

Ф311-4

ЧЕРНОВИКА
ОЛИМПИАДА 2017
ПО ФИЗИКЕ

1	2	3	4	5	Σ
10	10	10	10	8	(48)

Пренебрежим изменением давления
воздуха с высотой.
Из нестисчивости жидкости
и равенства уровней столбов

$$h_2 + h_1 = 2l \quad (1)$$

Процесс изотермический

$$P_0 l S = P h_0 S$$

$$P = P_0 \frac{l}{h_0} \quad (2)$$

$$P = P_0 + \rho g \nu t \quad (3)$$

Из равенства давлений с двух
сторон трубки

$$P + \rho g h_1 = \rho g h_2 + P_0 \quad (4)$$

По формулам (3) и (4)

$$p_0 + \rho g v t + \rho g h_1 = \rho g h_2 + p_0$$

$$v t + h_1 = h_2$$

$$h_2 + h_1 = 2l$$

$$v t + 2h_1 = 2l$$

$$h_1 = l - \frac{v t}{2} \quad (5)$$

$$h_2 = l + \frac{v t}{2} \quad (6)$$

Скорость поверхности жидкости в правом сосуде в начале процесса

$$v_2 = \left. \frac{dh_2}{dt} \right|_{t=0} = \frac{v}{2} = 0,1 \frac{\text{мм}}{\text{с}} \text{ вверх. } \checkmark$$

Из (2) и (3)

$$p_0 \frac{l}{h_0} = p_0 + \rho g v t$$

$$\frac{l}{h_0} = 1 + \frac{\rho g v t}{p_0}$$

$$h_0 = \frac{l}{1 + \frac{\rho g v t}{p_0}} = \frac{l}{1 + \frac{\rho g v t}{2 \rho g l}} \quad \checkmark$$

$$= \frac{l}{1 + \frac{v t}{2l}} \quad (7)$$

Высота поверхности шидности
над поршнем

ЧЕ РЕГИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА 2017
ПО ФИЗИКЕ

$$H(t) = h_0(t) + vt + h_1(t)$$

$$H = \frac{l}{1 + \frac{vt}{ze}} + vt + l - \frac{vt}{2} = \frac{l}{1 + \frac{vt}{ze}} + l + \frac{vt}{2} \checkmark$$

пока $h_1 > 0$

Скорость её движения

$$v_0 = \frac{dH}{dt} = -\frac{v^2 t}{(1 + \frac{vt}{ze})^2} + \frac{v}{2}$$

$v_0(0) = -\frac{v}{2} + \frac{v}{2} = 0$ - поверхность шидности
поверхности вначале равна 0. Для
нахождения направления движения
нужно дать ускорение поверхности над
поршнем.

$$a_0 = \frac{dv_0}{dt} = +2 \frac{v^2}{ze} \frac{1}{(1 + \frac{vt}{ze})^3} = \frac{v^2}{ze} \frac{1}{(1 + \frac{vt}{ze})^3}$$

$a_0(0) = \frac{v^2}{ze} > 0$ - поверхность шидности
будет двигаться вверх. \checkmark

$$H = \frac{10}{1 + \frac{0,01}{10}t} + 10 + 0,01t$$

$$H(600) = 22,25 \text{ м}$$

~~$H(1000) = 25,06 \text{ м}$~~ ~~$H = \frac{10}{2,1} + 10 + 1,1t$~~
 ~~$25 \frac{16}{21} \text{ м}$~~

Все процессы в задаче считаются квази-стационарными.
Задача 2 Прогноз: см. дальше

Будем пользоваться следующей моделью:

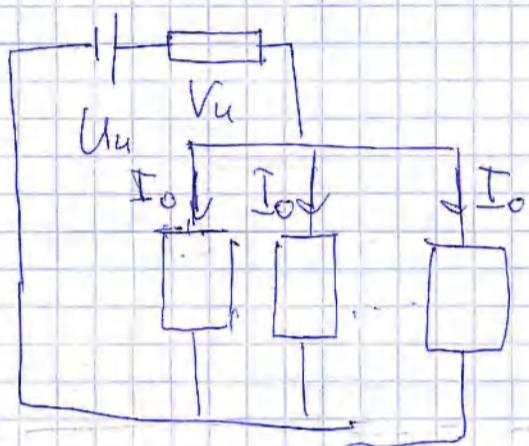
Стеклоподогреватель поднимается параллельно к источнику тока напряжением U_n и сопротивлением R_n (В R_n ^{теплота} входит сопротивление проводов)

Будем считать, что мощность стеклоподогревателя $P = F \cdot t$ равна мощности протекающего тока $P = UI = F \cdot r$

Из условия, $F = \text{const} = k \cdot I \Rightarrow$
 $I = \text{const}.$

Тогда ~~$v = \frac{UI}{F}$~~ $v = \frac{UI}{k} = \frac{U}{k}.$

Таким образом, ток I_0 через стеклоподъемник



и стеклоподъём

$$U = U_n - n r_n I_0$$

$$v = \frac{U_n}{k} - \frac{n r_n I_0}{k}$$

$$t = \frac{l}{v} = \frac{ek}{U_n - n r_n I_0} = \frac{l}{d - nB}, \text{ где}$$

$$d = \frac{U_n}{ek} \quad \text{и} \quad B = \frac{r_n I_0}{ek}$$

$$t_1 = \frac{1}{d - \beta}$$

$$t_2 = \frac{1}{d - 2\beta}$$

$$\frac{1}{t_1} = d - \beta$$

$$\frac{1}{t_2} = d - 2\beta$$

$$\beta = \frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2}$$

$$d = \frac{2}{t_1} - \frac{1}{t_2}$$

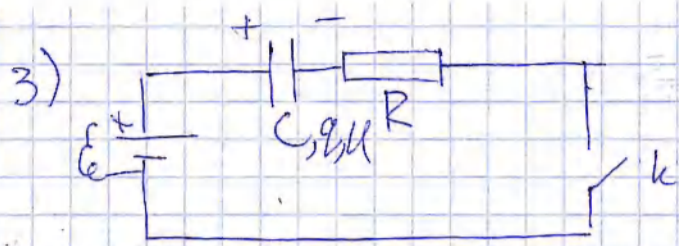
$$t_3 = \frac{1}{d - 3\beta} = \frac{1}{\frac{2}{t_1} - \frac{1}{t_2} - \frac{3}{t_1} + \frac{3}{t_2}}$$

$$= \frac{1}{\frac{2}{t_2} - \frac{1}{t_1}} = \frac{t_1 t_2}{2t_1 - t_2}$$

$$t_4 = \frac{1}{d - 4\beta} = \frac{1}{\frac{2}{t_1} - \frac{1}{t_2} - \frac{4}{t_1} + \frac{4}{t_2}} = \frac{1}{\frac{3}{t_2} - \frac{2}{t_1}}$$

$$= \frac{t_1 t_2}{3t_1 - 2t_2}$$

10



ЧЕРНОВИК
ОЛИМПИАДА 2017
ПО ФИЗИКЕ

K замкнут.

$$\varepsilon = \frac{q}{C} + \frac{dq}{dt} R$$

$$q = CU$$

$$\varepsilon = U + RC \frac{dU}{dt}$$

$$U(0) = 0$$

$$U(t) = \varepsilon \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

$$I(t) = \frac{C dU(t)}{dt} = \frac{\varepsilon}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

Энергия в конденсаторе

$$W = \frac{CU(t)^2}{2} = \frac{C\varepsilon^2(1 - e^{-\frac{t}{RC}})^2}{2}$$

$$\frac{dW(t)}{dt} = \frac{C\varepsilon^2}{2} (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) e^{-\frac{t}{RC}} \frac{1}{RC} =$$

$$= \frac{\varepsilon^2}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

$$e^{-\frac{t}{RC}} \stackrel{\text{об}}{=} d$$

$$\frac{dW(t)}{dt} = \frac{\varepsilon^2}{R} d(1-d) \text{ максимален}$$

$$\text{при } d = \frac{1}{2}$$

$$\left. \frac{dW(t)}{dt} \right|_{d=\frac{1}{2}} = \frac{\varepsilon^2}{4R}$$

к разложению в момент времени t_0 , при $d = d_0$

$$\left. \frac{dW(d)}{dd} \right|_{d=d_0} = \frac{\varepsilon^2}{R} d_0(1-d_0) = \frac{3}{16} \frac{\varepsilon^2}{R}$$

$$d_0^2 - d_0 + \frac{3}{16} = 0$$

$$d_0 = \frac{1 \pm \sqrt{1 - \frac{3}{4}}}{2} = \frac{1}{2} \pm \frac{1}{4}$$

т.к. d ~~так~~ изменяется
от 1 в начале до 0 на бесконечности
(изменяется), к разности потенциалов
при $t_0 = \frac{3}{4} \tau = e^{-\frac{t_0}{\tau}}$

$$I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

~~Мощность, выделенная~~
~~Совершённая~~

~~Мощность~~

Совершённая историческая работа

$$W_0 = \int_0^{t_0} I(t) \mathcal{E} dt = \int_0^{t_0} \frac{\mathcal{E}^2}{R} e^{-\frac{t}{\tau}} dt = \frac{\mathcal{E}^2 (-RC)}{R} (e^{-\frac{t_0}{\tau}} - 1) =$$

$= C\mathcal{E}^2(1 - d_0)$ идёт на зарядку конденсатора

и на тепло на резисторе!

Энергия в конденсаторе

$$W = \frac{C\mathcal{E}^2(1 - d_0)^2}{2}$$

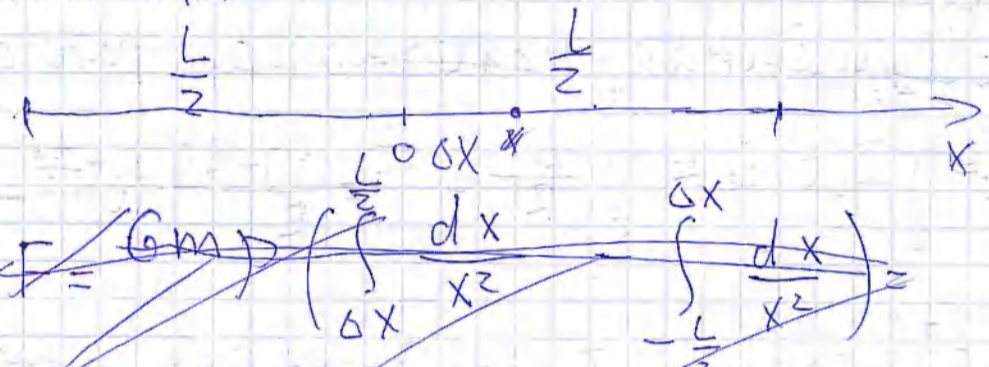
Выделившееся тепло $Q = W_0 - W =$

$$= c \epsilon^2 \left((1 - \beta_0) - \frac{(1 - \beta_0)^2}{2} \right) = c \epsilon^2 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{32} \right) \Rightarrow$$

$$= \frac{7}{32} c \epsilon^2. \quad \text{Продолжение см. дальше}$$

4) Линейная плотность стержня $\rho = \frac{M}{L} = 0,1 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$.

Найдем суммарную силу действ. на бусинку при сдвиге на Δx .



$$F = G m \rho \left(\int_{\Delta x}^{L + \Delta x} \frac{dx}{x^2} - \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{\Delta x}{2}} \frac{dx}{x^2} \right) =$$

$$= G m \rho (-1) \left(\frac{2}{L} - \frac{1}{\Delta x} - \left(\frac{1}{\Delta x} + \frac{2}{L} \right) \right) =$$

$$= \frac{2 G m \rho}{\Delta x}$$

$$F = Gm\rho \left(\int_0^{\frac{L}{2}-\Delta x} \frac{dx}{x^2} - \int_{\frac{L}{2}+\Delta x}^L \frac{dx}{x^2} \right)$$

Сила на бусинку возникает из-за разбегем стержень на 3 части: $2\Delta x$, $\frac{L}{2} - \Delta x$, $\frac{L}{2} - \Delta x$. Силы со стороны 2-й и 3-й частей в силу симметрии уравновешиваются. Сила со стороны куска длиной $2\Delta x$ и вызывает движение бусинки.

Для малых Δx

$$F = -\frac{Gm\rho(2\Delta x)}{\left(\frac{L}{2}\right)^2} = -\frac{8GmM\Delta x}{L^3} \quad (\text{направлена противоположно смещению})$$

$$\text{Ускорение бусинки } a_b = -\frac{8GM\Delta x}{L^3}$$

$$\text{Ускорение стержня } a_{ст} = \frac{8Gm\Delta x}{L^3}$$

Ускорение бусинки относительно
стержня

$$\Delta \ddot{x} = - \frac{8G(M+m)\Delta x}{L^3}$$

Период колебаний бусинки

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L^3}{8G(M+m)}}$$

Бусинка верней достигнет
середины через время

$$T = \frac{T_0}{4} = 2\pi \sqrt{\frac{L^3}{128G(M+m)}} = 2,05 \cdot 10^6 \text{ с} =$$

$$= 23,7 \text{ дня}$$

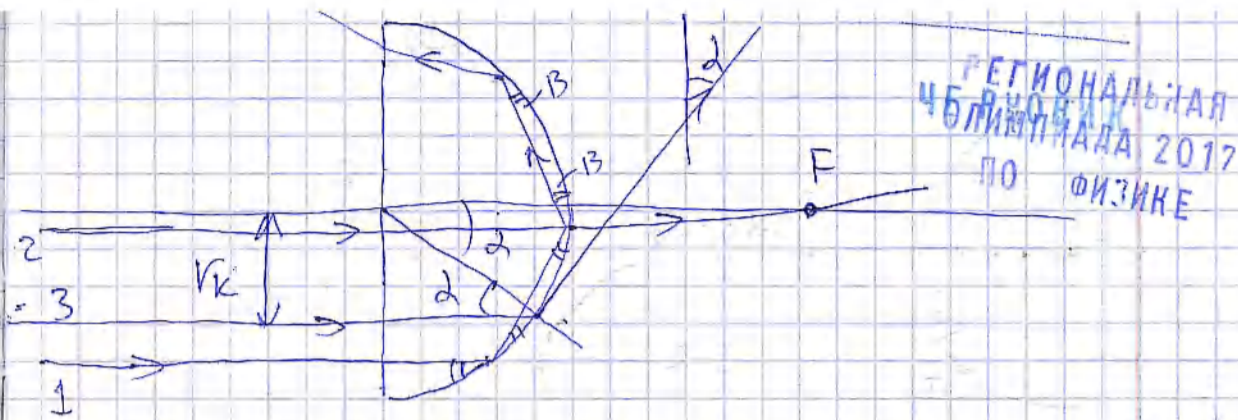
5) Из рисунка 5 диаметр линзы

$$2r = 2,1 \text{ см (диаметр тонкой области)}$$

$$r = \cancel{1,05 \text{ см}} \quad 1,05 \text{ см}$$

Рассмотрим ход лучей в линзе

(10)

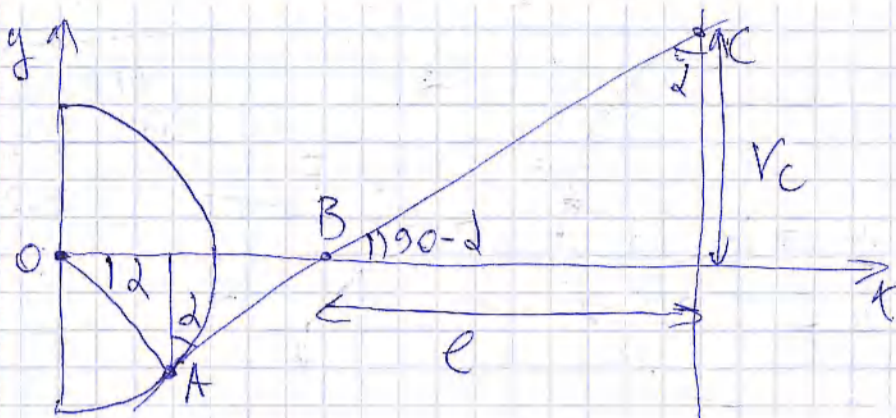


Луч 1 отразится от внутренней поверхности линзы (и наоборот) $n_2 > n_1$ за равенства углов α
 Луч 2 параллельный и пройдет в фокус линзы.
 Луч 3 идет на таком критическом расстоянии от оптической оси, что выходит по касательной к поверхности линзы.

$$\sin \alpha = \frac{1}{n} = \frac{1}{2}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{6} = 30^\circ$$

Именно лучами 3 типа создается внешняя граница зоны с переменной освещенностью на рис. 4



Координаты точки A $(r \cos \alpha, r \sin \alpha)$

Координаты точки B $(r \cos \alpha + \frac{r \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}, 0) =$

Из рисунка 4 $= (\frac{r}{\cos \alpha}, 0)$

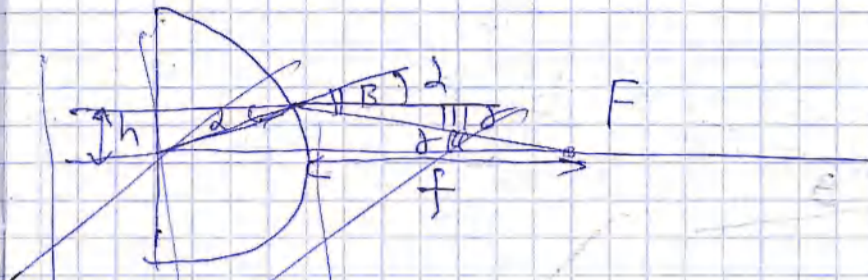
$$2r_c = 2,9 \text{ см}$$

$$r_c = 1,45 \text{ см}$$

$$e = r_c \tan \alpha$$

$$L_1 = \frac{r}{\cos \alpha} + r_c \tan \alpha = 2,05 \text{ см}$$

~~Из рисунка 5 видно, что
лучи параллельно лучу
падают в фокус линзы.~~



РЕГИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА 2017
ПО ФИЗИКЕ

$$\sin \alpha \approx \frac{h}{r} \approx \alpha$$

$$\beta \approx \sin \beta = n \sin \alpha \approx \frac{nh}{r}$$

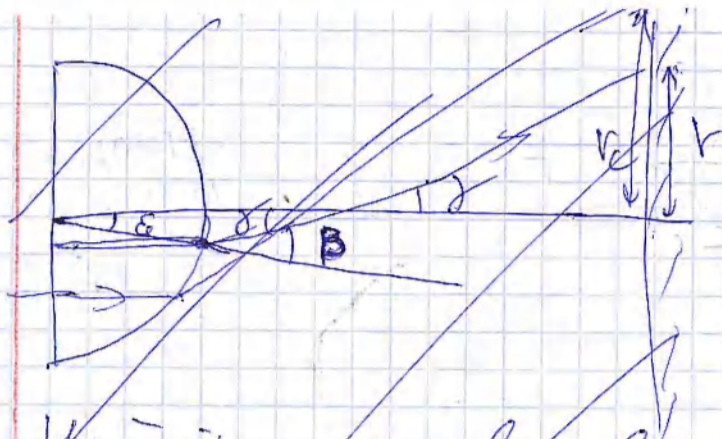
$$\gamma = \beta - \alpha = \frac{h}{r}(n-1)$$

~~$$f \tan \gamma \approx F \gamma = h$$~~

~~$$F = \frac{r}{n-1} = r$$~~

Таким образом

~~Угол луча, под которым зона максимальной освещенности на картине соответствует радиусу сферы, равному r.~~



Найти соответствующий угол ϵ .

$$r \cos \epsilon + \frac{r \sin \epsilon}{\operatorname{tg} \delta} + \frac{r}{\operatorname{tg} \delta} = L$$

$$f(\epsilon) = \cos \epsilon + \frac{\sin \epsilon + 1}{\operatorname{tg}(\arcsin(n(\epsilon)) - \epsilon)} = \frac{L}{r} = 1,95$$

ϵ	$f(\epsilon)$
10	7,43
20	4,08
30	1,73

На рисунке 5 светлая область

попадает в центр экрана.

Новое расстояние можно оценить

$$\text{как } L_2 = L_1 - l = 2,05 - 0,84 = 1,21 \text{ см.}$$

Тогда радиус пятна не больше

$$r \sin 30 = \frac{r}{2}, \text{ что и наблюдается на}$$

экране.

3) (дополнение)

Если при разрядке во второй из
машин с максимальной
скоростью изменения энергии в
конденсаторе в 75% от макс-й, при

$$d = \frac{1}{4}, \text{ то}$$

$$W = CE^2 \left(\frac{3}{4} - \frac{9}{32} \right) = \frac{15}{32} CE^2 \quad \text{V (+10)}$$

1) (продолжение)

Найдем время, через которое

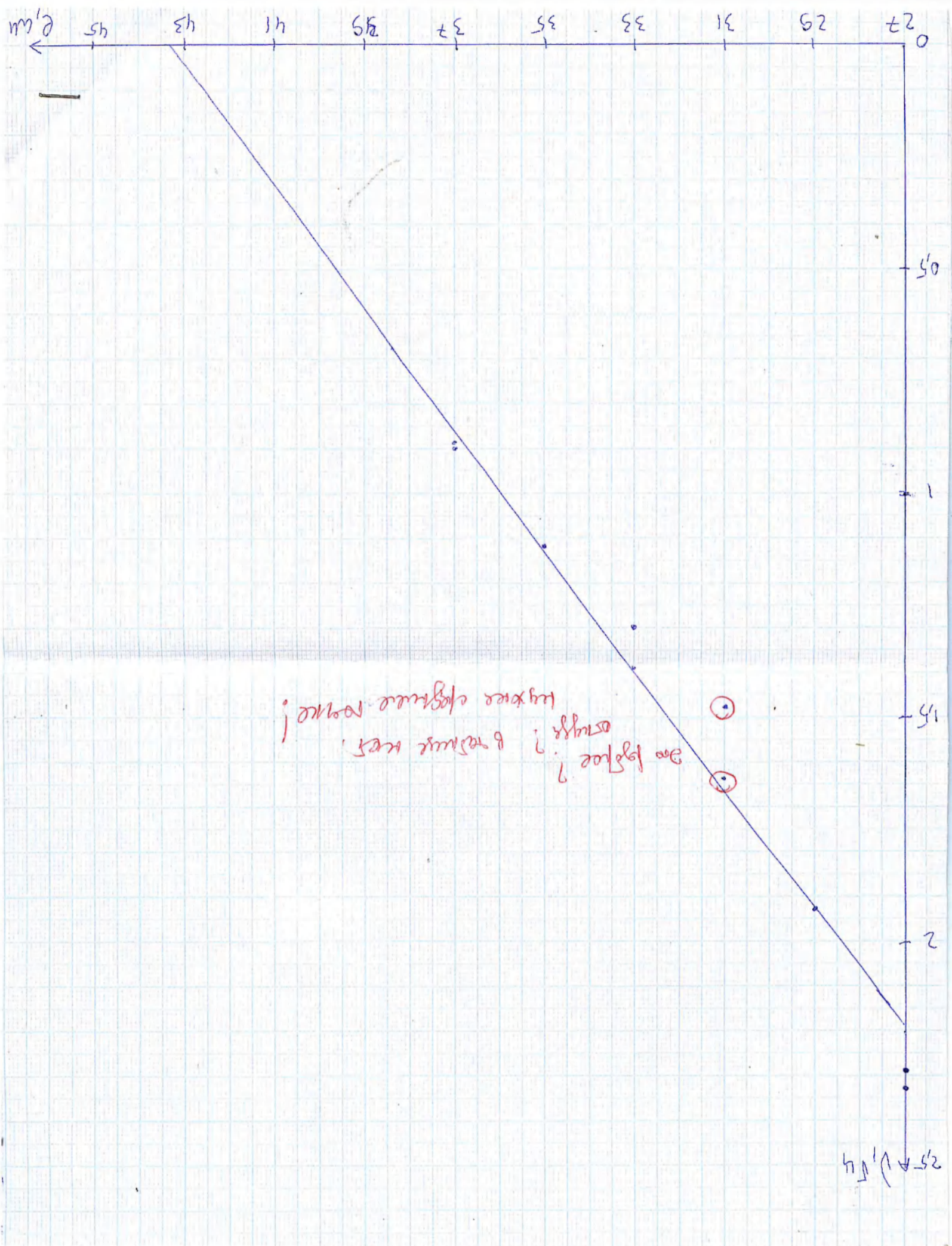
$$h_1 = 0$$

$$t_p = \frac{2l}{v} = 1000 \text{ с.}$$

РЕГИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА 2017
ЧЕЛОВЕК
ФИЗИКЕ

В момент t_0 воздух дойдёт до трубки и начнёт продуваться через неё. В конце канала, воздуха в левом плече не останется.

$$H(1100) = vt = 22 \text{ см} \quad \checkmark \quad 10$$

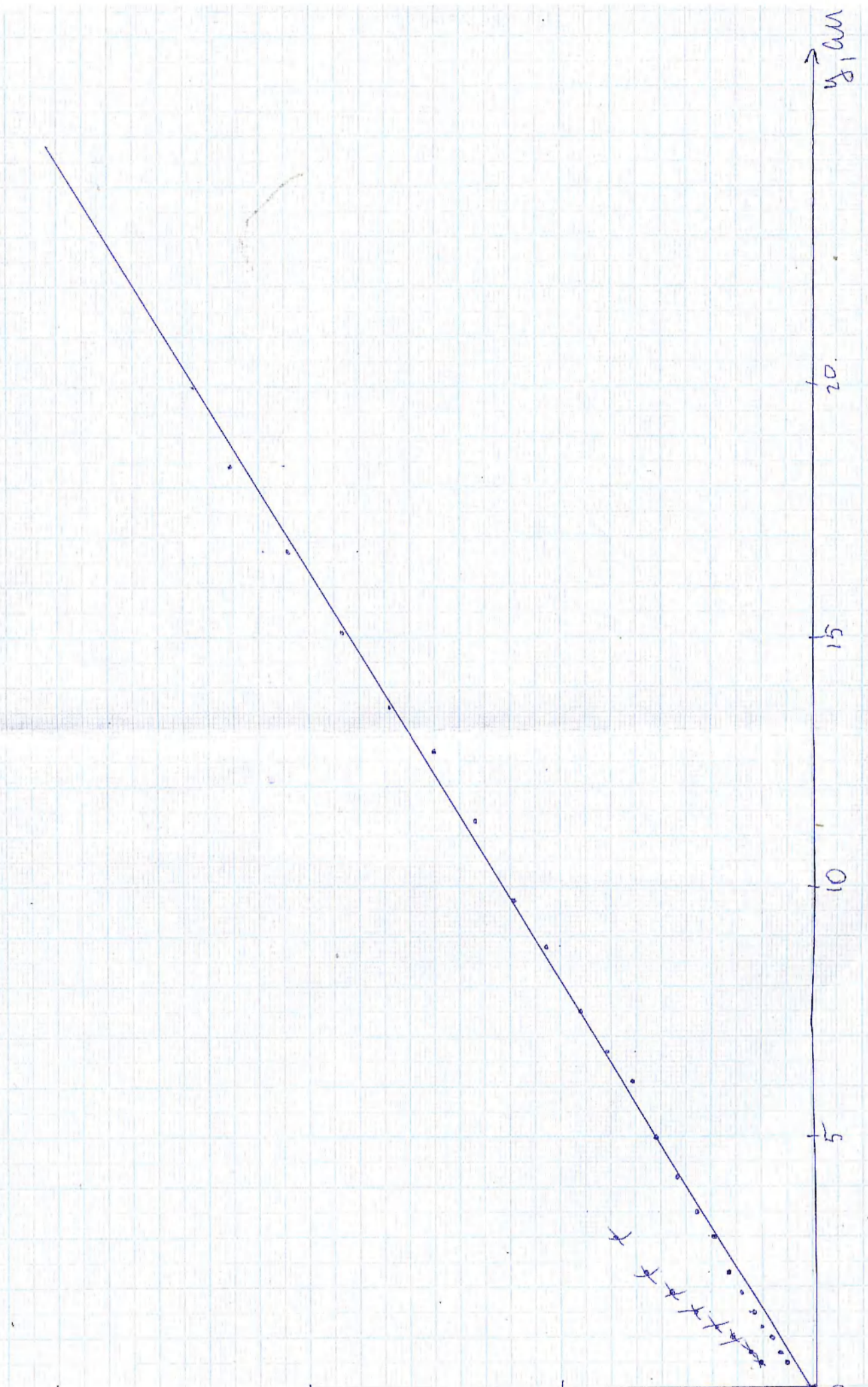


are logarithms? & radius test?
 logarithmic regression?

25 A 1/4

14105

График №2



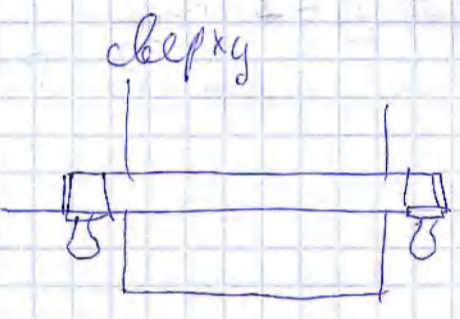
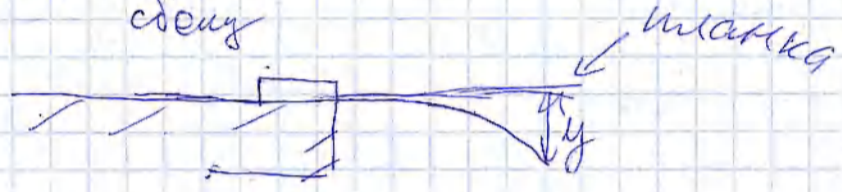
11.1)

ФЭ 11-3

1/2/E
14/15/29

РЕГИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА 2017
ПО ФИЗИКЕ

п.1) Проведем измерения y для листа бумаги при одинаковых $l = 108$ см и ~~разных~~ b , равных сторонам ~~листа~~. Лист будем прижимать к столу зажимами и линейкой.



b меньше, обрезаю лист.
 y измерили относительно линейки, пользуюсь тем, что она на таких расстояниях все прогибается.

N	$b, \text{ м}$	$y, \text{ м}$
1	29,8	2,7
2	24,8	2,6
3	19,8	2,7
4	14,8	2,7
5	9,8	2,8

Видно, что y от b не зависит

$$S=0, P=0$$

П2

$$y \sim F \Rightarrow h=1, \text{ ~~и~~}$$

$$y = \beta E^k \rho^r g^s l^t \quad (F \sim \rho g)$$

$$[y] = \text{м}$$

$$[\delta] = \text{м}$$

$$[l] = \text{м}$$

$$[\rho] = \text{м} \cdot \text{м}^{-3}$$

$$[E] = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \frac{\text{м} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-2}}{\text{м}^2} = \frac{\text{м} \cdot \text{с}^{-2}}{\text{м}^2}$$

$$[g] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$[E] = \text{Па} = \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2}$$

$$k = -1 \quad (\text{определим по } c.)$$

$k+r=0$ (считаем по kl)

$$k=-r; r=1$$

$l = -k - 3r - 2 + f + 1$ (считаем по l)

$$f = 2 + k + 3r = 4$$

$$y = \frac{3}{2} \frac{pg e^f}{\delta^2 E} +$$

$$l_{\text{кр}}^3 = 2 E^m p^n \delta^2 g^4$$

$$[E] = \frac{m}{m \cdot c^2}$$

$$[p] = m \cdot m^{-3}$$

$$[g] = m \cdot c^{-2}$$

$$3 = -m - 3n + 2 + u \quad (m)$$

$$1 = u - m - 3n$$

$$m + n = 0 \quad (kl)$$

$$-2m + 2u = 0 \quad (c)$$

$$u = n = -m$$

$$1 = -m - m + 3m = m$$

$$m = 1$$

$$u = -1$$

$$n = -1$$

$$l_{\text{кр}}^3 = \frac{2}{3} \frac{E \delta^2}{pg} +$$

РЕГИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА 2017
ПО ФИЗИКЕ

3) Принимаю танку и карю стаю, сужение $l_{\text{пр}}$. длина, при которой вертикальное положение устойчиво
 $l_{\text{пр}} \approx 45 \text{ см}$ (равновесие перестает быть устойчивым)

4) Зажимаю танку между двумя линейками, линейки будем держать руками. Измеряю длину сразу много периодов колебаний.

n	$l, \text{м}$	$T, \text{с}$	n	$T = \frac{T_{\text{с}}}{n}, \text{с}$
22	8,28	20		
23	5,96	20		
24	9,71	30		
25	6,84	20		
26	7,58	20		
27	8,69	20		
28	9,80	20		
29	10,37	20		
30	11,37	20		
31	9,15	15		
32	10,16	15		

РЕГИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА 2017
ПО
ФИЗИКЕ

N	$l, \text{ см}$	$T_{\varepsilon}, \text{ с}$	n	$T = \frac{l\varepsilon}{n} \text{ с}$
	33	14,40	20	
	34	16,44	20	
	35			

N	$l, \text{ см}$	$T_{\varepsilon}, \text{ с}$	n	$\nu = \frac{n}{T_{\varepsilon}}, \text{ Гц}$
1	27	10,31	24	2,33
2	27	12,66	29	2,29
3	29	10,37	20	1,93
4	29	10,35	20	1,93
5	31	10,16	15	1,48
6	31	12,19	20	1,64
7	33	14,40	20	1,39
8	33	10,76	14	1,30
9	35	13,37	15	1,12
10	35	13,35	15	1,12
11	37	11,22	10	0,89
12	37	11,16	10	0,90

Критической длине соответствует частота $\nu_{\text{кр}} = 0$.

п.6) Из графика, $l_{up} = 43,3$ см. (График 1)

$$п.7) C_{3b}^T = \sqrt{\frac{E'}{\rho}} = \sqrt{\frac{3}{2} \frac{\rho_{up}^3 g}{\delta^2}} = 1820 \frac{м}{с}$$

п.8) Измеряют будем относительно
длинной линии.

n	$l, см$	$y, см$	$l^4, см^4 \cdot 10^5$
1	18	0,5	1,05
2	19	0,7	1,30
3	20	1,0	1,60
4	21	1,2	1,94
5	22	1,5	2,34
6	23	1,9	2,80
7	24	2,3	3,32
8	25	3,0	3,91
9	26	3,5	4,57
10	27	4,2	5,31
11	28	5,0	6,15
12	29	6,1	7,07
13	30	6,7	8,10
14	31	7,5	9,24
15	32	8,8	13,05

16	33	9,7	11,9
17	34	11,3	13,4
18	35	12,7	15,0
19	36	13,6	16,8
20	37	15,1	18,7
21	38	16,7	20,9
22	39	18,4	23,1

РЕГИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА 2017
ПО ФИЗИКЕ

$$n.9) y = \frac{3}{2} \frac{\rho g l^4}{E \delta^2}$$

$$\frac{\rho g}{E \delta^2} = \frac{2}{3} \frac{1}{l_{кр}^3}$$

$$y = \frac{l^4}{l_{кр}^3} +$$

n.10) Построить график $l^4(y)$ (График n2)

Из условия задачи графика $l^3 = l_{кр}^3$

$$l_{кр}^3 = 1,23 \cdot 10^5 \text{ см}^3$$

$$l_{кр} = 49,7 \text{ см} - \text{при этом уже забывается}$$

$$n.11) c_{3B}^{\frac{1}{2}} = 2240 \frac{\mu}{с}$$

11.2.

Номер ящика 4.

При подключении
вольтметра или амперметра
к любой паре из 2, 3 и 4 выходов
тока или напряжения нет.

~~При попытке зарядить~~ возможно
После подключения к какому-то
выводам амметра, а потом
нужно снова вольтметра или
амперметра тока или напряжения
не возникает. Следовательно,
среди элементов 2, 3, 4 нет ни,
батарей, ни конденсаторов
(номер элемента соответствует
номеру выхода)

Диагност там там же нет, т.к.
сопротивления, показываемые
амметрами не зависят от
температуры его подключения.

РЕГИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА 2017
ПО ФИЗИКЕ

Следовательно, эти элементы - резисторы или катушки индуктивности. Катушки индуктивности не более одной, иначе между нами - то парой выводов будет очень маленькое сопротивление. Если есть одна катушка, то сумма наших - то двух из $R_{3,2}$; $R_{2,4}$; $R_{3,4}$ будет равна третьей.

Составлю симметру

$$R_{23} = 1,083 \text{ МОм} \pm 0,001 \text{ МОм}$$

$$R_{34} = 0,832 \text{ МОм} \pm 0,001 \text{ МОм}$$

$$R_{24} = 1,379 \text{ МОм} \pm 0,001 \text{ МОм}$$

Как видно, катушки индуктивности нет. Сл-но, элементы 2,3 и 4 -

- резисторы.

$$R_2 + R_3 = R_{23}$$

$$R_2 + R_4 = R_{34}$$

$$R_3 + R_4 = R_{34}$$

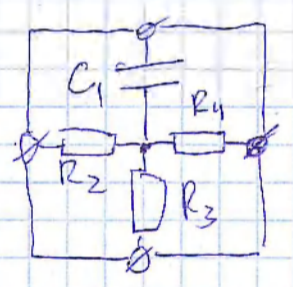
$$R_2 + R_3 + R_4 = \frac{R_{23} + R_{24} + R_{34}}{2}$$

$$R_2 = \frac{R_{23} + R_{24} - R_{34}}{2} = 0,815 \text{ МОм} \pm 0,0015 \text{ МОм}$$

$$R_3 = R_{23} - R_2 = 0,268 \text{ МОм} \pm 0,0025 \text{ МОм}$$

$$R_4 = R_{24} - R_2 = 0,564 \text{ МОм} \pm 0,0025 \text{ МОм}$$

При ~~закреплении~~ подключении
аммметра к выводу 1 и каналу-
каблучку группы на выводах 1,
Между выводами 1 и остальными
возникает напряжение, падающее
со временем (при подключенном
вольтметре). Следовательно, элемент
1 - конденсатор.



Для нахождения напряжения
амметра и внутреннею сопротивлен
вольтметра R_B проведем следующие
эксперименты:

а) Подключим к выводам 1, 3
амметр

б) Подождем достаточно для
зарядки конденсатора время (≈ 5 мин)

в) Измерим $U_{1,3,0}$ (напряжение
показываемое вольтметром между
выводами 1 и 2.

г) Подзарядим амметром
конденсатор

д) Измерим $U_{1,3,0}$

~~е) Подзарядим конденсатор~~

ж) Измерим $U_{1,3}$

$$U_{1,2,0} = 0,45 \text{ В} \quad 0,48 \text{ В}$$

$$U_{1,3,0} = 0,49 \text{ В} \quad 0,51 \text{ В}$$

$$U_{1,3} = 0,47 \text{ В}$$

$$U_{ix} = I_{ix} \cdot R_B = \frac{U R_B}{R_B + R_x}$$

РЕГИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА 2017
ПО ФИЗИКЕ

Суммама ~~зависит~~ значения
 U_{12} и U_{13} при разных измерениях
на конд-ре.

n	$U_{13}, \text{В}$	$U_{12}, \text{В}$	$\frac{U_{13}}{U_{12}} = \frac{R_B + R_2}{R_B + R_3} = d$
1	0,51	0,48	1,0625
2	0,46	0,43	1,0698
3	0,42	0,39	1,0513
4	0,36	0,34	1,0588
5	0,30	0,29	1,0345
6	0,25	0,24	1,0417
7	0,21	0,20	1,0500

$$d = 1,053 \pm 0,011$$

$$R_B + R_2 = d R_B + d R_3$$

$$R_B(d-1) = R_2 - d R_3$$

$$R_B = \frac{R_2 - d R_3}{d-1} = 10,1 \pm 2 \text{ МОм}$$

$$U = U_{13,0} \cdot \frac{R_B + R_X}{R_B} = U_{13,0} \cdot \left(1 + \frac{R_X}{R_B}\right) z$$

Получается большая погрешность из-за низкой точности измерения на диапазоне 20 В. Поэтому для точного измерения U повторим то же самое с диапазоном 2 В.

$$U_{13,В} \quad U_{12,В}$$

$$0,503 \quad 0,481$$

$$0,450 \quad 0,425$$

$$0,400 \quad 0,378$$

$$0,350 \quad 0,331$$

$$0,300 \quad 0,283$$

$$d = \frac{R_B + R_Z}{R_B + R_3} = \frac{U_{13}}{U_{12}}$$

$$1,04574 \quad \text{— ошибка}$$

$$1,05882 \quad \text{— точн-сть}$$

$$1,05820$$

$$1,0574$$

$$1,0601$$

$$d = 1,0586 \pm 0,001$$

$$R_B^{(2)} = \frac{R_2 - dR_3}{d-1} = 9,066 \pm 0,15 \text{ МОм}$$

Максимальное напряжение

$$U_{13M}^* = 0,510 \text{ В} \pm 0,001 \text{ В}$$

$$U = U_{13M} \frac{R_B + R_2}{R_B} = U_{13M} \left(1 + \frac{R_2}{R_B} \right) =$$

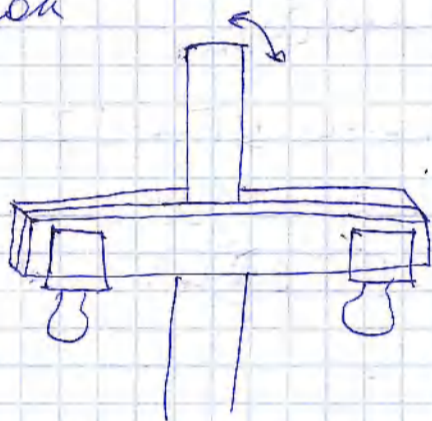
$$= (0,510 \pm 0,001) (1 + 0,0899 \pm 0,0015) =$$

$$= (0,510 \pm 0,001) (1,0899 \pm 0,0015) = 0,556 \pm 0,002 \text{ В}$$

11.1) (Медальерше):

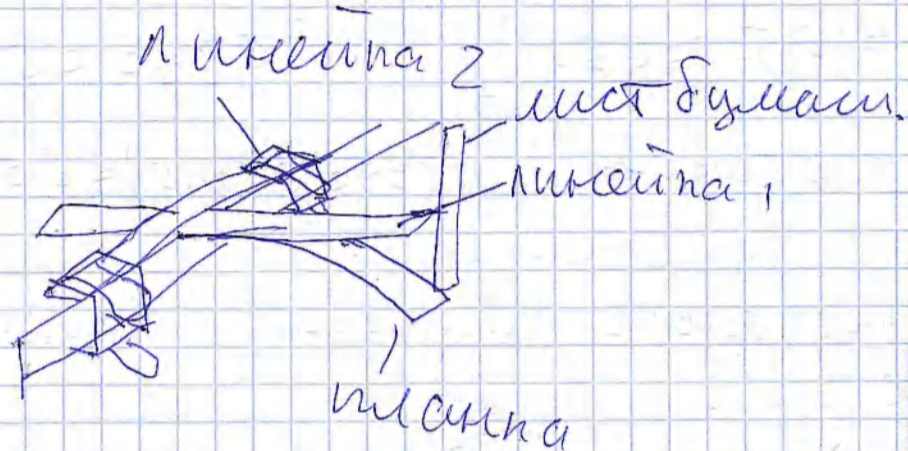
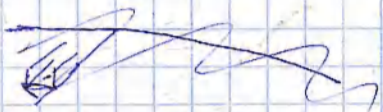
Несколько рисунков прилагающиеся
установкой

п. 4)



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
1	2	1	1	3	2	3	1	4	1	15

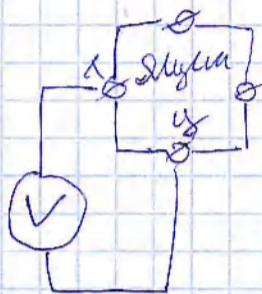
п. 8)



проти платки отмеряется
на мягкой бумаге, затем
измеряется линейкой.

1.2) Схема подключения
вольтметра и выводов

x, y:



РЕГИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА 2017
ПО ФИЗИКЕ

Схема подключения амметра
и выводов x, y:

