

Ф711-8

Шифр

Региональный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР
г.Сочи, «Сириус»
19 января 2018 года

Олимпиадная работа

ФИО участника:

МАКСИМОВСКИЙ ВАСИЛИЙ ВИКТОРОВИЧ

Дата рождения:

20.06.2000

Класс:

7-7

Регион:

Пермский край

Школа:

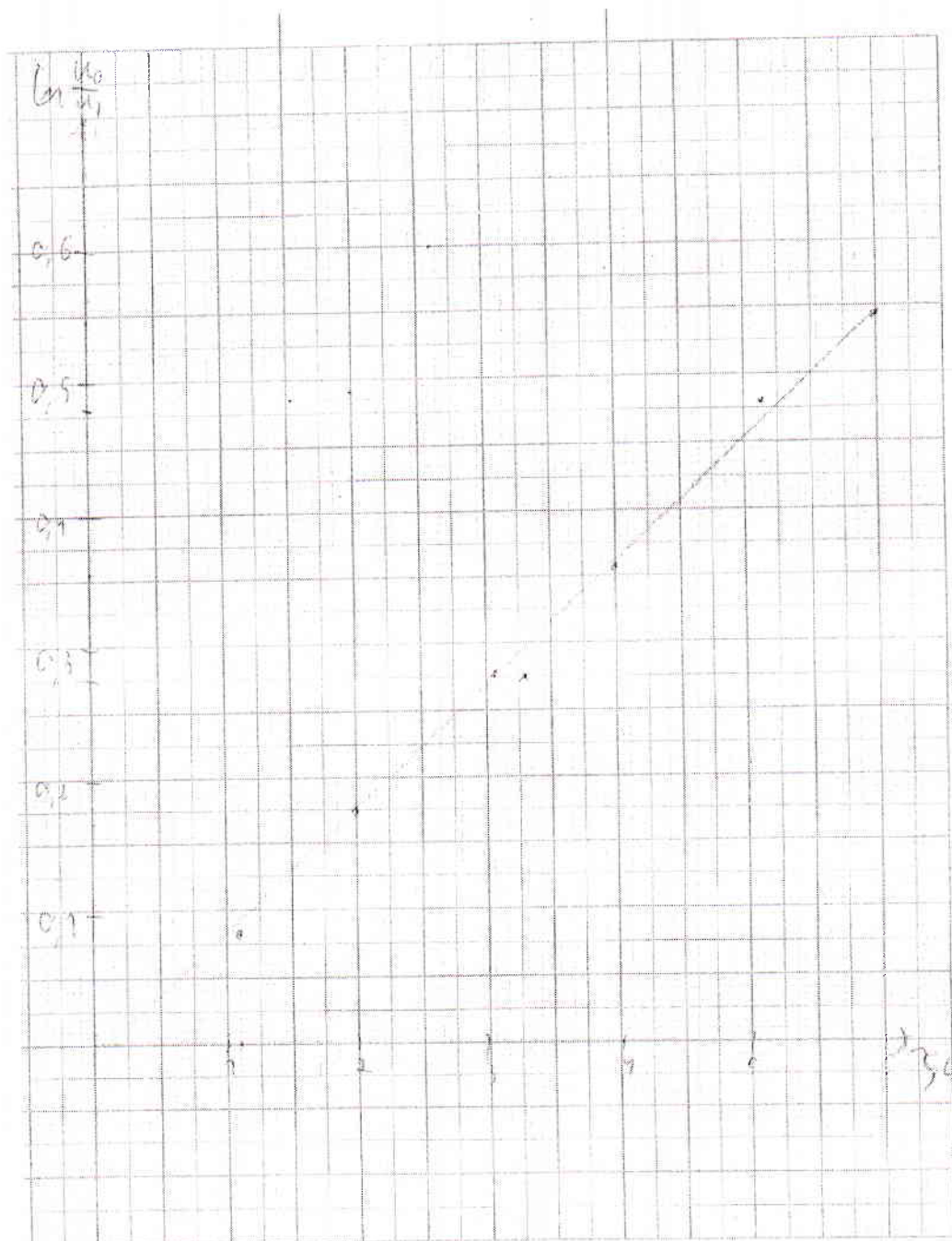
МАОУ СОШ № 246

Телефон:

89824395273

Эл. почта:

komrad.dorcan@yandex.ru



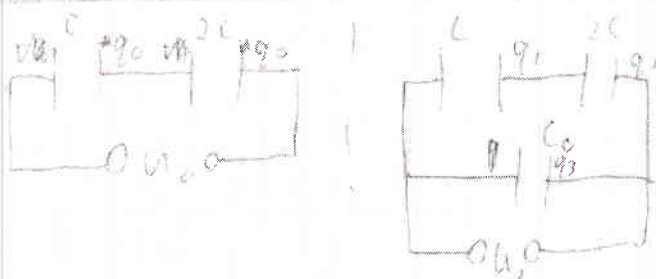
Задача № 1	Установка №
Название задачи: Электрометрический, "серый ящик".	
$\Sigma_{\text{до аттестации}} = 11$	$\Sigma_{\text{после аттестации}} =$

Теперь определим полярность ключа. О первом из них напряжение остается примерно постоянным, в другом оно начинает быстро ^{опускаться} изменяться до некоего значения. В последнем случае мы видим разрядку конденсатора в резистор, значит в нем ключ открыт. Зарядим ящик батарейкой до напр. $U_0 = 1,5\text{В}$ и подождем, когда конд-р разрядится. После этого измерим напр. в ящике $U_1 = 1\frac{1}{2}\text{В}$. U_0 создается 2-мя зар-ми конденсаторами C_1 и C_2 , а U_1 - только C_1 . Разъем систему.

$$U_0 = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}$$

$$U_1 = \frac{q_1}{C_1} = U_1, C_1 \Rightarrow U_0 = U_1 + \frac{C_1}{C_2} U_1 \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{U_0 - U_1}{U_1} = \frac{1,5 - 1}{1} = \frac{1}{2} \Rightarrow C_2 = 2C_1$$

Для определения C снова зарядим ~~ящик~~ C_1 и зарядим систему, а C_2 разрядим в резистор до напр. U_1 для "с 2" до напр. U_0 и соединим с конд-м C_2 . Потом снова измерим напр. "с 2" $U_2 = 0,4\text{В}$ и решим систему.



$$\frac{3q_0}{2C} = U_0$$

$$\frac{2q_1 + q_2}{2C} = U \frac{q_2}{C_0} = U_2$$

$$q_1 + q_2 = q_0 \quad q_2 + q_3 = q_0$$

$$q_1 = q_2$$

$$\frac{3q_1}{2C} = \frac{q_0 - q_1}{C_0}$$

$$q_0 = \frac{2C U_0}{3} \Rightarrow \frac{3q_1}{2C} = \frac{2C U_0 - 3q_1}{3C_0} \Rightarrow 9q_1 C_0 + 6q_1 C = 4C^2 U_0$$

$$q_1 = \frac{4C^2 U_0}{9C_0 + 6C}$$

$$\frac{3q_1}{2C} = U_2 = \frac{2C^2 U_0}{(3C_0 + 2C)C} = U_2 \Rightarrow 2C^2 U_0 = 3C_0 U_2 + 2C U_2$$

$$2C(U_0 - U_2) = 3C_0 U_2$$

$$C_1 = C = \frac{3C_0 U_2}{2(U_0 - U_2)} = \frac{3 \cdot 64 \cdot 1000}{2 \cdot 1,1} \approx 872727 \mu\text{F} \approx 873 \mu\text{F}$$

$$C_2 = 2C = 1745 \mu\text{F}$$

Сопротивление резистора мы получим если будем следить за разрядкой кон-ра. Введем зав-ть $U(t)$ и $q(t)$ и дифференциал



$$\frac{q}{C} = -q'R \Rightarrow q = q_0 e^{-\frac{t}{RC}} \quad U = \frac{q}{C} R = -q'R = q_0 R e^{-\frac{t}{RC}} = U_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

Если за время τ он разрядился до напря. U_1 , то

$$\begin{cases} 15(\text{п. 1}) \\ 15(\text{п. 2}) \\ 15(\text{п. 3}) \\ 15(\text{п. 5}) \end{cases} \text{ п. 4 не}$$

$$45(\text{п. 6, 7, 9, 10})$$

$$\tau = RC \ln \frac{U_0}{U_1} \quad \text{или} \quad R = \frac{\tau}{C \ln \frac{U_0}{U_1}}$$

Проведем серию опытов; зарядим „сх“ до U_0 , измерим время τ подсоединив к вольтметру, разомкнем ключ и замкнем через время τ .

$$U_0 = 0,5 \text{ В (напр. } C_2), C = C_2 = 1100 \text{ мкФ} = 1,1 \text{ мФ}$$

n	1	2	3	4	5	6
$\tau, \text{с}$	5,25	3,00	1,10	2,00	4,03	6,03
$U_1, \text{В}$	0,37	0,28	0,40	0,42	0,35	0,29
$\ln \frac{U_0}{U_1}$	0,173	0,274	0,083	0,174	0,357	0,545
$\frac{\tau}{\ln \frac{U_0}{U_1}}$	2,93	10,15	12,71	10,45	9,77	10,06

$$\langle R \rangle = 10,6 \text{ кОм}$$

Мы видим, что график $\tau \ln \frac{U_0}{U_1} (t)$ линейн.

$$\begin{array}{r} 15 \text{ (п. 11)} \\ 15 \text{ (п. 12)} \\ 15 \text{ (п. 13)} \\ \hline 3 + 4 + 4 \\ \hline 115 \end{array}$$

Региональный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР
г.Сочи, «Сириус»
19 января 2018 года

Олимпиадная работа

ФИО участника: Максимовский Василий Викторович

Дата рождения: 7.06.2000

Класс: 11

Регион: Пермский край

Школа: МАОУ, СОШ № 146

Телефон: 8 982 489 52 73

Эл. почта: komrad.dorean@yandex.ru

Задача № 2

Установка №

Название задачи: Наклонный маятник

 $\Sigma_{\text{до апелляции}} = 12$ $\Sigma_{\text{после апелляции}} =$

1. Я закрепил с одной стороны диска, с другой прикрепил гайку. Провел серию измерений.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$A_1(^{\circ})$	180	180	150	150	120	120	90	90	60	60
$A_2(^{\circ})$	40	35	35	35	45	45	30	35	20	25
d_1	1,750	1,638	1,455	1,355	1,087	0,981	1,007	0,948	1,099	0,875
$A_1(^{\circ})$	180	180	150	150	120	120	90	90	60	60
$A_2(^{\circ})$	725	735	715	710	700	75	75	75	55	55
d_2	0,365	0,218	0,265	0,310	0,182	0,211	0,182	0,182	0,087	0,087

} для большой

} для маленькой

При $\alpha < d_1 > = 1,105$, $< d_2 > = 0,218$.

При больших амплитудах диск проскальзывает и часть энергии теряется из-за трения. Таким образом уменьшается декремент δ с увеличением амплитуды колебаний.

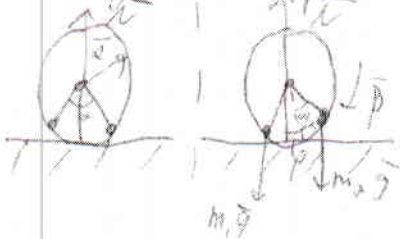
$\delta(n.1)$
 $\delta(n.2)$

2. $d_0 < d$. Кремниевые маленькие зайки. Измеряем время, за которое маятник совершает 20 полных колебаний и считаем среднее.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L (м)	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165
T (с)	1,042	1,074	1,117	1,147	1,179	1,215	1,247	1,270	1,286	1,294
T^2	0,927	0,912	0,783	0,757	0,677	0,596				
$\cos \alpha$	0,966	0,921	0,866	0,793	0,707					

35 (n.4)
 45 (n.5)
 45 (n.7)
 25 (n.8)

Выведем теоретически связь T и α .



$$M(m, \bar{g}) + M(m_2, \bar{g}) = \beta$$

Пренебрежем массой цилиндра и возьмем $J = (m_1 + m_2) R^2 = 2m R^2$

$$M(m, \bar{g}) = -m g R \sin(\alpha/2 - \varphi)$$

$$M(m_2, \bar{g}) = m g R \sin(\alpha/2 + \varphi)$$

$$\varphi \text{ малый угол} \Rightarrow \sin(\alpha/2 + \varphi) \approx \sin \alpha/2 + \varphi \cos \alpha/2, \quad \sin(\alpha/2 - \varphi) \approx \sin \alpha/2 - \varphi \cos \alpha/2$$

$$2\beta R^2 m = m g R (\sin \alpha/2 + \varphi \cos \alpha/2) - m g R (\sin \alpha/2 - \varphi \cos \alpha/2)$$

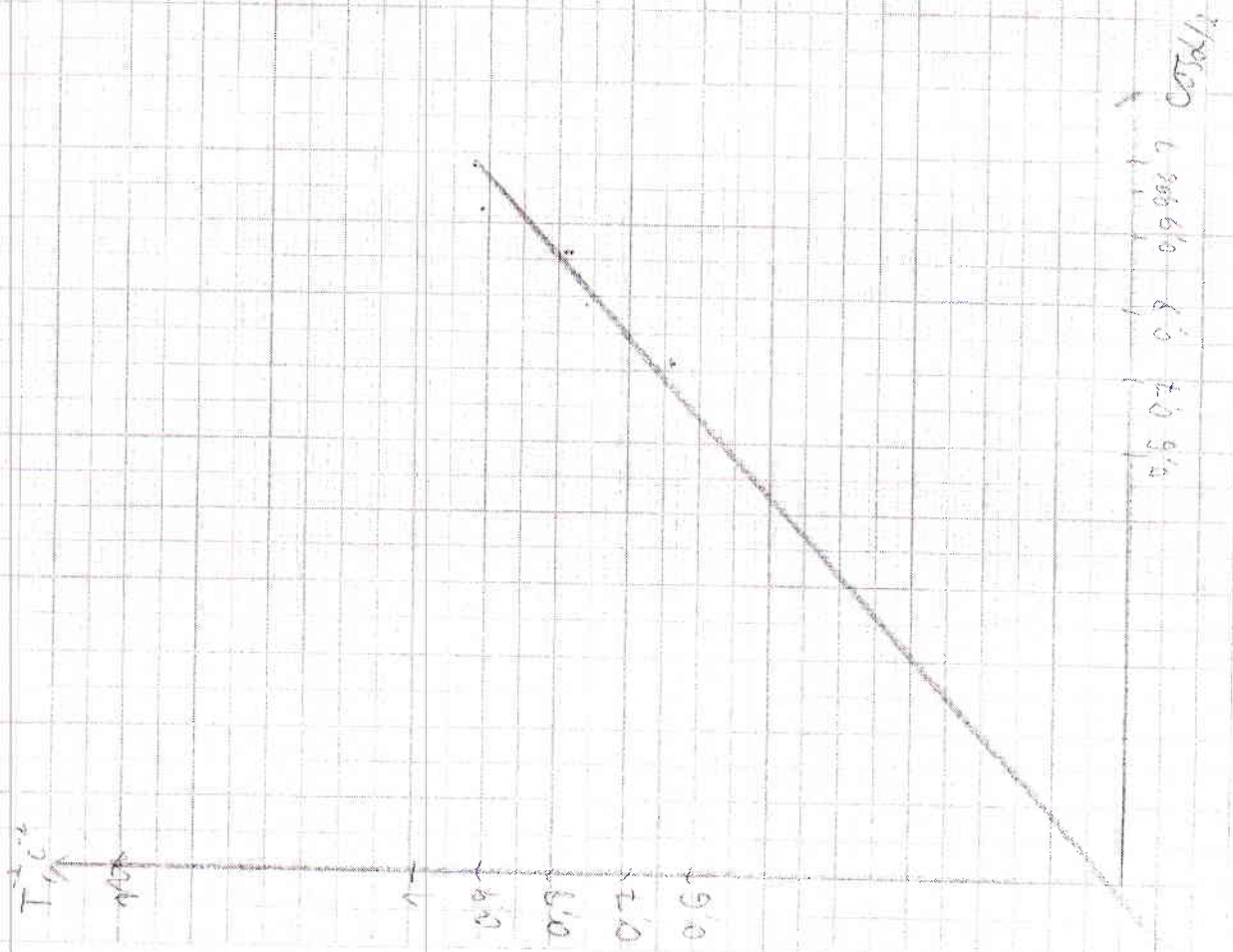
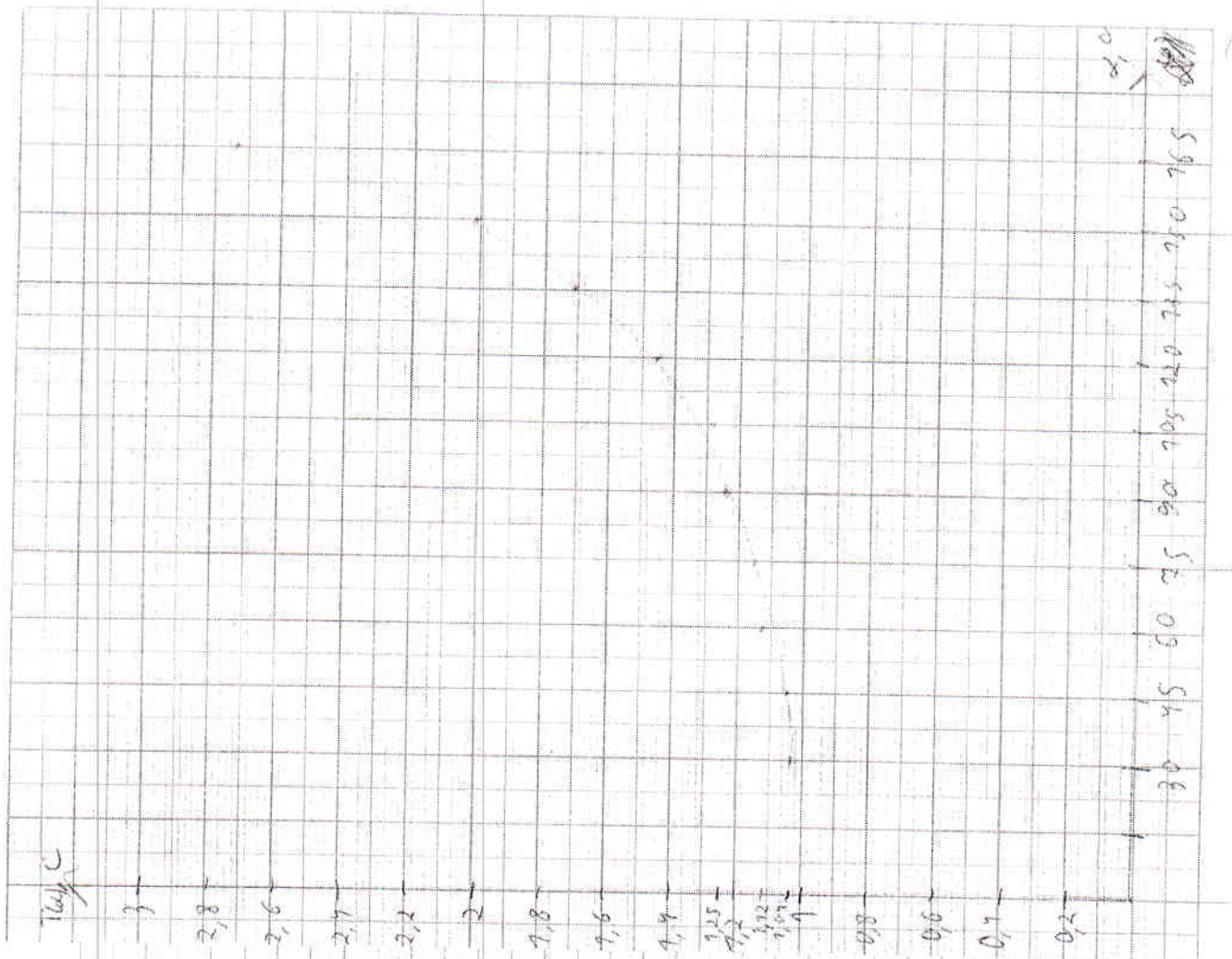
$$2\beta R^2 m = 2m g R \varphi \cos \alpha/2, \quad \beta = \varphi$$

$$\varphi R = g \varphi \cos \alpha/2 \Rightarrow \text{колеб-я гармонические, } T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g \cos \alpha/2}}$$

$$T^2 \sim \cos \alpha/2$$

125

2022年



ФМ-8

Шифр

Региональный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

г. Сочи, «Сириус»
17 января 2018 года

Олимпиадная работа

ФИО участника: Максимовский Василий Викторов-
вич

Дата рождения: 7.06.2000

Класс: 11

Регион: Пермский край

Школа: МАОУ „СОШ № 146“, г. Пермь

Телефон: 89824895273

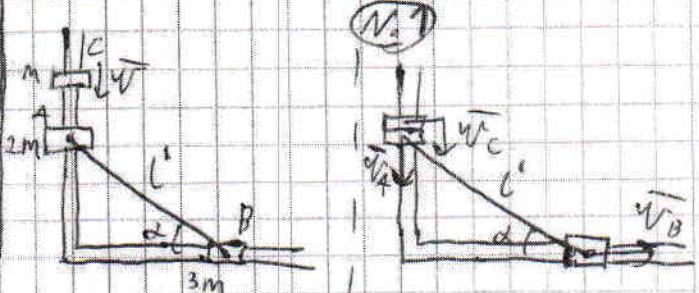
Эл. почта: komrad.dorean@yandex.ru

1	2	3	4	5	Σ
2	0	10	10	10	32

До апелляции:

После апелляции:

Дано:
 v
 2
 $v_A, v_B, v_C = ?$



$\vec{F} = -\vec{F}'$ (III закон Ньютона)
 $\vec{T}_1 = -\vec{T}_2$ (III закон Ньютона) $\Rightarrow T_1 = T_2 = T$ (+)
 Точки приложения сил T - ?
 Из сил действующих на систему вычитаются силы тяжести только N_1 и N_2 . $\vec{F}_0 = \sum \vec{F}_{внеш} = \vec{N}_1 + \vec{N}_2$ - ? и силы тяжести?!

Проецируем II закон Ньютона для тел A и B на ось OX и OY.

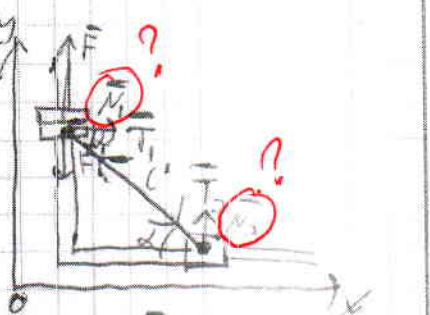
OX: $N_1 - T \cos \alpha = 0 \Rightarrow N_1 = T \cos \alpha$

OY: $N_2 - T \sin \alpha = 0 \Rightarrow N_2 = T \sin \alpha$

$\tan \beta = \frac{N_2}{N_1} = \frac{T \sin \alpha}{T \cos \alpha} = \tan \alpha \Rightarrow \beta = \alpha$

3-й закон выполняется для проекций на ось $L \perp$ (получить?)

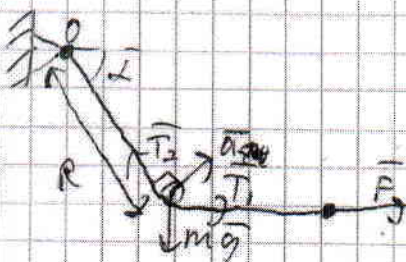
$m v_C = 2m v_{AC} + m v_{CC} + 3m v_{BC}$
 $v_{AC} = v_A \cos \alpha$, $v_{BC} = v_B \sin \alpha$, $v_{CC} = v_C \cos \alpha$, $v_C = v \cos \alpha$
 $m v \cos \alpha = 2m v_A \cos \alpha + m v_C \cos \alpha + 3m v_B \sin \alpha \Rightarrow v = 2v_A + v_C + 3v_B \tan \alpha$
 Слож. неупр. $\Rightarrow v_A = v_C$, стержень жесткий $\Rightarrow v_{AC} = v_{BC} \Rightarrow v_A \sin \alpha = v_B \cos \alpha \Rightarrow v_B = v_A \tan \alpha$ (+ 2б.)
 $v = 3v_A(1 + \tan^2 \alpha) \Rightarrow v_A = \frac{v \cos^2 \alpha}{3}$, $v_C = v_A = \frac{v \cos^2 \alpha}{3}$, $v_B = v_A \tan \alpha = \frac{v \cos^2 \alpha}{3} \tan \alpha$
 ответ получен правильно. (2б.)




Дано:

α
 R
 m

$v = ?$



(1, 2)

Рассчитаем $\sigma_{mm, O}$:

$$M(\vec{T}) + M(m\vec{g}) = mR^2\beta$$

$$M(\vec{T}) = RT \sin \alpha, \quad T = F \Rightarrow M(\vec{T}) = RF \sin \alpha$$

$$M(m\vec{g}) = -mgR \cos \alpha \Rightarrow TR \sin \alpha - mgR \cos \alpha = mR^2\beta$$

$$m\beta R = T \sin \alpha - mg \cos \alpha$$

$$\beta R = a_r; \quad \vec{a}_r \perp \vec{R}$$

$$ma_r = F \sin \alpha - mg \cos \alpha$$

Вспомогательное, когда $a_r = 0 \Rightarrow F \sin \alpha_0 = mg \cos \alpha_0 \Rightarrow \tan \alpha_0 = \dots$

α_0 - положение равновесия.

О да

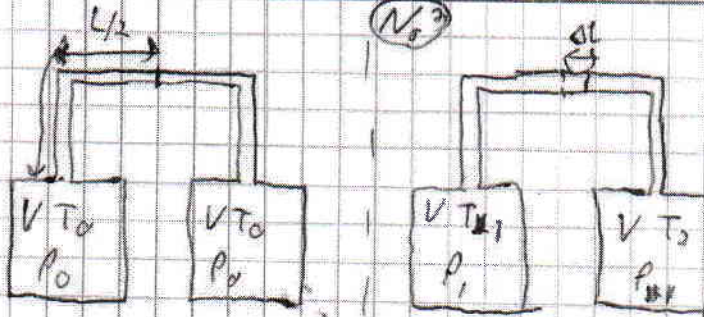
Дано:

$V = 10^{-3} \text{ м}^3$

$L = 3 \text{ м}$

$S = 10^{-4} \text{ м}^2$

$T_0 = 300 \text{ К}$



Торжество много
вместе, значит
давления в соу-
дак одинаковые.

$$\Delta T \text{ (или)} \\ \Delta T \text{ (или)}$$

мало адиабатически. $\Delta T \neq 0$

$$Q = A + \Delta U; Q \neq 0, \Delta U = \frac{1}{2} \nu R \Delta T$$

$$Q = A_1 + \frac{1}{2} \nu R (T_1 - T_0)$$

$$Q = A_2 + \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_0)$$

$$A_1 = -A_2$$

$$\frac{1}{2} \nu R (T_1 + T_2 - 2T_0) = 0 \Rightarrow T_1 + T_2 = 2T_0$$

$$\frac{pV}{T} = \nu R = \text{const} \text{ (з-н М-К)}$$

$$\frac{p_1 (V + S(\frac{L}{2} + \Delta L))}{T_1} = \frac{p_0 (V + S\frac{L}{2})}{T_0}$$

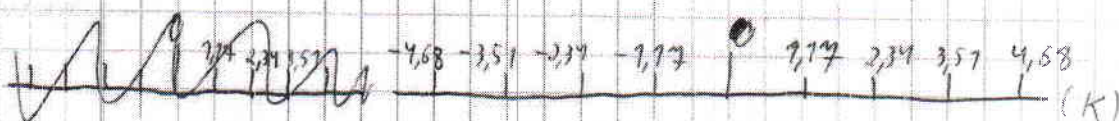
$$\frac{p_1 (V + S(\frac{L}{2} - \Delta L))}{T_2} = \frac{p_0 (V + S\frac{L}{2})}{T_0}$$

$$T_2 (V + \frac{SL}{2}) + ST_2 \Delta L = T_1 (V + \frac{SL}{2}) - ST_1 \Delta L \Rightarrow (T_1 + T_2) \Delta L = (T_1 - T_2) (V + \frac{SL}{2})$$

$$\Delta T = T_1 - T_2 \Rightarrow \Delta T = \Delta L \frac{2T_0 S}{V + \frac{SL}{2}} \Rightarrow \frac{\Delta T}{\Delta L} = \frac{2T_0 S}{V + \frac{SL}{2}} = \frac{600 \cdot 10^{-4}}{10^{-3} + 1,5 \cdot 10^{-4}} = \frac{6}{1,5} = 4 \text{ К/см}$$

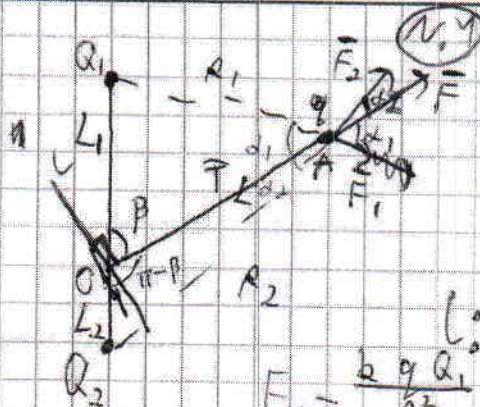
$$l_0 - \text{длина гелевой шкалы; } l_0 = \frac{18 \pm 0,5}{8} \text{ см} = 2,25 \pm 0,06 \text{ см}$$

$$\Delta T_0 - \text{цена гелевой шкалы; } \Delta T_0 = l_0 \frac{\Delta T}{\Delta L} = 9,17 \pm 0,38 \text{ К}$$



10 бал

Дано:

 R
 q
 Q_2
 L_2
 L_1
 $Q_1 = ?$ 

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{T} = \vec{0}$$

Спроецируем II з-на Ньютона на ось LOA

$$F_2 \sin \alpha_2 = F_1 \sin \alpha_1 \quad (+)$$

$$F_1 = \frac{kqQ_1}{R_1^2}; F_2 = \frac{kqQ_2}{R_2^2}$$

$$R_1^2 = L_1^2 + R^2 - 2L_1 R \cos \beta$$

$$R_2^2 = L_2^2 + R^2 - 2L_2 R \cos(\pi - \beta)$$

$$\frac{R_1}{\sin \beta} = \frac{L_1}{\sin \alpha_1} \Rightarrow \sin \alpha_1 = \frac{L_1 \sin \beta}{R_1}$$

$$\frac{R_2}{\sin(\pi - \beta)} = \frac{L_2}{\sin \alpha_2} \Rightarrow \sin \alpha_2 = \frac{L_2 \sin(\pi - \beta)}{R_2}; \sin(\pi - \beta) = \sin \beta$$

$$\frac{kqQ_1 L_1 \sin \beta}{R_1^3} = \frac{kqQ_2 L_2 \sin \beta}{R_2^3}$$

$$Q_1 = Q_2 \frac{L_2}{L_1} \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^3; \cos(\pi - \beta) = -\cos \beta \quad (+)$$

$$Q_1 = Q_2 \frac{L_2}{L_1} \left(\frac{L_1^2 + R^2 - 2L_1 R \cos \beta}{L_2^2 + R^2 + 2L_2 R \cos \beta} \right)^{3/2} \quad (+)$$

$$L_1 = 2L_2; R = 3L_2$$

$$Q_1 = Q_2 \frac{L_2}{2L_2} \left(\frac{(2L_2)^2 + (3L_2)^2 - 2 \cdot 2 \cdot 3L_2^2 \cos \beta}{L_2^2 + (3L_2)^2 + 2 \cdot 3L_2^2 \cos \beta} \right)^{3/2} = Q_2 \frac{1}{2} \left(\frac{13 - 12 \cos \beta}{10 + 6 \cos \beta} \right)^{3/2}$$

$\beta \in (0, \pi)$. На этом интервале $\cos \beta$ монотонно убывает. При этом числитель дроби возрастает, а знаменатель убывает, значит все в скобках монотонно

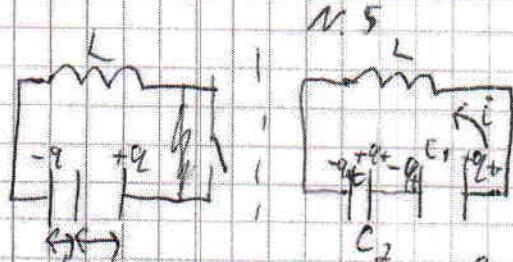
возрастает $\Rightarrow Q_1(0) < Q_1(\beta) < Q_1(\pi)$. $Q(0) = \frac{Q_2}{2} \left(\frac{1}{16} \right)^{3/2} = \frac{Q_2}{128}$

$$Q_1(\pi) = \frac{Q_2}{2} \left(\frac{25}{4} \right)^{3/2} = \frac{125 Q_2}{16} \Rightarrow Q_1 \in \left(\frac{Q_2}{128}, \frac{125 Q_2}{16} \right) \quad (+) \quad (100)$$

Дано:

$I_{max}, I'_{max}?$

1)



$$\Phi_s = -L i'$$

$$\dot{i} = -\dot{q}_+$$

$$-\Phi_s = U_1 + U_2 = \frac{q_+}{C_1} + \frac{q_-}{C_2}$$

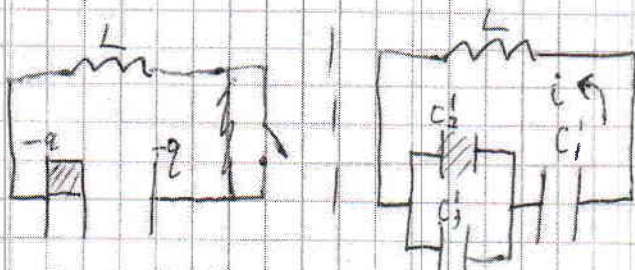
$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{2d}, C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d} \Rightarrow \ddot{q}_+ L + \frac{3d q_+}{\epsilon_0 S} = 0 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{3d}{\epsilon_0 S L}}$$

$$q_+ = A \cos t \sqrt{\frac{3d}{\epsilon_0 S L}}, q_+(0) = q = A \Rightarrow q_+ = q \cos t \sqrt{\frac{3d}{\epsilon_0 S L}}$$

$$\dot{i} = -\dot{q}_+ = q \sqrt{\frac{3d}{\epsilon_0 S L}} \sin t \sqrt{\frac{3d}{\epsilon_0 S L}}$$

$$I_{max} = q \sqrt{\frac{3d}{\epsilon_0 S L}}$$

2)



$$C_1' = \frac{\epsilon_0 S}{2d}$$

$$C_2' = \frac{\epsilon_0 S}{2d}$$

$$C_3' = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$C_0' = \frac{1}{\frac{1}{C_2' + C_3'} + \frac{1}{C_1'}} = \frac{1}{\frac{1}{(\epsilon+1)\epsilon_0 S} + \frac{1}{\epsilon_0 S}} = \frac{2d}{\epsilon_0 S (\epsilon+2)}$$

$$\omega' = \frac{1}{\sqrt{L C_0'}} = \sqrt{\frac{2d(\epsilon+2)}{\epsilon_0 S (\epsilon+1) L}}, q'_+ = q \cos t \sqrt{\frac{2d(\epsilon+2)}{\epsilon_0 S (\epsilon+1) L}}$$

$$\dot{i}' = -\dot{q}'_+ = q \sqrt{\frac{2d(\epsilon+2)}{\epsilon_0 S (\epsilon+1) L}} \sin t \sqrt{\frac{2d(\epsilon+2)}{\epsilon_0 S (\epsilon+1) L}}$$

$$I'_{max} = q \sqrt{\frac{2d(\epsilon+2)}{\epsilon_0 S (\epsilon+1) L}}$$

105