S = \frac{v_0^2 - 0,01 v_0^2}{2 \mu \sqrt{g^2 + \frac{v_0^4}{R^2}}}$$

2. Пусть плита движется.

Заметим, что горизонтальный импульс меняется лишь под действием силы трения, а вертикальный под действием силы N_0 со стороны плиты.



Пусть $|V| = 2V_0$
 В случае, когда при приращении скорости в горизонтальном направлении непрерывно в макроскопическом плане меняется от V_0 до $\sqrt{3} V_0 \Rightarrow \Delta p_x = m_{ш} V_0 (\sqrt{3} - 1)$

Вертикальный импульс меняется с $(m\sqrt{3} V_0)$ до (mV_0) и в том направлении, поэтому $\Delta p_y = (\sqrt{3} + 1) m V_0$.

Заметим, что Δp_y это площадь под графиком

$N_0(t)$, а Δp_x это площадь под графиком $F_{тр}(t)$,
(т.е. импульс движения от ш. и плиты)

и $F_{тр} = \mu N_0$, поэтому $\Delta p_y = \mu \Delta p_x$, и $\Delta V_y = \mu \Delta V_x$

Отсюда $\mu = \frac{\Delta V_x}{\Delta V_y} = 2 - \sqrt{3}$. Пусть во время удара

о плиту скорость плиты была меньше, чем та скорость, с которой шайба летела, но (только) меньше той, с которой она прилетела.

$$4. pV = \nu RT$$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$p = \rho \mu RT, \text{ при } T = 288 \text{ K}$$

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

Пусть распределение массы газа линейно из-за больших размеров манометра

$$\rho = \frac{\mu p}{RT} = 5,85 \text{ кг/м}^3$$

$$p_0 = \rho g h_{\text{экв}}$$

$$h_{\text{экв}} = \frac{p_0}{\rho g} = \frac{5 \cdot 10^5}{5,85 \cdot 9,9} = 8,6 \text{ км}$$

$$p_1 = \rho g (h_{\text{экв}} - h_0) = 4,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$T(h) \text{ при } h \leq 2 \text{ км} = 288 \text{ K} - \frac{10 \text{ K}}{300 \text{ м}} \cdot h, \text{ откуда } T(1000) = 255 \text{ K}$$

$$\rho = \frac{\mu p}{RT} = 5,81 \text{ кг/м}^3$$

РЭ10-02

Региональный этап
всероссийской олимпиады школьников
по физике в 2019 г.

ВТОРОЙ ТУР

№ задачи	1	2
балл	5	14

Фамилия Буцяков

Имя Михаил

Отчество Константинович

Класс 10

Территория г. Пермь

Полное наименование образовательной организации (по Уставу) _____

МАОУ СОШ № 9 им. А.С. Пушкина с углубленным

изучением предметов в физико-математического

цикла"

$T, ^\circ\text{C}$

A

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

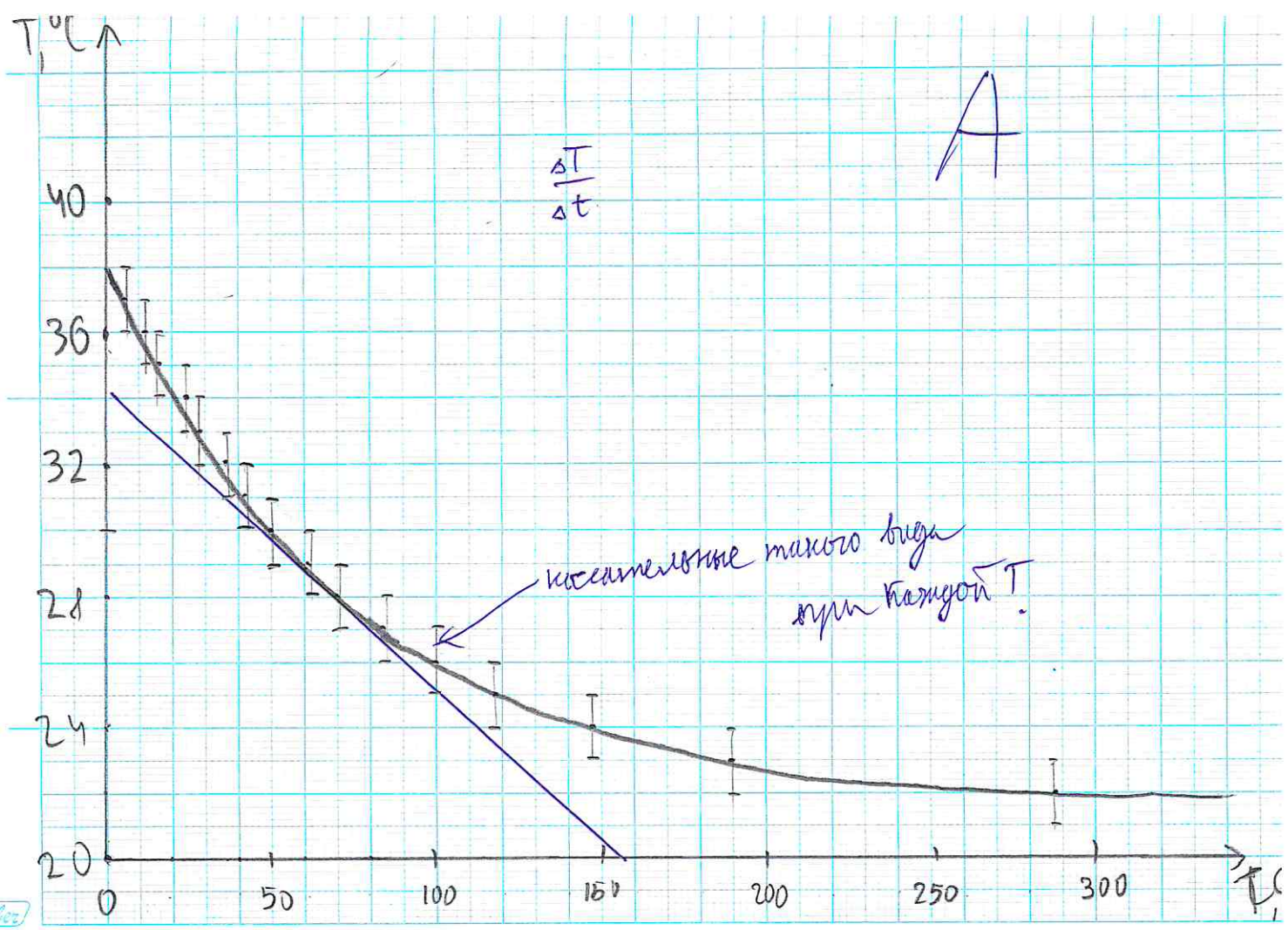
40
36
32
28
24
20

0 50 100 150 200 250 300

касательные такого типа
определить T

Mather

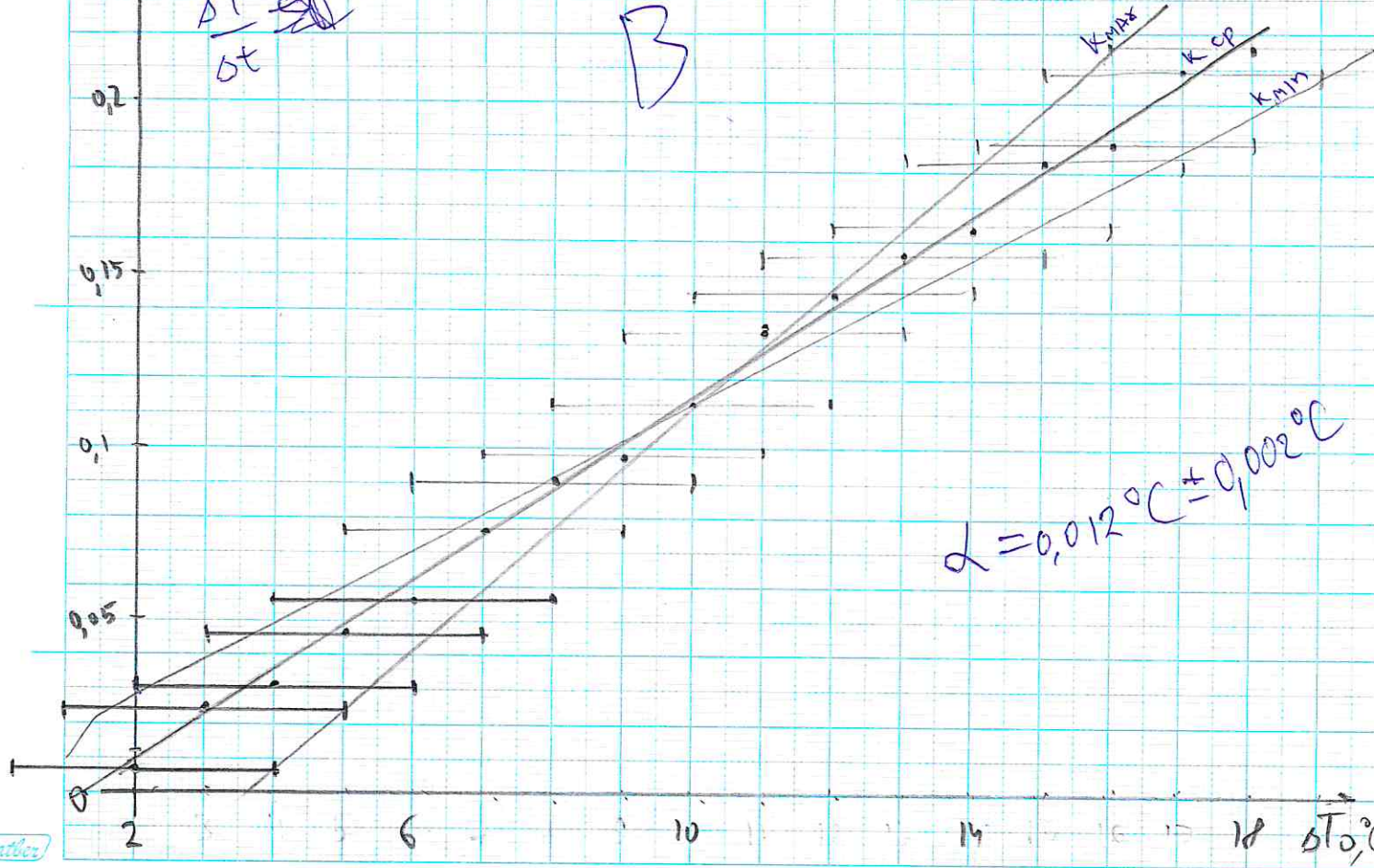
$t, \text{с}$



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

$\frac{\Delta T}{\Delta t} \sim P$

B



10 класс

Задачи | 1 | 2 |
Баллы | 5 | 12 |

Шифр ФФ10-02

10.2 Давайте попытаемся нагреть резистор до максимальной температуры = 39°C.

$$kL = 0,002$$

Теперь отключим напряжение и попытаемся засечь время остывания ($T_{окр} = 20^\circ\text{C}$) ($39 \rightarrow 21^\circ\text{C}$)

$T, ^\circ\text{C}$	t, c	$T, ^\circ\text{C}$	t, c	$T, ^\circ\text{C}$	t, c	$T, ^\circ\text{C}$
39	0	33	27	27	84	20
38	0	32	35	26	1:39	
37	5	31	41	25	1:58	
36	11	30	50	24	2:28	
35	16	29	61	23	3:11	
34	23	28	70	22	4:48	

25 (1.5)

$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ Давайте построим график ^(A) проведем сглаживающую кривую и построим график ^(B) $\frac{\Delta T}{\Delta t} (T - T_{окр})$

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

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \left[\frac{^\circ\text{C}}{\text{c}} \right]$$

$T, ^\circ\text{C}$	$\frac{\Delta T}{\Delta t}$	$T, ^\circ\text{C}$	$\frac{\Delta T}{\Delta t}$	$T, ^\circ\text{C}$	$\frac{\Delta T}{\Delta t}$	$T, ^\circ\text{C}$	$\frac{\Delta T}{\Delta t}$
39	0,214	13	0,155	8	0,090	3	0,023
37	0,209	12	0,143	7	0,077	2	0,005
36	0,188	11	0,134	6	0,055		
35	0,183	10	0,112	5	0,046		
34	0,162	9	0,097	4	0,032		

$$\Delta T_0 = T - T_{окр}$$

$$\Delta T = \epsilon_T \cdot T$$

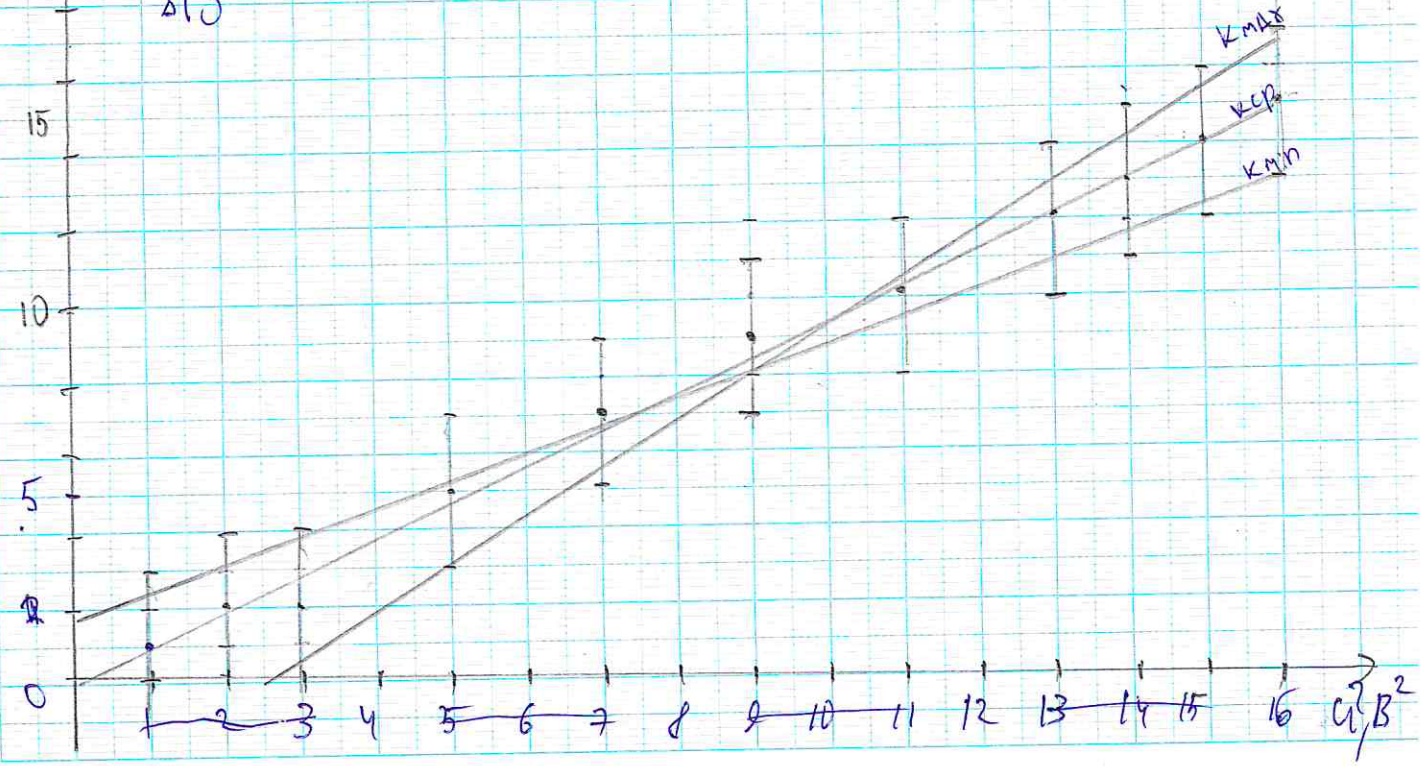
Учет погрешности термометры - 1°C.
тогда ΔT_0 определяете с погр = 2°C, $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ - достаточно точно
в таблице

$\Delta T_0, \text{C}$

$$\frac{u^2}{\Delta T_0} = 0,94 \pm 0,24 \frac{\text{B}^2}{\text{C}}$$

C

Атлас



Из графика получаем, что $P \propto \frac{\Delta T}{\Delta t} (\Delta T_0)$ - прямая,
 так $P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{C \cdot \Delta T}{\Delta t} = C \cdot \frac{\Delta T}{\Delta t}$ но $P(\Delta T_0)$ - тоже прямая.

$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \alpha \Delta T_0$. Из графика $\alpha = 0,012 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \pm 0,002 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ с погр 15%

$P = \frac{U^2}{R}$. Давайте построим $U^2(\Delta T_0)$ - зависимость

$\frac{U^2}{R}$ - коэффициент пропорциональности от температуры, $U^2 = CR\alpha \Delta T_0$ во помощи можем измерить при данном U^2 ~~напротив~~ ΔT_0 резистор

$U, \text{В}$	$\Delta T_0, \text{ } ^\circ\text{C}$	$U^2, \text{В}^2$	$\Delta T_0, \text{ } ^\circ\text{C}$	$U^2, \text{В}^2$	$\Delta T_0, \text{ } ^\circ\text{C}$	$U^2, \text{В}^2$	$\Delta T_0, \text{ } ^\circ\text{C}$
1	1	6	11	10	16	15	
2	2	7	12				
3	2	8	13	12			
4		2	9	14	13		
5	5	10	15	14			

Погрешность по времени очень мала

$U_{\text{max}}; \frac{U^2}{\Delta T_0} = k$

$k = 0,94 \pm 0,24 \frac{\text{В}^2}{^\circ\text{C}}$ с погр 25%

ос(н.6)

$k = CR\alpha \Rightarrow C = \frac{k}{R\alpha} = \frac{0,94}{50 \cdot 0,012} = (1,5 \pm 0,6) \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$ с погр 40%

ос(н.7)

$C = \frac{U^2}{R \cdot \Delta T_0} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{\text{В}^2}{^\circ\text{C}}; C = [\frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}]$ 25
 Кэф. н.н. 1; 2; 3; 4;

крит	1	2	3	4	5	6	7	8
баллы	0	1	1	2	0	1	0	0

10.1

Серый мух

$\Delta U = 9003 \text{ В}$ макс.
Диаметр измерений
— 2000 м

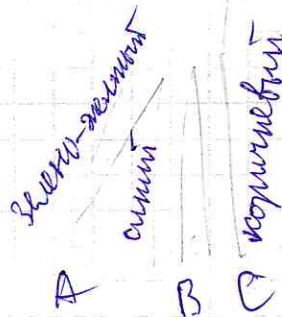
$U = (1,65 \text{ В} \pm 0,003 \text{ В})$
0,55

Лабайте подведи

источник 3 разными способами

и измерить напряжение

между 2 концами.



$U_{*3C} = 1,22 \text{ В}$

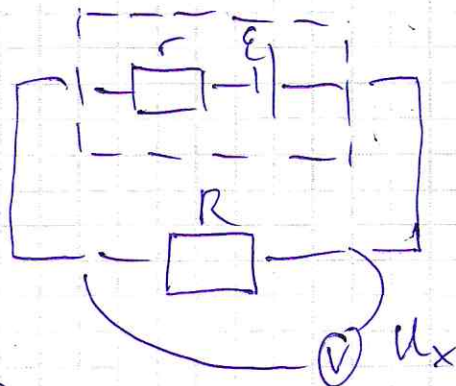
$\epsilon_{*3C} = 0,3\%$

$U_{*CK} = 0,1300 \text{ В} \pm 0,003 \text{ В}$

$\epsilon_{*CK} = 0,4\%$

$U_{*3K} = 1,30 \text{ В}$

$\epsilon_{*3K} = 0,2\%$



* Очевидно, что $U_x \neq \epsilon = \frac{R}{r+R} \epsilon$. $U(R)$ при фиксированных

r и ϵ монотонно растет. Значит, между синим и коричневым проводом R_2 , между синим и зелено-земным

R_1 , а между зелено-земным и коричневым $R_1 + R_2$.

$U_x(r+R) = R\epsilon$ Макс, $R_1 = \frac{U_{*3C}}{1,65 - 1,22} = \frac{U_{*3C}}{\epsilon - U_{*3C}} \cdot r = \frac{1,22}{1,65 - 1,22} \cdot 1000 =$

$U_x r = R\epsilon - UR = 2,84 \text{ КОм}$

$R = \frac{U_x r}{\epsilon - U_x}$

$\epsilon_{*K} = \epsilon_r = \epsilon_1 + \epsilon_{*3C} = 1,7\%$

$R_1 = (2,84 \pm 0,15) \text{ КОм}$ с погр = 5%
 $R = (2,84 \pm 0,17) \text{ КОм}$

$$R_2 = \frac{U_{\text{нк}}}{\underbrace{I - \Delta_{\text{ок}}}_{\text{погр } \varepsilon_2}} r_2 \approx 240 \text{ Ом}$$

$$R_2 = (240 \pm 10\%) \text{ Ом с погр } 11\%$$

$$\varepsilon_{\text{ок}} = \varepsilon_1 + \varepsilon_{\text{ок}} = 11\%$$

Из 1 следует, что к R_1 подключен желто-зеленый провод, к R_2 подключен коричневый провод, центральный провод - синий.