Шифр: В-33

Выход
11²¹–11²³

Вход 12⁴² – 12⁴⁵
48

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап
по физике
2018/2019
Ленинградская область

Район Киришский

Школа МОУ „Киришский лицей"

Класс 10 а

ФИО Вдовиченко
Михаил Сергеевич.

Чистовик.

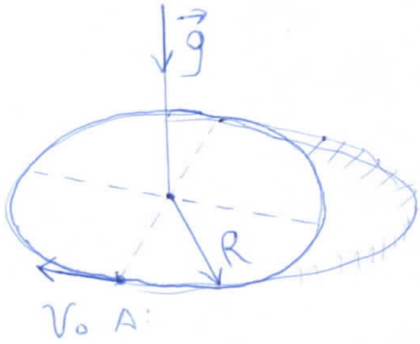
ШИФР В-33

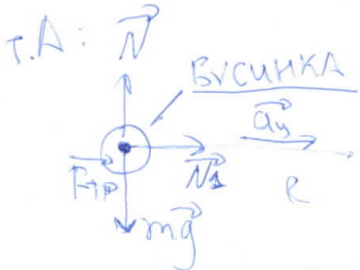
1	2	3	4	5	Σ
1	9	7	6	10	33

№5.

Дано:

$R, m, \mu, v_0, g.$

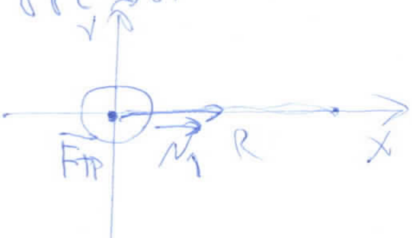




Вектор силы трения ($\vec{F}_{тр}$) направлем к наблюдателю.

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{N_1} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}$$

Введём оси: (x, y, z)



и

Ox:

$N_1 = m a_y$

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

$N_1 = \frac{m v_0^2}{R}$; (1)

Oy:

$N - mg = 0$

$N = mg$; (2)

(кольца)

Oz:

$F_{тр} = m a_\tau$; (3)

a_y – ускорение к центру окружности, отвечает за изменение направления движения.

a_τ – ускорение „вдоль" (как касательная) кольца, отвечает за изменение модуля скорости.

А $F_{тр} \leq \mu N_{общ}$,

т.к. ~~кольцо~~ бусинка движется, то

$F_{тр} = \mu N_{общ}$, где

$\vec{N}_{общ} = \vec{N} + \vec{N_1}$

$N_{общ} = \sqrt{N^2 + N_1^2}$; (4)

(1), (2) в (4), а получ. выраж. в (3).

$F_{тр}$ ((1), (2) → (4)) → (3)

~~$F_{тр} = \mu m g$~~ $F_{тр} = \mu\sqrt{(mg)^2 + \left(m\frac{v^2}{R}\right)^2} = \boxed{\mu m\sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}}$ ✓

1) Модуль силы трения в нач. момент времени:

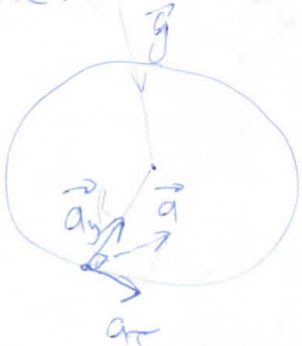
$$F_{тр} = \mu m\sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2};$$

См. обратн. сторону

$a_\tau = \frac{F_{тр}}{m}$;

$a_\tau = \frac{\mu m \sqrt{g^2 + \left(\frac{v_0^2}{R}\right)^2}}{m} = \boxed{\mu \sqrt{g^2 + \left(\frac{v_0^2}{R}\right)^2}}$;

рис.:



$\vec{a} = \vec{a_y} + \vec{a_\tau}$; т.к. $\vec{a_y} \perp \vec{a_\tau}$, то $a = \sqrt{a_y^2 + a_\tau^2}$, тогда

$a = \sqrt{\left(\frac{v_0^2}{R}\right)^2 + \left(\mu \sqrt{g^2 + \left(\frac{v_0^2}{R}\right)^2}\right)^2}$;

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

2) Модуль полного ускорения бусинки:

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

т.к. за изменение модуля скорости отвечает a_τ

$\left(F_{тр_z} = m a_{\tau_z}; \frac{F_{тр_z}}{m} = \frac{dv_z}{dt}\right.$ (dv_z - изменение скорости по оси z, т.к. $F_{тр}$ лежит на оси Oz)).

$a_{\tau z} = -a_\tau$

a_τ - модуль вектора, $a_{\tau z}$ - проекция вектора.

т.к. $\Delta v = 1\%$ (т.е. $v_2 = 0{,}99 v_1$), то

$v_2^2 \approx v_1^2$ ($0{,}99^2 \approx 1$; $0{,}9801 \approx 1$).

$\Delta v = 2\%$

т.к. $a_\tau(v)$

$a_{\tau 1} = \mu \sqrt{g^2 + \left(\frac{v_1^2}{R}\right)^2}$;

$a_{\tau 1} = a_{\tau 2}$, $a_{\tau 3} = a_{\tau 0}$, $v_2^2 \approx v_1^2$

$a_\tau \approx const$ при $\Delta t \to 0$.

вдоль оси Oz (Oz - касательная в каждый момент времени)

[illegible] т.к. $a_\tau = const$, то ~~$S = v_0 \Delta t - \frac{a_\tau t^2}{2}$~~

$S = v_0 \Delta t + \frac{a_{\tau z}(\Delta t)^2}{2}$, $v = v_0 + a_{\tau z} \Delta t$ $\Rightarrow S = \frac{v^2 - v_0^2}{2 a_{\tau z}}$

см. доп. лист №1.

~~см. доп. лист №1.~~

ЧИСТОВИК
ДОП. ЛИСТ №1.

ШИФР В-33

№5.

$$S = \frac{V^2 - V_0^2}{2a_{\tau 2}}$$

$V = 0,99V_0$

$a_{\tau 2} = -a_\tau = -\mu\sqrt{g^2+\left(\frac{V_0^2}{R}\right)^2}$

$$S = \frac{0,0199\,V_0^2}{2\mu\sqrt{g^2+\left(\frac{V_0^2}{R}\right)^2}};$$

$\frac{0,0199}{2} = 9,95\cdot10^{-3}$

3) Выражение для определения пути:

$$S = \frac{V_0^2}{\mu\sqrt{g^2+\left(\frac{V_0^2}{R}\right)^2}}\cdot 9,95\cdot10^{-3}$$ ← при $\Delta t \to 0$.

При этом $\Delta V = 0,01V$, т.к.

~~наверное т.к.~~ $\cancel{\Delta(V^2) = V_k^2 - V_0^2 = 0,99V_0^2 - V_0^2 = 0,9801V_0^2}$, ~~то~~ $\Delta V^2 =$

Т.к. $\Delta(V^2) = V_k^2 - V_0^2 = 0,99^2V_0^2 - V_0^2 = -0,0199V_0^2$, то $\Delta(V)^2 = 1,99\% \approx 2\%$

$\Delta S = \Delta(V)^2 = 2\%$.

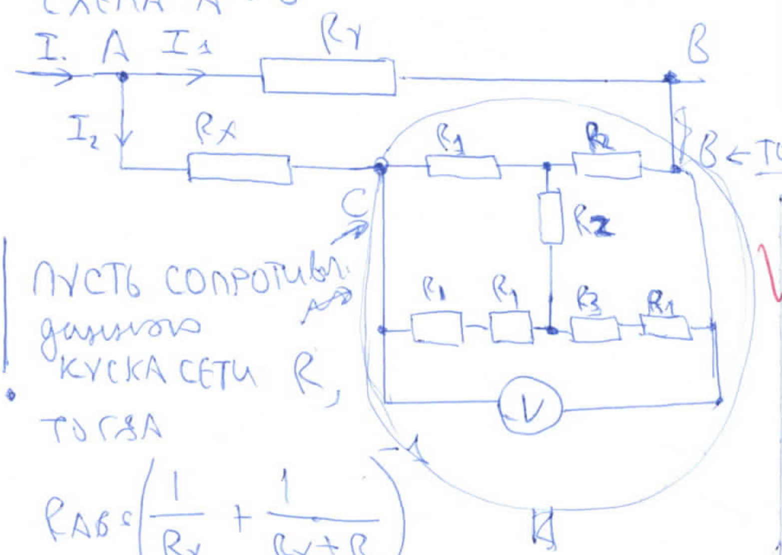
Т.е. в выражении учтено $\Delta V = 0,01V$ и $\Delta S = 2\%$

Ответ: 1) $F_{тр} = \mu m\sqrt{g^2+\left(\frac{V_0^2}{R}\right)^2}$; 2) $a = \sqrt{(\mu g)^2 + \frac{V_0^4}{R^2}(\mu^2+1)}$;

3) $S = \frac{V_0^2}{\mu\sqrt{g^2+\left(\frac{V_0^2}{R}\right)^2}}\cdot 9,95\cdot10^{-3}$.

№3.

Схема A→B:



Пусть сопротивл. данного куска сети R, тогда

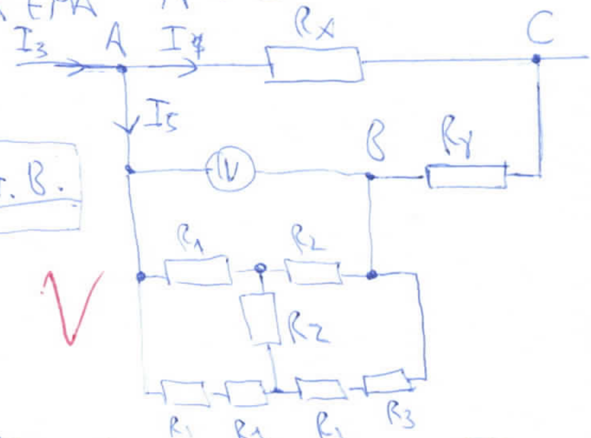
$R_{AB} = \left(\frac{1}{R_Y}+\frac{1}{R_X+R}\right)$

$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_Y}+\frac{1}{R_X+R}$;

~~1-й~~ закон ~~Кирхгофа~~ Кирхгофа:

$I = I_1 + I_2$; $I_i = \frac{U_i}{R_i}$, то

Схема A→C:



И там можно нарисовать (V) как показано слева (на схеме A→B), т.к. это ничего не изменит, (V) подключен параллельно.

$\frac{1}{R_{AC}} = \frac{1}{R_X}+\frac{1}{R_Y+R}$;

$I_3 = I_4+I_5$.

См. обратную сторону.

№3.

для схемы A→B

1-й закон Кирхгофа:

$$\left.\begin{aligned} I &= I_1 + I_2 \\ I_i &= \frac{U_i}{R_i} \end{aligned}\right\} \quad \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{U_1}{R_Y} + \frac{U_X}{R_X}$$

$I_2 = \frac{U_2}{R_X}$, т.к. при последоват. соединении $I_1 = I_2$ $\quad I_X = I_R$

$U_{AB} = U_0$

т.к. параллельно к резистору R_Y, то

$U_1 = U_0$

$U_X + U_R = U_0$ (последовательное соединение)

$U_1 = U_R$ показания вольтметра равны напряжению на участке R, т.к. параллельное соединение

тогда

$$\frac{U_0}{R_{AB}} = \frac{U_0}{R_Y} + \frac{U_0 - U_1}{R_X}$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_Y} + \frac{1}{R_X + R}$$

$U_1 = 4В$

$U_0 - U_1 = 10В - 4В = 6В$

$6В = \frac{3}{5} \cdot 10В = \frac{3}{5} U_0$

$$\frac{U_0}{R_Y} + \frac{U_0}{R_X + R} = \frac{U_0}{R_Y} + \frac{3U_0}{5R_X};$$

$$\frac{1}{R_X + R} = \frac{3}{5R_X}; \quad R_X + R = \frac{5}{3} R_X;$$

$$R = \frac{2}{3} R_X; \quad \boxed{R_X = \frac{3}{2} R}$$

для схемы A→C.

$$\frac{U_{AC}}{R_{AC}} = \frac{U_3}{R_X} + \frac{U_Y}{R_Y}$$

$U_3 = U_0$ т.к. параллельное соединение

$U_Y = U_0 - U_R = U_0 - U_2 = 5В$

$5В = \frac{1}{2} \cdot 10В = \frac{1}{2} U_0$

$U_Y = \frac{1}{2} U_0$

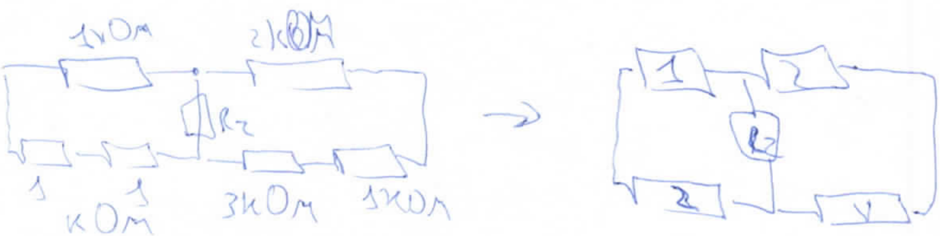
$$\frac{U_0}{R_X} + \frac{U_0}{R_Y + R} = \frac{U_0}{R_X} + \frac{U_0}{2R_Y}; \quad \frac{1}{R_Y + R} = \frac{1}{2R_Y}; \quad 2R_Y = R_Y + R; \quad \boxed{R_Y = R;}$$

см. доп. лист №2.

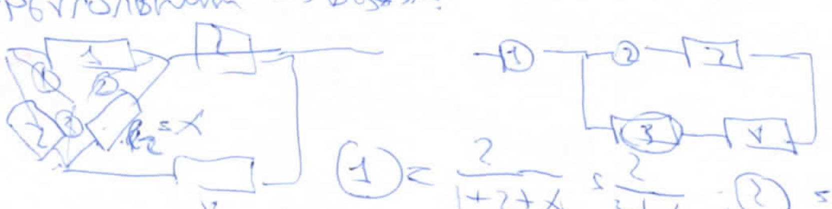
R, V – знач сопротивл. в кОм.

2

R!



треугольник → звезда



$$\left.\begin{aligned} ② + 2 &= 3\,\frac{X+2}{X+3} \\ ③ + V &= 6\,\frac{X+2}{X+3} \end{aligned}\right\} \quad R = \frac{2}{3+X} + 2\,\frac{X+2}{X+3} = \frac{2X+6}{X+3} = 2\ (кОм)$$

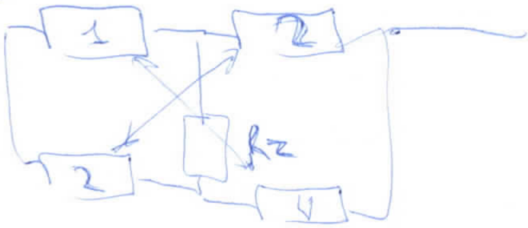
$$① = \frac{2}{1+2+X} = \frac{2}{3+X}; \quad ② = \frac{X}{3+X}; \quad ③ = \frac{2X}{3+X}$$

доп. лист №2. Шифр В-33

№3.

Полученное сопротивление R_s не зависит от R_z, т.е. ток через R_z не течет. ~~Тогда~~

Также:



Т.к. $1 \cdot 4 = 2 \cdot 2$, то $I_{R_z} = 0$.
$(4 = 4)$

Тогда $R_x = \frac{3}{2} \cdot R = 3\ кОм$

$R_y = R = 2\ кОм$

из условий задачи нельзя.

1) $R_x = 3\ кОм$, $R_y = 2\ кОм$, R_z — ток не течет, через R_z узнать

Токи:

$$I_{AB} = \frac{V_0}{R_{AB}} = \cancel{\frac{10В}{}}\ 10В\left(\frac{1}{2кОм} + \frac{1}{5кОм}\right) = \frac{10В}{0,7кОм} = \frac{10В}{700Ом} = \frac{1}{70}(А) \approx 0,01(А).\ \left(\frac{1}{70}А\right)$$

0,014

$$I_{AC} = \frac{V_0}{R_{AC}} = 10В \cdot \left(\frac{1}{3кОм} + \frac{1}{4кОм}\right) = \frac{10В}{\frac{7}{12}кОм} = \frac{10В}{\frac{7000}{12}Ом} = \frac{120}{7000}А =$$

$$\frac{12}{700}А = \frac{3}{175}А \approx 0,01\cancel{7}\ А.$$

0,02

Ответ: 1) $R_x = 3\ кОм$, $R_y = 2\ кОм$, R_z — ток не течёт через R_z? 2б 2б 1б ~~+ схем~~ + схем

2) $I_{AB} \approx 0,01А$ ~~$\left(\frac{1}{70}А\right)$~~; $I_{AC} \approx 0,02\ А.$ ~~$\left(\frac{3}{175}А\right)$~~.

7б

№4

Дано:
$h_1 = 3,0\ км$
$p_0 = 500\ кПа$
$g = 9,8\ \frac{м}{с^2}$
$R = 8,31\left(\frac{Дж}{моль \cdot К}\right)$
$\mu = 28\ \frac{г}{моль}$

Менделеев-Клапейрон. Будем брать одни и те же объёмы воздуха.

$pV = \nu RT$

$$\left.\begin{aligned} p_0V &= \frac{m_0}{\mu}RT_0 \\ m_0 &= \rho_0 V \end{aligned}\right\}\ p_0 = \frac{\rho_0 R T_0}{\mu}; \quad (1)$$

$\frac{(2)}{(1)}$:

$$\left.\begin{aligned} p_1V &= \frac{m_1RT_1}{\mu} \\ m_1 &= \rho_1 V \end{aligned}\right\}\ p_1 = \frac{\rho_1 R T_1}{\mu}; \quad (2)$$

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{\rho_1 T_1}{\rho_0 T_0};$$

$$p_1 = p_0\frac{\rho_1 T_1}{\rho_0 T_0};$$

$$\frac{p_1}{\rho_1} \approx 73,8$$

или можно через график:

т.к. на $[0; h_1]$ $t(h)$ — линейная ф-ия, то

$\frac{T_1 - T_0}{h_1 - 0} = k$ — угловой коэффициент наклона

$k = 0,03$

$0,0(3)$ $\frac{40\,°C}{1200\,м}$ $\frac{1}{30}$

$$T_1 = \frac{p_1V_1}{\nu R} = \frac{p_1V_1\mu}{m_1R} = \frac{p_1\cancel{V_1}\mu}{\rho_1\cancel{V_1}R} = \boxed{\frac{p_1}{\rho_1}}\cdot\frac{\mu}{R}$$

линейная зависимость

$T_1 =$

$$k = \frac{\mu}{Rh_1}\left(\frac{p_1}{\rho_1} - \frac{p_0}{\rho_0}\right)$$

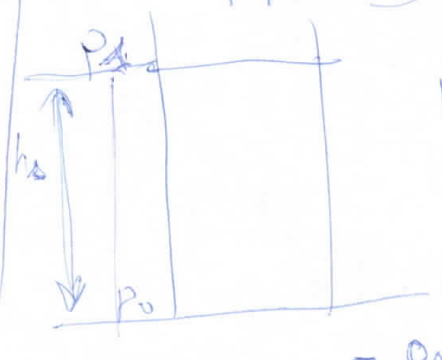
$$\frac{p_1}{\rho_1} = \frac{kRh_1}{\mu} + \frac{p_0}{\rho_0} \qquad \frac{p_1}{\rho_1} = \frac{k\cdot Rh_1}{\mu} + \frac{RT_0}{\mu}$$

$$p_0V = \frac{V\rho_0RT_0}{\mu} \qquad k = 0,0(3)$$

$$\rho_0 = \frac{\mu p_0}{RT_0}$$

(93,1)?

$$\Delta p = \frac{\rho_1h_1g - \rho_0h_0g}{2}, \text{ т.к.}$$



$p_1 = p_0 + \Delta p$ $\frac{p_1}{\rho_1}$ — даёт линейную функцию $T(h)$

~~т.к. меняется ρ и h, то при h на 1-ом участке графика~~

$\cancel{\Delta p = g_{\Delta}(\rho h)}$

$\cancel{\Delta p = \Delta(\rho h)g = g(\Delta\rho h + \rho_0\Delta h)}$

$\cancel{p_1 =}$ $\Delta p = \frac{(\rho_1h_1 - \rho_0h_0)g}{2}$

(т.к. линейно $\frac{p_1}{\rho_1}$)

$$p_1 = p_0 + \frac{g(\rho_1h_1 \cancel{+ \rho_0h_1} \cancel{+ \rho_0h_1} - \rho_0h_0)}{2}$$

$$p_1 = p_0 + \frac{g(\rho_1h_1 - \rho_0h_0)}{2}$$

$$p_1 = \frac{p_0\rho_1T_1}{\rho_0T_0}$$

$$\frac{p_0\rho_1T_1}{\rho_0T_0} = p_0 + \frac{\rho_1h_1g}{2} - \cancel{\frac{\rho_0h_0g}{2}} \quad h_0 = 0$$

$$\rho_1\left(\frac{p_0T_1}{\rho_0T_0} - \frac{h_1g}{2}\right) = \frac{2p_0 - \cancel{\rho_0h_0g}}{2}$$

$$\cancel{\rho_1 = \frac{(2p_0 - \rho_0h_0g)\rho_0T_0}{2p_0T_1 - h_1g}}$$

$$\cancel{\rho_0 = \frac{\mu p_0}{RT_0}}$$

СМ. ДОП. ЛИСТ №3

~~См. доп. лист №3~~

доп. лист №3.　　шифр. В-33

№8.

$$\rho_1 = \frac{(2p_0 RT_0 - \rho_0 h_0 g)\, p_0}{R(2p_0 T_1 - h_1 g)}$$

$$\rho_1 = \frac{2 p_0 RT_0 \cdot p_0}{R(2p_0 T_1 - h_1 g)}$$

$$\rho_1 = \frac{2 p_0^2 T_0}{(2p_0 T_1 - h_1 g)}$$

$h_0 = 0$

$$p_1 = p_0 \frac{\rho_1 T_1}{\rho_0 T_0}$$

$T_0 = 288\,K = 15^\circ C$

$T_1 = 253\,K = -18^\circ C$

1) $$\rho_1 = \frac{2 \cdot 500^2 \cdot 10^6 \cdot 288}{(2 \cdot 500 \cdot 10^3 \cdot 253 - 10^3 \cdot 9{,}9)} \approx 565192$$???

Описка в преобразовании.

$\rho_0 = 5{,}8 \frac{кг}{м^3}$

$M = 0{,}028 \frac{кг}{моль}$

$$\rho_1\left(\frac{p_0 T_1}{\rho_0 T_0} - \frac{h_1 g}{2}\right) = p_0\,;$$

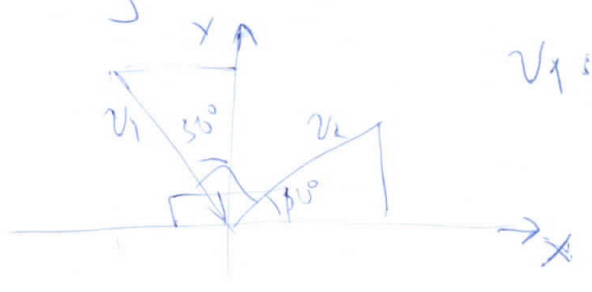
$$\rho_1 = \frac{2 p_0 \rho_0 T_0}{2p_0 T_1 - h_1 g \rho_0 T_0}.$$

1) $\rho_1 = 7\left(\frac{кг}{м^3}\right)$　　$7{,}13 \frac{кг}{м^3}$

2) $P_1 = 539876\ Па = 540\ кПа.$

Ответ: $\rho_1 = 7 \frac{кг}{м^3}$; $P_1 = 540\ кПа$.

№2.



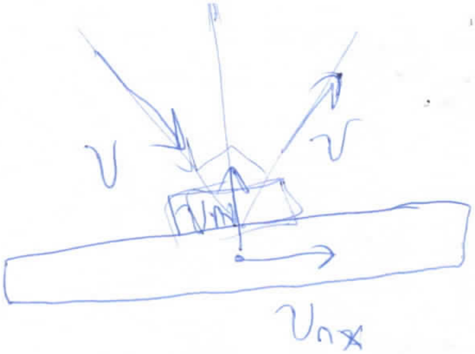
v_1: $v_{1x} = \frac{v}{2}$

$v_{1y} = -\frac{v\sqrt{3}}{2}$.

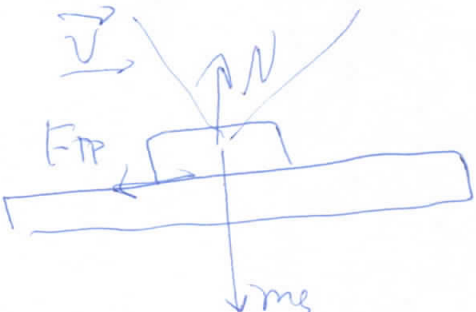
v_2: $v_{2x} = \frac{v\sqrt{3}}{2}$

$v_{2y} = \frac{v}{2}$

см. обратную сторону.



Сказано, что плита движется поступательно:
вверх, вниз? или влево? вправо?



Т.к. $N \gg mg$, то

$F\,dt = m\,dV$ ①

$\Delta t \to 0$:

$F_x\,dt = m\,dV_x \Rightarrow -\mu N t = m(V_{2x} - V_{1x})$;

$F_y\,dt = m\,dV_y \Rightarrow N t = m(V_{2y} - V_{1y})$; ②

Если плита движется поступательно, т.е. $V_п \neq 0$, то можно перейти в систему отсчёта связанной с ней, тогда

$V_{1x} = \frac{V}{2} - V_{пx}$ | $V_{2x} = \frac{V\sqrt3}{2} - V_{пx}$

$V_{1y} = -\frac{V\sqrt3}{2} - V_{пy}$ | $V_{2y} = \frac{V}{2} - V_{пy}$

$V_{2y} - V_{1y} = \Delta V_y = \frac{V}{2} - V_{пy} - \left(-\frac{V\sqrt3}{2} - V_{пy}\right) = \frac{V}{2} + \frac{V\sqrt3}{2} = \boxed{\frac{V(1+\sqrt3)}{2}}$

$V_{2x} - V_{1x} = \Delta V_x = \frac{V\sqrt3}{2} - V_{пx} - \left(\frac{V}{2} - V_{пx}\right) = \frac{V\sqrt3}{2} - \frac{V}{2} = \boxed{\frac{V(\sqrt3-1)}{2}}$

①:

$-\mu N t = mV\left(\frac{\cancel{1+\sqrt3}}{2}\right)$ $-(\sqrt3-1)$

$N t = mV\frac{\sqrt3+1}{2}$

$-\mu\, mV\frac{(\sqrt3+1)}{2} = mV\frac{-(\sqrt3-1)}{2}$

$-\mu = \frac{-(\sqrt3-1)}{(\sqrt3+1)}$; $\boxed{\mu = \frac{\sqrt3-1}{\sqrt3+1}}$;

или

$\boxed{\mu = 2-\sqrt3} \simeq 0{,}27$

~~Отв.~~ Неизвестно $\mu_{мин}$ и $\mu_{макс}$ из-за чего, если скорость плиты, как я доказал, не влияет.

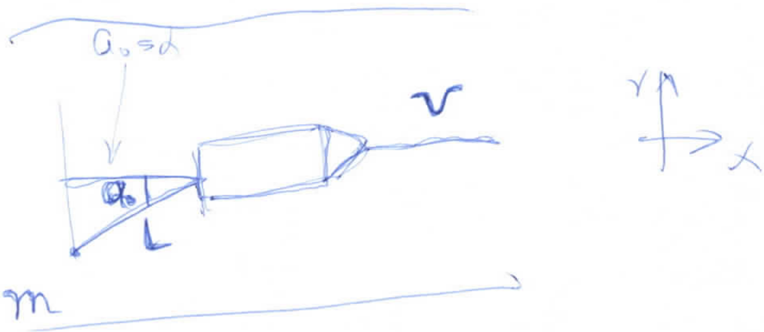
Ответ: $\mu \simeq 0{,}27$.

См. доп. лист №4.

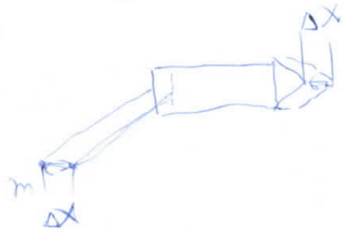
доп. лист №4.
Чистовик.

ШИФР В-33

№1.



ПРЕДПОЛОЖЕНИЕ:
Т.К. ТРОС ВСЕГДА НАТЯНУТ, ТО МОЖНО СЧИТАТЬ ЕГО ЖЁСТКИМ, Т.Е. ЕСЛИ КАТЕР СДВИНЕТСЯ НА Δx, ТО И СПОРТСМЕН СДВИНЕТСЯ НА Δx В ТОМ ЖЕ НАПРАВЛЕНИИ:



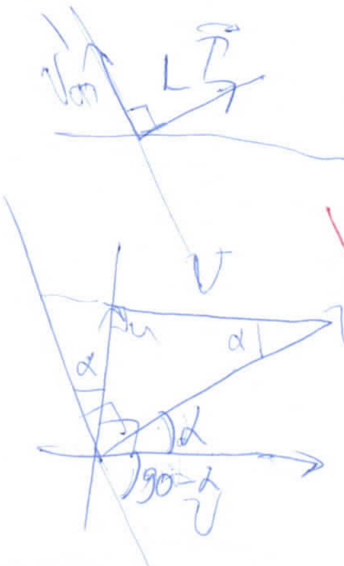
Т.Е. $V_{сп_x} = V$.

В МОМЕНТ ОТРЫВА СПОРТСМЕН УДАЛЯЛСЯ ОТ БЕРЕГА СО СКОРОСТЬЮ u, Т.Е. $V_{сп_y} = u$, ТОГДА ~~и СКОРОСТЬЮ, Т.Е.~~

$\vec{V}_{сп} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$; $\underline{V_{сп} = \sqrt{u^2 + V^2}}$; $V_{сп} = U_0 = \sqrt{u^2 + V^2}$.

$V_{сп}$ – СКОРОСТЬ СПОРТСМЕНА

В МОМЕНТ ОТРЫВА ОН НАЧИНАЕТ двигаться по окружности, т.к. ~~сила~~ ТРОС НАТЯНУТ (длина L) и сопротивление движению нет, т.е.



$\vec{T} = m\vec{a}$

$a_y = \frac{(V_{сп}')^2}{R}$; $\underline{R = L}$

$\vec{V}_{сп}' \perp \vec{T}$ по направлению

$V_{сп}' = u \cdot \cos\alpha - V \cdot \cos(90 - \alpha) =$
$\underline{u\cos\alpha - V\sin\alpha}$;

$$\boxed{T = \frac{(u\cos\alpha - V\sin\alpha)^2}{L} \cdot m;}$$

СМ. ОБРАТНУЮ СТОРОНУ

Ответ: $u_0 = \sqrt{U^2 + V^2}$; $T = \frac{(U\cos\alpha - V\sin\alpha)^2}{L} \cdot m$;

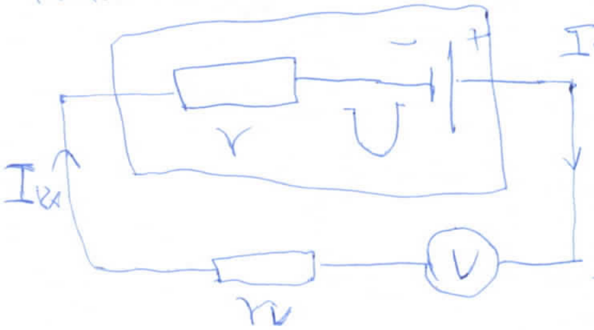
$(\alpha = \alpha_0)$

Чистовик 2 Лар шифр В-33

Задача 10.2. „Серый ящик".

Для проведения эксперимента был дан мультиметр (цифровой; MODEL DT-830B). Буду в соответствии с условием (по условию дан ~~мультиметр~~ вольтметр) буду использовать мультиметр только в режиме вольтметра.

Для начала подключим вольтметр напрямую к источнику.



$r_V = 1000$ Ом

r_V – сопротивление мультиметра в режиме вольтметра.

Пусть значение напряжения U_0.

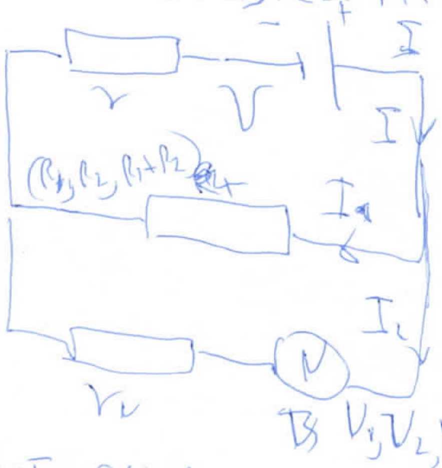
Т.к. цепь замкнута, потерь нет (каких-либо других проводников, куда может течь ток); то ток, который выходит из источника равен току входящему в источник, т.е. $I_{вых} = I_{вх}$, $I_{вых} = \frac{U}{R_{схемы0}}$, $I_{вх} = \frac{U_0}{r_V}$, т.к.

ток $= \frac{\text{ЭДС}}{\text{сопротивление схемы}}$ и ток $= \frac{\text{напряж. вольтметра}}{\text{сопротивл. вольтметра}}$.

Тогда $\frac{U}{R_{схемы0}} = \frac{U_0}{r_V}$, $U = U_0 \frac{R_{схемы0}}{R_V}$, $R_{схемы0} = \frac{r_V \cdot r}{r_V + r}$ $\Bigg\}$ $U = U_0 \frac{r}{r_V + r}$, (1)

~~Экспериментально~~

Схема с R_1, R_2 и $R_1 + R_3$



Для экономии времени заменим R_1, R_2 и $R_1 + R_2$ на $R'_{1,2,3}$, а U_1, U_2 и U_3 на $U_{1,2,3}$.

$U_1 \xrightarrow{\text{схема с}} R_1$

$U_2 \xrightarrow{\text{схема с}} R_2$

$U_3 \xrightarrow{\text{схема с}} R_1 + R_2$

1-й закон Кирхгофа:

$I = I_1 + I_2$

напряжение равны, т.к. вольтметр подключен параллельно.

$\frac{U}{R_{схемы1,2,3}} = \frac{U_{1,2,3}}{R_{1,2,3}} + \frac{U_{1,2,3}}{r_V}$, тогда $U = U_{1,2,3}\left(\frac{r_V + R_{1,2,3}}{R_{1,2,3} \cdot r_V}\right) \cdot R_{схемы1,2,3}$,

т.к. ~~получим~~:

$\left(R_{схемы1} = \frac{r_V R_1 r}{(r_V R_1 + r_V r + R_1 r)}\right.$, $R_{сх2} = \frac{r_V R_2 r}{(r_V R_2 + r_V r + R_2 r)}$, $R_{сх3} = \frac{r_V \cdot r (R_1 + R_2)}{(r r_V + (R_1 + R_2)(r_V + r)}$

См. обратную сторону.

② $U = U_1\left(\frac{r_V+R_1}{R_1 r_V}\cdot\frac{r_V R_1 r}{r_V R_1 + r_V r + R_1 r}\right) = U_1\frac{(r_V+R_1)r}{r(r_V+R_1)+r_V R_1}$

③ $U = U_2\left(\frac{(r_V+R_2)}{R_2 r_V}\cdot\frac{r_V\cdot R_2\cdot r}{(r_V R_2 + r_V r + R_2 r)}\right) = U_2\frac{r(r_V+R_2)}{r(r_V+R_2)+r_V R_2}$

~~$U = U_3\frac{r_V r(R_1+R_2)}{(R r_V + (R_1+R_2)}$~~

④ $U = U_3 \cdot \frac{(r_V+R_1+R_2)\, r\cdot r_V(R_1+R_2)}{r_V(R_1+R_2)\,(r r_V+(R_1+R_2)(r+r_V))} = U_3\frac{r(r_V+R_1+R_2)}{r r_V+(R_1+R_2)(r+r_V)}$

① $U = U_0\frac{r}{r_V+r}$

4-е уравнение, 4-е неизвестных (r_V, R_1, R_2, U),

значит система имеет решение,

U_0, U_1, U_2, U_3 – получены экспериментально:

1) $U_0 = 3{,}28$ В.
(3,27)

2) 3 провода:

красный → синий $U_{кр\to с} = 1{,}89$ В (1,90 В или 1,901 В).

красный → лакированный $U_{кр\to лак} = 1{,}20$ В (1,21 В или 1,216 В) (1,20 ÷ 1,22 В)

синий → лакированный $U_{син\to лак} = 2{,}17$ В.

3) $U_{син\to лак} > U_{кр\to с} > U_{кр\to лак}$ (из 3, 2)

4) $R_1 > R_2$, т.к. $R_1+R_2 > R_1 > R_2$ (условие), наверно,

сравнив ③ и ② мы бы выразили U_2, то $U_1 > U_2$ а

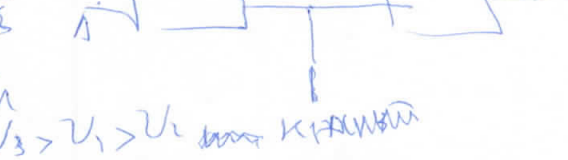
$U_3 > U_1$, т.к. $U_3 > U_1 > U_2$, но тогда

2,17 В > 1,89 В > 1,20 В, т.к.

U синий → лак $= U_{син} = U_3$ схема с R_1+R_2

$U_{кр\to с} = U_1$ схема с R_1

$U_{кр\to лак} = U_2$. схема с R_2



(P.S. думал, что $U_3 > U_1 > U_2$, а $U_2 > U_1 > U_3$)

т.к.
синий около R_1
лакированный около R_2
красный – посередине.

см. доп. лист №1.

Чистовик

Шифр B-33

Задача 10.2 . . доп. лист №1.

Решим систему из (1), (2), (3), (4)

(1) и (2)

$$U = U_0 \frac{r}{r_V + r} = U_1 \frac{(r_V + R_1) r}{r(r_V + R_1) + r_V R_1}$$

$$U_0 r (r_V + r_1) + U_0 r_V R_1 = U_1 (r_V + R_1)(r_V + r)$$

$$r_V^2 + r_V(r + R_1) + rR_1$$

$$\cancel{U_0 r \cdot R_1 + U_0 r_V R_1 = U_1 R_1 \cdot r}$$

$$2U_0 r \cdot r_V + U_0 r R_1 + \cancel{U_0} = U_1 r_V (r + R_1) + U_1 r R_1$$

$$U_1 r_V r + U_1 r_V R_1$$

$$r_V (2U_0 r - U_1(r + R_1)) = rR_1(U_1 - U_0)$$

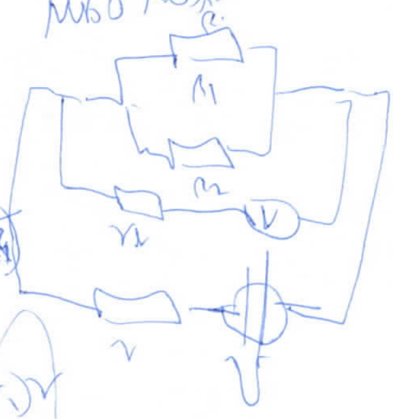
$$\boxed{r_V = \frac{rR_1(U_1 - U_0)}{(2U_0 r - U_1(r + R_1))}}$$

$$\cancel{U_1 \frac{r}{\frac{rR_1(U_1 - U_0)}{2U_0 r - U_1(r + R_1)} + r} = U_0 \frac{2U_0 r - U_1(r + R_1)}{R_1(U_1 - U_0) + 2U_0 r - U_0(r + R_1)}}$$

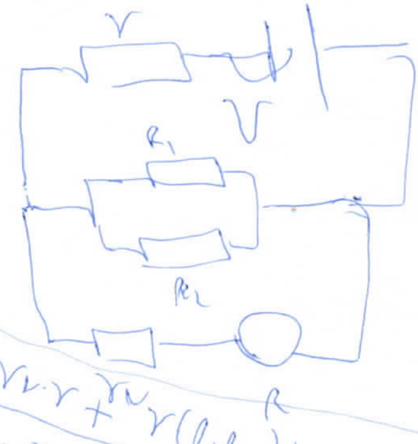
$$\cancel{U_0 \frac{2U_0 r - U_1(r + R_1)}{R_1(U_1 - U_0) + 2U_0 r - U_0(r + R_1)} = U_1 \frac{(r_V + r_1) r}{r(r_V + R_1)}}$$

Т.к. мало времени, решу систему с пренебрежением! $r_V << R_2$ и $r_V << r$, то тогда т.е. $r_V^2 \approx 0$.

Либо можно



можно подсоединить так:



$U_1 = 0{,}96$ В
(0,960 В)

$$U = U_1 \frac{r_V + \frac{R_2 R_1}{R_1 + R_2}}{\frac{r_V R_1 R_2}{R_1 + R_2}} \cdot \frac{R_1 R_2 r_V \cdot r + r_V r (R_1 R_2) + r \cdot r_V (R_1 + R_2)}{r \cdot r_V \cdot R_1 R_2}$$

См. обратную сторону

$r_v(R_1) \to 2$ и 1

3 и 1

$$U_0 \frac{2U_0 r - U_1(r+R_1)}{R_1(U_1-U_0) + 2U_0 r - U_0(r+R_1)} = U_1 \frac{r\left(R_1 + \frac{rR_1(U_1-U_0)}{2U_0 r - U_1(r+R_1)}\right)}{r + R_1 + (r+R_1)\frac{rR_1(U_1-U_0)}{2U_0 r - U_1(r+R_1)}}$$

$$\frac{V_0}{R_1(V_1-U_0) + 2V_0 r - V_0(r+R_1)} = \frac{V_1\left(2U_0 R_1 r - R_1 U_1(r+R_1) + rR_1(V_1-V_0)\right)}{\left(2V_0 r - U_1(r+R_1)\right)\left(R_1 + (r+R_1)(rR_1(U_1-U_0))\right)}$$

$$\left(2V_0^2 r - V_0 U_1(r+R_1)\right)\left(R_1 + (r+R_1)(rR_1(V_1-V_0))\right) =$$

$$= U_1\left(2U_0 R_1 r - R_1 U_1(r+R_1) + rR_1(U_1-U_0)\right)\left(R_1(U_1-U_0) + 2U_0 r - U_0(r+R_1)\right)$$

слишком тяжёлое уравнение решить не могу из-за нехватки времени.

здесь $R_1(r, U, V_0)$.

может быть, есть более простые пути решения.

если $r_v \ll r$

$$U = U_0 \frac{r}{r + r_v} \approx V_0$$

вот с этим, я думаю, решить систему намного легче.

$$U_0 \approx U_1 \frac{(r_v + R_1) r}{r(R_1 + r_v) + r_v R_1}$$

Ответ: т. А – синий провод,

т. С – минусовый (посередине)

т. В – красный.

ШИФР Б-33

Чистовик.

ЗАДАЧА 10.2. Теплоёмкость резистора.

$R=100$ Ом беру из условий.

ТОК → ТЕПЛО → РЕЗИСТОР
→ ПРОВОДА
→ сам прибор
→ нагревание окр. среды

ПОТЕРИ
~~потери~~

$Q_{теор} = Q_1 = Q_2 + Q_3$ ← ТАК Я ПОНЯЛ УСЛОВИЕ ЗАДАЧИ И РЕШИЛ СЧИТАТЬ!

Q_1 – ТЕПЛО ~~от~~ ИЗ-ЗА ПРОТЕКАНИЯ ТОКА

Q_2 – ТЕПЛО НА РЕЗИСТОР

Q_3 – ЭНЕРГИЯ ПОТЕРЬ

$Q_1 = Q_2 + Q_3 \quad | \cdot \frac{1}{t}$

$\frac{Q_1}{t} = \frac{Q_2}{t} + \frac{Q_3}{t}$

C_p – теплоёмкость резистора

m_p – ~~теплоёмкость~~ масса резистора

t – промежуток времени наблюдения.

$P_{теор} = P_{экспер} + P_{потерь}$

$P_{потерь} = P_{теор} - P_{экспер.}$

$P_п = \frac{(C_p m_p)\Delta t}{t} - \frac{U^2}{R}$

$P_п \geq 0$

$\frac{(C_p m_p)\Delta t}{t} - \frac{U^2}{R} \geq 0$

$(C_p m_p) \geq \frac{U^2 t}{R \Delta t}$, $\Delta t = T_1 - T_0$

$(C_p m_p) \geq \frac{U^2 t}{R(T_1 - T_0)}$

T_1 – температура в момент t

T_0 – комнатная температура (изм. $T_0 = 27°C$ при помощи ТЕРМОПАРЫ.

1. $U_{MAX} = 2,38$ В

t с начала эксперимента

U, В	t, с	T_1, °C
1) 2,31	50с	28
2) 2,29	110с	29
3) 2,28	170с	30
4) 2,27	290с	31
5) 2,26	310с	31
2,26	880с	31
2,26	1600с	31

Б) $C_p m_p$ в 1): $(C_p m_p) \geq 2,67$ ($U = 2,31$)

в 2): $(C_p m_p) \geq 2,91$

в 3): $(C_p m_p) \geq 3,00$

в 4): $(C_p m_p) \geq 3,84$

в 5) $(C_p m_p) \geq 4,1$.

$U \approx 2,36$

ТЕМПЕРАТУРА ПОЧТИ НЕ МЕНЯЕТСЯ

При маленьких t резистор не успевает нагреться, поэтому погрешность измерений большая; при больших t потери очень большие $T_1 \approx const$, то погрешность тоже будут большими, поэтому я выбрал промежуток замеров 1-5. (из 1-7).

$V_{нач_2} = 4{,}1$ В.

$T_0 \approx 28°C$

	U, В	t, с	T_1
1)	4,13	10	30
2)	4,12	20	32
3)	4,12	30	33
4)	4,11	40	34
5)	4,10	50	35 ~~34~~
6)	4,09	70	36
		90	37
7)	4,08	130	38
8)	4,06	230	39
9)	4,06	300	39
10)	4,06	400	39
11)	4,06	800	39
12)	4,06		

слишком быстро греется, не успел среагировать (не ожидал).

погрешность прибора.

потери слишком большие

по опыту

~~1) Срmр~~ б

~~(Срmр) 39~~;

(1) - 9)

$(C_p m_p) \approx 3{,}9$ $\frac{Дж}{°C}$

3,86.

С учетом неточности измерений можно округлить примерно до 4 $\frac{Дж}{°C}$

В ходе эксперимента заметил: мерил напряжение на клеммах источника, где подключаются провода; но сделав замеры убедился, что это сильно не влияет.

См. доп. лист №1

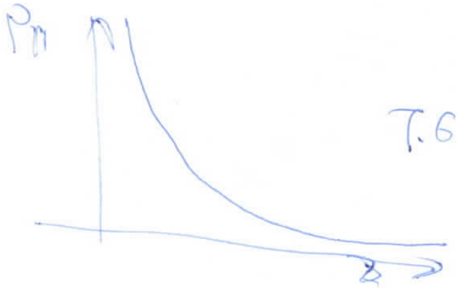
Доп. лист №1. В-33

Чистовик.

№10.2.

Если смотреть на гр., то

~~не должны брать наибольш.~~



т.к. это график теплоёмкости относительно резистора, т.к. с ↑t тепла на резисторе выделяется больше, а на проводах в сравнении с резистором всё меньше.

↓P, т.к. $\Delta T(t)$

$\Delta T \approx const$ при больших t,

т.к. при больших t ~~теплопотерь~~ $= P$

См. лист с графиком

Ответ: $(C_{тмр}) = 4\left(\frac{Дж}{^\circ C}\right)$

ГРАФИК ПОТЕРЬ ПРОВОДОВ, ИСТОЧНИКА ОТНОСИТЕЛЬНО РЕЗИСТОРА

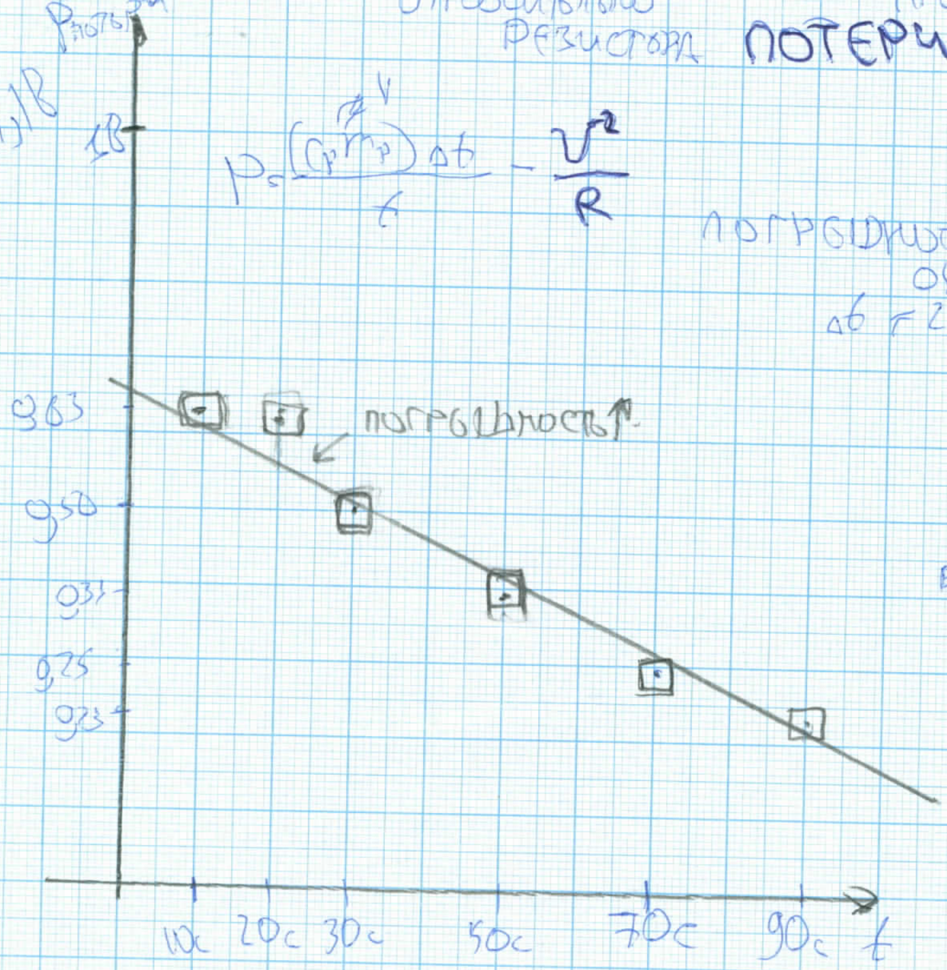
ШИФР В-33

ПРОВОДОВ, ИСТОЧНИКА

ПОТЕРИ ОТНОСИТЕЛЬНО РЕЗИСТОРА: !

$V = 4,1В$

$$P = \frac{(C_p m_p)\,\Delta t}{t} - \frac{V^2}{R}$$



ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ ОЧЕНЬ ВЫСОКАЯ:
$\Delta t \approx 2с$ (ИЗ-ЗА РЕАКЦИИ, НЕ ЗАМЕТИЛ, НЕ УВИДЕЛ И Т.Д.)

~~НЕ ТО ПОТЕРЯ~~

Об шт

ИЗ-ЗА НЕХВАТКИ времени не неаккуратный график.