

Региональный этап ВСОШ
по физике 2021

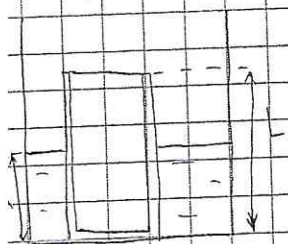
1 день

Шифр 909

Таблица для жюри

№ задачи	1	2	3	4	Итого	Подпись
Эксперт №1 (Ф.И.О) Горбанева Л.В.	0	7	1	10	18	ЛГВ
Эксперт №2 (Ф.И.О) Егорин И.Н.	0	7	1	10	18	И.Н.Е.
Председатель (Ф.И.О) Гарин	0	7	1	10	18	Г.

Задача № 19.2



Найдем массу стакана m_c . ~~плотность~~ плотность материала равна 20ρ , то
 $m_c = 20\rho (L \cdot \pi R^2 - (L-d) \cdot \pi (R-d)^2) = 20\rho \pi (L-d)(2Rd - d^2) = 20\rho \pi (2RdL - Ld^2 - dR^2 -$
 $- 2Rd^2 - d^3)$, тогда на стакан вниз действует сила тяжести $m_c g = F_T$.

Когда в аквариуме нет воды, т.е. $h=0$, сила реакции $N = F_T = m_c g$.

Когда в аквариуме начинает заливаться вода, на стакан действует выталкивающая сила — сила Архимеда (вода под стакан подтекает, т.к. у аквариума шероховатое дно — по условию). Т.к. дно абсолютно закрытое, то вода в стакан заливаться не будет.

Сила Архимеда, действующая на стакан, равна

$F_a = \rho g V_n = \rho g h \pi R^2$ (плотность жидкости — ρ ; V_n — объем погруж. части стакана). F_a действует вверх

Рассмотрим все силы, действующие на стакан



$$\vec{F}_T + \vec{F}_a + \vec{N} = 0 \quad \text{з}$$

$$F_T = F_a + N \Rightarrow N = F_T - F_a = m_c g - F_a$$

$$N = 20\rho \pi (L-d)(2Rd - d^2)g - \rho g h \pi R^2 +$$

$N(h)$ — линейная зависимость; коэффициент $\rho g \pi R^2 +$

стакан выскользнет, т.е. $N=0$, то $m_c g = F_a$.

$$20\rho \pi (L-d)(2Rd - d^2)g = \rho g h \pi R^2$$

$$20(L-d)(2Rd - d^2) = h_0 R^2 \Rightarrow h_0 = \frac{20(L-d)(2Rd - d^2)}{R^2}$$

График $N(h)$ при $h \geq h_0$

При $h \geq h_0$ $N=0$, т.к. стакан выплыв.

Стакан может вытиснуть, если $h_0 \leq L$; т.к. по условию $0 < d \leq 0,04R$, то стакан будет иметь наибольшую массу, т.е. ему будет соотнесено

вытиснуть при $d = 0,040R = \frac{R}{25}$, тогда

$$h_0 = \frac{20(L-d)(2Rd-d^2)}{R^2} = \frac{20(L-\frac{R}{25})(2R \cdot \frac{R}{25} - \frac{R^2}{25^2})}{R^2} = \frac{20(L-\frac{R}{25})R^2 \cdot \frac{49}{625}}{R^2}$$

$$h_0 = (20L - \frac{4}{5}R) \cdot \frac{49}{625} = \frac{196}{125}L - \frac{196}{3125}R$$

$$\frac{196}{125}L - \frac{196R}{3125} \leq L$$

$$\frac{71}{125}L \leq \frac{196R}{3125}$$

$$L \leq \frac{196}{1775}R; \quad L \leq 0,1104R, \text{ т.к. } d = \frac{R}{25} \Rightarrow R = 25d, \text{ то } L \leq 2,76d.$$

Ответ: $L \leq 2,76d$.

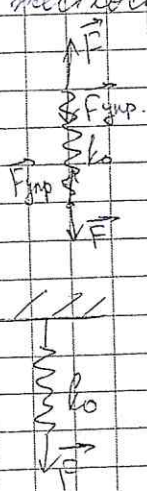
2 + 2 + 1 + 1

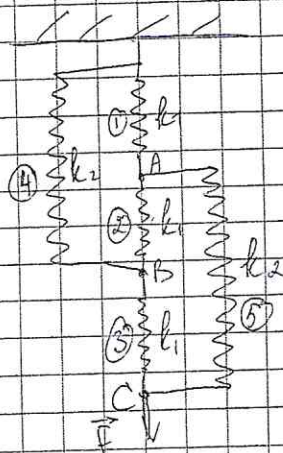
Задача N 1.9.3.

Эксперимент

Систему пружин можно заменить одной пружиной с эквивалентной жесткостью k_0 ; т.к. её растягивают в разные стороны с одинаково-

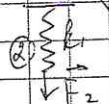
ми силами F , то на пружину действует сила $F_{\text{упр}} = F$, чтобы пружина не порвалась, поэтому её можно одним концом прикрепить к стене неподвижной, а другим концом тянуть с силой F от стены.





①, ②, ③, ④, ⑤ - номера пружин.

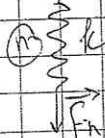
Пусть ① пружина растягивается на x_1 , то т.А сдвигается вниз на x_1 ,
 ② пруж. растягивается на x_2 , то т.Б сдвигается вниз на $(x_1 + x_2)$
 ③ пруж. растягивается на x_3 под действием сил, кот. на нее действуют в системе,
 но, находится в равн. Значит в системе её растяжение $x_{30} = x_2 + x_4 + x_5$.



③ пруж. будет сжата, если $x_{30} < 0$, т.е. $x_2 + x_4 < x_1$.

Пусть x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 - растяжения ①, ②, ③, ④, ⑤ пружин, соответствен-
 но, под действием сил равных тем, кот. на них действуют в системе,
 но находясь вне ее.

(Пусть на пружину ① действует в системе сила F_1 , то $x_1 = \frac{F_1}{k}$,
 k - коэфф. жесткости пружины; $k = k_1$ или $k = k_2$.)



Тогда в системе растяжение пружины будет

①: $\frac{x_{10}}{k_1} = x_1$; ②: $x_{20} = x_4 + x_2 - x_1$; ③: $x_{30} = x_5 - x_4$;
 ④: $x_{40} = x_4 - x_1$; ⑤: $x_{50} = x_5 + x_3 - x_1$.

Пружина ② будет сжата, если $x_{20} < 0$, т.е. $x_4 + x_2 < x_1$

Всего смещение точки С равно $x_0 = x_{50} + x_{30} = x_5 + x_3$.

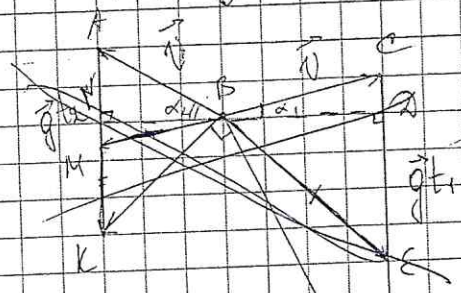
Задача № 9.1.

Т.к. $t_0 = 3c$; $t_1 = 2t_2$, где t_1 - время полета 1-ого камушка;

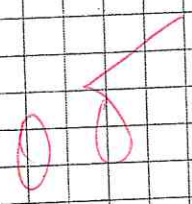
t_2 - время полета 2-ого камушка.

$$t_0 = t_1 + t_2 = 3t_2; t_2 = \frac{t_0}{3}; \Rightarrow t_2 = 1c; t_1 = \frac{2}{3}t_0; t_1 = 2c.$$

Построим треугольник скоростей, если 1-ый камушек встретили под углом α_1 к горизонту; 2-ой - под углом α_2 к горизонту.



BE - это



$\vec{v}_1, \vec{v}_2$ - поперечная скорость 1-ого, 2-ого камушка соответственно.

$BF \perp BE$ - по условию

$$\angle BAN = 90^\circ - \alpha_2; \angle BCD = 90^\circ - \alpha_1.$$

BM - медиана $\triangle ABF$; BN - медиана $\triangle BCF$

$$\vec{BM} = \frac{\vec{S}_2}{t_2}, \vec{S}_2 - \text{перемещение камушка 2}$$

$$\vec{BN} = \frac{\vec{S}_1}{t_1}, \vec{S}_1 - \text{перемещение камушка 1}$$

$$NM = \frac{h}{t_2}; LN = \frac{h}{t_1}$$

$$\frac{h}{t_1} = \sin \beta_1 \cdot \frac{S_1}{t_1}; \frac{h}{t_2} = \sin \beta_2 \cdot \frac{S_2}{t_2}; h = V \sin \alpha_1 t_1;$$

$$h = \sin \beta_1 \cdot S_1; h = \sin \beta_2 \cdot S_2; h = V \sin \alpha_2 t_2$$

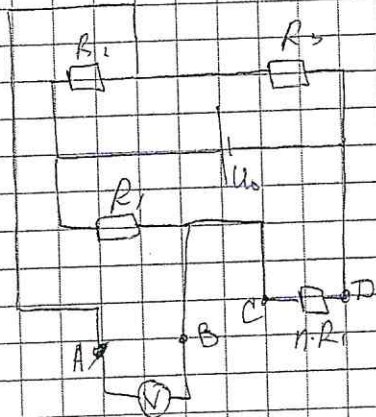
$BL = \frac{L_1}{t_1}$; L_1 - перемещение камушка 1 по горизонтали

$BN = \frac{L_2}{t_2}$; L_2 - перемещение камушка 2 по горизонтали.

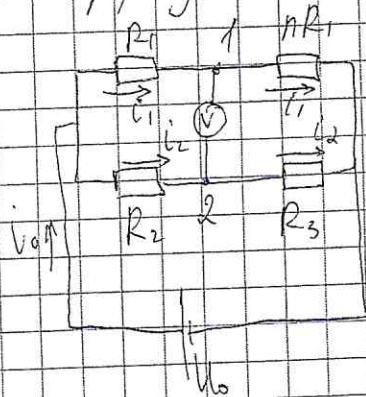
$$\frac{L_1}{t_1} = V \cos \alpha_1 \Rightarrow L_1 = V \cos \alpha_1 t_1; L_1 = S_1 \cos \beta_1 t_1;$$

$$\frac{L_2}{t_2} = V \cos \alpha_2 \Rightarrow L_2 = V \cos \alpha_2 t_2; L_2 = S_2 \cos \beta_2 t_2$$

Задача № 1.9.4



Перерисуем схему:



Т.к. вольтметр идеальный, то через него не течёт ток. Тогда составим токи в цепи.

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0}, \text{ где } R_0 - \text{общее сопротивление цепи}$$

$$R_0 = \frac{(n+1)R_1(R_2+R_3)}{R_2+R_3+(n+1)R_1}$$

$$I_0 = \frac{U_0(R_2+R_3+(n+1)R_1)}{(n+1)R_1(R_2+R_3)}$$

Т.к. резисторы $(n+1)R_1$ и (R_2+R_3) соединены параллельно, то

$$U_0 = I_1(n+1)R_1 = I_2(R_2+R_3) \quad +$$

$$I_1 = \frac{U_0}{(n+1)R_1}; \quad I_2 = \frac{U_0}{R_2+R_3}$$

Вольтметр показывает падение напряжения между точками 1 и 2.

$$U = \varphi_1 - \varphi_2; \quad \varphi_1 = U_0 - I_1 R_1 = I_1 R_1 n; \quad \varphi_2 = U_0 - I_2 R_2 = I_2 R_3$$

$$U = I_1 R_1 n - I_2 R_3 = \frac{U_0 n}{n+1} - \frac{U_0 R_3}{R_2+R_3} = \frac{U_0}{(n+1)(R_2+R_3)} (nR_2 + nR_3 - R_3 n - R_3)$$

$$U = \frac{U_0 (nR_2 - R_3)}{(n+1)(R_2+R_3)}$$

Если $k = \frac{R_3}{R_2}$, то $U = \frac{U_0 (n \frac{R_3}{k} - R_3)}{(n-1) (\frac{R_3}{k} + R_3)} = \frac{U_0 (n-k)}{(n+1)(1+k)}$ ✓

5
3

Возьмем точки:

$$U_1 = 3,9 \text{ В}, n=2; U_2 = 6$$

$$U_1 = 2,2 \text{ В}; n_1 = 1; U_2 = 9,9 \text{ В}; n_2 = 8$$

Т.к. к этим точкам линии графика максимально близка, то возьмем именно их.

$$\begin{cases} U_1 = \frac{U_0 (n_1 - k)}{(n_1 + 1)(1+k)} \\ U_2 = \frac{U_0 (n_2 - k)}{(n_2 + 1)(1+k)} \end{cases} \Rightarrow U_0 = \frac{U_1 (1+n_1)(1+k)}{(n_1 - k)}$$

$$U_2 = \frac{U_1 (1+n_1)(1+k)(n_2 - k)}{(n_1 - k)(n_2 + 1)(1+k)}$$

$$U_2 = \frac{U_1 (1+n_1)(n_2 - k)}{(n_1 - k)(n_2 + 1)}$$

$$U_2 (n_1 - k)(n_2 + 1) = U_1 (1+n_1)(n_2 - k)$$

$$k = \frac{U_2 n_1 (n_2 + 1) - U_1 (1+n_1) n_2}{U_2 (n_2 + 1) - U_1 (n_1 + 1)}$$

$$k = \frac{9,9 \text{ В} \cdot 1 \cdot 9 - 2,2 \text{ В} \cdot 2 \cdot 8}{9,9 \text{ В} \cdot 9 - 2,2 \cdot 2} \approx 0,466, \text{ то}$$

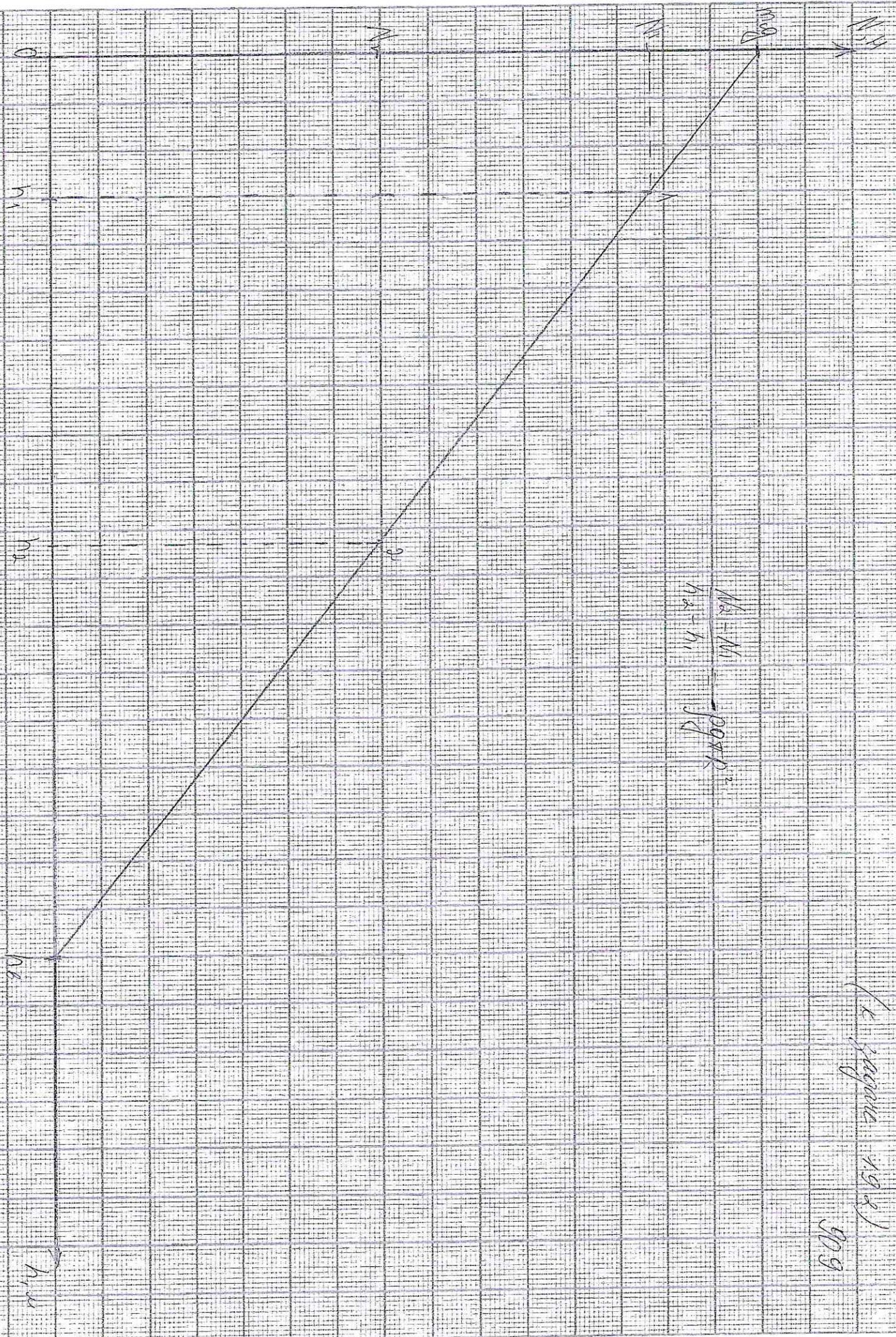
$$U_0 = \frac{2,2 \text{ В} \cdot 2 \cdot (0,466 + 1) \cdot (8 - 0,466)}{(1 - 0,466)(1 + 0,466) \cdot 9} = \frac{2,2 \text{ В} \cdot 2 \cdot (8 - 0,466)}{9(1 - 0,466)}$$

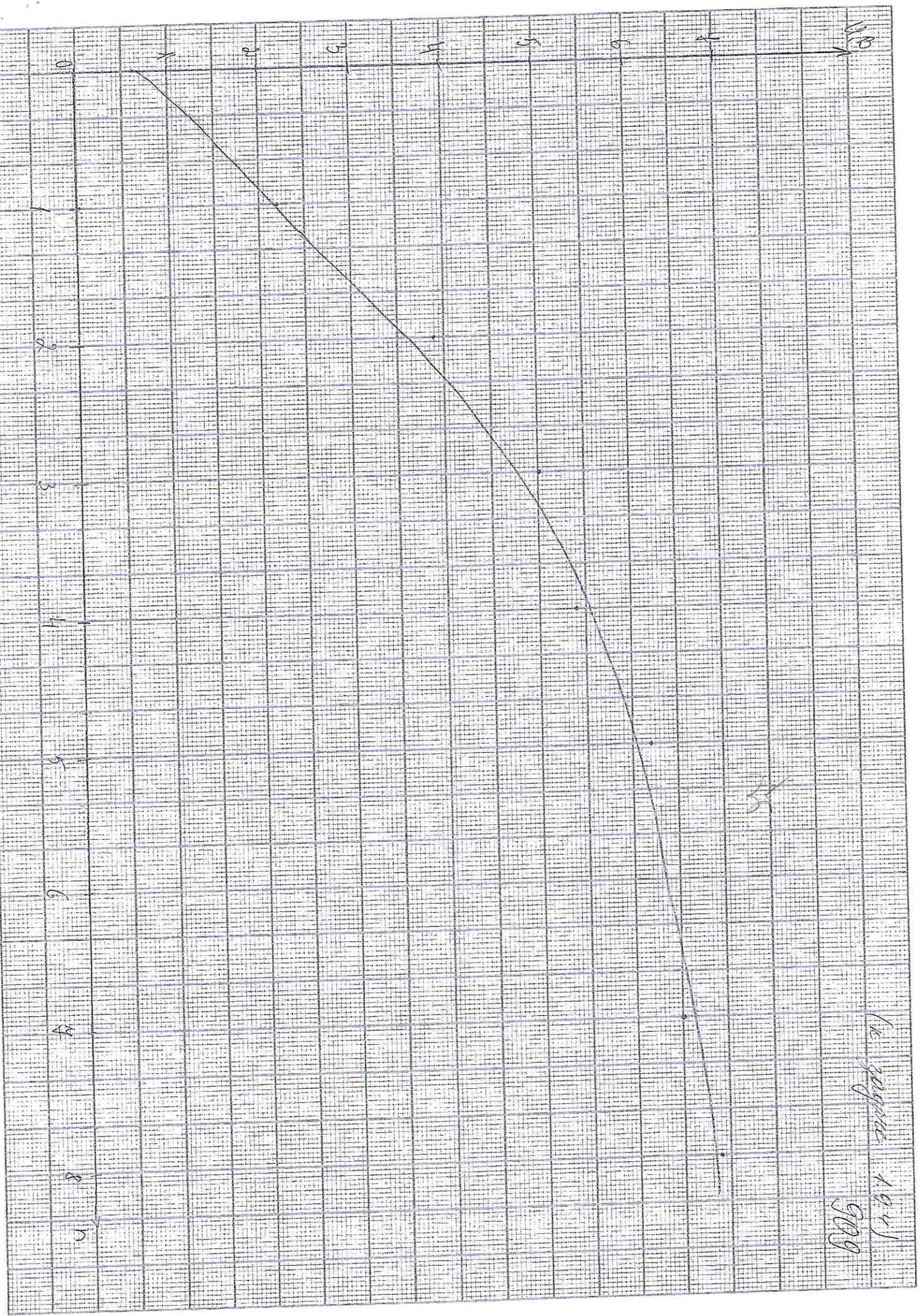
$$U_0 = \frac{2,2 \text{ В} (1+1)(1+0,466)}{(1 - 0,466)} \approx 12,049 \text{ В} \approx 12,08 \text{ В}$$

Ответ: $U_0 \approx 12,08 \text{ В}; k \approx 0,466$.

1. Page 198) 609

$$\frac{M_2 - M_1}{h_2 - h_1} = \rho g R^2$$





16 August 1945
5005

Региональный этап ВсОШ
по физике 2021

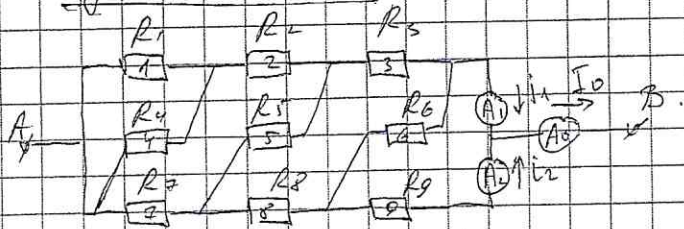
2 день

Шифр 909

Таблица для жюри

№ задачи	1	2	3	4	Итого	Подпись
Эксперт №1 (Ф.И.О) <i>Горбачева Л.В.</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>10</i>	<i>12</i>	<i>26</i>	<i>ЛВГ</i>
Эксперт №2 (Ф.И.О) <i>Егоршин И.Н.</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>10</i>	<i>12</i>	<i>26</i>	<i>И.Н.Е.</i>
Председатель (Ф.И.О) <i>Гарин</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>10</i>	<i>12</i>	<i>26</i>	<i>Г.</i>

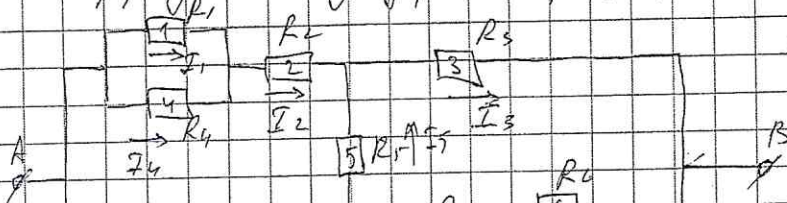
Задача № 2.9.3



Пусть через амперметры A_1, A_2 течёт ток i_1, i_2 соответственно.

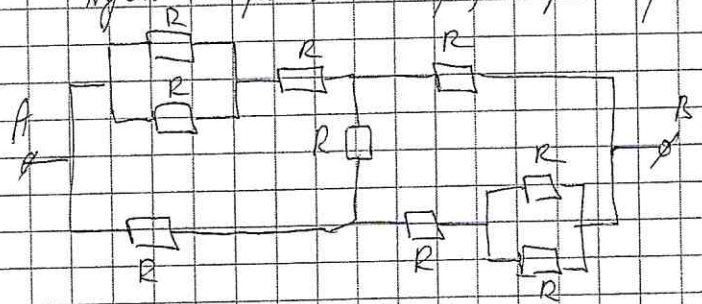
Амперметр A_0 показывает общий ток между точками A и B. $I_0 = 9 \cdot 10^{-3} \text{ A}$.

Перерисуйте схему, убрыв амперметры, указав их на провода, т.к. по усл. они идеальны, т.е. их сопротивление $R_A = 0 \Omega$.



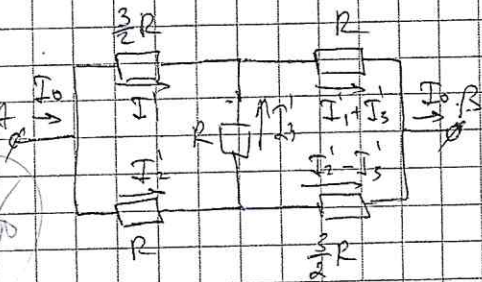
идеальны, т.е. их сопротивление $R_A = 0 \Omega$.

Пусть сопротивление резистора равно R , тогда схема имеет вид:



$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = R_8 = R_9 = R$

Резисторы 1 и 4; 6 и 9 - соединены параллельно.



Получили несбалансированную мостовую схему. Расставим токи.

Падение напряжения на замкнутой контуре равно 0, то.

$$1) I_1 \cdot \frac{3}{2}R - I_3 R - I_2 R = 0 \Rightarrow I_2 = I_1 \frac{3}{2} - I_3$$

$$2) (I_1 + I_3)R - (I_2 - I_3) \frac{3}{2}R + I_3 R = 0$$

$$I_1 + I_3 - I_2 \frac{3}{2} + I_3 \frac{3}{2} + I_3 = 0$$

$$I_1 + I_3 - \frac{9}{4} I_1 + \frac{3}{2} I_3 + \frac{3}{2} I_3 + I_3 = 0$$

$$-\frac{5}{4} I_1 + 5 I_3 = 0 \Rightarrow I_3 = \frac{1}{4} I_1 \Rightarrow I_1 = 4 I_3$$

Значит $I_2' = \frac{3}{2} I_1' - I_3' = \frac{3}{2} \cdot 4 I_3' - I_3' = 5 I_3'$

$I_0 = I_1' + I_2' = 9 I_3'$, то $I_3' = \frac{I_0}{9}$; $I_1' = 4 \frac{I_0}{9}$; $I_2' = \frac{5 I_0}{9}$

Ток через амперметр A_2 равен току, текущему через резистор 9 ($i_2 = I_9$).

Через параллельно подключённые резисторы 6 и 9 течёт ток $(I_2' - I_3')$, т.к.

$R_6 = R_9$ (сопротивления резисторов равны), то $I_6 = I_9 = \frac{1}{2} (I_2' - I_3')$

$I_6 = I_9 = \frac{I_2' - I_3'}{2} = \frac{5 I_3' - I_3'}{2} = 2 I_3' = 2 \frac{I_0}{9}$

$i_2 = I_9 = \frac{2}{9} I_0$; $i_2 = \frac{2}{9} \cdot 9 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 2 \text{ mA}$

Ток через амперметр A_1 равен ~~то~~ сумме токов, текущих через резисторы 3 и 6, ($i_1 = I_3 + I_6$).

$I_3 = I_1' + I_3' = 4 I_3' + I_3' = 5 I_3'$; $I_6 = I_9 = 2 I_3'$

Тогда $i_1 = I_3 + I_6 = 7 I_3' = \frac{7}{9} I_0$; $i_1 = \frac{7}{9} \cdot 9 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 7 \text{ mA}$

Ответ: $i_1 = 7 \text{ mA}$; $i_2 = 2 \text{ mA}$.

Задача № 2.9.4.

Построим график $m(\tau)$. Он ~~является~~ состоит из трёх ^{отрезков} ~~фрагментов~~

Продлив ② и ③ отрезки ^{до} за точки, данные в условии до пересечения, они пересекаются в т. $\tau = 4,5 \text{ мин}$; $m(\tau) = 223 \text{ г}$

① Продлив ① и ② отрезки найдём такое значение τ , где которого разность между значениями m у ② и ① отрезка отнимается на

$M = 40 \text{ г}$; это значение $\tau = 3,5 \text{ мин}$, где ① отр. $m(\tau) = 229 \text{ г}$;

где ② отр. $m(\tau) = 299 \text{ г}$. В этот момент вращающ в соосв. вращении цилиндр.

Пусть Q — удельная теплота парообразования азота. Так. В течение всего эксперимента масса азота уменьшалась (он испарялся), но он находится при температуре кипения $t_k = -196^\circ\text{C}$.

N — мощность теплообмена азота с окружающей средой (она постоянна, так температуры окр. среды и азота постоянны).

Тогда $Q \Delta m_1 = N \Delta \tau$, где t_{01} — срезка, $\Delta m_1 = 250\text{г} - 244\text{г} = 6\text{г}$; $\Delta \tau = 60\text{с}$.

$$N = \frac{\Delta m_1}{\Delta \tau_1} Q; \quad \frac{\Delta m_1}{\Delta \tau_1} - \text{уч. коэффициент наклона прямой, содержащей срез } \textcircled{1}.$$

В момент времени $\tau_1 = 3,5\text{мин}$ в сосуд опущен цилиндр, до конца $\textcircled{2}$ срез. ^{температура} цилиндра уменьшалась, в момент времени $\tau_2 = 7,5\text{мин}$ его температура равна температуре азота $t_{y2} = t_k = -196^\circ\text{C}$, ок. темп. температура $t_0 = 24^\circ\text{C}$.

Зависимость удельн. теплоёмкости материала цилиндра от времени линейна на при $t_{y1} = -200^\circ\text{C}$ $c_{y1} = 300 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$; при $t_{y2} = 50^\circ\text{C}$ $c_{y2} = 1200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$.

тогда уд. теплоёмкость материала цилиндра можно задать

$$\text{уравнением } c_y = \frac{c_{y2} - c_{y1}}{t_2 - t_1} t + \frac{c_{y1} t_2 - c_{y2} t_1}{t_2 - t_1}, \text{ где } t - \text{тем. цилиндра.}$$

Для второго срезка запишем уравнение теплового баланса:

$$Q \Delta m_2 = N \Delta \tau_2 + M c_y \Delta t$$

$$Q \Delta m_2 = N (\tau_2 - \tau_1) + M c_y (t_k - t_0).$$

Для c_y возьмем среднее значение $c_y = \frac{c_y(t_k) + c_y(t_0)}{2}$.

$$Q \Delta m_2 = Q \frac{\Delta m_1}{\Delta \tau_1} (\tau_2 - \tau_1) + M c_y (t_k - t_0)$$

$$1 - \frac{M c_y (t_k - t_0)}{\Delta m_2 - \frac{\Delta m_1}{\Delta \tau_1} (\tau_2 - \tau_1)}, \text{ где } \Delta m_2 = |m_2 - m_1|, m_1 = 229\text{г} - \text{масса}$$

азота перед погружением в него цилиндра; $m_2 = m(\tau_2) - M$; $m_2 = 223\text{г} - 40\text{г} = 183\text{г}$.

$$\Delta m_2 = 183\text{г} - 229\text{г} = -46\text{г}.$$

$$C_3 = \frac{C_3(t_0) + C_4(t_0)}{2} \quad C_4 = 410,4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$I = \frac{40 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 410,4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (-196^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C})}{46 \cdot 10^{-3} \text{ кг} - \frac{6 \cdot 10^3 \text{ кг}}{600} \cdot (14,560^\circ\text{C} - 3,560^\circ\text{C})} \approx 21038,4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\approx 210,4 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Ответ: $I \approx 210,4 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

$m = 0,3655 \text{ кг} - 0,019 \frac{\text{кг}}{\text{мин}} \cdot t$ - уравнение прямой, содержащей ② отрезок

$m = 0,3 \text{ кг} - 0,01 \frac{\text{кг}}{\text{мин}} \cdot t$ - уравнение прямой, содержащей ③ отрезок

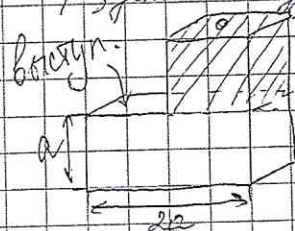
Ответ: $I \approx 210,4 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + 20$

Задача 12.9.2

Объём сосуда равен $V = 5a^3$, $V_0 = 2a \cdot 2a \cdot a = 2a^3$, он заполнен на

$n = \frac{5}{6}$ объёма по закону Бойля $V = nV_0 = \frac{5}{6} \cdot 2a^3 = \frac{5}{3}a^3$,

разделим сосуд на 2 части: верхняя - куб объёмом $V_k = a^3$ (закрытая) и



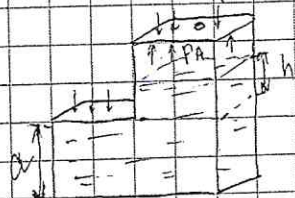
кишечного-параллелепипеда объёмом $V_k = 2a^3$ (не закрытая)

Т.к. $V > V_k$ то часть воды находится в верхней части

площадь верхней части - a^2 , то уровень во-

достоянии от дна до уровня воды равно

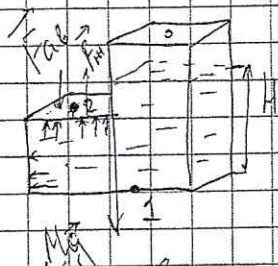
$$H = a + h = a + \frac{V - V_k}{a^2} = a + \frac{5a^3 - 2a^3}{a^2} = 1,5a.$$



Т.к. площадь верхней поверхности сосуда равна $S_0 = a^2 + a^2 = 2a^2$

(площадь верхней поверхности верхней части и площадь поверхности внутренней), а сила давления со стороны атмосферы на сосуд

$$F_a = p_a S = p_a \cdot 2a^2$$



Давление жидкости в т.1 - ~~на~~ у поверхности, на кот. стоит сосуд равно $p_1 = p_a + \rho g H = p_a + \rho g 1,5a$.

Давление жидкости в т.2 равно $p_2 = p_a + \rho g (H - a) = p_a + \rho g 0,5a$.

На верхнюю грань верхней части сосуда атмосфера действует сверху с силой $F_{ав} = p_a \cdot a^2$, но ^{т.к. уровень воды $H < 0,2$, то} ~~так~~ ^{уровень} снизу на неё также действует сила $F_{ав}$ (площадь действия не изменилась, т.к. сосуд тонкостенный; толщина небольшая, значит её размерами можно пренебречь). На выступ утолщения площадью a^2 атмосфера действует вниз с силой $F_{ав} = p_a \cdot a^2$.

Сила давления жидкости на боковые ^{ую} грань сосуда компенсируется силой давления жидк. на противоположную грань на одной высоте.

Жидкости на сосуд сверху действует с силой $F_n = p_2 \cdot a^2$ (на выступ).

Вниз на сосуд действует сила тяжести Mg ; сила со стороны атмосферы $F_{ав} = p_a \cdot a^2$.

В момент, когда вода начнет вытекать:

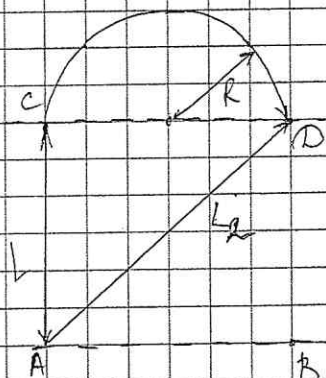
$$F_n = Mg + F_{ав}$$

$$(p_a + \rho g 0,5a) a^2 = Mg + p_a a^2$$

$$M = 0,5 a^3 \rho$$

$$M = 0,5 \cdot (0,1 \text{ м})^3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0,5 \text{ кг}$$

$$\text{Ответ } M = 0,5 \text{ кг}$$

Задача № 2.9.1Пусть радиус дуги окружности равен R .

- 1) $t_1 = \tau_1 + \tau_2$, где τ_1 - время движения автомобиля из т. А в т. С

$$L = \frac{a_{\max} \tau_1^2}{2} \Rightarrow \tau_1 = \sqrt{\frac{2L}{a_{\max}}}$$

скорость авт. когда он достиг до т. С равна $v = a_{\max} \tau_1 = \sqrt{2La_{\max}}$;

τ_2 - время движения автомобиля по дуге со скоростью v ,

т.к. он повернулся на $\varphi = 180^\circ = \pi$ рад, он прошел половину дуги окружности с радиусом R , т.е. $\ell = \pi R$,

$$\tau_2 = \frac{\ell}{v} = \frac{\pi R}{\sqrt{2La_{\max}}}$$

Тогда $t_1 = \tau_1 + \tau_2 = \sqrt{\frac{2L}{a_{\max}}} + \frac{\pi R}{\sqrt{2La_{\max}}} = \frac{1}{a_{\max}} \left(\sqrt{2La_{\max}} + \frac{\pi R \sqrt{a_{\max}}}{\sqrt{2L}} \right)$

$$= \frac{\sqrt{2L}}{a_{\max}} \left(1 + \frac{\pi R \sqrt{a_{\max}}}{\sqrt{2L}} \right) = \frac{\sqrt{2La_{\max}}}{a_{\max}} \left(2L + \pi R \right)$$

- 2) минимально возможное время движения из т. А в т. D будет при движении по отрезку AD с ускорением $a_{\max}$

Длина отрезка AD равна $L_2 = \sqrt{L^2 + (2R)^2} = \sqrt{L^2 + 4R^2}$

$$L_2 = \frac{a_{\max} t_2^2}{2}, \quad t_2 = \sqrt{\frac{2L_2}{a_{\max}}} = \sqrt{\frac{2\sqrt{L^2 + 4R^2}}{a_{\max}}}$$

3) $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{(2L + \pi R) \sqrt{2La_{\max}}}{a_{\max}}}{\sqrt{\frac{2\sqrt{L^2 + 4R^2}}{a_{\max}}}} = \frac{(2L + \pi R) \sqrt{2La_{\max}} \cdot \sqrt{a_{\max}}}{a_{\max} \sqrt{2\sqrt{L^2 + 4R^2}}} = \frac{(2L + \pi R) \sqrt{L}}{\sqrt{2\sqrt{L^2 + 4R^2}}}$

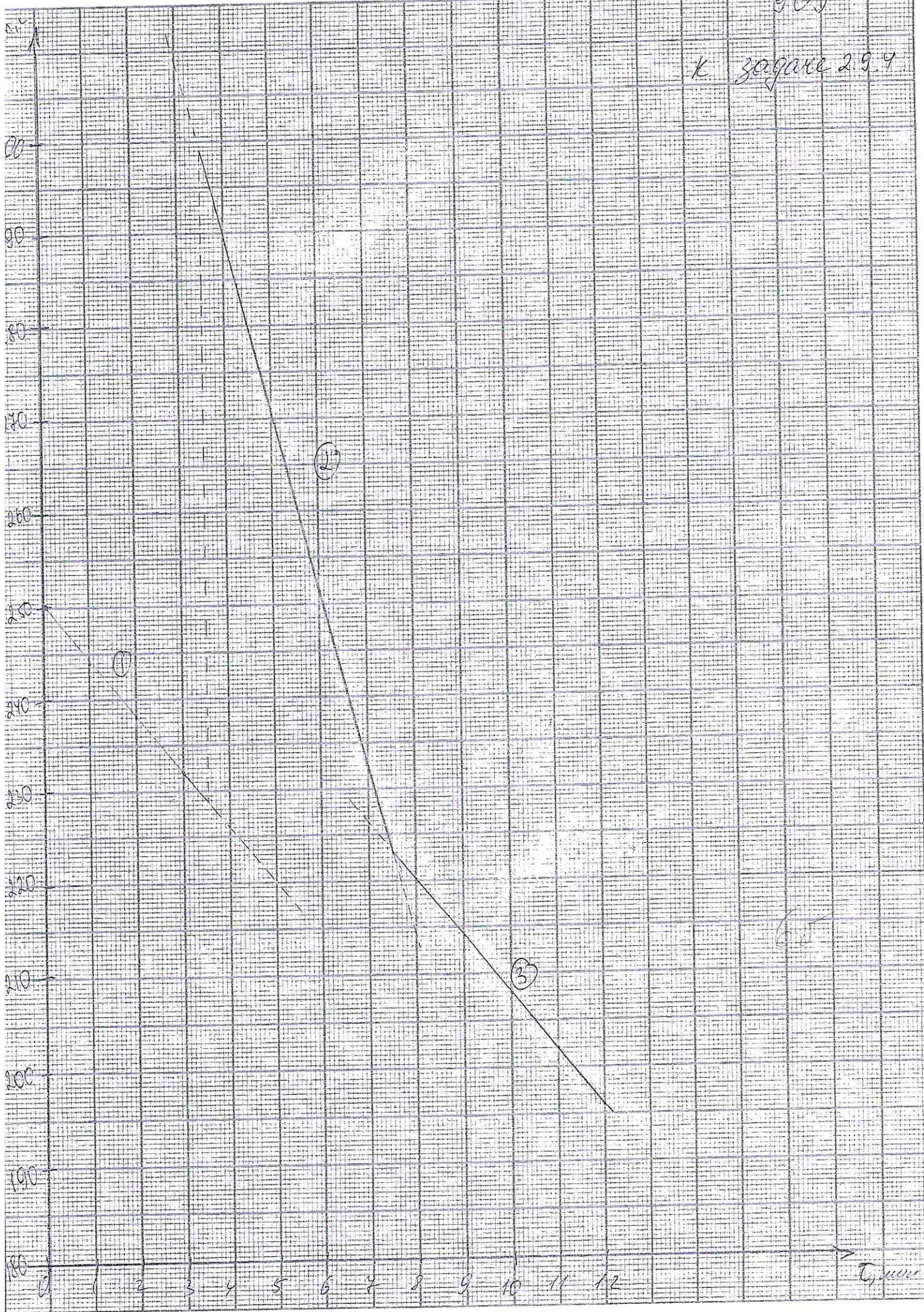
Если $L = 2R$, то $R = \frac{L}{2}$, то

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{(2L + \frac{\pi L}{2})\sqrt{L}}{2L\sqrt{\sqrt{L^2 + L^2}}} = \frac{(4L + \pi L)\sqrt{L}}{4L\sqrt{1\sqrt{2}}} = \frac{4 + \pi}{4\sqrt{2}} \approx 1,5.$$

Ответ: $\frac{t_1}{t_2} \approx 1,5$.

908

к задаче 2.9.7



65