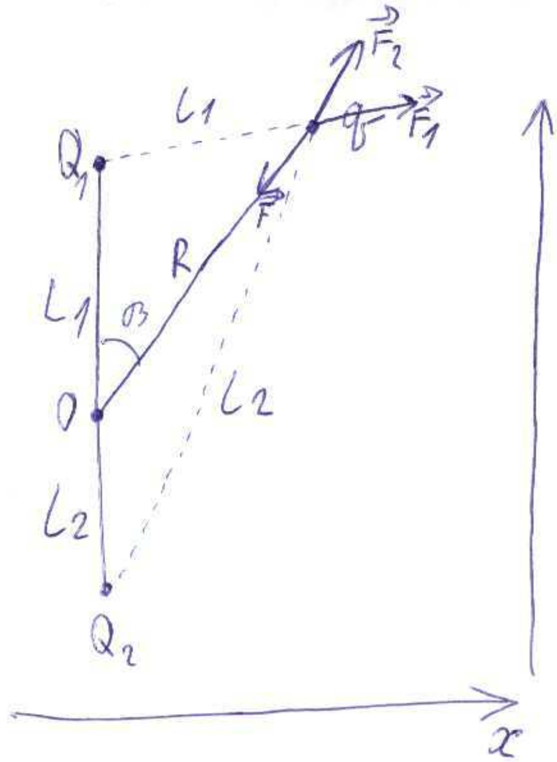
1



№4

С-8 Чистовик

1). По теореме косинусов

$$l_1=\sqrt{L_1^2+R^2-2L_1R\cos\beta}$$

$$l_2=\sqrt{L_2^2+R^2-2L_2R\cos(180-\beta)}=$$

$$=\sqrt{L_2^2+R_2^2+2L_2R\cos\beta}$$

2). Равновесие ⇒ $a=0$ ⇒ равнодействующая всех сил $=0$:

$$0=\vec{F}+\vec{F_1}+\vec{F_2}$$

3) В проекциях на x и y:

$$\begin{cases} 0=-\cos\beta F+\dfrac{\cos\beta\cdot R+L_2}{l_2}\cdot F_2+\dfrac{\cos\beta\cdot R-L_1}{l_1}F_1 \\ 0=-\sin\beta F+\dfrac{\sin\beta R}{l_2}F_2+\dfrac{\sin\beta R}{l_1}F_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \cos\beta F=\cos\beta R\left(\dfrac{F_2}{l_2}+\dfrac{F_1}{l_1}\right)+\dfrac{L_2}{l_2}F_2-\dfrac{L_1}{l_1}F_1 \\ F=\dfrac{R}{l_2}F_2+\dfrac{R}{l_1}F_1 \end{cases}$$

$$\frac{L_2}{l_2}F_2=\frac{L_1}{l_1}F_1$$

1	2	3	4	5	Σ
1/	4	10	10	8/	33

4). Закон Кулона:

$$F=k\frac{q_1q_2}{r^2}\Rightarrow\frac{L_2}{l_2}k\frac{qQ_2}{l_2^2}=\frac{L_1}{l_1}k\frac{qQ_1}{l_1^2}\Longrightarrow\frac{L_2Q_2}{l_2^3}=\frac{L_1Q_1}{l_1^3}$$

$$Q_1=\frac{L_2Q_2l_1^3}{l_2^3L_1}=\frac{L_2(L_1^2+R^2-2L_1R\cos\beta)^{\frac{3}{2}}}{L_1(L_2^2+R^2+2L_2R\cos\beta)^{\frac{3}{2}}}Q_2$$

Ответ: $Q_1=Q_2\dfrac{L_2(L_1^2+R^2-2L_1R\cos\beta)^{\frac{3}{2}}}{L_1(L_2^2+R^2+2L_2R\cos\beta)^{\frac{3}{2}}}$.

5). $2L_2 = L_1$; $3L_2 = R$; Пусть $L_2 = L$, тогда.

$$Q_1 = Q_2 \frac{L(4L^2+9L^2-12L^2\cos\beta)^{\frac{3}{2}}}{2L(L^2+9L^2+6L^2\cos\beta)^{\frac{3}{2}}} = Q_2\frac{(13-12\cos\beta)^{\frac{3}{2}}}{2(10+6\cos\beta)^{\frac{3}{2}}}$$

6). Очевидно, что для $\left(\frac{13-12\cos\beta}{10+6\cos\beta}\right)^{\frac{3}{2}}$ - минимум $= \left(\frac{13-12}{10+6}\right)^{\frac{3}{2}} = \left(\sqrt{\frac{1}{16}}\right)^3 = \frac{1}{64}$, а максимум $= \left(\frac{13+12}{10-6}\right)^{\frac{3}{2}} = \left(\sqrt{\frac{25}{4}}\right)^3 = \frac{125}{8} = 15\frac{5}{8} \Rightarrow$

~~⇒ Q_1 должен быть менее чем в 64 раза меньше Q~~

$Q_1 : Q_2 \in \left(\frac{1}{64}; 15\frac{5}{8}\right) \Rightarrow Q_1 \in \left(\frac{Q}{64}; Q\cdot\frac{125}{8}\right)$

Ответ: $Q_1 \in \left(\frac{Q}{64}; Q\cdot\frac{125}{8}\right)$ арифм

№ 3.

1) Формула Менделеева-Клапейрона

$\nu RT = pV$

2). $\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{p_2V_2}{R\nu_2} - \frac{p_1V_1}{R\nu_1}$

3). В начальный момент времени: (вторая цифра 0 = начальный момент времени)

$$\begin{cases} T_{10}=T_{20};\ V_{10}=V_{20};\ p_{10}=p_{20} \text{ (т.к. равновесие).} \\ \nu_1 RT_{10}=p_{10}V_{10} \\ \nu_2 RT_{20}=p_{20}V_{20} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_{20}=T_{10} \\ \nu_1 RT_{10}=\nu_2 RT_{20} \end{cases} \Rightarrow \nu_1=\nu_2$$

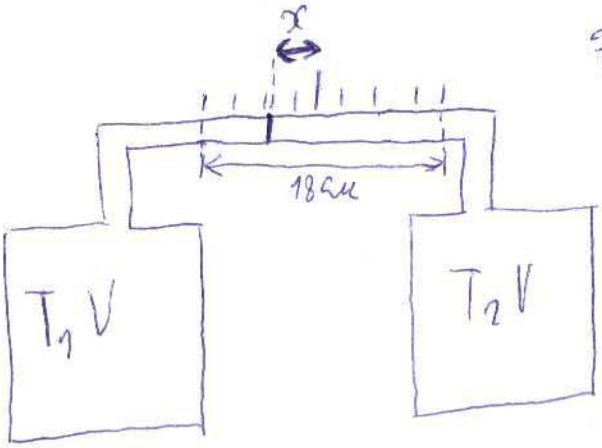
4) $p_{10}V_{10} = \nu_1 RT_{10} \Rightarrow \frac{p_{10}}{\nu_1 R} = \frac{T_{10}}{V_{10}} = \frac{T_0}{V+\frac{L}{2}\cdot S} = \frac{300}{10^{-3}\cdot 3\cdot 10^{-4}} = \frac{3}{13}\cdot 10^6\ \frac{К}{м^3}$

5). ν и R постоянны, изменениями p можно пренебречь, т.к. изменения T незначительны. $\Rightarrow \frac{p_{10}}{\nu_1 R}(V_2-V_1) = \Delta T$

6) Пусть x - отклонение от центра с "+" если в сторону сосуда T_2, с "-" если в сторону сосуда с T_1, тогда:

$V_1 = V+\left(\frac{L}{2}+x\right)\cdot S$; $V_2 = V+\left(\frac{L}{2}-x\right)\cdot S \Rightarrow \Delta T = \frac{p_{10}}{\nu_1 R}(-x\cdot S\cdot 2) = \frac{6}{13}\cdot 10^{6}\cdot(-x)\cdot 10^{-4}$

С-8 Чистовик



7). О шкале:
ц.д. $= \frac{18 см}{8} = 2,25 см$ (для включения)

8). Между ΔT и x линейная зависимость ⇒ шкала линейна ⇒
⇒ ц.д. $= 2,25\cdot10^{-2}\cdot\frac{6}{13}\cdot10^{5}\cdot10^{-4} = \frac{3\cdot4,5}{13}$ К ≈
≈ 1,04 К ⇒ шкала:

Ответ.

K	4,15	3,12	2,08	1,04	0	−1,04	−2,08	−3,12	−4,15

№1

Пусть V_1 - скорость A и C после удар, а V_2 - скорость B после удар, тогда:

$V_2 tg\alpha = V_1$. Т.к. трения нет энергия сохраняется ⇒

$E_1 = E_2$; $E_1 = \frac{mV^2}{2}$; $E_2 = \frac{3mV_1^2}{2} + \frac{3mV_2^2}{2}$ ⇒

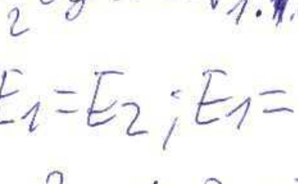
$V^2 = 3(V_1^2 + V_2^2) \Rightarrow V^2 = 3V_2^2(1+tg^2\alpha) \Rightarrow 3V_2^2 = V^2\cdot\cos^2\alpha \Rightarrow V_2 = \sqrt{\frac{V^2\cos^2\alpha}{3}} = \frac{V\cos\alpha}{\sqrt3}$ ⇒

⇒ $V_1 = tg\alpha V_2 = \frac{V\cos\alpha}{\sqrt3}\cdot tg\alpha = \frac{V\sin\alpha}{\sqrt3}$.

Ответ: $\frac{V\cos\alpha}{\sqrt3}$ - скорость муфты B, $\frac{V\sin\alpha}{\sqrt3}$ - скорость муфт A и C.

№5(1)* q в условии ⇒ q_0 в решении

1). Заменим схему эквивалентной:



$C_1 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$; $C_2 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{2d}$ ⇒ $C = \frac{1}{\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{3d}$ 8

2) Для гармонических колебаний:

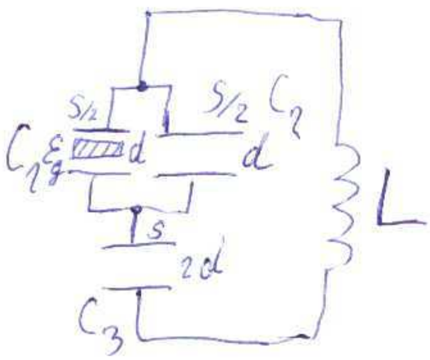
$x = A\cos(\varphi + \omega t)$. 3). Для данной системы:

$q = x$; $A = q_{50}$; $\omega = \sqrt{LC}$; $\varphi = 0 \Rightarrow q = q_{50}\cos(\sqrt{LC}\,t)$

4). $i = q' \Rightarrow i = q_{50} \cdot -\sin(\sqrt{LC}\,t)\cdot\sqrt{LC} \Rightarrow \max(i) = q_{50}\cdot\sqrt{LC} = q_{50}\cdot\sqrt{L\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{3d}}$. Ответ: $q_0\sqrt{L\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{3d}}$.

№5(2). * $q_\bullet$ в условии ⇒ q_0 в решении
ε в условии ⇒ ε_g в решении

1). Идентично части 1 в №5(1), однако пластины 1 и 2 разделим ещё на пополам, поставив только в 1 половинный конденсатор диэлектрик.



пересчитаем C:

$C_1 = \frac{\varepsilon_g\varepsilon_0 S}{2d}$; $C_2 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{2d}$; $C_3 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{2d}$

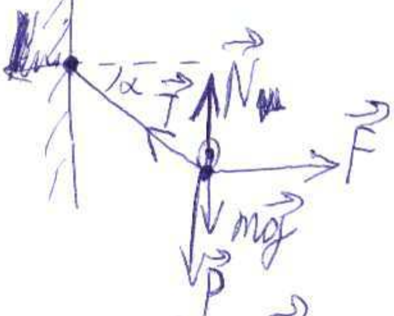
$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1+C_2}+\frac{1}{C_3}} = \frac{1}{\frac{2d}{(\varepsilon+\varepsilon_g)\varepsilon_0 S}+\frac{2d}{\varepsilon\varepsilon_0 S}} = \frac{\varepsilon_0 S\varepsilon(\varepsilon+\varepsilon_g)}{2d(\varepsilon+\varepsilon+\varepsilon_g)}$$

2). 3). как и 2 и 3 в №5(1)

4). Также как и 4 в №5(1), однако C другое, поэтому $\max(i) = q_{50}\sqrt{L\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{2d}\cdot\frac{\varepsilon+\varepsilon_g}{2\varepsilon+\varepsilon_g}}$ Ответ: $q_{50}\sqrt{L\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{2d}\cdot\frac{\varepsilon+\varepsilon_g}{2\varepsilon+\varepsilon_g}}$

№2. С-8 Чистовик

1) Нарисуем рисунок, распишем силы упростим модель, укоротив нить до точки где лежит цилиндр.



2). $\vec{P}=-\vec{N}$; для нити $m=0 \Rightarrow a\,m=0 \Rightarrow \vec{F}+\vec{P}+\vec{T}=0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} \sin\alpha \cdot T = P \\ \cos\alpha \cdot T = F \end{cases}$$

для цилиндра

$$\vec{a}m = m\vec{g} + \vec{N} \Rightarrow a = \frac{N}{m} - g$$

$$a = \frac{\sin\alpha T}{m} - g = \frac{\sin\alpha}{m}\frac{F}{\cos\alpha} - g = tg\alpha\frac{F}{m} - g$$

$tg(\alpha) = \frac{\cancel{\dots} - x}{\cos\alpha_0 R}$

$$x'' = \left(\frac{-x}{\cos\alpha_0 R}\right)\frac{F}{m} - g$$

~~это известное дифференциальное уравнение:~~

как решить манускрипту мне не ясно, однако если предположить что имеется решение $x(t)$, то при t_1: $x(t_1)=0$, $x'(t_1)$ - будет искомым скрастью.

1.

1	2	Σ
7/2	5	12

Чистовик С-8

№11.2(1)

1). d - постоянная для системы величина

2). $d = \ln\left(\frac{A_i}{A_{i+1}}\right) \Rightarrow e^d = \frac{A_i}{A_{i+1}} \Rightarrow$ Если замерить амплитуду между n колебаниями, то $\frac{A_0}{A_n} = (e^d)^n = e^{dn} \Rightarrow \frac{\ln\left(\frac{A_0}{A_n}\right)}{n} = d$

3) Измерения для маленькой гайки:

$A_0 = 249 \pm 1$ мм
$A_n = 226 \pm 1$ мм
$\Rightarrow \frac{A_0}{A_n} = 1,10177 \pm 0,01519 \Rightarrow \ln\left(\frac{A_0}{A_n}\right) = 0,0969 \pm 0,0137 \Rightarrow$

$n = 10$

$$\Rightarrow \frac{\ln\left(\frac{A_0}{A_n}\right)}{n} = 0,00969 \pm 0,00137$$

4). Измерения для большой гайки:

$A_0 = 250 \pm 1$ мм
$A_n = 229 \pm 1$ мм
$\Rightarrow 1,0917 \pm 0,0092 = \frac{A_0}{A_n} \Rightarrow \ln\left(\frac{A_0}{A_n}\right) = 0,087736 \pm 0,008463 \Rightarrow$

$n = 15$

$\Rightarrow d = 0,005849 \pm 0,000564$

5) декремент затухания меньше для большой гайки $\Rightarrow$ в 11.2(2) будем использовать большие

1

* Погрешность 1 мм взята из сложности оценки глазом точной точки касания, в соответствии с ц.д. линейки она 0,5 мм.

№11.2 (г).

1) Замерем результаты, занесём их в таблицу:

α, град	n	t, с	T(α), с
30	20	12 ± 1	0,6 ± 0,05
45	20	13 ± 1	0,65 ± 0,05
60	20	14 ± 1	0,7 ± 0,05
75	20	16 ± 1	0,8 ± 0,05
90	20	18 ± 1	0,9 ± 0,05
105	20	20 ± 1	1 ± 0,05

* погрешность времени взята за 1 с, т.к. момент старта и момент окончания точно определить проблематично.

t – общее время

n – количество колебаний за общее время

T(α) – длительность одного колебания

2) Судя по графику зависимость квадратичная

3) T(α) – возрастающая, T'(α) – возрастающая

№11.1

1). Измерем напряжение источника

$U_Б = 1,6 \pm 0,005$ В

2). Тогда на конденсаторе заряд.

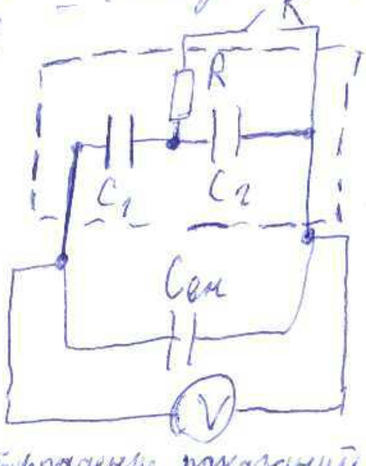
$CU_Б = q_{вн} \Rightarrow q_{вн} = 10^{-3} \cdot (1,6 \pm 0,005) = 16 \cdot 10^{-4} \pm 5 \cdot 10^{-6}$ Кл

* конденсатор считаем идеальным, т.к. информации о погрешности в его ёмкости ни в условии, ни на самом конденсаторе не нашёл

2. Чистовик С-8

$13^{20} - 19^{5}$

3). Измерим общую ёмкость серого ящика при разомкнутом К. Для этого соберём схему, предварительно зарядив внешний (отн. сер. ящика) конденсатор от батарейки, и включив его в цепь последним:



При приблизительно $1В = U_1$ (возьмём погрешность 0,02В) показания V станут падать очень медленно. Это обусловлено его неидеальностью, и в следствии этого замкнутостью цепи, поэтому нас оно не интересует. (дальнейшее падение показаний)

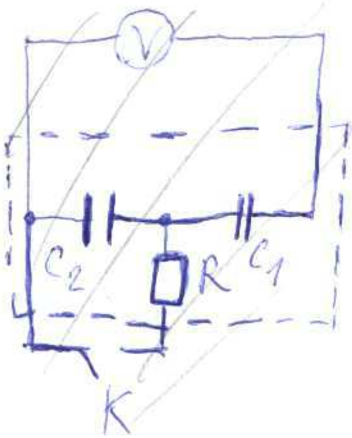
4). Пусть $c = \dfrac{1}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}}$, таким образом c — общая ёмкость при разомкнутом ключе, тогда:

$$(C_{вн} + C)U_1 = q_{вн} \Rightarrow C_{вн} = -10^3 + \frac{16 \cdot 10^{-4} \pm 5 \cdot 10^{-6}}{1 \pm 0,02} = (6 \pm 0,378) \cdot 10^{-4} Ф$$

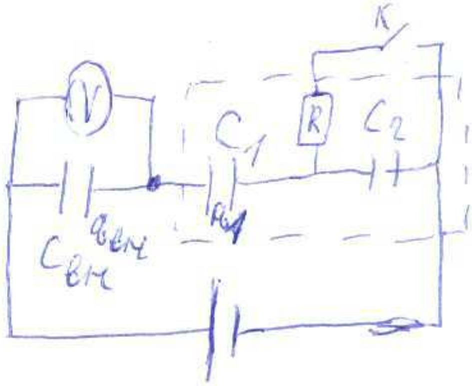
5). Разрядим серый ящик (замкнём его вн. контакты).

6). Соберём следующую схему, предварительно зарядив серый ящик от батарейки (К всё время разомкнут); ~~теперь~~

5) Соберём следующую схему:



Теперь замкнём K.



показания вольтметра установятся в
$U = 0{,}7 \pm 0{,}005$ В

6). Ток идёт в обход C_2; цепь не замкнута $\Rightarrow I = 0 \Rightarrow U_{рез} = 0$

7). $q_{вн} = q_1$; $U_{вн} + U_1 = U_Б \Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} C_{вн} U_{вн} = q_1 \\ C_1 (U_Б - U_{вн}) = q_1 \end{cases} \Rightarrow C_1 = \frac{C_{вн} U_{вн}}{U_Б - U_{вн}} = \frac{10^{-3} \cdot (0{,}7 \cdot 0{,}005)}{1{,}6 \pm 0{,}005 - 0{,}7 \pm 0{,}005} =$$

$$= \frac{(0{,}7 \pm 0{,}005) \cdot 10^{-3}}{0{,}9 \pm 0{,}01} = (0{,}7777 \pm 0{,}015) \cdot 10^{-3}.$$ Ответ. $C_1 = 0{,}7777 \pm 0{,}015$ мФ.

8). $C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} \Rightarrow C_2 = \frac{1}{\frac{1}{C} - \frac{1}{C_1}} = \frac{10^{-3}}{\frac{1}{0{,}6 \pm 0{,}0578} - \frac{1}{0{,}7777 \pm 0{,}015}} =$

$= \frac{10^{-3}}{0{,}38095} \pm 1 \cdot 10^{-4} = 2{,}63 \pm 0{,}1$ мФ. Ответ: $C_2 = 2{,}63 \pm 0{,}1$ мФ