

Региональный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

г.Сочи, «Сириус»
17 января 2018 года

Олимпиадная работа

ФИО участника:

Селюгин Михаил Александрович

Дата рождения:

28.08.2000

Класс:

11

Регион:

Пермский край

146, г. Пермь

Школа:

Телефон:

89026376426

Эл. почта:

mike_super1@mail.ru

1	2	3	4	5	Σ
2	2	10	8	10	32

Sp

После апелляции:

Diagram illustrating a beam of length L with a point load Q_1 at the left end and a point load Q_2 at the right end. A reaction force R is shown at the support. The beam is divided into segments L_1 and L_2 . A coordinate system (x, y) is established at the support. Forces F_1 and F_2 are shown acting on the beam. The diagram is labeled "Единица" (Unit) and "по Т. Косинусу" (by T. Cosine).

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

$$\textcircled{x}: F_2 \sin \theta = F_1 \sin \theta \quad (+)$$

там расхождение между Q_{149} и

Quay - 10

по т. косинусов $r = \sqrt{L_1^2 + R^2 - 2L_1 R \cos \alpha}$

$$r_2 = \left(L_2^2 + R^2 + 2L_2 R \cos(\beta) \right)^{\frac{1}{2}}$$

Torque in T. Ammprob $\frac{r_1}{\sin \beta} = \frac{L_1}{\sin \alpha}$

$$\frac{r_2}{\sin \beta} = \frac{L_2}{\sin \gamma} \quad (\text{Th. } \sin \beta = \sin(180^\circ - \gamma))$$

Тогда (1) $\frac{K_2 Q_2}{L_2^2} \cdot \frac{SMB(L_2)}{L_2} = \frac{K_1 Q_1}{L_1^2} \cdot \frac{SMB(L_1)}{L_1}$ — пропуск

$$Q_1 = Q_2 \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^3 = Q_2 \left(\frac{L_1^2 + R^2 - 2L_1 R \cos \beta}{L_2^2 + R^2 + 2L_2 R \cos \beta} \right)^{\frac{3}{2}} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

Тогда для $L_1 = 2L_2$, $R = 3L_2$, используя вышеуказанную формулу,

$$Q_1 = Q_2 \left(\frac{4L_1^2 + 9L_2^2 - 12L_1L_2 \cos \beta}{L_1^2 + 9L_2^2 + 6L_1L_2 \cos \beta} \right)^{\frac{3}{2}} = Q_2 \left(\frac{13 - 12 \cos \beta}{10 + 6 \cos \beta} \right)^{\frac{3}{2}}$$

Найдем величины Q_1 , учитывая, что $-1 \leq \cos \beta \leq 1$

$$\frac{1}{16} \leq \frac{13 - 12 \cos \beta}{10 + 6 \cos \beta} \leq \frac{25}{4} \Rightarrow \text{возведем в степ. } \frac{3}{2} \text{ и получим два}$$

$$\frac{1}{64} Q_2 \leq Q_1 \leq 15,625 Q_2$$

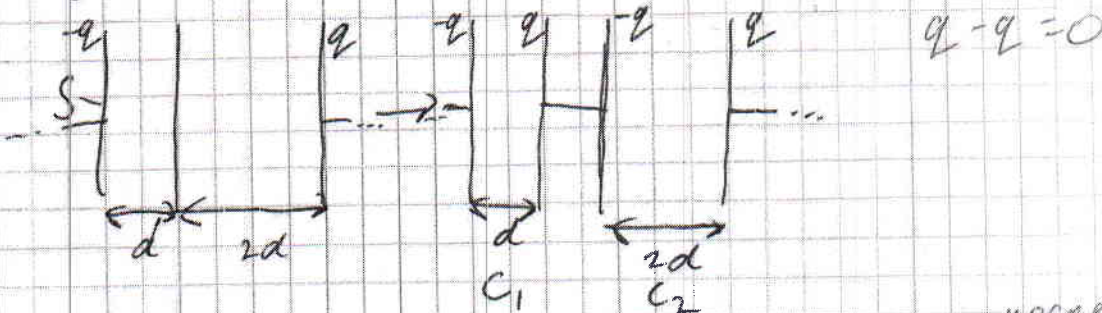
у нас 2 условия, Q_2 ,
или радиусов!
~

ответ: $Q_1 = Q_2 \left(\frac{L_1^2 + R^2 - 2L_1R \cos \beta}{L_2^2 + R^2 + 2L_2R \cos \beta} \right)^{\frac{3}{2}}$; от $\frac{1}{64} Q_2$ до $15,625 Q_2$

задача 5.

1) Представим, что на среднюю пластину с обеих сторон нанесена фольга. Условно пластину это не учитываем, но (ее заряд остается нулевым)

Тогда три пластины можно представить в виде 2 конденсаторов, соединенных последовательно.



послед. соедин.

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{2d} \Rightarrow \text{их общая емкость } C_0 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} =$$

$$= \frac{\epsilon_0 S}{3d} \quad \text{Тогда } W_{\text{макс}} = \frac{q^2}{2C_0} = \frac{3q^2 \cdot d}{2 \epsilon_0 S} = 1,5 \frac{q^2 d}{\epsilon_0 S}$$

После замыкания ключа ток в катушке максимальен, когда максимальна её энергия, т.е. когда $W_C = 0$

Тогда $\frac{L I_{\max}^2}{2} = W_{\max}$

$$\frac{L I_{\max}^2}{2} = \frac{3}{2} \frac{q^2 d}{\epsilon_0 S}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{3 q^2 d}{\epsilon_0 S \cdot L}} = q \sqrt{\frac{3 d}{\epsilon_0 S \cdot L}}$$

Заметим, что поле замыкается ^{гармоническое} в цепи будет совершать колебания по закону

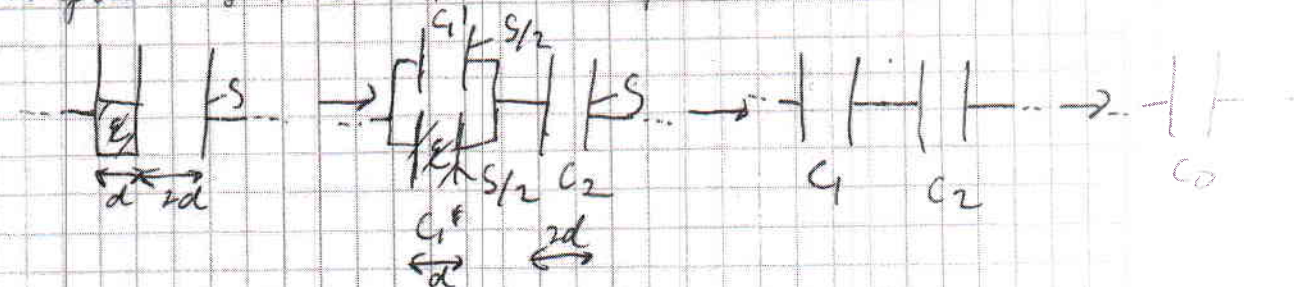
$$q = q_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0), \text{ где } \omega = \sqrt{\frac{1}{LC_0}} \text{ и } I = \frac{q}{\Delta t} \Leftrightarrow$$

$$I = q' \Rightarrow I_{\max} = q_{\max} \cdot \omega = q \cdot \sqrt{\frac{1}{LC_0}} = q \sqrt{\frac{1}{\epsilon_0 S \cdot L}}$$

Тот же ответ

2) Катушку с "преобразователем" трех пластин в фл.

конденсатора, также разделим 2 верхних пластины пополам и получим цепь с n -м n конденсаторами



$$C_1' = \frac{\epsilon_0 S}{2d} \quad C_1'' = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{2d} \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{2d}$$

Тогда $C_1 = C_1' + C_1'' = \frac{\epsilon_0 S}{2d} (1 + \epsilon)$ - парал. соедин.

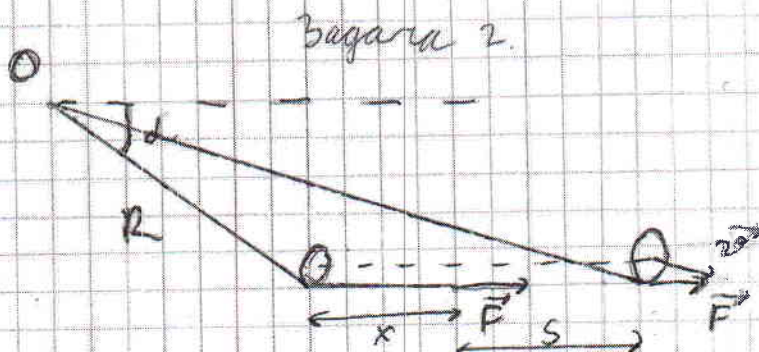
$$C_0 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{\frac{\epsilon_0 S (1 + \epsilon)}{2d} \cdot \frac{\epsilon_0 S \cdot 2d}{2d \cdot 2d \cdot (2 + \epsilon) \cdot \epsilon_0 S}}{\frac{\epsilon_0 S (1 + \epsilon)}{2d} + \frac{\epsilon_0 S \cdot 2d}{2d \cdot 2d \cdot (2 + \epsilon) \cdot \epsilon_0 S}} = \frac{\epsilon_0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

или

В цепи ~~идет~~ ^{идет} возникнут гармонические колебания с $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC_0}}$ по закону $q = q_{\max} \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

Т.к. $I = \frac{q}{\Delta t} = q'$, то $I_{\max} = q'_{\max}$, $\omega_0 = q' \sqrt{\frac{1}{LC_0}} =$
 $= q' \sqrt{\frac{2\epsilon\epsilon_0}{1+\epsilon}} \cdot \frac{2d}{\epsilon_0 S \cdot L}$

Ответ: 1) $q' \sqrt{\frac{3d}{\epsilon_0 S \cdot L}}$ 2) $q' \sqrt{\left(\frac{2\epsilon\epsilon_0}{1+\epsilon}\right) \cdot \frac{2d}{\epsilon_0 S \cdot L}}$ (+) 105.



Одобрим, что шарик
оторвется тогда, когда сила
будет представлять собой
треуголь.

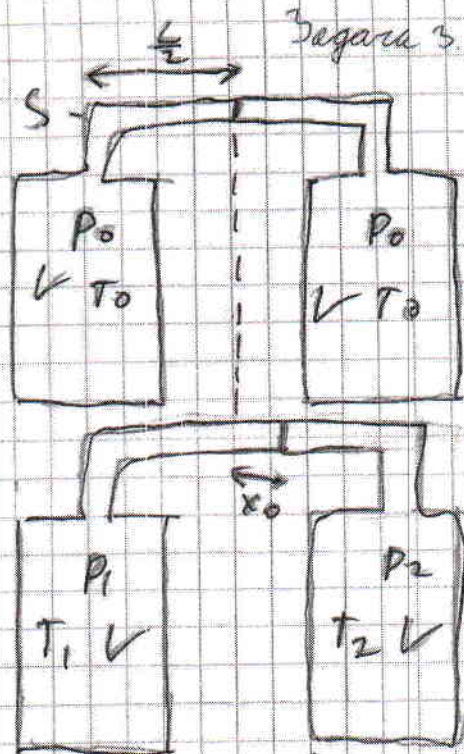
Т.к. к ленте приложена горизонтальная сила, то
ее центральный конус перемещается только горизонтально. В
момент отрыва шарика от ленты он будет
перемещаться на том же уровне, что и в начале, т.е. $\Delta R = 0$
 Знаем $A_F = \Delta K = \frac{mv^2}{2}$ по закону сохр. энергии

Т.к. лента нерастянима, то $R + x = R \cos \alpha + x + S$
 $S = R(1 - \cos \alpha)$

Тогда $A_F = FS = FR(1 - \cos \alpha)$ и $v = \sqrt{\frac{2AF}{m}} = \sqrt{\frac{2FR(1 - \cos \alpha)}{m}}$

Ответ: $\sqrt{\frac{2FR(1 - \cos \alpha)}{m}}$

(+) 28.



Задача 3. Дифферен. терм.

Система в равновесии $P_1 = P_2$

При этом по законам Менделеева

$$\frac{P_1 \left(V + \left(\frac{L}{2} + x_0 \right) S \right)}{T_1} = \frac{P_0 \left(V + \frac{L}{2} S \right)}{T_0}$$

$$= \frac{P_2 \left(V + \left(\frac{L}{2} - x_0 \right) S \right)}{T_2}$$

$$\text{значит } \frac{V + \left(\frac{L}{2} + x_0 \right) S}{T_1} = \frac{V + \left(\frac{L}{2} - x_0 \right) S}{T_2}$$

Тогда, если $[x_0] = \text{см}$, то

$$\frac{1000 + 150 + x_0}{T_1} = \frac{1150 - x_0}{T_2}$$

$$T_2 = T_1 \frac{V + \left(\frac{L}{2} - x_0 \right) S}{V + \left(\frac{L}{2} + x_0 \right) S} = T_1 \frac{1150 - x_0}{1150 + x_0}$$

$$\text{Тогда } \Delta T = T_1 - T_2 = \left(\frac{2x_0}{1150 + x_0} \right) T_1$$

Т.к. рассматривает незначительные изменения температуры, то

$$\Delta T \approx \left(\frac{2x_0}{1150 + x_0} \right) T_0 = \frac{600 x_0}{1150 + x_0}$$

как видно, зависимость

получилась не линейной, но т.к. x_0 мало, то она будет

⊕



Градуирование произведено исходя из того, что одно деление 370

2,25 мм (4 деления - 9 мм) x_0 , м.в. к примеру

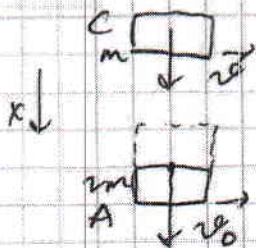
$$\Delta T_1 = \frac{600 \cdot 2,25}{1150 + 2,25} \approx 1,17 \text{ K}$$

или в другую сторону $\Delta T_2 = -\Delta T_1$ и шкала получилась близкой к линейной

10

Задача 1. Три муфты.

Рассмотрим нейтральное состояние муфт А и С

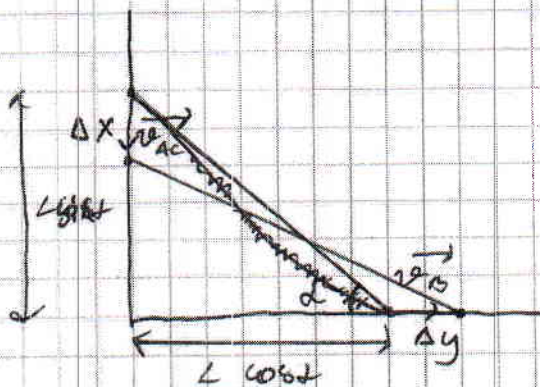


По закону сохранения импульса

$$m\vec{v} = (2m+m)\vec{v}_0$$

$$\text{откуда } v_0 = \frac{v}{3}$$

Тогда система обладает энергией $E = \frac{3m \cdot v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{6}$ и представляла в виде двух муфт, ~~каждая~~ массы $2m$, скрепленных стержнем



Пусть верхние муфты за время Δt сместились на Δx , а нижние на Δy

Тогда т.к. стержень жесткий, и его длина L , то

$$L^2 = (L \sin \alpha - \Delta x)^2 + (L \cos \alpha + \Delta y)^2$$

$$2/L \sin \alpha \Delta x = \Delta x^2 + \Delta y^2 + 2/L \cos \alpha \Delta y$$

предпренебрежем членами, т.к. Δx и Δy малы

$$\Delta y = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \Delta x \quad | : \Delta t$$

$$v_B = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} v_{AC} = L \omega \pm v_{AC}, \text{ если } v_B - \text{скор. муфты } B$$

$v_{AC} - \text{скор. муфты } A \text{ и } C$

Тогда по зак. сохр. энергии —

$$E = \frac{m v^2}{6} = \frac{3m v_B^2}{2} + \frac{3m v_{AC}^2}{2} \quad | \cdot \frac{2}{3 \cdot m}$$

$$\frac{v^2}{g} = v_{AC}^2 (\tan^2 \alpha + 1)$$

$$v_{AC}^2 = \frac{v^2}{3(1+\tan^2 \alpha)} = \frac{v^2}{3} \cdot \cos^2 \alpha$$

$$v_{AC} = \frac{v \cos \alpha}{3} \Rightarrow v_B = \tan \alpha v_{AC} = \frac{v \sin \alpha}{3}$$

$$\text{Ответ: } v_A = v_C = \frac{v \sin \alpha}{3}; v_B = \frac{v \cos \alpha}{3}$$

25

Ф7-11-9

Шифр

Региональный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

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

Олимпиадная работа

ФИО участника: Серюгин Михаил Александрович

Дата рождения: 28.08.2000

Класс: 11

Регион: Пермский край

г.чб, г. Пермь

Школа:

Телефон: 83026376426

Эл. почта: mike-super10@mail.ru

Задача № 1	Установка № 5
Название задачи: Электонитивный серый лист	
Σ до апелляции = 6	Σ после апелляции =

Теорема Ватсона.

Сначала найдем сопротивление вольтметра R_V . Для этого зарядим от батареи C_0 , и будем следить за изменением показаний вольтметра.



Т.е. найдет зависимо от $V(t)$

из нее по ней построим график.

известно, что $V = \frac{q}{C_0} \Rightarrow V'$, найдет найдетнае из графика,

$$V' = \left(\frac{q}{C_0} \right)' = \frac{I}{C_0} \Rightarrow I = C_0 \cdot V'$$

но при этом $I = \frac{V'}{R_V} \Rightarrow R_V = \frac{V}{I} = \frac{V}{C_0 \cdot V'}$

Далее будем работать с микром.

При замкнутом ключе, новый зарядки, конденсатор C_2 ~~в~~ разрядится через R и при подыскании вольтметра мы надем V_1 - напряжение, из первого конденсатора

При разомкнутом ключе вольтметр покажет $V_{02} = V_1 + V_2 \Rightarrow$ найдет отсюда $\frac{C_1}{C_2}$

При попер. соедин. конденсаторов и размыкании.

$$C_1 U_1 = C_2 U_2$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{U_{B2} - U_{B1}}{U_{B1}}$$

Далее найдем заряд конденсатора при размыкании и найдем зависимость $U(t)$. Аналогично примеру с C_0 $U = \frac{q}{C^*}$, где C^* — эквив. емкость

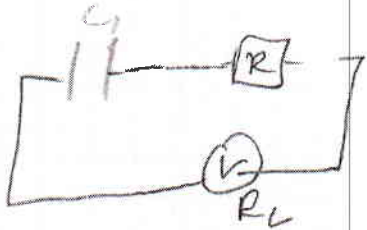
конденсаторов, $C^* = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ $U = \frac{I}{C^*} = \frac{U}{R + R_V}$

А по зак. Ома $I = \frac{U}{R_V} = C^* \cdot U'$

Тогда $C^* = \frac{U}{R_V \cdot U'}$

Зная C^* находим C_1 и C_2

R найдем, размыкнув цепь и сняв зависимость $U(t)$ в данный случай конденсатор 1 зарядим, второй разрядим. Притом, что цепь состоит из



Тогда $R + R_V = \frac{U}{C_0 \cdot U'}$ (см. пример с C_0) и

$$R = \frac{U}{C_0 \cdot U'} - R_V$$

Результаты измерений.

1) $V_1, V_2, V_3 \pm \Delta C$

1,61 1,55 1,6 0

1,534 1,45 1,58 10

1,577 1,42 1,57 20

1,561 1,45 1,55 30

1,550 1,38 1,54 40

1,53 1,3 1,52 50

1,51 1,51 60

1,496 1,49 70

1,484 1,47 80

1,468 1,46 90

1,454 1,45 100

1,433 1,435 110

1,424 1,421 120

1,395 1,394 140

 V_1 - цена с C_0 V_2 - цена с заток. комисс. V_3 - цена с раздат. комисс.

50 (п.1)

50 (п.2)

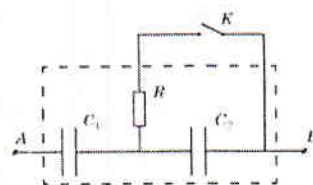
50 (п.3)

50 (п.11)

50 (п.12)

65

Задание 11.1. Электролитический «серый ящик». В «сером ящике» с выводами A и B и выведенным наружу ключом K собрана электрическая цепь, схема которой представлена на рисунке. Определите ёмкости конденсаторов C_1 , C_2 и сопротивление резистора R .



Оборудование: батарейка, мультиметр в режиме вольтметра, конденсатор известной ёмкости $C_0 = 1000$ мкФ, миллиметровая бумага для построения графиков, секундомер.

Примечание. Все использующиеся в работе конденсаторы электролитические. Они должны подключаться в цепь с учетом полярности, указанной на ящике и выводах конденсатора C_0 . Учтите, что при неверном подключении оборудование может выйти из строя, а вам его не заменят

A schematic diagram of a 2D Cartesian coordinate system. The horizontal axis is labeled 'x' and the vertical axis is labeled 'y'. A point is marked in the first quadrant with dashed lines extending to the axes. The axes are labeled with 'x' and 'y' at their ends. The origin is marked with a small circle.

Шифр

Лист _____ из _____

Региональный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

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

Олимпиадная работа

ФИО участника:

Сезюгин Михаил Александрович

Дата рождения:

28.03.2000

Класс:

11

Регион:

Пермский край

146, г. Пермь

Школа:

Телефон:

93026376426

Эл. почта:

mike-super@mail.ru

Задача № 2	Установка №
Название задачи: Импоненный маятник	
$\Sigma_{\text{до аппликации}} = 15$	$\Sigma_{\text{после аппликации}} =$

1. Теория вопроса

Будет проводить измерения следующим образом:
Закрепить ручку гайку магнитом



так, чтобы её центр лежал на делении 180°
маятник будет отклонен на такую величину
угла (в данном случае это одно деление -15°)
после отклонения ручки, т.к. тогда точка маятника
будет покоится на месте

После отклонения будет затереть шило и
колебаний, за которое система придет в состояние
покое. Чем больше колебаний потребовалось для
затухания, тем меньше последовательные колебания
отличаются друг от друга. Значит тем больше
и, тем меньше декремент затухания

2. Измерения

маленькая гайка	55	53	50	60	64
большая гайка	90	83	87	80	90

~~Значит~~ Да, колебание будет аperiodичными и в кривой маятник будет совершать очень много мелких колебаний. Из-за этого измерение не очень точные, но в целом заметна закономерность, что для боковой гайки и боковой закрепления затухание меньше для боковой гайки.
Поворот боковой гайки.

35(п.4-3)

Закрепим их как показано на рисунке и будем разбивать их, проводя на каждой 2 по 3 измерения для периода 30 колебаний. 30 взято для удобства подсчета измерений. 2 будет кратен 150 - делению транспортира

α	T ₁	T 30 колебаний, с		T _{ср}
		T ₂	T ₃	
0°	16	16	15,4	15,8
15°	16,7	15,9	16	16,2
30°	16,5	17,5	17	17
45°	17,5	17,4	17,8	17,6
60°	18,3	18,7	18,6	18,7
75°	21	20,8	20	20,6
90°	23,3	23,1	22,6	23
105°	25,3	26,4	26,3	26
120°	30,8	30,1	29,1	30

35(п.4)
 45(п.5)
 25(п.6)

	T_1	T_2	T_3	$T_{ср}$
135°	35,4	36	36,6	36
150°	44	43	42	43

При этом $\Delta T_{ср} \approx 0,3^\circ\text{C}$

Заметим, что при $\alpha \approx 105^\circ$ колебания достаточно быстро затухают, поэтому я брал T 20 колебаний и делю на $\frac{2}{3}$. А при $\alpha > 150^\circ$ колебания будут уже слишком быстро затухать

Построив график $T(\alpha)$ замечаем, что $T \sim \alpha^2$ и построив зависимость $T(\alpha^2)$, то уже α^2 в рядках, замечаем, что это близко к прямой ~~линии~~

т.е. $T(\alpha)$ - квадратичная зависимость, график ее сход с параболой неодетальной степени (к примеру 2)

$$4,05 (п. 7)$$

$$25 (п. 8)$$

$$\swarrow 150$$

