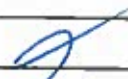


Региональный этап всероссийской олимпиады школьников в РС(Я)

2018-2019 уч.год

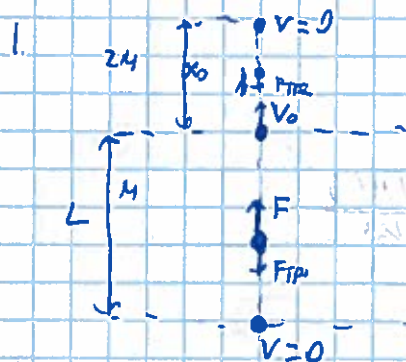
по предмету ФИЗИКАКласс 11 ШИФР ФРТ-11-1Фамилия КузьминИмя, Отчество Александр АлександровичШкола МОБУ "ФТЛ им. В.П. Ларюкова" городского округа "Город Якутск"Учитель (полностью ФИО) Тимофеев Пётр УстиновичДата 21/01/2019Подпись 

для _____

учени _____

класса _____

ГЛУ ДО РС/Я
РАТ/АКДЕМИЯ НАУК
РЕСП/Б И С/ХА-ЯКУТИЯ



Дано:

L, M

$t_u = t_{\text{мин}}?$

$V_0 = ?$

$V(t) = ?$

$$1) FL - F_{TP1}L = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$2) \frac{mV_0^2}{2} - F_{TP2}X_0 = 0$$

$$3) m\vec{a}_1 = \vec{F} + \vec{F}_{TP1} + m\vec{g} + \vec{N}$$

$$m a_1 = F - F_{TP1} \cdot 0 = m g - N_1$$

$$4) m\vec{a}_2 = \vec{F}_{TP2} + m\vec{g} + \vec{N}$$

$$m a_2 = F_{TP2}; 0 = m g - N_2$$

$$5) L = \frac{a_1 t_1^2}{2}$$

$$1) V_0 = a_1 t_1$$

$$6) X_0 = V_0 t_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$7) 0 = V_0 - a_2 t_2$$

$$8) F_{TP1} = F_{TP2} = 4 \text{ Н}, = 4 \text{ мс}$$

$$9) F_{TP2} = 24 \text{ Н} = 24 \text{ мс}$$

$$a_2 = \frac{V_0}{t_2}$$

$$X_0 = V_0 t_2 - \frac{V_0 t_2^2}{2} = \frac{V_0 t_2}{2}$$

$$m \frac{V_0}{t_2} = 24 \text{ мс} \Rightarrow V_0 = 24 g t_2 \quad a_{23} = \frac{24 g t_2}{t_2} = 24 g$$

$$\frac{m \cdot 24 g^2 t_2^2}{2} = 24 m g X_0 \Rightarrow X_0 = 12 g t_2^2$$

$$t_1 = \frac{V_0}{a_1} \quad L = \frac{a_1 V_0^2}{2 a_1^2} = \frac{V_0^2}{2 a_1} \Rightarrow a_1 = \frac{V_0^2}{2 L}$$

$$L = 24 \quad V_0 = 24$$

$$t_1 = \frac{2L}{V_0}$$

$$t_2 = \frac{V_0}{2Hg}$$

$$t = t_u = t_1 + t_2 = \frac{2L}{V_0} + \frac{V_0}{2Hg}$$

$$t'(u) = -\frac{2L}{V_0^2} + \frac{1}{2Hg} = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{V_0^2 - 4HLg}{2Hg V_0^2}$$

$$t \approx t_{min} \quad \text{when} \quad t'(u) = 0$$

$$-\frac{2L}{V_0^2} + \frac{1}{2Hg} = 0$$

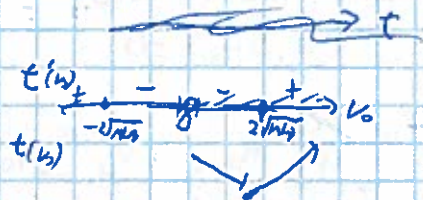
$$\frac{2L}{V_0^2} = \frac{1}{2Hg}$$

$$V_0^2 = 4HLg$$

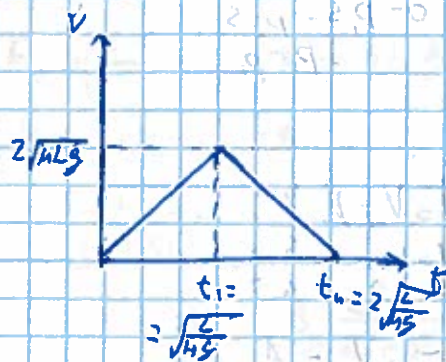
$$V_0 = 2\sqrt{HLg}$$

$$t_u = t_{min} = \frac{2L}{2\sqrt{HLg}} + \frac{2\sqrt{HLg}}{2Hg} = \frac{L}{\sqrt{HLg}} + \frac{\sqrt{HLg}}{Hg}$$

$$= \sqrt{\frac{L}{Hg}} + \sqrt{\frac{L}{Hg}} = 2\sqrt{\frac{L}{Hg}}$$



ГАН ДО РС/Я
МАЛАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
РЕСПУБЛИКИ САХА-ЯКУТИЯ



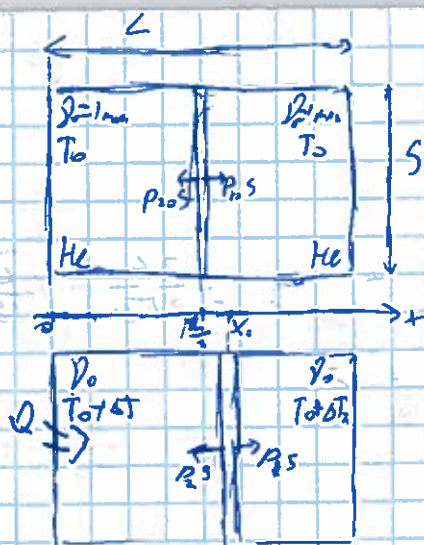
$$t_1 = \frac{2L}{v_0} = \frac{2L}{2\sqrt{uLg}} = \sqrt{\frac{L}{u g}}$$

А22

ОТДЕТ: $t_n = t_{\text{min}} = 2\sqrt{\frac{L}{u g}}$

$$v_0 = 2\sqrt{uLg}$$

3.



$$p_1 S = p_0 S$$

$$0 = p_0 S - p_1 S$$

$$\Rightarrow p_0 = p_1 = p$$

$$0 = p_1 S - p_2 S$$

$$\Rightarrow p_1 = p_2$$

$$p_0 V_0 = \nu_0 R T_0$$

$$p_0 V_0 = p_0 R T_0$$

$$\Rightarrow V_0 = \nu_0 R T_0$$

$$Q = \Delta U_1 + A_1$$

$$\Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu_0 R \Delta T$$

$$A_1 = p_1 S (x_0 - \frac{L}{2})$$

$$0 = \Delta U_2 + A_2$$

$$\Delta U_2 = \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_2$$

$$A_2 = -p_2 S (x_0 - \frac{L}{2})$$

$$\Rightarrow p_2 S (x_0 - \frac{L}{2}) = \frac{3}{2} \nu_1 R \Delta T_2$$

$$p_1 S x_0 = \nu_0 R (T_0 + \Delta T)$$

$$p_2 S (L - x_0) = \nu_1 R (T_0 + \Delta T_2)$$

$$(p_1 = p_2)$$

$$p_1 S (x_0 - L + x_0) = \nu_0 R (T_0 + \Delta T - T_0 + \Delta T_2)$$

$$p_1 S (2x_0 - L) = \nu_0 R (\Delta T + \Delta T_2)$$

ГАН ДО РСІЯ
МАЛАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
РЕСПУБЛИКИ САХА-ЯКУТИЯ

$$P_2 S \left(\frac{2x_0 - L}{2} \right) = \frac{3}{2} \nu_0 R \Delta T_2 \quad | \cdot 2$$

$$P_2 S (2x_0 - L) = 3 \nu_0 R \Delta T_2$$

$$\begin{aligned} P_1 S (2x_0 - L) &= \nu_0 R (\Delta T + \Delta T_2) \\ (P_1 = P_2) \end{aligned}$$

$$4 = 3 \frac{\Delta T_2}{\Delta T + \Delta T_2}$$

$$4 = 3 \frac{\Delta T_2}{\Delta T + \Delta T_2}$$

$$1 = 3 \frac{\Delta T_2}{\Delta T + \Delta T_2}$$

$$\Delta T + \Delta T_2 = 3 \Delta T_2$$

$$\Delta T = 2 \Delta T_2$$

$$\Delta T_2 = 0,5 \Delta T$$

$$A_2 = -P_2 S \left(x_0 - \frac{L}{2} \right) \quad | \Rightarrow A_1 = -A_2$$

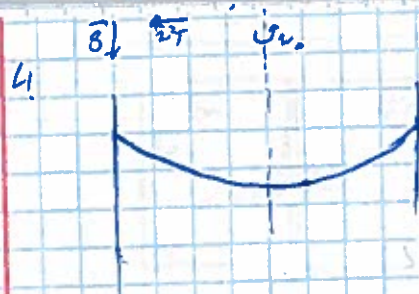
$$A_1 = P_1 S \left(x_0 - \frac{L}{2} \right) \quad | \Rightarrow A_1 = -A_2$$

$$P_1 = P_2$$

$$A_2 = -\Delta U_2 = -\frac{3}{2} \nu_0 R \Delta T_2 = -\frac{3}{8} \nu_0 R \Delta T$$

$$A_1 = \frac{3}{8} \nu_0 R \Delta T$$

$$Q = \Delta U + A_1 = \frac{3}{2} \nu_0 R \Delta T + \frac{3}{8} \nu_0 R \Delta T = \frac{15}{8} \nu_0 R \Delta T$$

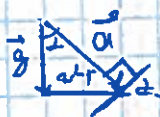


$$m\vec{a}_{cm} = \sum \vec{F}_i = m[\vec{w} \times \vec{\omega} \times \vec{r}] - \int m[\vec{e} \times \vec{r}] - \vec{F}_{кор}$$

$$\Rightarrow \vec{a}_{cm} = \vec{g} - n[\vec{\omega} \times \vec{\omega} \times \vec{r}]$$

в центре сечения

в проекции центрального сечения



Поворотность по оси $\perp \pi$

$$y'' = k = \frac{\omega^2 x}{g}$$

$$\Rightarrow y = \frac{\omega^2}{g} \frac{x^2}{2} + C$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T_0}$$

~~$$y = \frac{4\pi^2}{9T_0^2} x^2, C=0$$~~

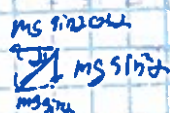
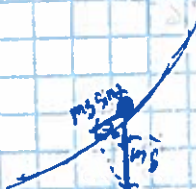
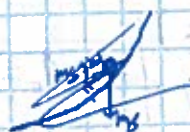
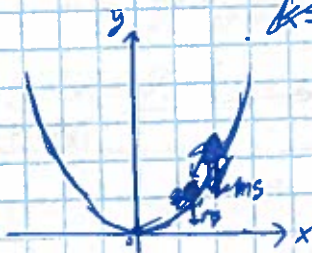
$k = 4\pi$

~~$$y = \frac{2\pi}{9T_0} \frac{x^2}{2} = \frac{\pi}{9T_0} x^2, C=0$$~~

$k = \frac{\pi}{9T_0}$ $k = \frac{2\pi x}{9T_0}$

$$k = \frac{4\pi^2}{9T_0^2} x$$

$$y = \frac{2\pi^3}{9T_0^2} x^2, C=0$$



ГАН ДО РС/Я
МАЛАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
РЕСПУБЛИКИ САХА-ЯКУТИЯ

$$m \ddot{X} = -mg \sin \alpha \cos \alpha$$

$$m \ddot{y} = -mg \sin^2 \alpha$$

$2 \ll 1$, тк бусинку помещают вдоль оси бусинки
 $\downarrow \pi$ $\sin \alpha \approx \cos \alpha$; $\cos \alpha \approx 1$ (0y)

$$\Rightarrow \ddot{X} + \frac{2g}{l_0} X = 0$$

$$\frac{2g}{l_0} = k = \frac{4\pi^2}{T_0^2} X$$

$$\ddot{y} + \frac{2g}{l_0} y = 0$$

$$\frac{2g}{l_0} = k = \frac{4\pi^2}{T_0^2} y$$

$$\ddot{X} + \frac{2g}{l_0} X = 0$$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{2g}{l_0}$$

$$\ddot{y} + \frac{2g}{l_0} y = 0$$

$$\ddot{X} + \frac{4g}{l_0^2} X = 0$$

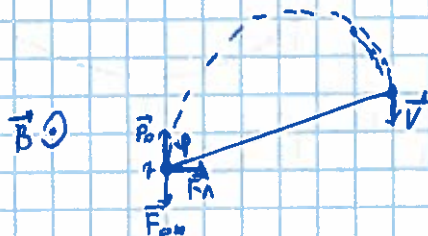
$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{4g}{l_0^2} \quad \omega = \frac{2\pi}{T_0}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = T_0$$

Ответ: $T = T_0$

6.



$$F_L = B q v \sin \alpha, \quad \alpha = 90^\circ$$

$$\Rightarrow F_L = B q v$$

$$F_{\text{cent}} = k v$$

$$\vec{p}_0 + \int \vec{F}_{\text{cent}} dt + \int \vec{F}_L dt = \vec{p}$$

$$m dv \quad m v - \int k v dt = 0$$

$$m v - \int k \frac{ds}{dt} dt = 0$$

$$m v - \int k ds = 0$$

$$m v = k s_0$$

$$p_0 = k s$$

$$s_0 = \frac{p_0}{k}$$

или
остаточная

$$m a_s = B q v$$

$$a_s = \frac{v^2}{r}$$

$$m \frac{v}{r} = B q$$

$$r = \frac{m v}{B q}$$



$$ds = r d\alpha$$

ГАН ДО РС/Я
МАЛАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
РЕСПУБЛИКИ САХА-ЯКУТИЯ

$$P_0 = mv + \int K v dt$$

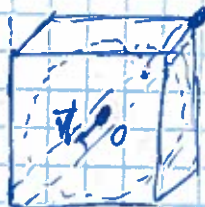
~~$P_0 = mv + Ks$~~

$$P_0 = mv + \int K ds$$

$$P_0 = mv + \int K r d\alpha$$

$$P_0 = mv + \int K \frac{mv}{P_0} d\alpha$$

2.



$$F = G \frac{m m'}{r^2}$$

$$F = G \frac{m m'}{r^2}$$

$$A: \int F_r dr$$

$$M' = \rho V' = \rho \frac{4}{3} \pi r^3$$

Внутр. массы действуют на r от центра
только на внутреннюю часть массы
(т.е. на r от центра)

$$V = \sqrt{2G \frac{M}{R}}$$

Региональный этап всероссийской олимпиады школьников в РС(Я)

2018-2019 уч.год

по предмету ФизикаКласс 11 ШИФР ФЭТ-11-11Фамилия КузьминовИмя, Отчество Александр АлександровичШкола МОБУ "ФТЛ им. В.П. Ларина"Учитель (полностью ФИО) Титов Павел ПетровичДата 23/01/2019Подпись П

для

учени

класса

ГАОУ ДО РС(Я)
«Малая академия наук РС(Я)»

Стор
№2

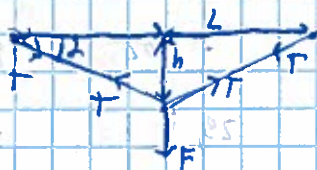
Стор
№2

А С помощью измерительной ленты
измеряет L

$$2L = 58,2 \text{ см} \Rightarrow L = 29,1 \text{ см}$$



$$T_0 = k(2L - x_0)$$



$$T = \frac{k}{2} (\sqrt{L^2 + h^2} - \frac{x_0}{2})$$

$$T = \frac{k'}{2} (\sqrt{L^2 + h^2} - \frac{x_0}{2})$$

k' — коэффициент жесткости

$$k = E \frac{s}{l} \quad \text{где } s \text{ — площадь поперечного сечения}$$

$$\Rightarrow k' = 2k$$

$$T = 2k (\sqrt{L^2 + h^2} - \frac{x_0}{2})$$

$$F = 2T \sin \alpha - \text{или } F = 2T \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{\sqrt{L^2 + h^2}}$$

$$F \sqrt{L^2 + h^2} = 2Th$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	-1	1	1	0,5	0,5	1	1	6

$$F\sqrt{h^2+L^2} = 4Kh\left(\sqrt{h^2+L^2} - \frac{x_0}{2}\right)$$

С помощью скрепки и кусочка скотча закрепляем пополю очередь к середине веревки гаечки и измеряем h

N°	n-кратное разно	m, r	h, cm	F = mg, 10 ⁻³ H	$\sqrt{h^2+L^2}$, cm	$\frac{h}{F}$, 10 ⁻⁴ м/Н
1	1	10	0,78	98	29,109	765,1
2	1	11,7	0,80	114,66	29,111	697,71
3	2	21,7	1,3	213,66	29,129	611,3
4	3	31,7	2,5	310,66	29,207	804,73
5	4	41,7	3,2	408,66	29,275	783,74
6	5	51,7	4,2	506,66	29,402	828,98
7	6	61,7	5,0	604,66	29,526	826,91

$$\frac{1}{4K} = \frac{h}{F} \left(1 - \frac{x_0}{2\sqrt{h^2+L^2}}\right) = \text{const}$$

$$a = \frac{h}{F} \quad b = \sqrt{h^2+L^2}$$

$$a_1 \left(1 - \frac{x_0}{2b_1}\right) = a_2 \left(1 - \frac{x_0}{2b_2}\right)$$

$$a_1 - \frac{a_1}{2b_1} x_0 = a_2 - \frac{a_2}{2b_2} x_0$$

ГАОУ ДО РС(Я)
«Малая академия наук РС(Я)»

~~2/2~~

$$X_0 \Delta \left(\frac{a}{b} \right) = \Delta a$$

$$X_0 = \frac{\Delta a}{\Delta \left(\frac{a}{b} \right)}$$

N°	$\frac{h}{F \sqrt{h^2 + L^2}}; 10^{-4} \text{ Н}^{-1}$	$\Delta \left(\frac{h}{F} \right); 10^{-2} \frac{\text{м}}{\text{Н}}$	$\Delta \left(\frac{h}{F \sqrt{h^2 + L^2}} \right); 10^{-4} \text{ Н}^{-1}$	$X_0, \text{см}$
1	26,291	-67,59	-2,324	29,02
2	23,967	-26,41	-2,381	28,99
3	20,986	193,43	6,567	29,45
4	22,553	-21,68	-0,805	26,94
5	26,742	45,91	1,446	31,75
6	22,134	-2,04	0,128	10,85
7	28,006			

$$X_0 = \frac{\sum X_{0i}}{8} = 26,2 \text{ см}$$

$$k_2 = \frac{F}{4h} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{x_0}{2\sqrt{h^2 + L^2}}\right)}$$

N°	$\frac{1}{\left(1 - \frac{x_0}{2\sqrt{h^2 + L^2}}\right)}$	$\frac{F}{4h}, \frac{H}{m}$	$K, \frac{H}{m}$	$k_i - k_0$
1	1,818	326,6	593,8	48,1
2	1,818	358,3	601,4	49,1
3	1,817	402,9	743,0	141
4	1,810	310,6	563,2	39,2
5	1,804	319,2	575,8	26,2
6	1,804	301,5	543,9	52,1
7	1,792	302,3	543,6	52,6

$$K = \frac{\sum k_i}{7} = 602 \text{ H/m}$$

$$\Delta k_i = \frac{\sum k_i}{7} = 55 \text{ H/m} \Rightarrow K = (602 \pm 55) \text{ H/m}$$

$$T_0 = K(2L - x_0) = 192,6 \text{ H}$$

Региональный этап всероссийской олимпиады школьников в РС(Я)

2018-2019 уч.год

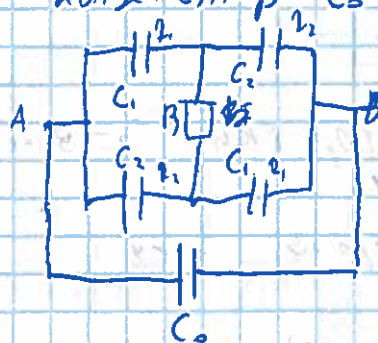
по предмету физикаКласс 11 ШИФР Ф72-11-6Фамилия КузьминаИмя, Отчество Александр АлександровичШкола МОБУ "РТА им. В.П. Дарюкова"Учитель (полностью ФИО) Тимофеев Пётр УстиновичДата 23/01/2019Подпись А

для _____

учени _____

класса _____

2) Подключим к цепи конденсатор C_0



Хотим получить равн
кол-во зарядов
пока конденсатор
 C_0 незаряд
Через резистор R_1 вы
Тем же
Умножим уравнение на
концах AB:
 $U_{AB} = U_{C0} = 7,88 В$

$$U_{C0} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}$$

$$\frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}$$

$$\Rightarrow U_{C0} = 2 \frac{q_1}{C_1} = 2 \frac{q_2}{C_2}$$

$$2Q_1 + 2Q_2 = C_0 U_{C0} + 2q_1 + 2q_2 \quad \text{— закон сохранения заряда}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \mathcal{E} &= 2 \frac{Q_1}{C_1} = 2 \frac{Q_2}{C_2} \\ U_{C0} &= 2 \frac{Q_1}{C_1} = 2 \frac{Q_2}{C_2} \end{aligned} \right.$$

$$U_{C0} = 2 \frac{Q_1}{C_1} = 2 \frac{Q_2}{C_2}$$

$$2Q_1 + 2Q_2 = C_0 U_{C0} + 2Q_1 + 2Q_2$$

$$\mathcal{E} C_1 + \mathcal{E} C_2 = C_0 U_{C0} + U_{C0} C_1 + U_{C0} C_2$$

$$\mathcal{E} (C_1 + C_2) = C_0 U_{C0} + U_{C0} (C_1 + C_2)$$

$$(\mathcal{E} - U_{C0}) (C_1 + C_2) = C_0 U_{C0}$$

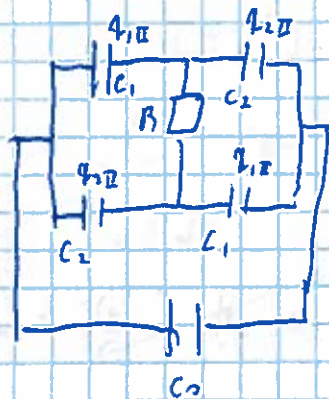
$$C_1 + C_2 = \frac{C_0 U_{C0}}{\mathcal{E} - U_{C0}} = 5,71 \text{ нФ}$$

ГАУ ДО РС(Я)
«Малая академия наук РС(Я)»

3) Повторяем пункт (1)

4) С помощью вольтметра разряжаем конденсатор C_0 до $U_{C0} = 3,6 \text{ В}$

5) Подключаем к серому ящику конденсатор C_0



Хотим узнать
когда времени
пока конденсатор
 C_0 зарядится
через резистор не будет
тока, так измерять
измеряем напряжение
на концах АД!

$$U_{AD} = U_{C0 \text{ II}} =$$

$$U_{C0 \text{ II}} = \frac{q_{1 \text{ II}}}{C_1} + \frac{q_{2 \text{ II}}}{C_2}$$

$$\frac{q_{1 \text{ II}}}{C_1} = \frac{q_{2 \text{ II}}}{C_2} \Rightarrow U_{C0 \text{ II}} = 2 \frac{q_{1 \text{ II}}}{C_1} = 2 \frac{q_{2 \text{ II}}}{C_2}$$

$$2Q_1 + 2Q_2 + C_0 U_{C0}' = C_0 U_{C0 \text{ II}} + 2q_{1 \text{ II}} + 2q_{2 \text{ II}}$$

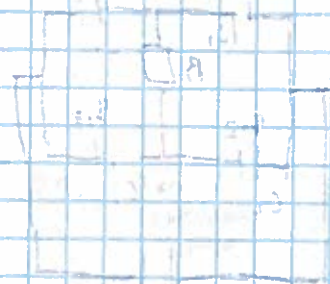
$$\begin{cases} \mathcal{E} = 2 \frac{Q_1}{C_1} = 2 \frac{Q_2}{C_2} \\ U_{\text{co II}} = 2 \frac{q_{1\text{ II}}}{C_1} = 2 \frac{q_{2\text{ II}}}{C_2} \end{cases}$$

$$2Q_1 + 2Q_2 + C_0 U_{\text{co I}}' = C_0 U_{\text{co II}} + 2q_{1\text{ II}} + 2q_{2\text{ II}}$$

$$\mathcal{E}(C_1 + C_2) + C_0(U_{\text{co I}}' - U_{\text{co II}}) = U_{\text{co II}}(C_1 + C_2)$$

~~$C_1 + C_2$~~

$$C_1 + C_2 = \frac{(U_{\text{co I}}' - U_{\text{co II}}) C_0}{U_{\text{co II}} - \mathcal{E}}$$



$$\frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} = U_{\text{co II}}$$

$$\frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} = U_{\text{co II}}$$

$$Q_1 + Q_2 = U_{\text{co II}}(C_1 + C_2)$$

ГАОУ ДПО РС(Я)
«Малая академия наук РС(Я)»

$$2 \frac{Q_1^2}{2C_1} + 2 \frac{Q_2^2}{2C_2} = \int I^2 R^2 dt = 2 \frac{Q_1^2}{2C_1} + 2 \frac{Q_2^2}{2C_2} + \frac{C_0 U_{co}^3}{2}$$

$$Q = Q_1 - Q_2$$

$$I_{1,2} = \frac{dQ_1}{dt}$$

$$I_2 = - \frac{dQ_2}{dt}$$



$$2 \int I^2 R^2 dt = \int (dQ_1 - dQ_2) R^2 =$$

$$2 \int dQ_1 - \int dQ_2 R^2 = (Q_1 - Q_2 - Q_1 + Q_2) R^2$$

$$2 \int dQ_1 - \int dQ_2 R^2 = (Q_1 - Q_2 - Q_1 + Q_2) R^2$$

$$\frac{Q_1^2}{C_1} + \frac{Q_2^2}{C_2} + (Q_1 - Q_2 - Q_1 + Q_2) R^2 = \frac{Q_1^2}{C_1} + \frac{Q_2^2}{C_2} + \frac{C_0 U_{co}^3}{2}$$

$$\frac{E^2 C_1}{2} + \frac{E^2 C_2}{2} + (U_{co}(C_2 - C_1) + \frac{E}{2} (C_1 - C_2)) R =$$

$$= \frac{U_{co}^2 C_1}{2} + \frac{U_{co}^2 C_2}{2} + \frac{C_0 U_{co}^3}{2}$$

$$E^2 (C_1 + C_2) + (E - U_{co})(C_1 - C_2) R = U_{co}^2 (C_1 + C_2) + C_0 U_{co}^3$$

$$(C_1 - C_2) R = (E^2 - U_{co}^2) (C_1 + C_2)$$

$$(C_1 - C_2) R = (U_{co}^2 - E^2) (C_1 + C_2) + C_0 U_{co}^3 =$$

$$= \frac{-C_0 U_{co}}{E - U_{co}} (E - U_{co})(E + U_{co}) + C_0 U_{co}^3 = C_0 U_{co}^3 - C_0 U_{co}^3 - C_0 U_{co} E = -C_0 U_{co} E$$

$$\int I R^2 dt = \int U_N I dt$$

$$U_N = U_{C2} - U_{C1}$$

$$U_{C2} = \frac{q_2}{C_2}$$

$$U_{C1} = \frac{q_1}{C_1}$$

$$\int U_N I dt = \int \left(\frac{q_2}{C_2} - \frac{q_1}{C_1} \right) (dq_2 - dq_1) =$$

$$= \int \left(\frac{q_2}{C_2} dq_2 - \frac{1}{C_1} q_1 dq_2 - \frac{1}{C_1} q_2 dq_1 + \frac{q_1}{C_1} dq_1 \right) =$$

$$= \int \left(\frac{1}{C_2} q_2 dq_2 - \frac{1}{C_1} d(q_1 q_2) + \frac{1}{C_1} q_2 dq_1 - \right.$$

$$\left. q_1 dq_2 \right) = d \left(\frac{1}{2} \frac{q_2^2}{C_2} \right) - d \left(\frac{1}{2} \frac{q_1^2}{C_1} \right) - d \left(\frac{1}{2} \frac{q_2^2}{C_1} \right) + d \left(\frac{1}{2} \frac{q_1^2}{C_2} \right)$$