

9

класс

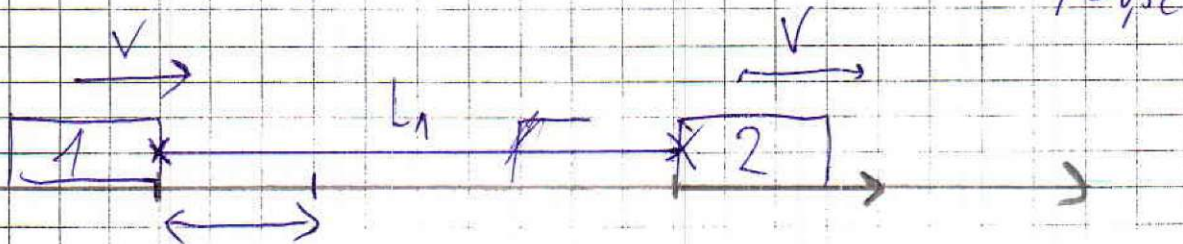
1 2 3 4 5 6
10 11 12 13 14 15
35 6 37,5

Шифр

Ф9-08

Задача 1 Безопасная дистанция.

Пусть машина с ускорением a_1 , которую назовем первой ~~и~~ едет за второй машиной с ускорением a_2 . Не умаляя общности $a_1 > a_2$. Тогда также будем считать, что машина, которая тормозит первой, будет первой и останавливаться, ведь ускорения примерно равны.



Пусть в момент времени 0 машина 2 начала тормозить. Тогда она пройдет путь с момента времени 0 $\frac{V^2}{2a_2}$. Первая машина начала тормозить на τ , поэтому весь её путь равен $V\tau + \frac{V^2}{2a_1}$. Т.к они начали тормозить с безопасной дистанцией и встали вплотную, то $V\tau + \frac{V^2}{2a_1} = L_1 + \frac{V^2}{2a_2}$, т.к первая машина ^{закотчила} начала тормозить позже, поэтому расстояние в промежуточные моменты времени не могло превысить L_1 . Аналогичным рассуждением для случая, когда машины едут в

другом порядке, получили $V\tau + \frac{V^2}{2a_2} = L_2 + \frac{V^2}{2a_1}$

Составим систему и решим относительно V

$$V\tau + \frac{V^2}{2a_2} = L_2 + \frac{V^2}{2a_1}$$

$$V\tau + \frac{V^2}{2a_1} = L_1 + \frac{V^2}{2a_2}$$

$$V\tau - L_2 = \frac{V^2}{2a_1} - \frac{V^2}{2a_2} \quad (1)$$

$$L_1 - V\tau = \frac{V^2}{2a_1} - \frac{V^2}{2a_2} \quad (2)$$

Из равенства 1 и 2

$$L_1 - V\tau = V\tau - L_2$$

$$L_2 + L_1 = 2V\tau$$

$$V = \frac{L_2 + L_1}{2\tau} = 25 \text{ м/с}$$

Возьмем уравнение (2), где заменим V на 25 м/с

$$-V\tau + L_1 = \frac{1}{2}V^2 \left(\frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1} \right)$$

$$L_1 - V\tau = \frac{V^2}{2a_1} - \frac{V^2}{2a_2} = \frac{1}{2}V^2 \left(\frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_2} \right)$$

$$\frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1} = \frac{-V\tau + L_1}{\frac{1}{2}V^2} =$$

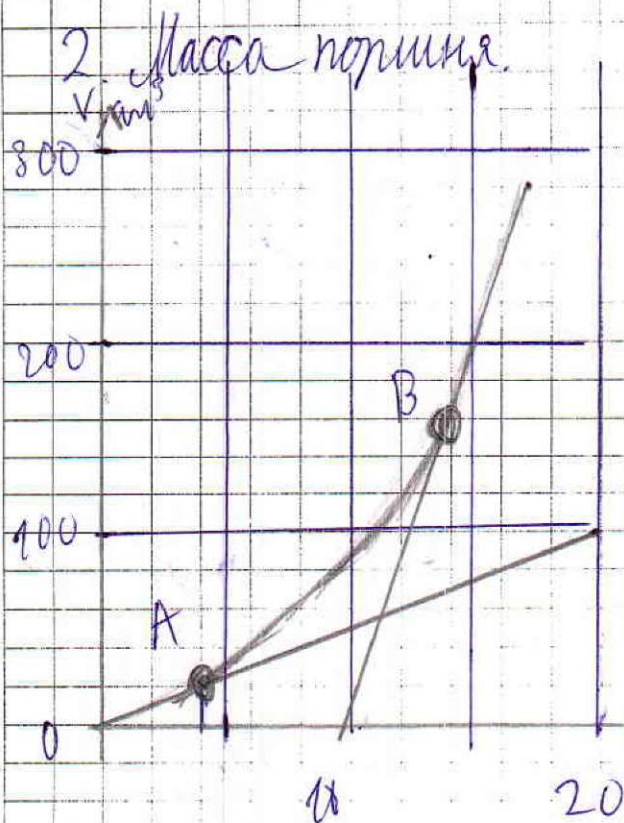
$$\frac{2(L_1 - V\tau)}{V^2} = \frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_2}$$

$$-0,0048 = \frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_2} \quad | a_1 a_2$$

$$-a_1 a_2 0,0048 = a_2 - a_1$$

$$\Delta a \approx 0,12 \text{ м/с}^2$$

100



Проведем касательные из начала и конца графика.
По касательной к началу графика можно понять, что этот момент наполнения, когда вода еще не начала затмивать конус (конический переходник).

Заметим, что масса поршня равна по массе стволу 10 см воды. ($m = \rho g h_{\text{порош}} S$) → окучка?

В начале графика вода равномерно распределялась между двумя трубками т.к. $S_1 = S_2$. Отсюда по касательной за ~~100~~ 50 см воды уровень был поднят до 20 см, и т.к. в левой сосуде находилась бы ровно половина воды, то $S = \frac{V}{h} = \frac{50}{20} = 2,5 \text{ см}^2$

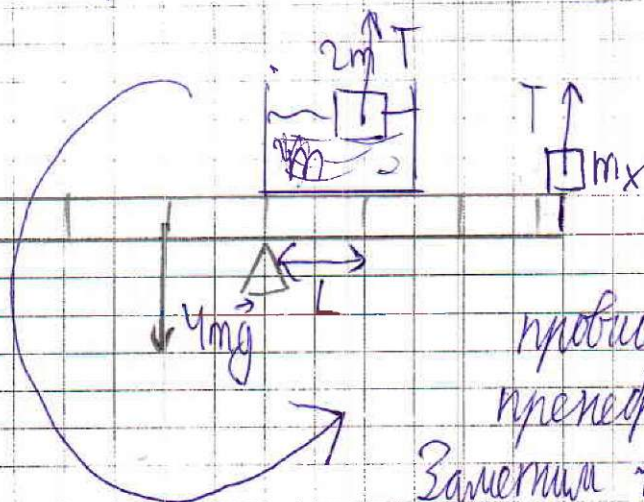
$$m = \rho g h S = 10 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 2,5 = 500$$

$+ 15 (\pi \cdot 6) + 15 (\pi \cdot 4) + 95 (\pi \cdot 5)$

Теперь поймем, что момент расхождения касательных с графиком обозначает момент перехода наполнения в конус. Условно т. А и В. За это время, как в левой цилиндру утонуло $|y(A) - y(B)| \cdot 2,5 \text{ см}^2 \approx 22,5 \text{ см}^3$, А всего утонуло 120 мл воды $(V(A) - V(B))$, поэтому объем конуса $\approx 97,5 \text{ см}^3 + 20$

$$15 + 3,55 = 4,05$$

Задача 3. Жидкое равновесие



Пусть левый
конек будет
падать вниз.

Тогда нить
провиснет, и ей можно
препятствовать ($T \neq 0$)

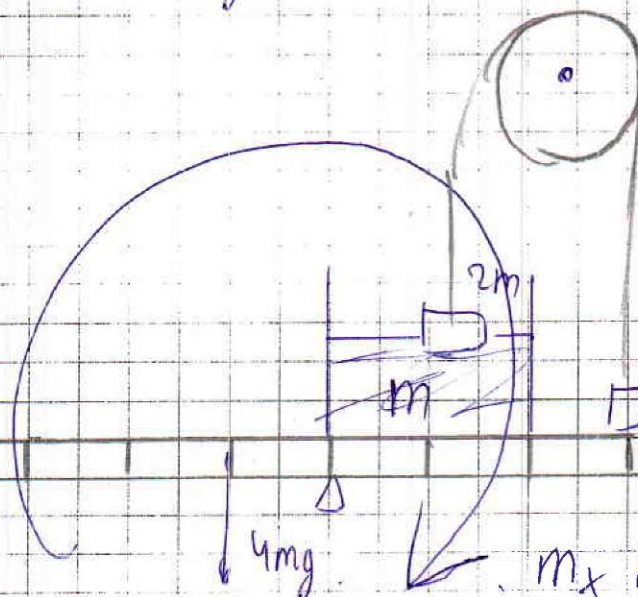
Заметим, что тело весом масс

$2m$ будет

плавать в жидкости. А на одном уровне давление на дно
одинаковое, поэтому сосуда действует на рычаг
на расстоянии L от опоры. Продолжится,
если

$$4mg > 3mg + m_x g$$

$m_x < \frac{1}{3}m$. - Тогда верно обратное $m_x \geq \frac{1}{3}m$ - ограничено
снизу



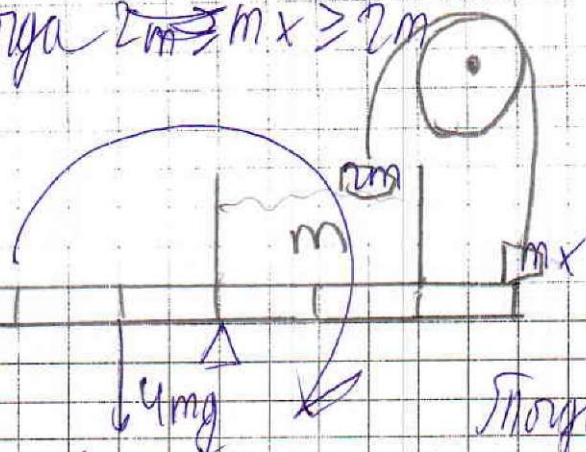
Пусть правый
конек начнет
падать вниз. Тогда
нить будет

удлиняться,
потому что при $m_x \neq 2m$

m_x ~~незаметно~~ перестанет

действовать на опору, и тогда уже ~~не~~ ~~вдруг~~ ~~как~~
никак не перевернется.

Система тогда ~~$2m \geq m_x \geq 2m$~~ $m_x \geq 2m$



В этом случае
подниматься
будет уже не груз m_x ,
а груз $2m$.

Тогда сила, действующая
на точку равна $(m_x - 2m)g$ под этим грузом,
а значит перевернется все тогда, когда

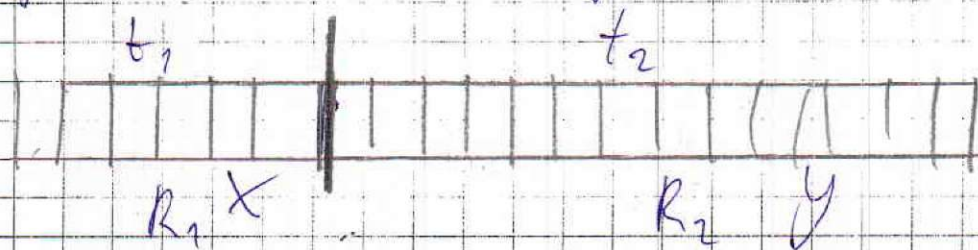
$$4mg < m/g + (m_x - 2m)g$$

$m_x > 3m$, поэтому $m \leq \cancel{2m} 3m$, - оценка сверху,

$$\text{и } \frac{m}{3} \leq m_x \leq 3m$$

105

Задача 4. Двухтермоупругий микс



Изготовим резистор из сопротивлений R_1 и R_2 сопротивлением R_0 соответственно. Тогда R_0 — сопротивление при нуле °C одного резистора.

$$\text{Тогда } R_1/X = R_0(1 + \beta(t_1 - t_0)) = R_0 + R_0\beta t_1$$

$$R_2/Y = R_0(1 + \beta(t_2 - t_0)) = R_0 + R_0\beta t_2$$

Массы пропорциональны $\frac{X}{Y}$ с одинаково, поэтому устанавливается $T_K = \frac{t_1 X + t_2 Y}{X + Y}$. $(C m_1 (T_K - t_1) = C m_2 (T_K - t_2))$

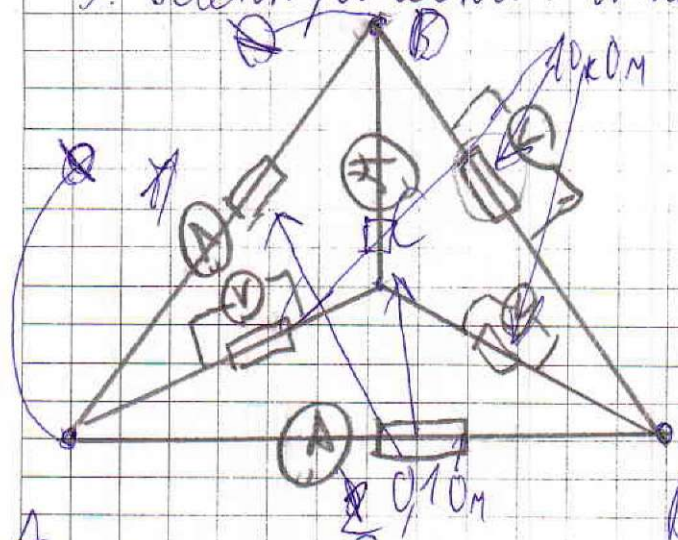
Найдем сопротивление одного резистора при T_K .

$$R = R_0 \left(1 + \beta \left(\frac{t_1 X + t_2 Y}{X + Y} \right) \right) = R_0 + \beta \frac{t_1 X + t_2 Y}{X + Y} \cdot (X + Y)$$

$R(X + Y) = (R_0 X) + (R_0 Y) + \beta t_1 X + \beta t_2 Y$. Заметим, что 2 и 4 значения численно равны R_1 , а 1 и 3 — R_2 . Тогда $R(X + Y) = R_1 + R_2$, а $R(X + Y)$ — это и есть сопротивление из $X + Y$ резисторов, включенных последовательно, то есть сопротивление всего цилиндрического проводника.

40 + 60 = 100

5. Электрический тетраэдр.



Возьмем на тетраэдр так, чтобы от стали такарен, а теперь заменим все V-и амперметры на идеальные, ~~связи~~ ~~связи~~ внутреннего сопротивления ~~идеальные~~

наружу. Если мы рассматриваем случай ϵ , то есть между точками A и D создается напряжение $U_0 = 15V$, то почти весь ток пойдет по амперметру AD. Он будет показывать $\sim 15A$. $U = I \cdot R \approx$

$$15 = I \cdot 0.1$$

$$I \approx 15A$$

По остальным амперметрам пойдет пренебрежимо малый ток, они будут показывать нуль. Но все же что-то пойдет, потому что вольтметры будут измерять падение напряжения. Скажем, пройдя через V_{AC} ток дальше пойдет почти свободно к точке D, разность потенциалов с которой у точки A 15V, поэтому примерно столько же будет показывать V_{AC} и симметричный ему V_{BP}. V_{BC} же измеряет ток между B и C, разность потенциалов между которыми также $\approx 15V$, поэтому

30 (п. 1.8-1.3)

Что касается случая В. то ~~каждый~~ ток
пойдет по трем последовательным амперметрам.
На каждом из них он будет терять одинаковое
напряжение потому (т.к. R одинаково)
 ~~$I \cdot R$~~ $U = I \cdot R$

$$1,5 = I \cdot 0,3 \text{ Ом}$$

$$I = 5 \text{ А} \quad \text{отсюда. 0,30 слесью?}$$

— все амперметры,

каждый из остальных вольтметров
будет показывать разность потенциалов между
двумя разными амперметрами, потому

$$V_{BD} \approx 1,0 \text{ В}$$

→ отсюда?

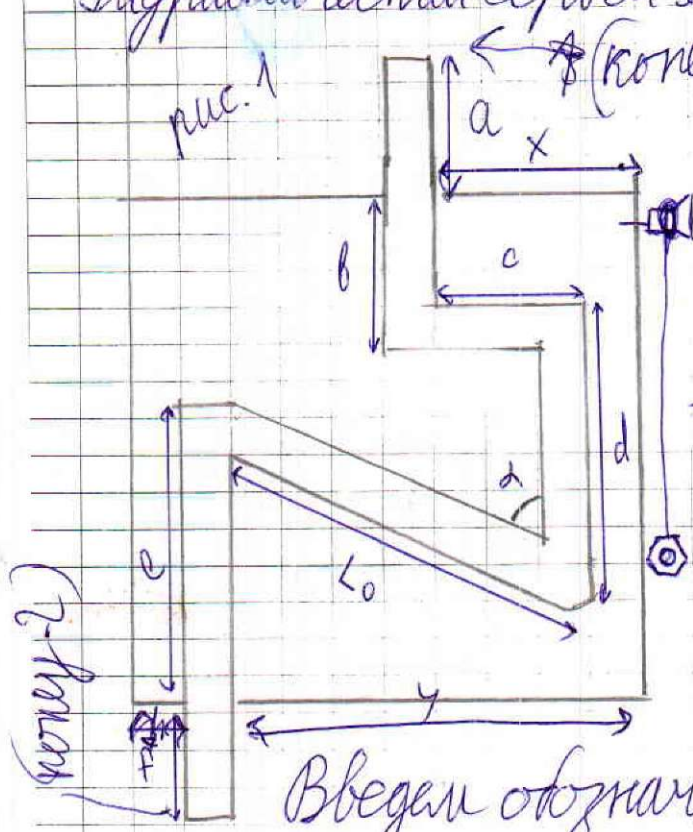
$$V_{AC} \approx 1,0 \text{ В}$$

$$V_{BC} \approx 1,5 \text{ В}$$

50

Гидравлический серый эликсир ($\sqrt{2}$).

рис. 1



δ - сечение трубки

Положи на серый эликсир лист миллиметровки, закрепи, чтобы лист был // краям эликсира, а затем воткни кнопку и повесь гайку, чтобы измерить угол откоса δ .

Введем обозначения для эликса (рис. 1). Также пусть данная ориентация эликса будет начальной.

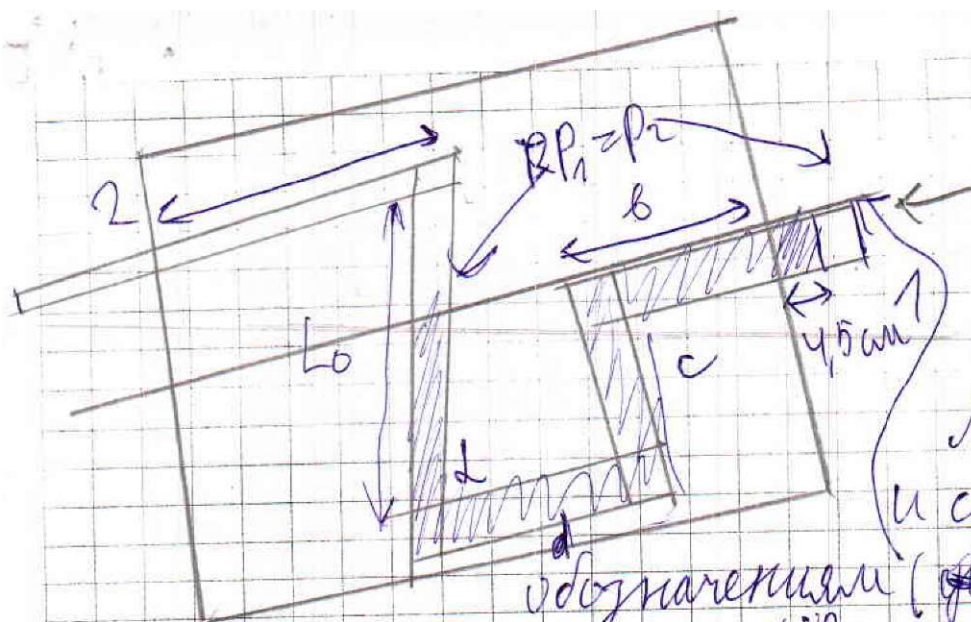
Замерим линейкой ширину и длину эликса, а также a и f .

изм единица	1	2	3	ср
$a_{изм}$	2,4	2,5	2,5	2,5
$f_{изм}$	5,1	5,1	5,1	5,1
$Q_{изм}$	20,8	20,8	21,3	21,0
$R_{изм}$	29,5	29,8	29,5	29,6

} - эликс не прямоугольный ($\epsilon \approx 15\%$)

90°

Теперь повернем эликс на 90° по часовой стрелке и в конце-1 начнем вливать ~~воду~~ жидкость.



Вода вытекает из трубки примерно на 4,5 см.
Мы видим 5 см глубины (и соизмерим приемы измерения) (фуревент одинаков)

$$4,5 \cdot s + b \cdot s + c \cdot s + d \cdot s + c / \cos \alpha \cdot s = 5 \text{ см}^3 \Delta$$

Видим $\approx 7,5$ см воды мы запомним всю трубку

$$a \cdot s + b \cdot s + c \cdot s + d \cdot s + L_0 \cdot s + e \cdot s + f \cdot s = 7,5 \text{ см}^3 \cdot (1)$$

Также, измерив ашук, мы знаем, что

$$b + d + e - \cos \alpha L_0 \approx 29,6 \text{ см} \Delta \Delta$$

С помощью инсумированной инприза измерим $a \cdot s$ и $f \cdot s$.

	1	2	3	ср.
$a \cdot s$	1,18	1,10	1,20	1,16
$f \cdot s$	0,70	0,7	0,70	0,70

Теперь, зная a и f измерим

$$s = \frac{V_a}{a} = \frac{1,16}{9,4} \approx 0,12 \text{ см}^2$$

$$s = \frac{V_f}{f} = \frac{0,70}{5,1} \approx 0,14 \text{ см}^2$$

Примем s - постоянной, равной $0,13 \text{ см}^2 \pm 0,01 \text{ см}^2$

Теперь можно найти длину трубы

$$L_0 = a + b + c + d + L_0 + e + f$$

$$L_0 \cdot S = 7,5 \text{ см}^3 (1)$$

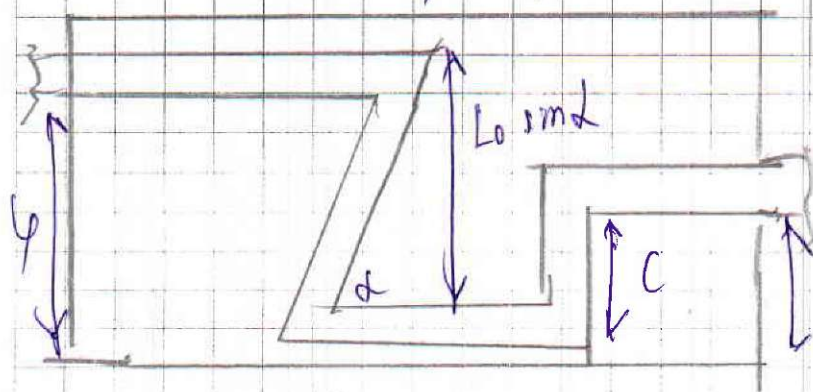
$$L_0 = \frac{7,5 \text{ см}^3}{0,13 \text{ см}} \approx 57,7 \text{ см}$$

Найдем объем без объема конусов

$$V_1 = 7,5 - 1,16 - 0,70 = 5,64$$

Значит, внутренняя длина $L_1 = \frac{5,64}{0,13} \approx 43,4 \text{ см} = b + c + d + L_0 + e$ △△△
 Заметим, что разность отклонений выходов
 труб от одного края из параллельности равна

$$L_0 \sin \alpha - c = (y - x)$$



$$y = x$$

$$y = z$$

$$x = 12,1 \text{ см}$$

$$y = 17,5 \text{ см}$$

Отсюда $L_0 \sin \alpha - c = 5,4 \text{ см}$ △△△△

Чтобы у нас есть уравнение △△△△△△△△△△:

$$7,5 \cdot S + b \cdot S + c \cdot S + d \cdot S + (c / \sin \alpha) \cdot S = 5 \text{ см}^3 \quad \Delta$$

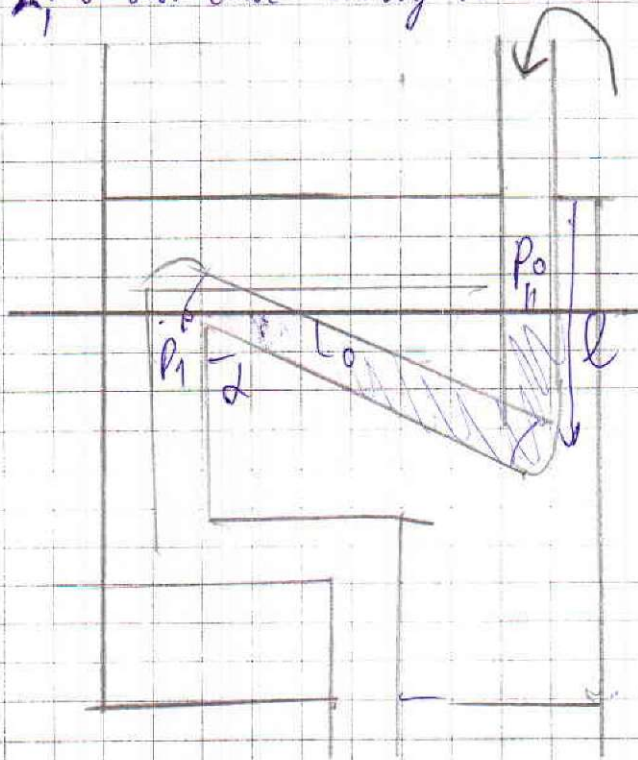
$$b + d + e - c \cos \alpha = 20,6 \text{ см} \quad \Delta \Delta$$

$$43,4 \text{ см} = b + c + d + L_0 + e \quad \Delta \Delta \Delta$$

$$L_0 \sin \alpha - c = 5,4 \text{ см} \quad \Delta \Delta \Delta \Delta$$

$$(b + c + d + c / \sin \alpha) \cdot S = \frac{5 - 7,5 \cdot S}{S}$$

Найдем нетовое уравнение. & заменим, что
 в ~~начальном~~ ¹⁰⁰ положении для ~~поверхности~~ и ~~найти~~
~~2,3~~ ^{2,3} ~~мл~~ ^{мл} жидкости индукционным индуктом.



Если налить 2,3 мл, то
 жидкость полностью
 выветается. Т.к. давление
 воздуха $p_1 = p_2$, то
 вода выветается, когда ее
 край будет за L_0 .

поэтому

$$S(L_0 + L_0 \cos \alpha) = 2,3 \text{ см}^3$$

$$L_0(1 + \cos \alpha) \approx 16,123 \text{ см} \quad \text{или } \Delta \Delta \Delta \Delta \Delta$$

Делим получившуюся систему из 5 уравнений.

$$\begin{cases} L_0(1 + \cos \alpha) = 16,123 \\ b + d + e - \cos \alpha L_0 = 20,6 \text{ см} \\ b + c + d + e + L_0 = 43,4 \\ L_0 \sin \alpha - c = 5,4 \text{ см} \\ b + c + d + c / \sin \alpha = 33,962 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} L_0(1 + \cos \alpha) = 16,123 \\ M + e - \cos \alpha L_0 = 20,6 \\ c + M + e + L_0 = 43,4 \\ L_0 \sin \alpha - c = 5,4 \\ M + c + c / \sin \alpha = 33,962 \end{cases}$$

$$c = L_0 \sin \alpha - 5,4$$

$$L_0(1 + \cos \alpha) = 16,123$$

$$M + e - \cos \alpha L_0 = 20,6$$

$$L_0 \sin \alpha + M + e + L_0 = 43,4$$

$$M + L_0 \sin \alpha - 5,4 + \frac{L_0 \sin \alpha - 5,4}{\sin \alpha} = 33,962$$

~~L₀~~ +

$$M = (20,6 - l + \cos \alpha L_0)$$

$$L_0(1 + \cos \alpha) = 16,923$$

$$10 \sin \alpha - 5,4 + (20,6 - l + \cos \alpha L_0) + L_0 = 43,4$$

~~M + l + l_{rod}~~

$$20,6 - l + \cos \alpha L_0 + 10 \sin \alpha - 5,4 + \frac{10 \sin \alpha - 5,4}{\sin \alpha} = 33,962$$

$$L_0(1 + \cos \alpha) = 16,923$$

$$20,6 + L_0 \sin \alpha + \cos \alpha L_0 + L_0 = 43,4$$

$$L_0 + L_0 \sin \alpha + L_0 \cos \alpha = 19,2$$

$$L_0 \sin \alpha = 19,2 - 16,923 \approx 2,277$$

$$L_0 + L_0 \cos \alpha = 16,923$$

$$\frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = 0,1346$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

$$\sin \alpha = 0,1346(1 + \cos \alpha)$$

$$\sin \alpha = 0,1346 + 0,1346 \cos \alpha$$

$$\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = 0,1346(1 + \cos \alpha)$$

$$1 - \cos^2 \alpha = 0,1818895(1 + 2 \cos \alpha + \cos^2 \alpha)$$

$$0,8181105 \cos^2 \alpha + 0,363779 \cos \alpha - 0,1818895 = 0$$

$$D = 0,0013110 + 3,8564276 = 3,8577386$$

$$\alpha = 3,8577395$$

$$\cos \alpha = \frac{-0,036221 \pm 1,954112}{20,911195}$$

$$(\cos \alpha > 0)$$

$$\approx 0,911195$$

$$\frac{\sin^2 \alpha}{1 + \cos \alpha + \cos^2 \alpha} \approx 0,1346$$

Ем $\cos \alpha \approx 0,91$, то $\sin \alpha \approx 0,2$, а при малых

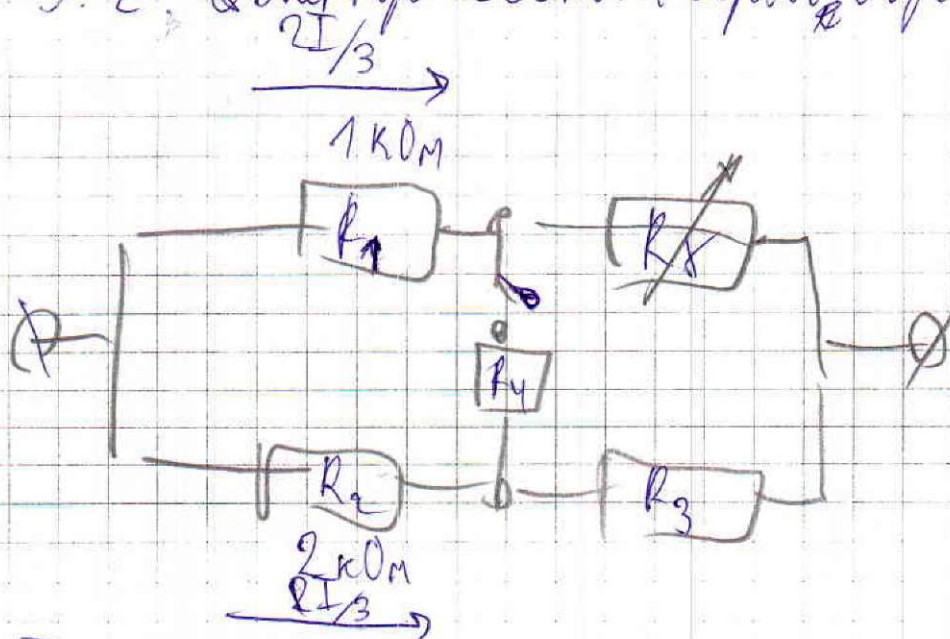
$$\alpha \approx 0,2 \text{ рад}$$

$$\alpha \approx 12^\circ$$

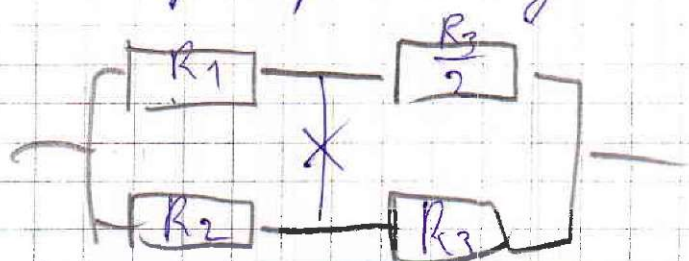
$$10L_0 \approx 16,923$$

$$L_0 \approx 1,69$$

9.2. Экспериментальный серийный диод



Подключим к А и В щупы мультиметра. Заметим, что если ключ разомкнут, то напряжение должно быть больше, чем если бы он замкнут. В первом случае при $R_2 = 700 \Omega$, во II - 840Ω , значит условие положения II ключа убирает R_4 из цепи. При минимальном сопротивлении $R_x = 840 \Omega$, при макс - 3780Ω , в положении I ключа - 3490Ω . Найдя такое положение, при котором при включении/выключении ~~различия~~ ключа сопротивление не меняется это значит, что R_3 в два раза больше R_2 , почти пропорционально. Максимальное значение найдем при $R_{\text{одн}} = 1980 \Omega$. Получим уравнение:



$$\frac{(R_1 + \frac{R_3}{2})(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + \frac{1}{2}R_3} = 1980$$

$$(1000 + \frac{R_3}{2})(R_2 + 2000 + R_3) = 1980(1000 + 3000 + 1,5R_3)$$

$$2000000 + 2000R_3 + \frac{R_3^2}{2} = 5940000 + 2970R_3$$

$$\frac{R_3}{2} - 970R_3 - 3940000 = 0$$

$$D = 940900 = 8820900$$

$$R_3 = \frac{-970 \pm 2970}{1} = 3940 \text{ Ом}$$

Важным min при R_x , важным R_4 .

$$R_{\text{avg}} = 840 \text{ Ом}$$

$$\frac{(R_1 + R_{x \min})(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_{x \min}} = 840$$

$$(R_1 + R_{x \min})(R_2 + R_3) = 840(R_1 + R_2 + R_3 + R_{x \min})$$

$$2000000 +$$

$$1000 \cdot 5940 + R_{x \min} \cdot 5940 = 840 \cdot R_{x \min} + 5829600$$

$$R_x \cdot 5940 = -110400$$

$R_x < 0$, значит $R_x = 0$,

пересчитаем R_3

$$\frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = 840$$

$$2000000 + 1000R_3 = 3000 \cdot 840 + 840R_3$$

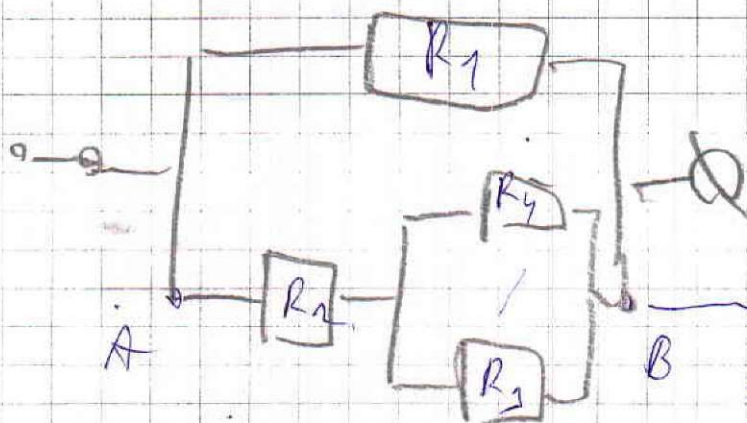
$$160R_3 = 520000$$

$$R_3 = 3250 \text{ Ом}$$

Менее важным R_4 образом
и другим ману схем:



Сопоставление конфигу,
как известно
 2000M , или



$\frac{R_4 R_3}{R_4 + R_3} + R_2$ - сопротивление
AB

Итого сопротивление
- $R_1 \left(\frac{R_4 R_3}{R_4 + R_3} + R_2 \right) = 7000\text{M}$

$$R_1 + \frac{R_4 R_3}{R_4 + R_3} + R_2$$

$$\frac{R_1(R_4 R_3 + R_2(R_4 + R_3))}{R_1(R_4 + R_3) + R_4 R_3 + R_2(R_4 + R_3)}$$

$$= 7000\text{M}$$

$$3250000R_4 + 2000000R_4 + 5000000R_4 = 7000000R_4 +$$

$$+ 22750000R_4 + 22750000R_4 + 14000000R_4 + 14000000 - 3250$$

$$R_4 \cdot 875 = 325000$$

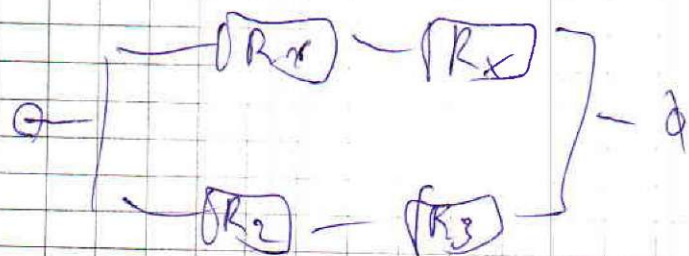
$$R_4 \approx 370\text{M}$$

класс _____

Шифр _____

Теперь переведем R_x в макс. сопротивление (R_y выки)

$$R_{\text{body}} = 37800 \Omega$$



$$\frac{(R_1 + R_x)(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_x + R_3} = 37800$$

$$\frac{(1000 + R_x) \cdot 5250}{5250 + R_x} = 37800$$

$$5250000 + R_x \cdot 5250 = 3210 \cdot 6250 + 3780 R_x$$

$$R_x \cdot 7400 = 18,375,000$$

$$R_{x \text{ max}} = 2483 \Omega$$

Ответ: $0 \leq R_x \leq 12,5000 \Omega$, $R_y \approx 37800 \Omega$, $R_3 \approx 32500 \Omega$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
N1.	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
N2.	2	2	1	0	1	1	0	0							

$$98 + 75 = 168$$