

Шифр: В-14

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап

по физике
2018/2019

Ленинградская область

Район Сосновский БОР

Школа МБОУ "Лицей №8"

Класс 10.Б

ФИО Закутей Егор

Цоревич



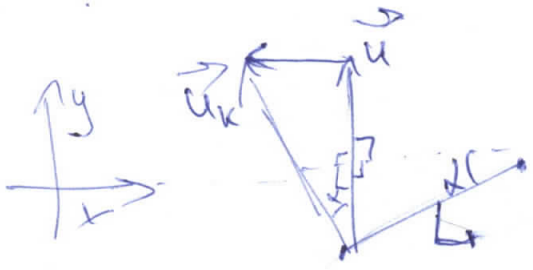
Чистовик

1 2 3 7 5 2 2
8 9 10 3 9 39
15-19
март

1) Перейдем в систему отсчета связанную скатертом. Она инерциальна, так что ускорение тела в ней не изменится.



Тогда тело в этой системе будет двигаться по окружности радиуса L. Тогда скорость в данной момент времени. => можем геометрически найти u_k .



так u -проекция u_k на ось y перпендикулярную берегу. т.к. лодчик со скоростью u угает от него. $u_k = \frac{u}{\sin \alpha}$

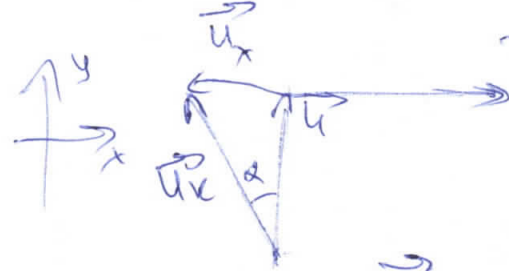
Тогда $a_{yc} = \frac{u_k^2}{L} = \frac{u^2}{\sin^2 \alpha L}$

Т.к лодчик парит, на него действует только T . Тогда II закон Ньютона:

$a_{yc} m = T$, $T = \frac{m u^2}{\sin^2 \alpha L}$

Скорость лодки в системе отсчета связанной с берегом

$u_n = u_k + v$

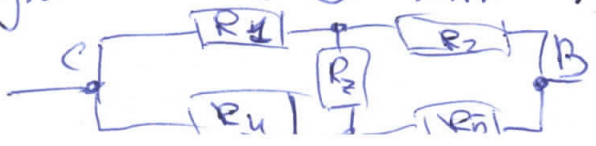


$u_n = u + u_x + v$
 $u_{nx} = v - u \cos \alpha$
 $u_{ny} = u$

Ответ: 1) $|u_n| = \sqrt{u^2 + (v - u \cos \alpha)^2}$

2) $T = \frac{m u^2}{\sin^2 \alpha L}$

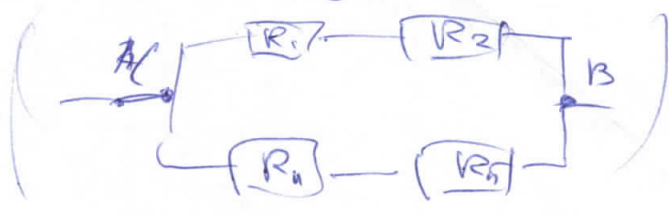
3) Рассмотрим цепь из резисторов R_1, R_2, R_3 и R_4 , как мост. $R_4 = R_1 + R_3 = 2k \Omega$, $R_n = R_1 + R_3 = 4k \Omega$



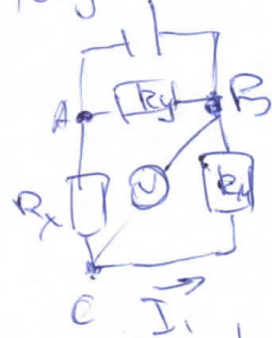
Тогда i_k . $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4}{R_5}$ через R_2 ток не течет.

И можно посчитать сопротивление всего моста заменив R_2 на перемычку или убрать его из цепи.

$R_{моста} = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{6}} = 2 \text{ кОм}$



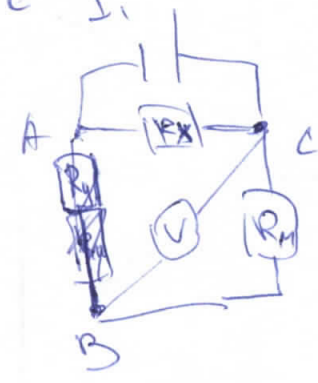
Тогда можно найти R_x и R_y :



$I_1 = \frac{U_0}{R_M} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ A}$

$U_x = U_0 - U_1 = 6 \text{ В}$ $R_x = \frac{U_x}{I_1} = \frac{6}{2 \cdot 10^{-3}} \text{ Ом}$

$R_x = 3 \text{ кОм}$



$I_2 = \frac{U_2}{R_M} = \frac{5}{2} \cdot 10^{-3} \text{ A}$

$U_y = U_0 - U_2 = 5 \text{ В}$; $R_y = \frac{U_y}{I_2} = \frac{5 \cdot 2}{5 \cdot 10^{-3}} \text{ Ом}$

$R_y = 2 \text{ кОм}$

Ток: $I_{AB} = I_1 + \frac{U_0}{R_y} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ A} + 5 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 7 \text{ мА}$

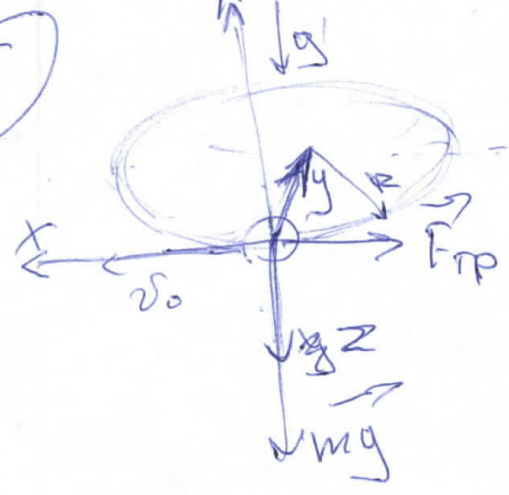
$I_{AC} = I_2 + \frac{U_0}{R_x} = \frac{10}{3} \cdot 10^{-3} \text{ A} + \frac{5}{2} \cdot 10^{-3} \text{ A} = \frac{35}{6} \text{ мА}$

Ответ: $R_x = 3 \text{ кОм}$, $R_y = 2 \text{ кОм}$, R_2 - модель комп.

105
мин

2) $I_{AB} = 7 \text{ мА}$, $I_{AC} = \frac{35}{6} \text{ мА}$

(5)



III закон Ньютона:

$\vec{Q}_M = \vec{N} + \vec{m}g + \vec{F}_{тр}$

\vec{Q} в начальной момент времени это

$\vec{Q}_{yc} + \vec{Q}_{тр} = \vec{Q}_{yc} + \vec{Q}_{тангенциальный}$

$m \vec{a}_{yc} = \vec{N} + \vec{m}g$

$\vec{N} \text{ в матах } \Rightarrow \vec{F}_{тр}$

найти N :

$\vec{F}_{тр}$ - результат сдвига в плоскости (yz).

$$N^2 = (m a_{\text{цент}})^2 + (m g)^2 \quad \text{Устойчивых} \quad a_{\text{цент}} = \frac{v_0^2}{R}$$

(15-14)
(part 2)

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

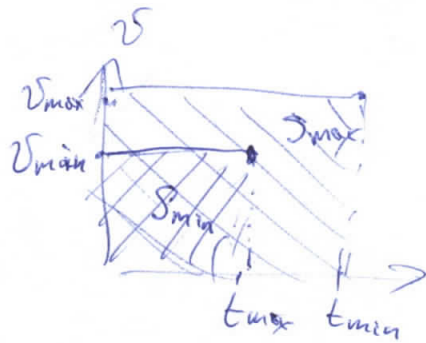
$$F_{\text{TP}} = \mu N$$

$$|a_{\text{монк}}| = \sqrt{a_{\text{цент}}^2 + a_{\text{танг}}^2} = \sqrt{\frac{v_0^4}{R^2} + \left(\frac{F_{\text{TP}}}{m}\right)^2}$$

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

$$|F_{\text{TP}}| = \frac{\mu m}{R} \sqrt{v_0^4 + g^2 R^2}$$

Оценим габариты угла тирк:



$$S_{\text{min}} = v_{\text{min}} \cdot t_{\text{min}}$$

$$S_{\text{max}} = v_{\text{max}} \cdot t_{\text{max}}$$

$$v_{\text{max}} = v \quad v_{\text{min}} = 0,99v$$

$$t_{\text{max}} = \frac{v \cdot 0,01}{a_{\text{min}}}, \quad t_{\text{min}} = \frac{v \cdot 0,01}{a_{\text{max}}}$$

Используем такой

метод т.к. не знаем $a(t)$, но можем оценить a .

$$S_{\text{max}} = \frac{v^2 \cdot 0,01}{a_{\text{min}}}, \quad S_{\text{min}} = \frac{v^2 (1-0,01) \cdot 0,01}{a_{\text{max}}}$$

Поскольку $v^2 \gg gR$, то сила нормальная будет равна μN .
Ускорение будет меньше зависеть от v .

$$a_{\text{min}} = a_{\text{танг. мин}} = \frac{\mu (v_{\text{min}})^2}{R} = \frac{\mu v^2 (1-0,01)}{R}$$

$$a_{\text{max}} = a_{\text{танг. макс}} = \frac{\mu (v_{\text{max}})^2}{R} = \frac{\mu v^2}{R}$$

$$S_{\text{max}} = \frac{v^2 \cdot 0,01 \cdot R}{\mu v^2 (1-0,01)^2} = \frac{R \cdot 0,01}{\mu (1-0,01)^2} \approx \frac{R}{\mu} \frac{0,01}{1-0,02}$$

$$S_{\text{min}} = \frac{R (1-0,01) \cdot 0,01}{\mu}$$

$$\bar{S} = \frac{R \cdot 0,01}{\mu \cdot 2} \left(\frac{1}{(1-0,01)^2} + (1-0,01) \right) = \frac{R \cdot 0,01 (1 + (1-0,01)^3)}{\mu \cdot 2 (1-0,01)^2}$$

$$\Delta S = \left| \bar{S} - S_{\text{max}} \right| = \left| \frac{R \cdot 0,01 ((1-0,01) - 1)}{2 \mu (1-0,01)^2} \right| \approx \frac{R \cdot 0,01}{2 \mu} \left(\frac{0,03}{1-0,02} \right)$$

$$\epsilon_s = \frac{0,03}{2 - 0,03} \approx 1,52\% \text{ - неограничено}$$

$$\Rightarrow \bar{S} \approx \frac{R}{2\mu} \cdot \left(\frac{2 - 0,03}{1 - 0,02} \right) \approx 10,21 \quad S = \frac{v^2}{R \tan \alpha} = \frac{v^2 R}{\mu \sqrt{v_0^4 + g^2 R^2}}$$

Ответ: 1) $|F_{TP}| = \frac{\mu m}{R} \sqrt{v_0^4 + g^2 R^2}$

2) $S_{max} = \frac{\sqrt{v_0^4 (1 + \mu^2) + g^2 \mu^2 R^2}}{R}$

3) $\bar{S} = \frac{0,01 \cdot R}{2\mu} \left(\frac{2 - 0,03}{1 - 0,02} \right) = \frac{R \cdot 0,01 \cdot 0,03}{2\mu \cdot (1 - 0,02)}$

$$S = \frac{v^2 R}{\mu \sqrt{v_0^4 + g^2 R^2}}$$

2)



$$\vec{v}_k = \vec{v}_N + \Delta \vec{v}_N + \Delta \vec{v}_{TP}$$

$\Delta \vec{v}_N$ - изменение скорости по воздействию N

$\Delta \vec{v}_{TP}$ - изменение скорости по воздействию F_{TP}

$\Delta \vec{v}_{TP} \leq \Delta \vec{v}_N \cdot \mu$ т.к. $F = \mu N$ и v_x и v_y могут быть равны (или нет)

и тогда F_{TP} будет действовать не весь угол.

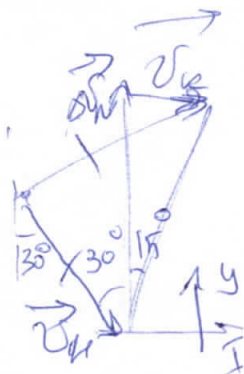
$$\mu \geq \frac{\Delta v_{TP}}{\Delta v_N} \geq 2$$

$$\mu \geq \tan 15^\circ$$

$$\mu \geq 3,732 \approx 0,268$$

Ответ: $\mu_{min} \approx 3,732 = \tan 15^\circ$

$\mu_{min} = \tan 15^\circ \approx 0,2679$
 μ_{max} - не определено.



(Умножить)

(B-14)

(4) $pV = \frac{p}{M} RT$ - все закон Менделеева-Клапейрона (мет 3)

$$p = \frac{p}{M} RT \quad p = p \left(\frac{RT}{M} \right)$$

$$p(h) = p(h) \frac{R}{M} \cdot T(h) \quad (T(h) = (15 - 32h) \text{ } ^\circ\text{C})$$

h - в км.

$$dp = dp \cdot g \cdot dh - \text{разность давл.}$$

$$\frac{dp}{dh} = dp \cdot g \quad p, \rho \text{ и } T - \text{функции от } h$$

$$\rho = \rho g \quad , \quad \rho = \frac{pM}{RT} \quad , \quad \rho = \frac{pM}{RT}$$

$$\rho RT = pM \quad , \quad T = T_0(1 - \alpha h)$$

$$\frac{RT_0}{M} \rho (1 - \alpha h) = p \quad - \text{уравнение состояния газа}$$

p имеет вид $ah^2 + bh + c$, $c = p_0$ и к. h при $h=0$. $p=p_0$

$$\frac{RT_0}{M} (2ah + b)(1 - \alpha h) = ah^2 + bh + p_0$$

$$\frac{RT_0}{M} (2ah - 2a\alpha h^2 + b - \alpha bh) = ah^2 + bh + p_0$$

$$b = \frac{p_0 M}{RT_0} = 2a - 2b$$

$$2a = \frac{3b}{2} \quad b(1 + \alpha)$$

$$a = \frac{b(1 + \alpha)}{2}$$

$\Delta p = \rho \cdot \Delta h \cdot g$
 Процентный Δp , p измеряется в км
 на 10 частей.

~~$p_{1000} = 481819, p_3 = 48152, p_4 =$~~

$p_{100} = 493301, p_{200} = 487486, p_{300} = 480836$
 $p_{400} = 479132, p_{500} = 467463, p_{600} = 461690$
 ~~$p_{700} = 451888, p_{800} = 450106, p_{900} = 444348$~~
 $p = 4354511A$

Ответ: p_{100}

Задача 10-2.

Будем далее обозначать проводки так:

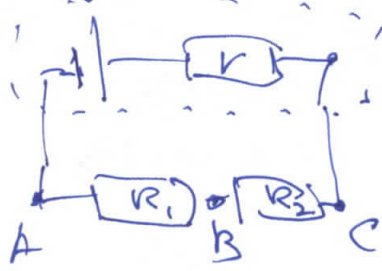
(с) - синий, (к) - красный, (ж) - желтый.

Рассмотрим 2 случая:

+3

1) Подключим источник тока к А и С:

Тогда к каждой из групп проводов мы не подключим вольтметр. Каждый будет нулевой напряжением.

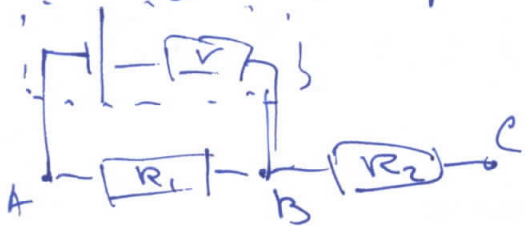


$U_{AC} = \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + r} \right) U_0$, $U_{AB} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2 + r} \right) U_0$, $U_{BC} = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2 + r} \right) U_0$.

$U_{AC} \neq 0$
 $U_{BC} \neq 0$
 $U_{AB} \neq 0$

2) Подключим к АВ или к ВС:

Тогда при подключении вольтметра к одной из пар мы будем получать нулевое напряжение.



$U_{AB} = \left(\frac{R_1}{R_1 + r} \right) U_0$, $U_{BC} = 0$
 $U_{AC} = U_{AB}$ если внутреннее сопротивление мультиметра много больше внутреннего сопротивления R_2 .

Добавил балл по п. 3)

Таким образом однозначно можно определить точку В. При подключении источника к двум точкам, на каждом участке нулевое напряжение, другая точка это В. В - красный провод.

Тогда мы можем подключить источник

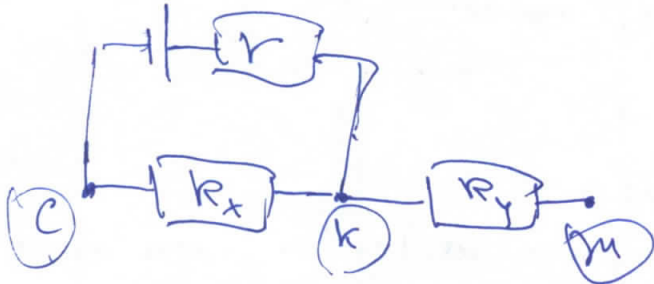
Используя вольтметр, можно и источник тока с известным внутренним сопротивлением и напряжением, можно сделать омметр:



$U_V = \left(\frac{R}{R+r} \right) U_0$, $U_V R + U_V r = U_0 R$
 $R = \frac{R U_V}{U_0 - U_V}$. U_V - напряжение на вольтметре (если R вольтметра $\gg R$)

При замыкании источника к:

1) (C) и (K):

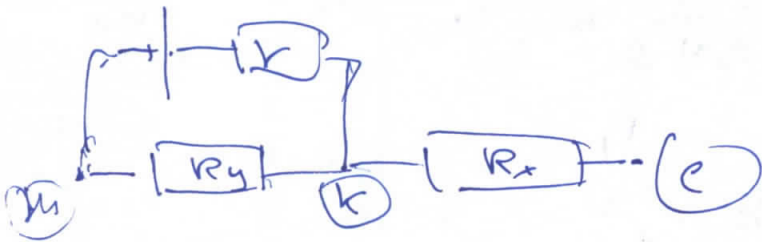


$$U_{CK} = (1,91 \pm 0,01) \text{ В}$$

$$U_{CM} = (1,91 \pm 0,01) \text{ В}$$

$$U_{KM} = 0 \text{ В}$$

2) (K) и (M):

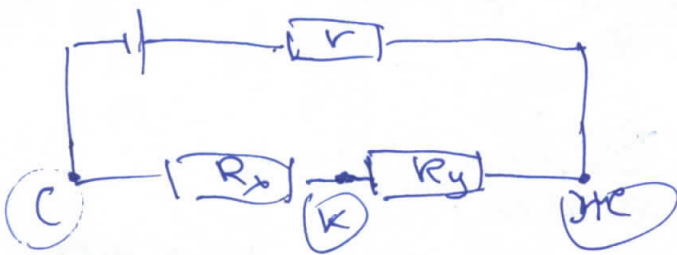


$$U_{MK} = 1,21 \text{ В} \quad (1,21 \pm 0,01) \text{ В}$$

$$U_{CK} = (0 \pm 0,01) \text{ В}$$

$$U_{MC} = (1,21 \pm 0,01) \text{ В}$$

3) (C) и (M):

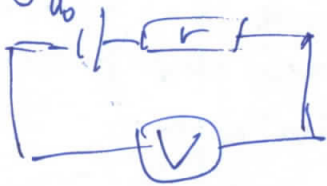


$$U_{CM} = (2,15 \pm 0,01) \text{ В}$$

$$U_{KM} = (0,64 \pm 0,01) \text{ В}$$

$$U_{CK} = (1,50 \pm 0,01) \text{ В}$$

При замыкании вольтметра к источнику:



$$U_V = (3,28 \pm 0,01) \text{ В}$$

$I_{CK} \cdot U_V \uparrow$ к. в. I_{CM} случае
и вольтметра много больше

$U_{CK} = U_{CM}$, сопротивляе-
сопр. резисторов и источника

$\Rightarrow U_0 = U_V$ (U_0 - н.р.к. источника)

Ср. Значение вольтметра уже погрешности истинного:

$$\frac{(a \pm \Delta a) / (b \pm \Delta b)}{(a \pm \Delta a)(b \pm \Delta b)} = \frac{ab \pm \Delta a b \pm \Delta b a \pm \Delta a \Delta b}{b^2 \pm \Delta b^2}$$

$$= \frac{ab \pm (\Delta a \cdot b + \Delta b \cdot a)}{b^2}$$

$$\Delta R = R \cdot \epsilon_R = R(\epsilon_{U_V} + \epsilon_{(U_0 - U_V)})$$

$$\Delta U_V = 0,01 \text{ В}$$

$$\Delta(U_0 - U_V) = \Delta U_0 + \Delta U_V = 0,02 \text{ В}$$

$$R = \frac{\Delta U_V}{\Delta(U_0 - U_V)} \approx \frac{0,01}{0,02} = 0,5 \text{ В}$$

(погрешность вольтметра 0,01 В)

Условие

(B-14)
(уст 2)

$$\Delta R = r \frac{(U_0 - U_V) \Delta(U_0 + U_V) + (U_0 - U_V) \Delta U_0}{(U_0 - U_V)^2} =$$

$$= r \frac{(0,013 U_0 + 0,013 U_0)}{(U_0 - U_V)^2} = \frac{r \cdot 0,013 (U_0 + U_0)}{(U_0 - U_V)^2} = \frac{r \cdot 0,013 \cdot 2 U_0}{(U_0 - U_V)^2}$$

$$R_x = \frac{r \cdot 1,913}{(3,263 - 1,913)} = \frac{(1,41 \pm 0,02) \text{ кОм}}{(1,91 \pm 0,02) \text{ кОм}}$$

$$(E_R = E_{U_0} + E_{U_V})$$

$$R_y = \frac{r \cdot 1,213}{(3,263 - 1,913)} = \frac{(0,59 \pm 0,01) \text{ кОм}}{(0,59 \pm 0,01) \text{ кОм}}$$

$R_x \rightarrow R_y \Rightarrow$ сумма проводов - A
меньше проводов - C

$$R_1 = R_x$$

$$R_2 = R_y$$

Ответ:

- A - сумма проводов
- B - красные провода
- C - меньше проводов

$$R_1 = (1,41 \pm 0,02) \text{ кОм}$$

$$R_2 = (0,59 \pm 0,01) \text{ кОм}$$

$$R_1 = (1,41 \pm 0,02) \text{ кОм}$$

$$R_2 = (0,59 \pm 0,01) \text{ кОм}$$

добавлено 2 балла
по п. 4)

(10, 2) Теплоемкость резистора

Условие

(13-14)

Изменим R сопротивлением резистора

$R = 910 \Omega$, а не 1000Ω , как сказано в условии.

Используем в расчетах $R = 910 \Omega$

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

$\Delta T = 0,26 \text{ и } 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$, Погрешность N мала и не заметна на графике

Строим график $N(T)$ мощности теплового отвода температуры. (рис 5).

Способ построения:

смотрим при каком напряжении установка работает по заданной

температуре T . Тогда мощность потерь равна мощности тока. И мощность тока можно найти по $N = \frac{U^2}{R}$.

Ставим точки на графике и проводим график.

$$dQ = C dT$$

$$dt \cdot N(T) = C dT(t)$$

$$T'(t) = \frac{N(T)}{C} = \frac{T \cdot 0,0175 - 0,123}{C}$$

$$T'(t) = T \left(\frac{0,0175}{C} - \frac{0,123}{C} \right)$$

$$T(t) =$$

$$U = 5,5 \text{ В}$$

$$N_{эл} = 0,332 \text{ Вт}$$

$$N_{нагр} = N_{эл} - N_{пот} =$$

$$= 0,332 \text{ Вт} - (T - 26) \cdot 0,0175$$

$$= T \cdot 0,0175 - 0,123$$

Таблица первого момента t , с деления T , при напряжении $U = 5,5 \text{ В}$.

$$U = 5,5 \text{ В}$$

$t_{сек}$	0	2	6	8	10	12	18	21	27	34	39	48	58	67	82	101
$T, ^\circ\text{C}$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41

65
Watt

$$A_{пот} = \sum_{T=26^\circ\text{C}}^{T=40^\circ\text{C}} \Delta t \cdot N(T)$$

Δt время, которое была эта температура, $N(T)$ - мощность потерь при этой темп.

на Потери энергии

$$A_{пот} = 0 + 0,07 + 0,07 + 0,105 + 0,14 + 0,35 + 0,315 + 0,735 + 0,98 + 0,7875 +$$

$$+ 1,575 + 1,925 + 1,89 + 3,412 = 12,354 \text{ Дж} \pm 0,008 \text{ Дж} (\Delta A = 0,14)$$

$$A_{тока} = N_t \cdot t_k = \frac{U^2}{R} \cdot 82 \text{ сек} = \frac{(5,5 \text{ В})^2}{910 \Omega} \cdot 82 \text{ с} = 27,258 \text{ Дж} \pm 0,008 \text{ Дж}$$

$$e = \frac{\Delta L}{\Delta T} = \frac{A_{\text{толка}} - A_{\text{ног}}}{(40 - 26) \Delta T} = \frac{+0,175 \text{ м}}{14^{\circ}\text{C}} = 1,25 \frac{\text{мм}}{\text{C}} \pm 0,08 \frac{\text{мм}}{\text{C}}$$

$$\text{Ответ: } e = (1,25 \pm 0,08) \frac{\text{мм}}{\text{C}}$$

$$2) N = F(T - 26^{\circ}\text{C}) \cdot 0,0175 \text{ м}$$

трас. 2

$v_{\text{мБТ}}$

