

Шифр: С-27

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап

по физике

2018/2019

Ленинградская область

Район Выборгский

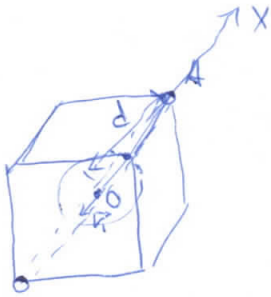
Школа МБОУ "СОШ №7"

Класс 11 А

ФИО Кравченко Денис

Сергеевич

660x. 1708 - 1312



N2

1	2	3	4	5	Σ
0	6	4	0	0	10

(1) 1) Для точки найдем g в точке A , где этого куб можно представить сферой радиуса $OA (d)$

$$g_A = \frac{GM}{d^2}, \text{ где } M - \text{масса планеты}$$

d^2 - отрезок OA

2) Введем ось Ox и рассмотрим тело в произвольной координате x , на тело будет действовать сила $mg(x)$

$g(x) = \frac{GM(x)}{x^2}$, т.к. планета однородная, масса ее массы можно выразить через объем.

Найдем объем куба, выразим его через d , если d - половина диагонали, тогда ребро куба $a = \frac{2d}{\sqrt{3}}$; $V_{куба} = a^3 = \frac{8d^3}{3\sqrt{3}}$;
~~А объем~~ Масса $M(x)$ находящаяся внутри сферы радиуса x

$$V_{сферы} = \frac{4}{3}\pi x^3$$

$$\frac{M(x)}{M} = \frac{V_{куб}}{V_{сфе.}} = \frac{M(x)}{M} = \frac{V_{сферы}}{V_{куб}} = \frac{\frac{4}{3}\pi x^3 \cdot 3\sqrt{3}}{8d^3} = \frac{\pi\sqrt{3}x^3}{2d^3} M$$

3) Напишем второй закон Ньютона на ось x

$$Ox: -mg(x) = m a_x$$

$$a_x + g(x) = 0$$

$$a_x + \frac{G \cdot M(x)}{x^2} = 0$$

$$a_x + \frac{G \cdot \pi\sqrt{3}x^3 \cdot M}{x^2 \cdot 2d^3} = 0$$

$$a_x + \frac{G\pi\sqrt{3}M}{2d^3} \cdot x = 0$$

Получим уравнение гармонического осциллятора

①

$$\text{где } \omega^2 = \frac{GM\pi\sqrt{3}}{2d^3}$$

4) В точке O - положение равновесия, где отсутствует ускорение и скорость максимальна. Как известно $V_{\max} = A \cdot \omega$, где A - амплитуда колебаний

$$V_{\max} = V_1 = d \cdot \omega$$

$$V_1 = d \cdot \sqrt{\frac{GM\pi\sqrt{3}}{2d^3}}$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{GM\pi\sqrt{3}}{2d}}$$

⇓

$$V_1^2 = \frac{GM\pi\sqrt{3}}{2d} \Rightarrow V_1^2 = \frac{g_A d^{\epsilon} \cdot \pi\sqrt{3}}{2d} \Rightarrow g_A d = \frac{2V_1^2}{\pi\sqrt{3}}$$

5) Чтобы покинуть поле гравитационное планеты приобрести вторую космическую скорость

ЗСЗ: $\frac{mV_2^2}{2} = \frac{GMm}{d} = 0$, т.к. на бесконечности нет притяжения и скорость должна быть 0, т.е. нам нужна миним V_2

$$V_2 = \sqrt{\frac{2GM}{d}} = \sqrt{2g_A d}$$

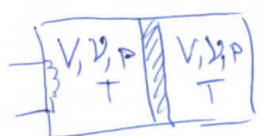
это по сути вторая космическая скорость

$$V_2 = \sqrt{2 \cdot \frac{2V_1^2}{\pi\sqrt{3}}} = 2V_1 \cdot \sqrt{\frac{1}{\pi\sqrt{3}}} = \frac{2V_1}{\sqrt{\pi\sqrt{3}}} \approx \underline{0,86 V_1}$$

Ответ: $V_{2_{\min}} = \frac{2V_1}{\sqrt{\pi\sqrt{3}}}$

69

13



ΔT | 1) В левой части будет происходить изобарный процесс, так как поршень перемещается без трения. Поэтому

температура в газу можно определить по формуле

$$Q = C_p \cdot \nu \cdot \Delta T$$

Для одноатомного газа (не-одноатомный) $C_p = \frac{5}{2} R$

$$Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

2

2) Т.к. правая часть находится за теплопроводящей поршнем и внутри теплоизолированного сосуда. То там не будет теплообмена с окр. средой \Rightarrow процесс будет адиабатическим.

~~Т.к.~~ вследствие уменьшения объема правой части газ совершит отрицательную работу, т.е. внешние силы совершат положительную работу

$$A' = \Delta U_2$$

В роли внешних сил будет выступать работа поршня, которая равна работе по расширению газа в левой части

$$A' = A = p \Delta V = \nu R \Delta T$$

$$\nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T + \Delta T_2) - \frac{3}{2} \nu R T$$

$$\nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2$$

$$\Delta T_2 = \frac{2}{3} \Delta T$$

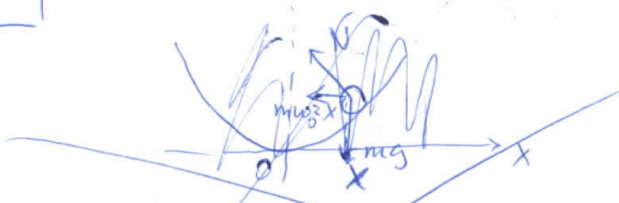
ответ: 1) $\Delta T_2 = \frac{2}{3} \Delta T$
2) $Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$

4

н 4



1) Вследствие равномерного вращения поверхности жидкости примет вид параболического

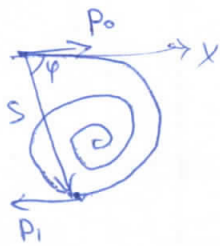


~~Рассмотрим элементу: сила тяжести и сила реакции опоры создает центростремительную силу. Зопишем второй закон Ньютона на ось x~~

~~$$- m \omega_0^2 x = mg_x$$~~

~~$$m x + m \omega_0^2 x = 0$$~~

3



1) Частица будет двигаться по спиральной траектории, закручиваясь в центр окружности по которой она ~~должна~~ летела если бы не было вязкого трения. Путь между перемещением равен окружности по которой ~~должна~~ двигаться частица без трения

$$\frac{mv^2}{R} = qBv$$

$$|\vec{S}| = R = \frac{mv_0}{qB} = \frac{p_0}{qB}$$

2) Если затормозить второй закон Ньютона:

$$0x -kV = ma_x$$

$$-kV = m \frac{\Delta V}{\Delta t} \cdot \Delta t$$

$$-kV \Delta t = m \Delta V$$

$$-k \sum V \Delta t = m \sum \Delta V$$

$$-k \cdot S_x = m(V_k - V_0)$$

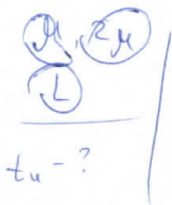
Для торможения

$$-k S \cos \varphi = m \cdot (0 - V_0)$$

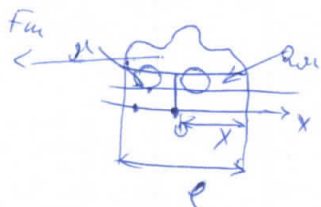
$$k = \frac{p_0}{S \cos \varphi} = \frac{p_0 qB}{p_0 \cos \varphi} = \frac{qB}{\cos \varphi}$$

н/д

0 well



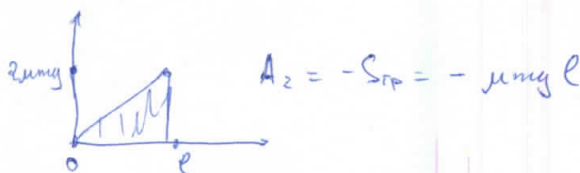
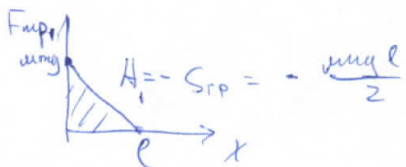
1) Рассмотрим машину на трении



На машину действуют две силы трения

$$-\mu m \frac{(x-l)}{e} g - 2\mu m \frac{y}{e} g - F_{н\cancel{2}} = ma_x$$

и еще там координаты; работу сил трения можно найти как площадь под графиком



(4)

Числовик

С - С +

Мем и В

и работа силы трения $-F_{tr} \cdot l$.

По закону изменения энергии

$$0 - \frac{mv_0^2}{2} = -\frac{3}{2}\mu mg l - F_{tr} l$$

$$mv_0^2 = 3\mu mg l + F_{tr} l$$

$$v_0^2 = \sqrt{3\mu g l + \frac{F_{tr}}{m} l}$$

2) Рассмотрим участок L , если сила трения постоянна, то можно посчитать её работу как $F_{tr} \cdot L$ и работа силы пружины



$$A_{тр} = -\mu mg L$$

По закону изменения энергии

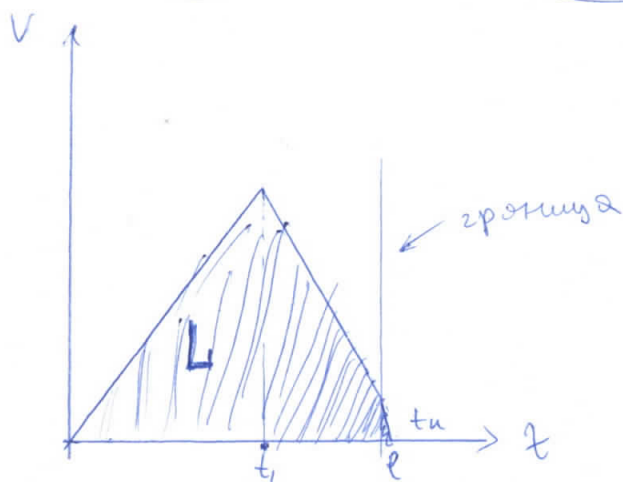
$$F_{tr} L - \mu mg L = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$2F_{tr} L - 2\mu mg L = mv_0^2$$

~~$$2F_{tr} L - 2\mu mg L = 3\mu mg l + F_{tr} l \quad | : L$$~~

~~$$2F_{tr} - 2\mu mg = 3\mu mg \frac{l}{L} + \frac{F_{tr} l}{L} \quad \text{в идеале } l \ll L$$~~

~~$$F_{tr} = \mu mg$$~~



$$ma = F_{tr} - \mu N$$

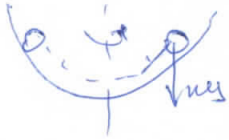
$$a_1 = \frac{F_{tr}}{m} - \mu g$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{L}{a_1}} = \sqrt{\frac{L}{\frac{F_{tr}}{m} - \mu g}}$$

$$t_2 \approx 2t_1 \approx 2\sqrt{\frac{L}{\frac{F_{tr}}{m} - \mu g}}$$

л4

Т.к. бусинку помещают без начальной скорости
а силы трения нет, то бусинка будет совершать
просто колебание под действием сил тяжести



~~$\omega = \sqrt{g}$~~
 ~~$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{g}}$~~

0 mark

1	2	Σ
9	4	13

Чистовик

C-27

Задание 11.1

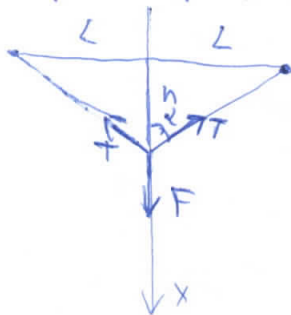
Всех 1240-1249

Для начала при помощи канцелярской кнопки закрепим линейку посередине резинкой, потом подвешиваем ниточку по центру и потом по одной подвешиваем на ниточку гайки, отмеряем длину стрелы прибора. Данные занесем в таблицу. Учитывая, что масса одной гайки $m = 10,0 \pm 0,5 \text{ г}$, силу которая она создает $F = mg$, где $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ (2)

Кол-во гек, шт	F, нН	h_1 , см (в первом измерении)	h_2 , см (во втором измерении)
1 штучка	98	1,3	1,3
2 штучки	196	2,2	2,3
3 штучки	294	3	3,1
4 штучки	392	3,5	3,7
5 штучк	490	4,1	4,3
6 штучк	588	4,6	4,8
7 штучк	686	5,1	5,4
8 штучк	784	5,5	5,8
9 штучк	882	6	6,2
10 штучк	980	6,5	6,6

На основе данных результатов построим график зависимости h от F . Видим что зависимость нелинейная, монотонно возрастает однако $\frac{\Delta h}{\Delta F}$ убывает.

Рассмотрим произвольной силой



Пусть угол между ниткой и h - α
 Т.к. гайки покалели, то по второму закону Ньютона на ось x

$$Ox: F = T \cos \alpha + T \cos \alpha$$

$$F = 2T \cos \alpha$$

$$T = \frac{F}{2 \cos \alpha}, \quad \cos \alpha = \frac{h}{\sqrt{h^2 + L^2}}$$

$$T = T(F) = \dots$$

Мы можем найти зависимость T от h и таким образом найдем T_0 , L измерив линейкой

Данные о h и T возьмем из первого измерения. n - удержим $L = 15 \text{ см}$

$h, \text{см}$	$F, \text{Н}$	$\cos \alpha$	$T, \text{Н}$
1,30	0,098	0,0863	0,568
2,25	0,196	0,1483	0,661
3,05	0,294	0,1992	0,738
3,60	0,392	0,2334	0,840
4,20	0,490	0,2696	0,909
4,70	0,588	0,2990	0,983
5,25	0,686	0,3304	1,037
5,65	0,784	0,3525	1,112
6,10	0,882	0,3767	1,091
6,55	0,980	0,4002	1,224

При 9 гайках наблюдается довольно сильное отклонение, поэтому
 2 переизмерил h при 9 гайках

$$h = 6,4 \text{ см} \Rightarrow \cos \alpha = 0,3924 \Rightarrow T = 1,124 \text{ Н}$$

Построив график по данной таблице, можно сделать вывод,
 что зависимость линейная с некоторым отклонением. Продолжив
 этот график до пересечения с осью абсцисс мы получим
 значение силы T_0 , т.е. при в этом случае $h = 0$ (1)

Исходя из графика $T_0 \approx 0,365 \text{ Н}$

~~Оценим погрешности:~~
 для h и L - это было

Чтобы определить коэф. упругости, возьмем любую точку из
 графика и T подставим на ~~формулу~~ удлинение ~~резинки~~

например: $T = 0,909 \text{ Н}$ и $h = 4,2 \text{ см}$

$$\Delta l = 2\sqrt{L^2 + h^2} - 2L = 1,154 \text{ см}$$

$$k = \frac{0,909 \text{ Н}}{1,154 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 78,8 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \quad (1)$$

Оценим погрешность:

для h и L - это половина цены деления линейки

$$\Delta h = 0,05 \text{ см}$$

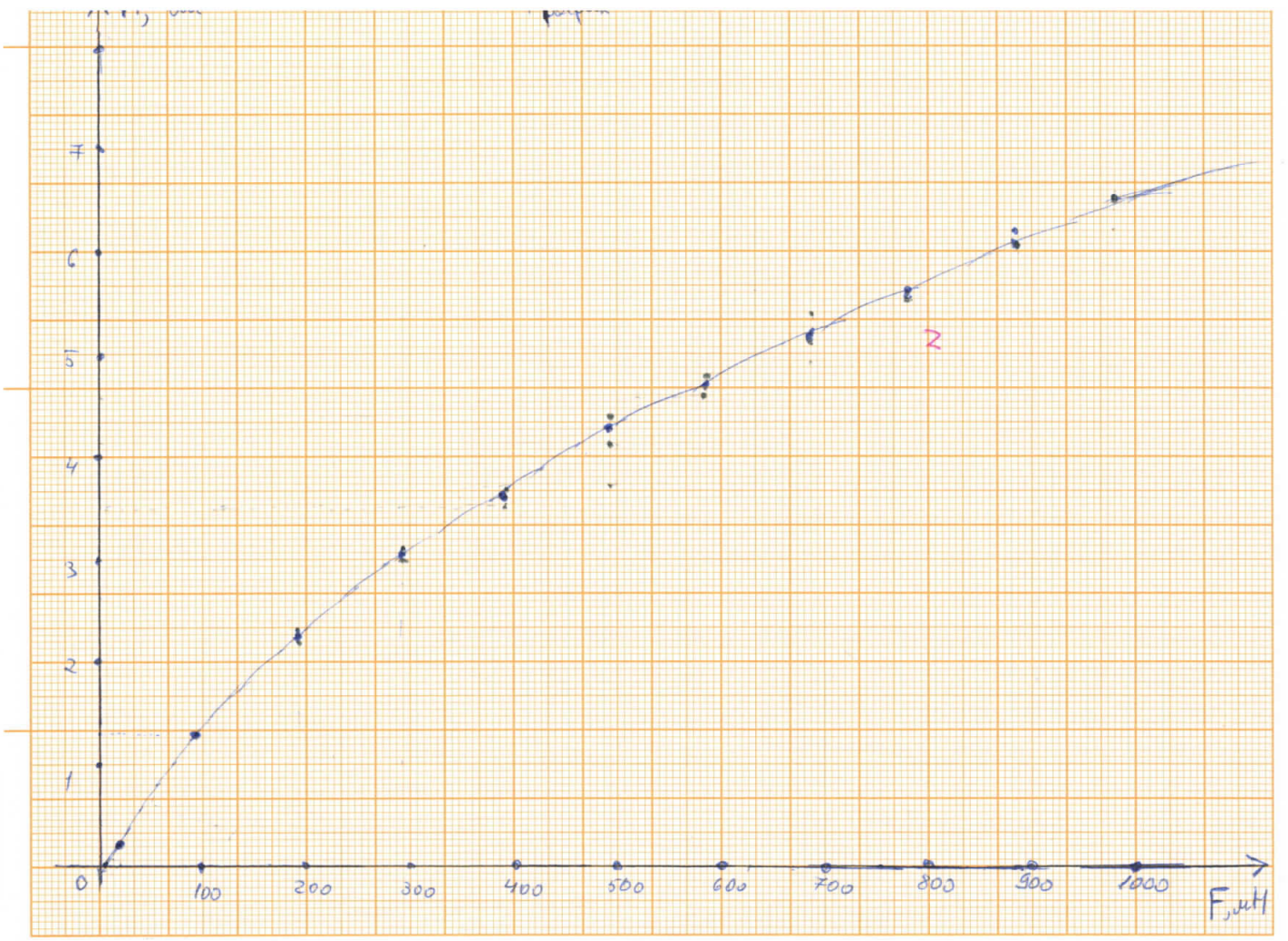
$$\Delta L = 0,05 \text{ см}$$

$$\Delta m = 0,52 \Rightarrow \Delta F = 0,15 \text{ мН}$$

$$\frac{\Delta T}{T} = \sqrt{\left(\frac{\Delta F}{F}\right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{h}\right)^2}$$

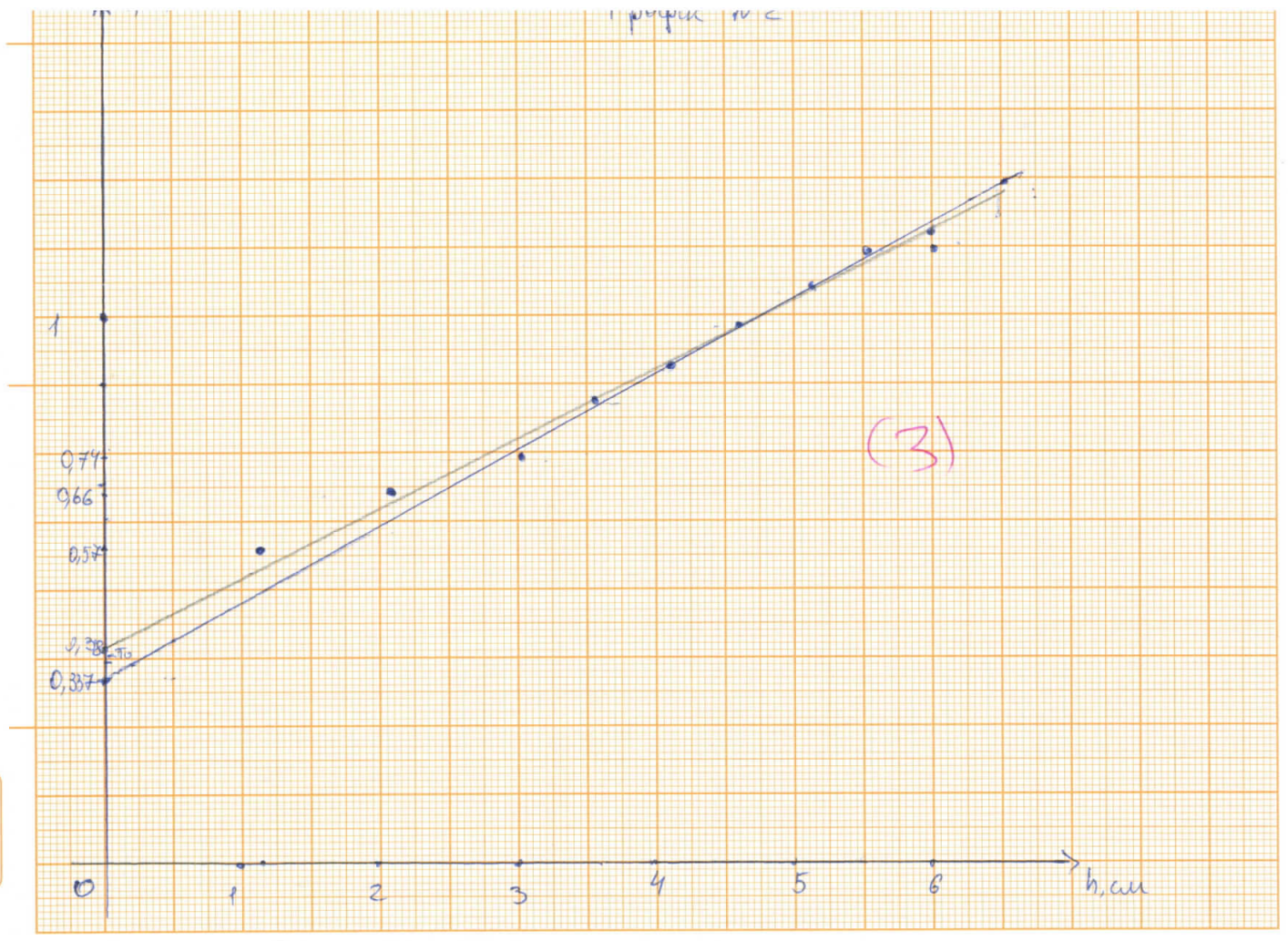
9 мая

6) Punkte



1. p... r... <

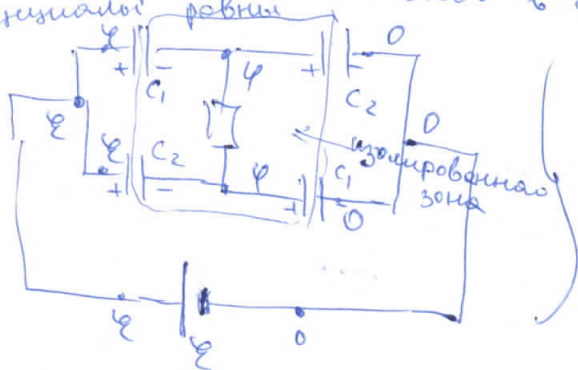
6. Exercise



Задача 11.2.

Первым делом мы должны добиться чтобы конденсаторы были разряжены, для этого замкнем цепь и выждем некоторое время, чтобы конденсаторы разрядились. После этого подключаем СЯ к батарейке и дождавшись стационарного режима, предварительно цурием ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 1,6 \text{ В}$

Рассмотрим цепь в стационарном режиме. Токов через конденсаторы нет \Rightarrow токов в цепи нет \Rightarrow на концах резистора потенциалы равны



используем метод потенциалов

1) По ЗСЭ для изолированной области

$$-C_1(\mathcal{E} - \varphi) + C_2\varphi + C_1\varphi - C_2(\mathcal{E} - \varphi) = 0, \text{ т.к. мы разрядили конденсаторы}$$

$$2C_1\varphi + 2C_2\varphi = C_1\mathcal{E} + C_2\mathcal{E}$$

$$2\varphi(C_1 + C_2) = \mathcal{E}(C_1 + C_2) \quad | : (C_1 + C_2) \neq 0$$

$$2\varphi = \mathcal{E}$$

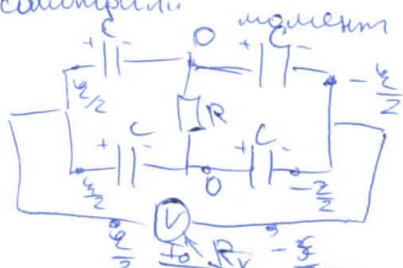
$$\varphi = \frac{\mathcal{E}}{2}$$

$$2) U_{C1} = \mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{2} = \frac{\mathcal{E}}{2}$$

$$U_{C2} = \frac{\mathcal{E}}{2}$$

$$3) \frac{Q}{C_2} = \frac{U_{C1}}{U_{C2}} \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = 1 \Rightarrow C_1 = C_2 = C$$

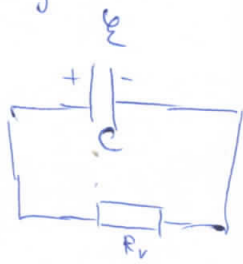
4) Рассмотрим момент когда мы подключаем вольтметр к клеммам не изменилось



$$I_0 = \frac{\frac{\mathcal{E}}{2} - (-\frac{\mathcal{E}}{2})}{R_v} = \frac{\mathcal{E}}{R_v}$$

Мы видим, что через внутренний резистор ток не потечет

Поэтому данная цепь будет эквивалентна этой:



5) Теперь заделим известный конденсатор C_0

Когда мы подключим вольтметр будет верно соотношение

$$I R_v \cdot \Delta t = C_0 \cdot \Delta U$$

Аналогично с C_1

$$I R_v \cdot \Delta t = C_1 \cdot \Delta U$$

Теперь подставляем за сколько секунд напряжение на известном конденсаторе упадет на $U_0 = 0,04$ В, к примеру

$$\Delta t = 20 \text{ с}$$

Теперь посмотрим на сколько упадет напряжение на C_1 за это же время: $\Delta U = 0,03$ В

\Downarrow

$$C_0 \cdot 0,04 = C_1 \cdot 0,03$$

\Downarrow

$$C_1 \approx \frac{4}{3} C_0 = 1,33 \text{ мкФ}$$

Ответ: $C_1 = C_2 = 1,33 \text{ мкФ}$?