

Всероссийская олимпиада школьников по физике
Региональный этап
23 - 25 января 2020 г.

ФТГ-11

Фамилия Базилевич

Имя Григорий

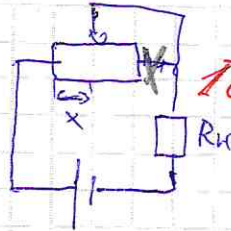
Отчество Александрович

Класс 9

Территория г. Пермь

Образовательная организация МАОУ "СОШ №9 им. А.С.Пушкина"

№ 9.1



| | | | | | |
|----|------|-----|-----|------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Σ |
| 10 | 0,15 | 2,7 | 0,5 | 14,5 | |

Пусть R - R нагревателя,
 Тогда $4R$ - полное R реостата.
 x - доля длины реостата

0.5) $R_0 = R + 4Rx$ - общее сопротивление при доле реостата x .

Реостат и нагреватель включены последовательно, значит напряжения на них пропорциональны сопротивлениям.

Тогда $U_H = \frac{R}{R + 4Rx} U = \frac{1}{1 + 4x} U$, где U - общее напряжение - const

Мощность нагревателя $P = U_H I_H = \frac{U_H^2}{R} = \left(\frac{1}{1 + 4x}\right)^2 \cdot \frac{U^2}{R}$

Заметим, что $\frac{U^2}{R}$ - const и обозначим за d

Тепловое равновесие при $Q_{\text{подводимом}} = P t$
 равно $Q_{\text{забираемому}} \text{ окружающей средой} = k(T_k - T) \cdot t$

где T_k - поддерживаемая температура, - const
 T - температура окружающей среды

$$P t = k(T_k - T) t$$

$$P = k(T_k - T)$$

$$\left(\frac{1}{1 + 4x}\right)^2 \cdot \frac{U^2}{R} = k(T_k - T)$$

$$\left(\frac{1}{1 + 4x}\right)^2 \cdot \frac{d}{k} = T_k - T$$

Найдем $\frac{d}{k}$ и T_k , для этого решим систему уравнений:

$$\left(\frac{1}{1 + 4 \cdot 0,65}\right)^2 \cdot \frac{d}{k} + \frac{25}{k} = T_k$$

$$\left(\frac{1}{1 + 4 \cdot 0,35}\right)^2 \cdot \frac{d}{k} + 20 = T_k$$

$$\Rightarrow \left(\frac{1}{1 + 4 \cdot 0,65}\right)^2 \cdot \frac{d}{k} + 25 = \left(\frac{1}{1 + 4 \cdot 0,35}\right)^2 \cdot \frac{d}{k} + 20$$

$$\frac{d}{k} \left(\left(\frac{1}{3,4}\right)^2 - \left(\frac{1}{3,6}\right)^2 \right) = 5$$

$$\frac{d}{k} = \frac{5}{\left(\frac{1}{3,4}\right)^2 - \left(\frac{1}{3,6}\right)^2} = \frac{5}{\frac{500}{5784}} = \frac{5784}{100} = 57,84$$

Найдем $T_k = \left(\frac{1}{2,4}\right)^2 \cdot \frac{\lambda}{k} + 20 = T_k$

$\left(\frac{1}{5,76}\right)^2 \cdot 51,84 + 20 = T_k$

$9 + 20 = T_k$

$T_k = 29$ 25 к)

= Из теплового баланса найдем x при T окруж.

$\left(\frac{1}{1+4x}\right)^2 \cdot \frac{\lambda}{k} = T_k - T$

$\frac{1}{(1+4x)^2} \cdot 51,84 = 16$

$\frac{1}{(1+4x)^2} = \frac{16}{51,84}$

$16(1+4x)^2 = 51,84$

$(1+4x)^2 = 3,24$

$1+4x = 1,8$ или $1+4x = -1,8$

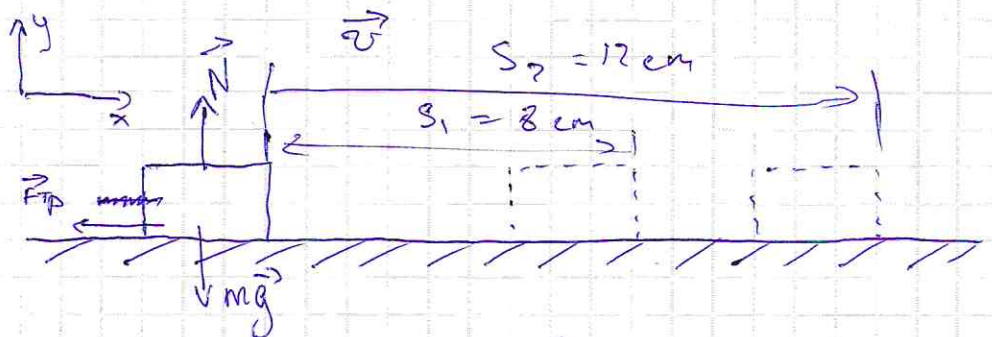
$4x = 0,8$

$x = 0,2$

не подходит по смыслу (общее сопротивление отрицательно)

Ответ: при T окр. = 13 имеем $x = 0,2$.

н.з.з



Майба движется по оси x со скоростью v .

На майбу действуют силы $F = ma$ из II закона Ньютона
 по $y \Rightarrow m a_y = N - mg = 0, T_k \Rightarrow a_y = 0$
 по $x \Rightarrow m a_x = -F_{тр} = -\mu N = -\mu mg$ и из этого
 $a_x = -\mu g$

То есть майба замедляется под действием силы трения.

Закон движения шайбы:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{a t^2}{2} \quad \text{шайба ускоряется}$$

Пусть $x_0 = 0$. Возьмем за $v_0 = v$ $a = a_x = -\mu g$,
тогда:

$$x = vt - \frac{\mu g}{2} t^2$$

0(1)
0(3,0)
0(3,5)

По условию за $t = 0,1$ с пройдет путь $S_1 = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$
за $2t = 0,2$ с пройдет путь $S_2 = 12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}$

$$\begin{cases} 0,08 = v \cdot 0,1 - \frac{\mu g}{2} (0,1)^2 \\ 0,12 = v \cdot 0,2 - \frac{\mu g}{2} (0,2)^2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} 0,08 = 0,1(v - \frac{\mu g}{2} \cdot 0,1) \\ 0,12 = 0,1(2v - \frac{\mu g}{2} \cdot 4 \cdot 0,1) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0,8 = v - \frac{\mu g}{20} \\ 1,2 = 2(v - \frac{\mu g}{10}) \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} 0,8 = v - \frac{\mu g}{20} \\ 0,6 = v - \frac{\mu g}{10} \end{cases} \Leftrightarrow v = 0,8 + \frac{\mu g}{20} = 0,6 + \frac{\mu g}{10}$$

$$\frac{\mu g}{10} - \frac{\mu g}{20} = 0,2$$

$$\frac{\mu g}{20} = 0,2$$

$\mu g = 4$, $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\mu = \frac{4}{10} = 0,4$

Ответ: при $\mu = 0,4$

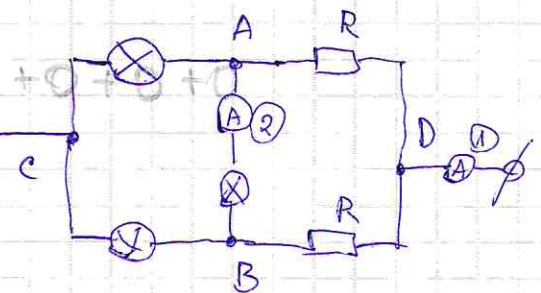
~ 9.5

0,55

$U_{AD} = U_{AB} + U_{BD}$
где параллельно соединены,
равных по сопротивлению
размера

значит через AB ток
не идет.

Получаем, что 2 амперметр показывает 0.



Ток не отрицателен, значит данный амперметр показывает ток $I_y = 0,58(1)$, т.к. $I_y \neq 0$

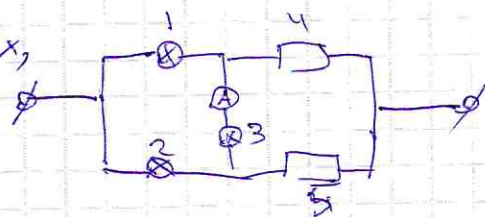
Получаем, что все ~~ветви~~ ^{ихаема} имеют ток I_x .

Тогда при параллельном соединении проводников ток системы равен токам ~~на~~ ^{на} отдельных ветвях.

~~Значит~~ Так как у нас есть две одинаковые по сопротивлению ветви, то ток I_x на них распределяется равномерно. Значит $I_{свд} = I_{свд} = \frac{I_x}{2} = \frac{I}{2}$

А при последовательном соединении проводников ток на них равен, значит:

Ток на всех проводниках, за исключением 3 элемента,



ответ: на всех элементах, кроме №3 (схема выше), ток равен $\frac{I_x}{2}$; на элементе №3 ток равен нулю.

№9.4

Пусть одна сторона квадрата - x . $u > v$, иначе ~~самолет не долетит из D в A (напрямую)~~

$$t_{AD} = \frac{x}{u+v} \quad (1/2) \quad ; \quad t_{DA} = \frac{x}{u-v} \quad (1/3)$$

скорость на участке AB и DC равна, значит время на этих участках тоже равно.

Самолет летит по прямой со скоростью v_x , тогда $v_x = \sqrt{u^2 - v^2}$ (т.к. его несет ветром)



$$t_{AB} = t_{DC} = \frac{x}{\sqrt{u^2 - v^2}}$$

0,5(1)

На участках BD и CA самолеты движутся по окружности, со скоростью:

$$v_{BD} = u + v$$

$$v_{CA} = u - v$$

~~и т.д.~~

Расстояние BD равно CA равны $= \frac{1}{4} \cdot 2\pi R$, где R - радиус

(где x) $CA = BD = \frac{\pi x}{2}$

$$t_{BD} = \frac{\frac{\pi x}{2}}{2(u+v)}$$

$$t_{CA} = \frac{\frac{\pi x}{2}}{2(u-v)}$$

$$t_{ABDA} = t_{AB} + t_{BD} + t_{DA}$$

$$t_{ADCA} = t_{AD} + t_{DC} + t_{CA}$$



- 0(4)
- 0(5)
- 0(6)
- 0(7)
- 0(8)

$$t_{ABDA} = \frac{x}{\sqrt{u^2 - v^2}} + \frac{\pi x}{2(u+v)} + \frac{x}{u-v} \quad | \cdot \frac{1}{x}$$

$$t_{ABDA} = \frac{1}{\sqrt{u^2 - v^2}} + \frac{\pi(u-v) + 2(u+v)}{2(u^2 - v^2)}$$

π - число π

$$t_{ABDA} = \frac{2\sqrt{u^2 - v^2} + \pi(u-v) + 2(u+v)}{2(u^2 - v^2)}$$

$$= \frac{2\sqrt{u^2 - v^2} + (2+\pi)u + (2-\pi)v}{2(u^2 - v^2)}$$

$$t_{ADCA} = \frac{x}{\sqrt{u^2 - v^2}} + \frac{\pi x}{2(u-v)} + \frac{x}{u+v} \quad | \cdot \frac{1}{x}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{u^2 - v^2}} + \frac{\pi(u+v) + 2(u-v)}{2(u^2 - v^2)}$$

$$= \frac{2\sqrt{u^2 - v^2} + u(\pi+2) + v(\pi-2)}{2(u^2 - v^2)}$$

Ответ: $\frac{t_{ABDA}}{t_{ADCA}} = \frac{2\sqrt{u^2 - v^2} + u(\pi+2) + v(\pi-2)}{2\sqrt{u^2 - v^2} + u(\pi+2) + v(\pi-2)}$

$t_{ABDA} < t_{ADCA}$ так $2-\pi < 0$; а все равно
 $\pi-2 > 0$; ост. равны

Всероссийская олимпиада школьников по физике
Региональный этап
23 - 25 января 2020 г.

Ф9 - 127

Фамилия Базилевич

Имя Григорий

Отчество Александрович

Класс 9

Территория г. Пермь

Образовательная организация МАОУ "СОШ №9 им. А.С.Пушкина"

Ф9-127

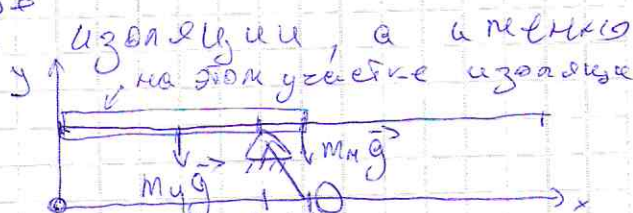
11) Возьмем шпильку объемом 1 мл и зальем в трубку. Измерим длину оболочки электролита.

Получили: на 1 мл воды (длины оболочки) l - длины берземе.

$m_u = \rho_u V_u$ где u - изоляция (индексы)
 $m_m = \rho_m V_m$ m - металл

Найдем центр масс берземе, для этого рассмотрим металл и изоляцию как два разных тела.

Тогда: центр масс металла находится на середине берземе ($\frac{l}{2}$), а центр масс изоляции ~~на половине~~ ^{в центре} ($\frac{l}{4}$).



Рассмотрим об точки 0 до 12

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------------------------|-----|-----|---|---|-----|------|---|---|---|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| испы $m_u g$ | $-(l_{pb} - \frac{l}{4})$ | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| испы $m_m g$ | $-(\frac{l}{2} - l_{pb})$ | 1,5 | 0,5 | 2 | 0 | 1,5 | 0,75 | 0 | | | | | |

Найдем координату центра берземе, если коор. 0 - начало берземе с изоляцией.

$m_m (\frac{l}{2} - l_{pb}) + m_u (l_{pb} - \frac{l}{4})$

$$\frac{m_m \frac{l}{2} + m_u \frac{l}{4}}{m_m + m_u} = l_{pb}$$

$$\rho_m V_m (\frac{l}{2} - l_{pb}) = \rho_u V_u (l_{pb} - \frac{l}{4})$$

$$\rho_m = \rho_u \frac{V_u (l_{pb} - \frac{l}{4})}{V_m (\frac{l}{2} - l_{pb})} = k$$

$4\delta + 0,25\delta$

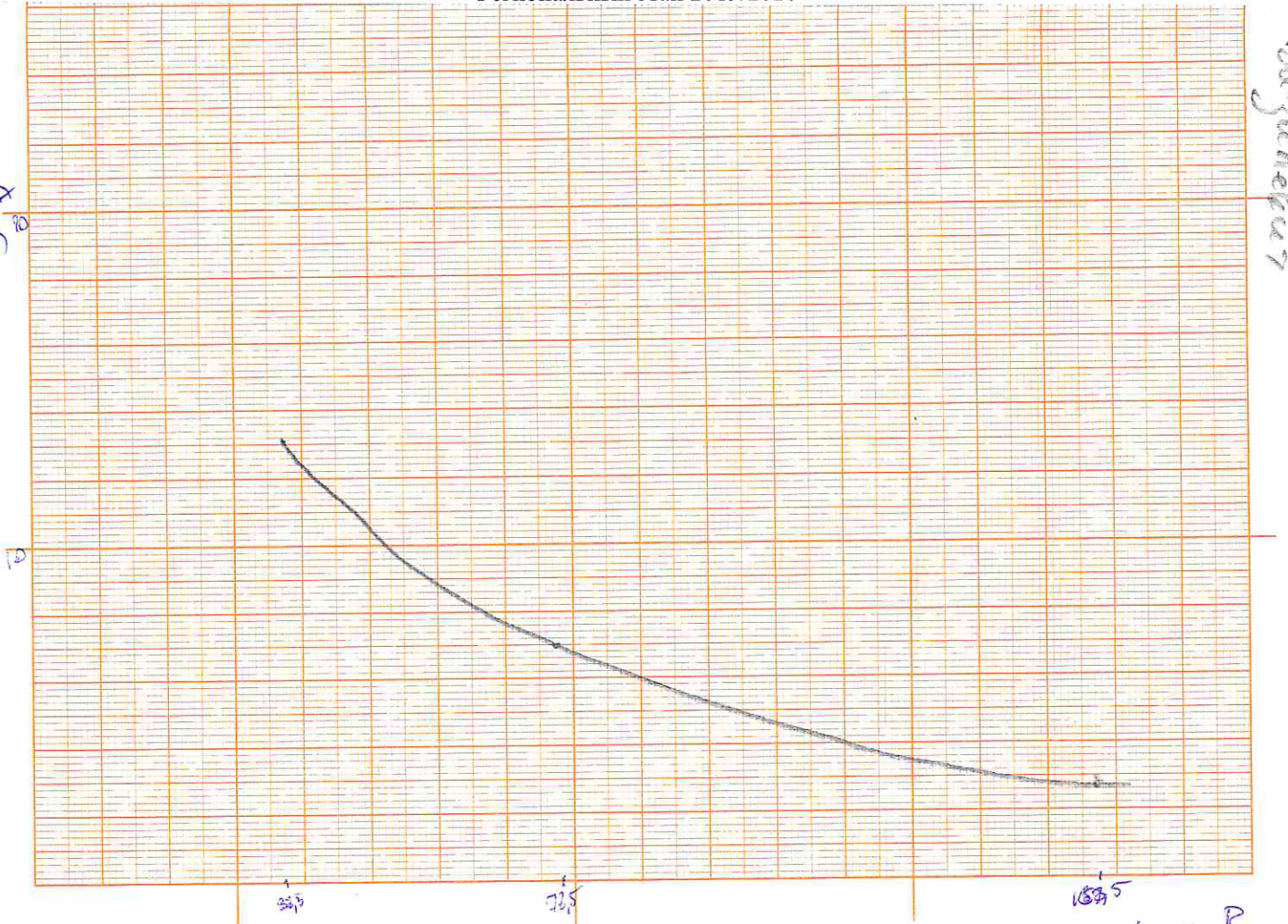
l_{pb} - равновесие берземе

Отсюда всех величин длины от части с изоляцией.

Заметим, что ρ_m и ρ_u - const, тогда $\frac{\rho_m}{\rho_u} = k$

Багуновбау

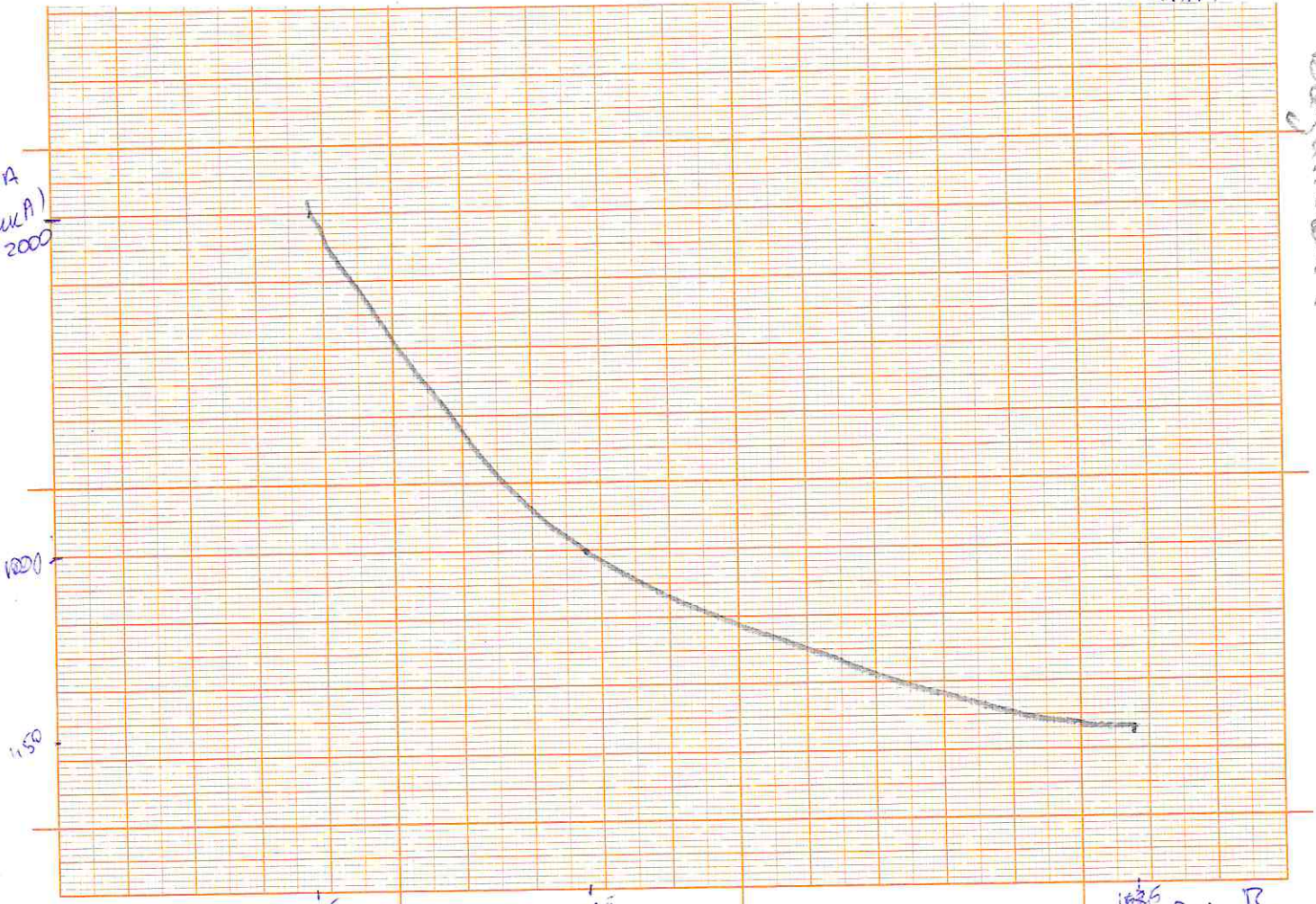
I_A
(mA) $\cdot 10$



(Ohm) R

Багуновбек

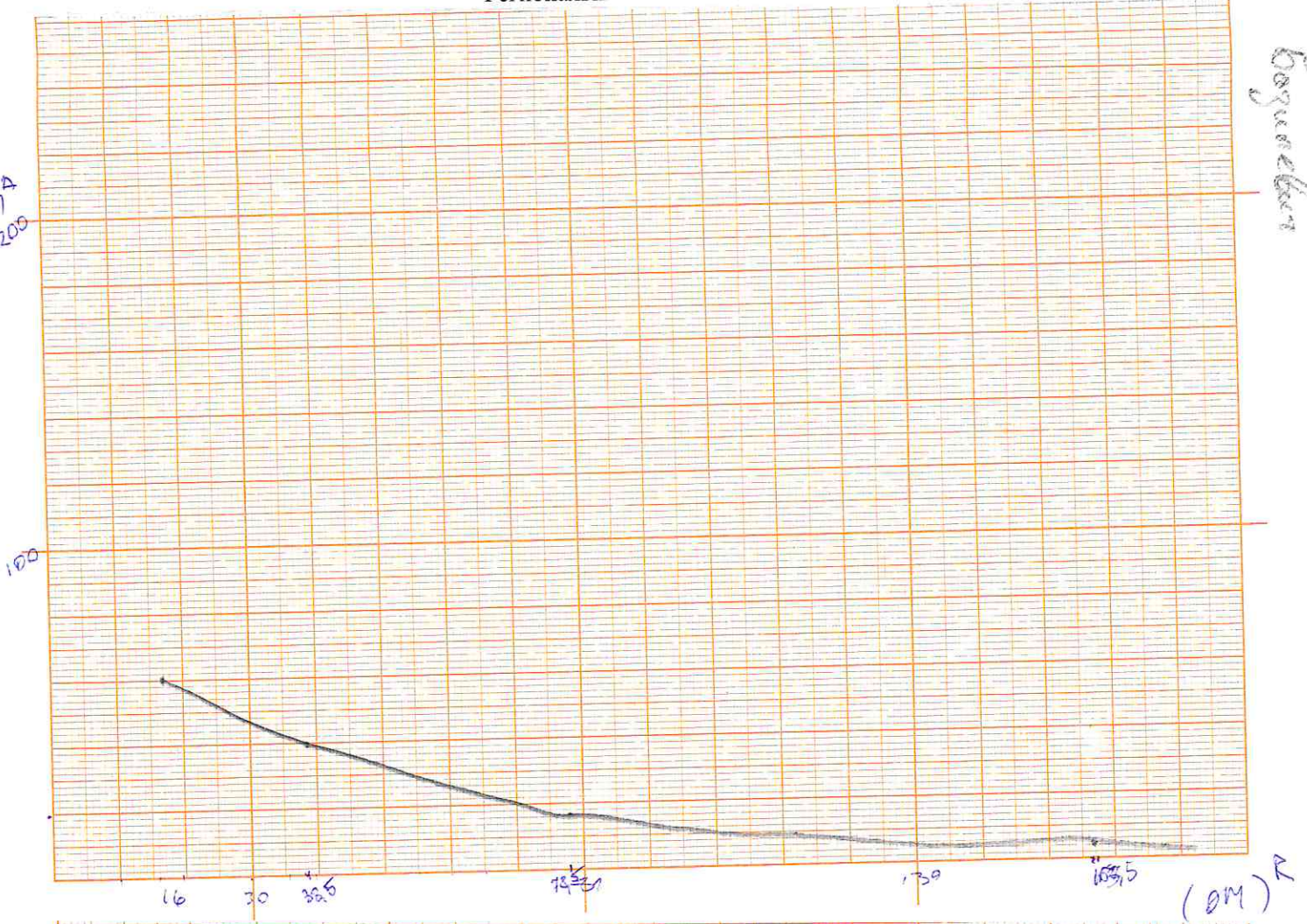
I_A
(mA) $\cdot 2000$



(Ohm) R

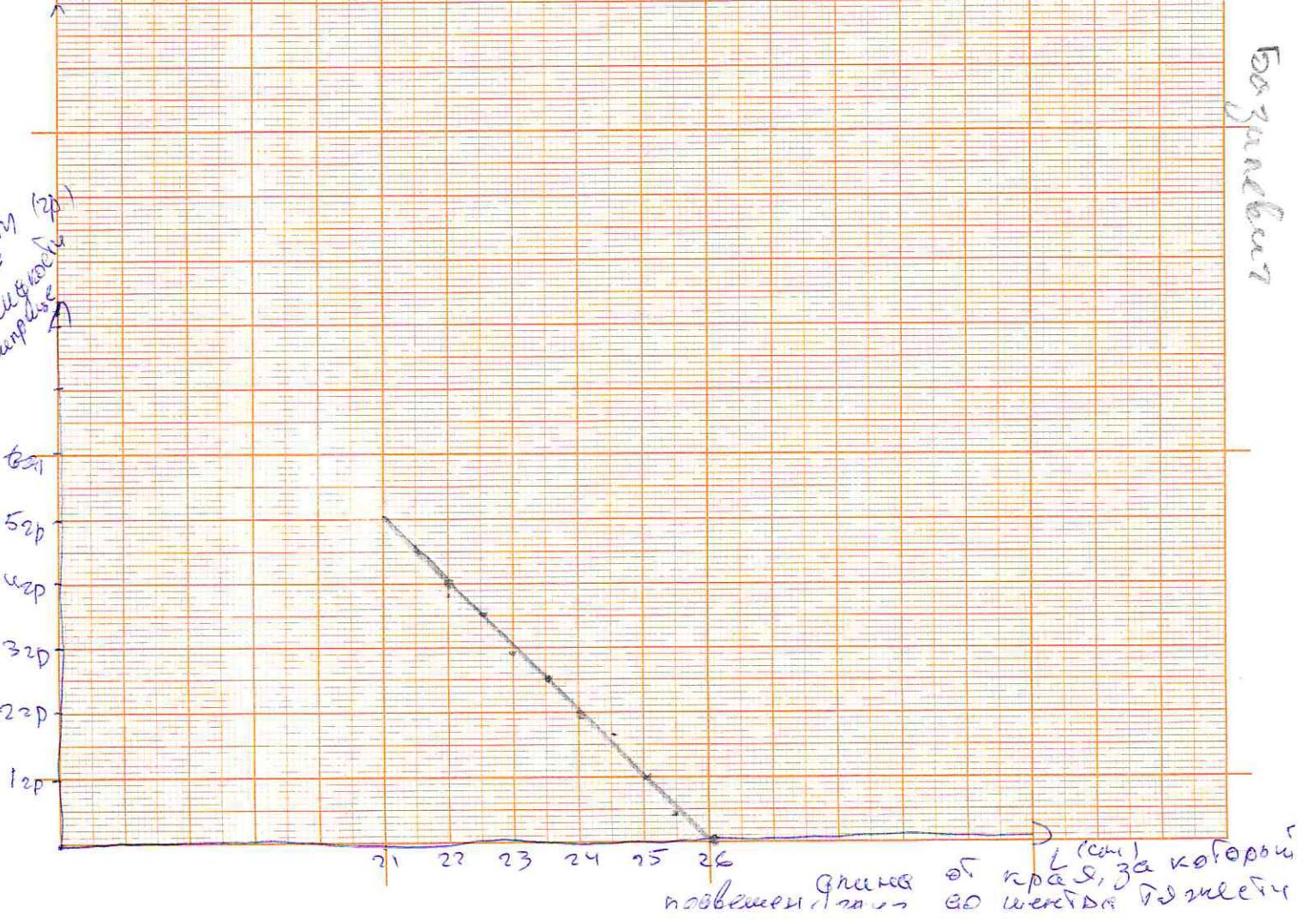
Бакумев

$\frac{I}{MA} \Delta$
200



Бакумев

$\frac{m}{\text{шарик}} \Delta$
200



длина от края шарика до центра шарика

Тогда: все стержни равны $\rho_{ш} (kV_{ш} + V_{ш}) = m_{ш}$.

Подвесим к стержню шприц на расстоянии $l_{рвш}$ (5 см) и найдём $L_{рвш}$.
 $l_{рвш}$ - расстояние до центра масс со шприц

$$\frac{m_{ст} l_{рв} + m_{шпр} L}{m_{ст} + m_{шпр}} = l_{рвш}$$

$$m_{ст} (l_{рвш} - l_{рв}) = m_{шпр} (L - l_{рвш})$$

$$m_{шпр} = m_{ст} \frac{(l_{рвш} - l_{рв})}{(L - l_{рвш})} = \rho_{ш} \frac{(kV_{ш} + V_{ш})(l_{рвш} - l_{рв})}{(L - l_{рвш})} = d$$

Заметим, что $m_{шпр} = const$, тогда $\frac{m_{шпр}}{\rho_{ш}} = d = const$.

Зальем в шприц 1 мл воды, и заново рассчитаем центр тяжести. Додозаправим все воды за ΔM .

$$m_0 = m_{ст} + m_{шпр} = \rho_{ш} (kV_{ш} + V_{ш} + d)$$

$$\frac{m_0 l_{рвш} + \Delta M L}{m_0 + \Delta M} = l_{рвшв}$$

$l_{рвшв}$ - равновесие со шприцом и водой

$$m_0 (l_{рвшв} - l_{рвш}) = \Delta M (L - l_{рвшв})$$

$$m_0 = \Delta M \frac{(L - l_{рвшв})}{(l_{рвшв} - l_{рвш})}$$


$$\rho_{ш} = \frac{m_0}{kV_{ш} + V_{ш} + d}$$

Экспериментально найдём:

$l_{рв} = 27 \text{ см}$
 $l_{рвш} = 34 \text{ см}$
 $l_{рвшв} = 35 \text{ см}$

(уравновесим)
 (подвесим груз и уравновесим) на коромысле (пальце)

$V_{ш}$ и $V_{ш}$ найдём с помощью трубки - поместим внутрь, зальем воду, с помощью шприца узнаем объём залитой воды.

Заложим ~~стену~~  егладкий водог дншней $\frac{L}{2}$ при трулке на изоляции ебержено и пробо на металле.

$$V_{\text{инл}} = V_{\text{ин}} - \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{1 \text{ см}^3}$$

~~$$V_{\text{м}} = \frac{0,3}{0,082} \cdot 10^{-3} - V_{\text{м}}$$~~

$$V_{\text{м}} = \left(\frac{L}{2 \cdot 65} \cdot V_{\text{инл}} - V_{\text{мл}} \right) \cdot 2$$

~~$$V_{\text{и}} = \frac{0,3}{0,82}$$~~

$$V_{\text{и}} = \left(\frac{L}{2 \cdot 65} \cdot V_{\text{инл}} - \frac{V_{\text{мл}} - V_{\text{ин}}}{2} \right)$$

$V_{\text{мл}}$ и $V_{\text{ин}}$ - объем воды, которую мы могли заказать в трубку с изоляцией (металлом)

$$V_{\text{мл}} = 3 \text{ мм} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{1 \text{ см}^3} = 3 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{ин}} = 1 \text{ мм} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{1 \text{ см}^3} = 1 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{мл}} = \frac{0,6}{2 \cdot 0,82} \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-3} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$$

$$V_{\text{и}} = \frac{0,6}{2 \cdot 0,082} \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$$

$$k = \frac{2 \cdot 10^{-3} (0,27 - 0,15)}{1,3 \cdot 10^{-3} (0,3 - 0,27)} = 6$$

$$d = \frac{(7,8 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-3}) (0,34 - 0,27)}{0,6 - 0,34} = 2,6 \cdot 10^{-3}$$

$$m_0 = 1 \cdot \frac{(0,6 - 0,35)}{(0,35 - 0,34)} = 1 \cdot \frac{0,25}{0,01} = 25 \text{ гр.}$$

г/см³
V в см³
m в гр

$$\rho_{\text{и}} = \frac{25}{6 \cdot 1,3 + 2 + 2,6} = 2,27 \text{ гр/см}^3$$

$$\rho_{\text{м}} = k \rho_{\text{и}} = 6 \cdot 2,27 = 13,62 \text{ гр/см}^3$$

$$m_{\text{м}} = \rho_{\text{м}} V_{\text{м}} = 13,62 \cdot 1,3 = 17,7 \text{ гр}$$

$$m_{\text{и}} = \rho_{\text{и}} V_{\text{и}} = 2,27 \cdot 2 = 4,54 \text{ гр.}$$

Для построения графика ^{табл} длины провода
 в веса груза: будем набирать
 воду в шприц и искать центр масс (равновесие).

Получим следующие экспериментальные данные:

| L (см) | m (гр) |
|--------|----------------|
| 26 | 0 |
| 25,5 | 0,4 |
| 25 | 1 |
| 24,5 | 1,6 |
| 24 | 2 |
| 23,5 | 2,5 |
| 23 | 2,9 |
| 22,5 | 3,5 |
| 22 | 4 |
| 21,5 | 4,5 |
| 21 | 5 |

Ответ: $\rho_m = 13,52 \text{ (гр/см}^3\text{)}$; $m_m = 17,7 \text{ (гр)}$; $V_m = 1,3 \text{ см}^3$
 $\rho_n = 2,24 \text{ (гр/см}^3\text{)}$; $m_n = 1,54 \text{ (гр)}$; $V_n = 2 \text{ см}^3$

1.2 Измерит U_B с помощью мультиметра

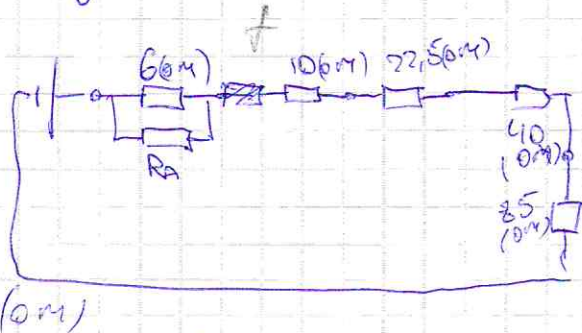
$$U_B = 1,64 \text{ (В)}$$

С помощью омметра найдем сопротивление

- $R_{BC} = 6 \text{ (Ом)}$
- $R_{CD} = 10 \text{ (Ом)}$
- $R_{DE} = 22,5 \text{ (Ом)}$
- $R_{EF} = 40 \text{ (Ом)}$
- $R_{FG} = 85 \text{ (Ом)}$

С. Я. ✓

При соединении крокодильями контактами AG имеем схему:



$$R_{AG} = \frac{6 \parallel RA + 10 + 22,5 + 40 \parallel 85}{1} = 157,5 + \frac{6RA}{6+RA} \text{ (ом)}$$

где RA — сопротивление амперметра в каком-либо режиме.

Аналогично для схем без FG и EG, DG

$$R_{AF} = 72,5 + \frac{6RA}{6+RA} \text{ (ом)} \quad \text{и} \quad R_{AE} = 32,5 + \frac{6RA}{6+RA} \text{ (ом)}$$

$$R_{AD} = 70 + \frac{6RA}{6+RA}$$

Тогда данные схемы можно считать год:



где Rn — сопротивление последоват. узла.

~~$$R_{AF} \approx R_{AE}$$~~

$$\frac{6RA}{6+RA} < 6 \text{ (ом)}$$

Измерим токи в разных режимах при

$$R_0 = R_{AE}$$

| I | предел |
|----------|----------|
| 40 мА | 200 мА |
| 13 мА | 20 мА |
| 1800 мкА | 2000 мкА |

$$R_0 = R_{AF}$$

| | |
|----------|----------|
| 17 мА | 200 мА |
| 7 мА | 20 мА |
| 1000 мкА | 2000 мкА |

$$R_0 = R_{AB}$$

| | |
|---------|----------|
| 5 мА | 200 мА |
| 3 мА | 20 мА |
| 450 мкА | 2000 мкА |

$$R_0 = R_{AD}$$

| | |
|--------------|---------|
| 60 мА | 200 мА |
| Звонко (век) | 20 мА |
| → предел | 2000 мА |

I_A зависит от напряжения на участке с амперметром $I_A = \frac{U_A}{R_A}$

Так же I зависит от общего сопротивления цепи, тк от него зависит, какое ^{на} напряжение будет на участке с амперметром.

Сопротивление участка с амперметром $\approx 6 \text{ Ом}$, тогда:

$$R_{200} = \frac{6}{163,5} \cdot 1,65 \approx 12,1 \text{ Ом}$$

$$R_{20} = \frac{6}{163,5} \cdot 165 \approx 20,2 \text{ Ом}$$

$$R_{2000} = \frac{6}{163,5} \cdot 165 \approx 135 \text{ Ом}$$

$$I_A = \frac{\frac{6R_A}{6+R_A} U}{R_A + \frac{6R_A}{6+R_A}} \cdot \frac{1}{R_A} = \frac{\frac{6R_A}{6+R_A} U}{\frac{R_A(6+R_A) + 6R_A}{6+R_A}} \cdot \frac{1}{R_A} =$$

$$\frac{6R_A \cdot (6+R_A)}{(6+R_A)(R_A(6+R_A) + 6R_A)} \cdot \frac{U}{R_A} = \frac{6U}{R_A(R_A(6+R_A) + 6R_A)} = \text{Ток на амперметре}$$

$$I_A R_A (R_A(6+R_A) + 6R_A) = 6U$$

$$R_A (R_A \cdot 6 + (R_A + 6) R_A) = \frac{6U}{I_A}$$

$$R_A^2 (R_A + 6) + R_A R_A + 6 = \frac{6U}{I_A}$$

об:
 R_A - послед. кусок
 R_A - сопр. амперм
 U - общ. нап
 6 - резистор, с которым амперметр соединен параллельно