



0 024111 630000

02-41-11-63

(63.8)



14^{к8} 2 год. выпуска Ред

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 9

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников ломоносов

по физике

беседина Ивана Денисовича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

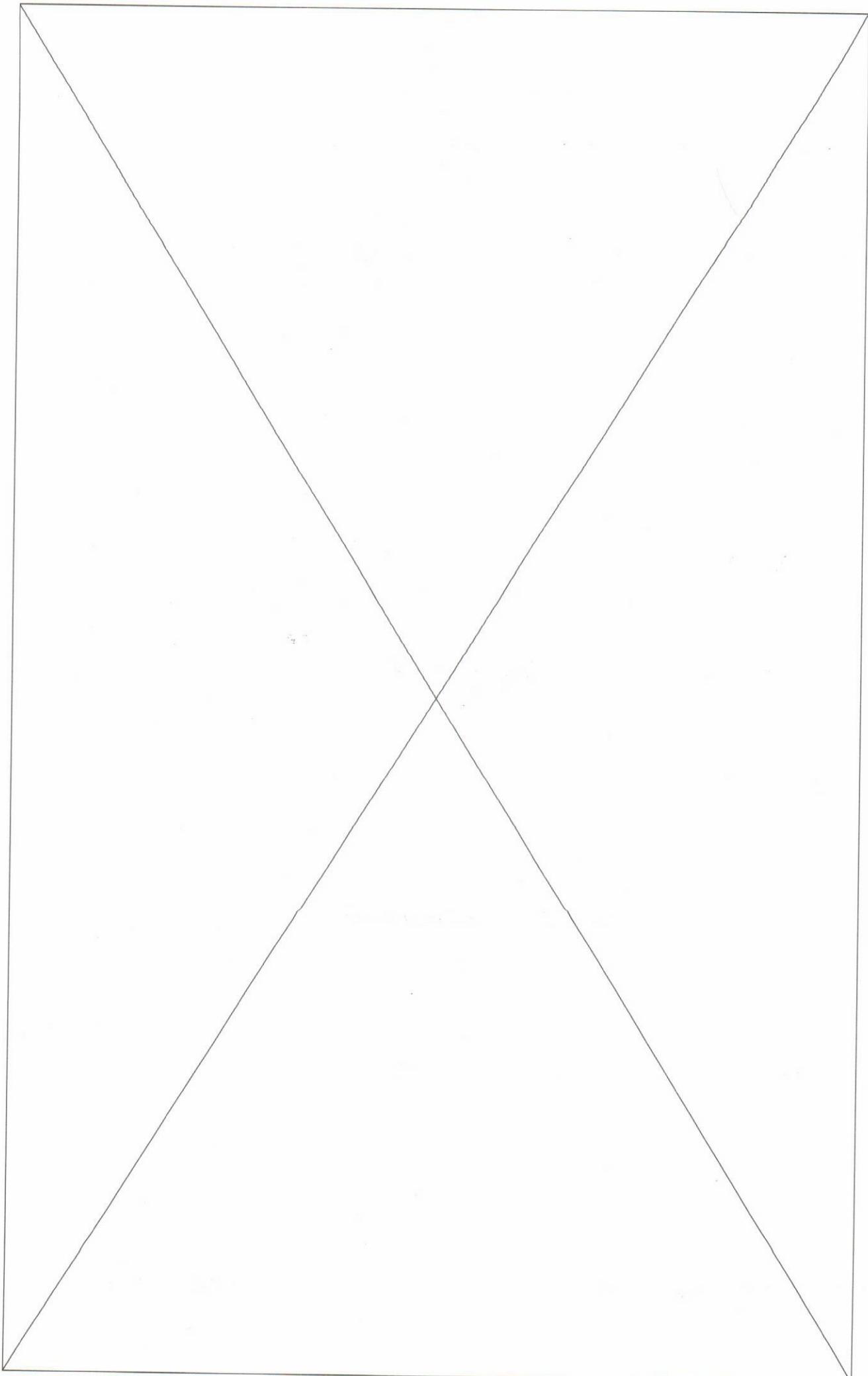
16:49

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

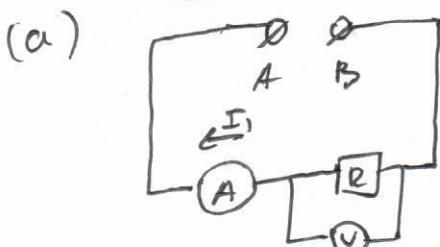
беседин



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

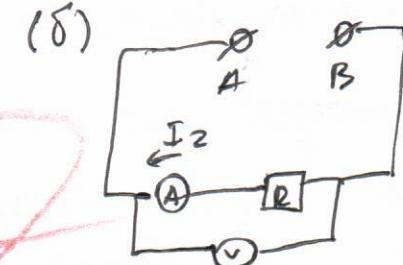
Чистовик

Zagara №3



$$I_1 = 12 \text{ mA}$$

$$U_1 = 9,6 \text{ B}$$



$$I_3 = 10 \text{ mA}$$

$$U_2 = 12 B$$

Русло R_1 - сопротивление ^{нанес} ~~длины~~ первичного
 R_2 - сопротивление ^{нанес} ~~длины~~ вторичного

Our exercise (a)

- $I_{\text{O1}} = I_1 = 12 \text{ mA}$ -
сума тока по
всім генераторам.
 - $U_{\text{O1}} = U_1 + U_{A1}$
 U_{A1} - напруженість
на амперметрі
в схемі (а)
 - U_1 - напруженість
на регульованій
відбивачці.
 - Она рівна за
закону Ома її
написаній генератор

По условию, напряжение между токами A и B неизменно $\Rightarrow U_{AB} = U_1 + U_{A1} = U_{B2} = 12 \text{ В}$

$$\Rightarrow U_A = U_2 - U_1 = ? \text{, u } B \Rightarrow$$

$$R_1 = \frac{U_{A1}}{I_1} = \frac{24}{12} = 0,2 \text{ k} \Omega_m +$$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Узкое напряжение на минимуме
импульсе в схеме (δ)

Числовик

$$U_3 = R_1 \cdot I_2 = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ В}$$

= 2 В, тогда по Закону Ома в
импульсной цепи напряжение на
резисторе в схеме (δ) равно:

$$U_4 = U_2 - U_3 = 12 - 2 = 10 \text{ В}$$

напряжение
на волтметре

напряжение
на минимуме

Z

Значит, Значит $R = \frac{U_4}{I_2} = \frac{10 \text{ В}}{10 \cdot 10^{-3} \text{ А}} = 1 \text{ к} \Omega$

Ответ: 1 к Ω + (25) (25) Z

$$1) V_{cp} = \frac{\frac{1}{9}s}{t_1} = \frac{s}{9t_1} \quad N_1 \quad s - \text{весь путь}$$

t_1 - время, за которое поезд проехал $\frac{1}{9}$ части
пути

$$\Rightarrow s = gV_{cp}t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{s}{gV_{cp}} \quad (1)$$

$$2) \frac{1}{9}s = x_0 + V_0 t_1 = \frac{a t_1^2}{2} \Rightarrow \frac{1}{9}s = \frac{a t_1^2}{2} / \cdot \frac{2}{9}$$

$\Rightarrow \frac{2}{9}s = a t_1^2$ подставим t_1 . Получим: Z

$$25 = 9a \frac{s^2}{81 \cdot V_{cp}^2} \Rightarrow \cancel{25} \cancel{25} = \cancel{9} \cancel{a} \cancel{s} \cancel{81} \cancel{V_{cp}^2}$$

$$\Rightarrow 25 = a \cdot \frac{s^2}{9V_{cp}^2} \quad (2) \quad \therefore s \Rightarrow 2 = \frac{as}{9V_{cp}^2}$$

$\Rightarrow a = \frac{18V_{cp}^2}{s}$ - ускорение, с которым
будет движаться поезд напротив
всего пути

$$3) s = x_M^0 + v_0 t_0 + \frac{a t_0^2}{2} \Rightarrow s = \frac{a t_0^2}{2} \cdot 1.2$$

Числовик

t_0 - время всей подушки

$$2s = a t_0^2 - \text{подставляем } "a"$$

$$2s = \frac{18 V_{cp}^2}{g} \cdot t_0^2 / \cdot s$$

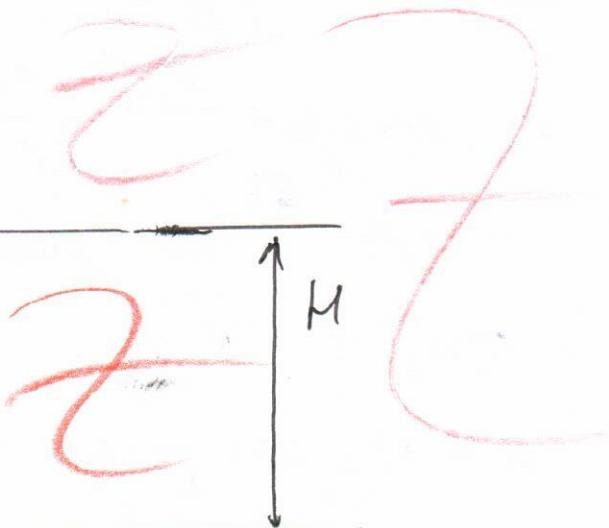
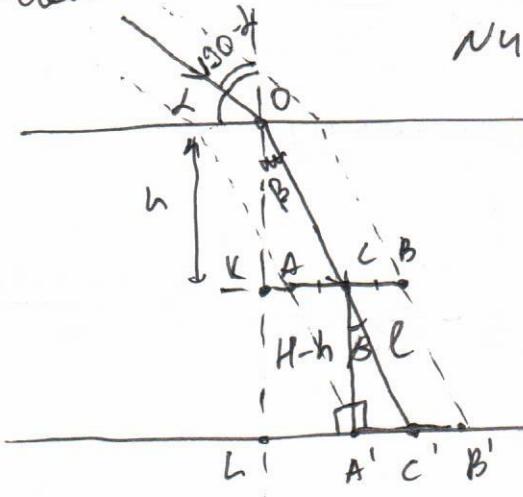
$$2s = 18 V_{cp}^2 t_0^2$$

$$s = g V_{cp}^2 t_0^2 \Leftrightarrow t_0 = \sqrt{\frac{s}{g}}$$

a) $v = v_0^0 + a t_0 \Rightarrow v = a t_0$. подставляем "a" и t_0

получим: $v = \frac{18 V_{cp}^2}{g}$. $\frac{s}{g} = 6 V_{cp} = 6 \cdot 10 = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$

Однако: $60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$



AB - рабоча
A'B' - не рабочая
 $n_1 = 1$ $n_2 = 1,33 \approx \frac{4}{3}$

1) $\sin(\alpha - d) \cdot n_1 = \sin \beta \cdot n_2$ ^{по закону преломления света}

$$\cos d n_1^2 = \sin \beta n_2$$

$$\cos d = \sin \beta n_2$$

$$\sin \beta = \frac{\cos d}{n_2}$$

$1 = \sin^2 \beta + \cos^2 \beta$ - по основному тригонометрическому единству.

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

$$= \sqrt{1 - \frac{\cos^2 d}{n_2^2}}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{h_2^2}} = \sqrt{1 - \frac{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}{\left(\frac{a}{3}\right)^2}} = \sqrt{1 - \frac{27}{64}} = \frac{\sqrt{37}}{8}$$

$$\sqrt{37} \approx \sqrt{36} \approx 6 \Rightarrow \cos \beta = \frac{\sqrt{36}}{8} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$$

2) P/m $\Delta A'CC'$

$$CA' = H - h$$

$$CC' = e$$



3) $\Delta KOC \sim \Delta A'CC'$ (одна из умнож -90°)
 $\angle KCO = \angle A'C'C$

$$\Rightarrow \angle A'CC' = \angle \beta$$

$$\Rightarrow \cos \angle \beta = \frac{CA'}{CC'} = \frac{H-h}{e}$$

$$\cos \angle \beta = \frac{\sqrt{3}}{8} \text{ (но доказанному)}$$

$$\cos \angle \beta \cdot e = H - h$$

$$h = H - \cos \angle \beta \cdot e = 1,5 - \frac{\sqrt{3}}{8} \cdot 0,7 = \frac{15 - 3 \cdot 0,7}{8} = \frac{15 - 2,1}{8} = \frac{12,9}{8} = 1,5875 \text{ м}$$

$$h = 97,5 \text{ см} \approx 98 \text{ см}$$

Ответ: 98 см +

+1

Числовых

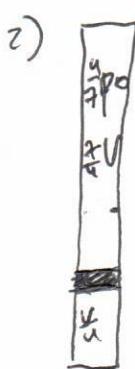
№2



+

В одной части трубы
компенсацию газа уменьшилось вдвое и объём
уменьшился вдвое вдвое \Rightarrow давление
в другой части трубы p_0

Пуским объём газа в одной части V ,
то объём всего газа $2V$



- когда в нижней части объём газа $\frac{V}{4}$ в верхней части

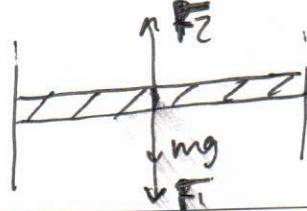
$$2V - \frac{V}{4} = \frac{7V}{4}$$

- В верхней трубке газ пересосуется
также \rightarrow дно, т.к. давление уменьшилось
и это меньше $2p_0 \Rightarrow$
праведливо уравнение $PV = \text{const}$
т.к. V увеличился в $\frac{7}{4}$ раз, то P
уменьшился в $\frac{4}{7}$ раз \Rightarrow увеличился
в $\frac{4}{7}$ раз $\Rightarrow P = \frac{4}{7}p_0$

- 3) Т.к. насыщенный газ при $2p_0$, а газ
снизу будем иметь $2p_0$ большее давление,
то после давления $2p_0$ влага начнёт
конденсироваться, превращаясь в воду.

- а) Оставшийся насыщенный газ будет иметь
давление $2p_0 \Rightarrow$ его объём будет $\frac{V}{8}$ и будет
вода, объём которой максимум $\frac{V}{3}$

- б) Результат



$$P_2 = 2P_0$$

$$P_1 = \frac{4}{7}P_0$$

$$F_2 = P_2 s = 2P_0 s$$

$$F_1 = P_1 s = \frac{4}{7}P_0 s$$

Поршень покончил \Rightarrow но I Закону

Мы хотим:

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

$$\therefore mg + F_1 - F_2 = 0$$

$$mg + F_1 = F_2$$

$$mg + \frac{4}{7}P_0 s = 2P_0 s$$

$$m = \frac{P_0 s \left(2 - \frac{4}{7}\right)}{g} = \frac{2000 \cdot 0,00035 \cdot \frac{10}{7}}{10} =$$

$$= \frac{0,7 \cdot \frac{10}{7}}{10} = 0,1 \text{ кг}$$

Ответ: 0,1 кг



Черновик

$$PV = P_0 V_0 = \text{const}$$

Кон-бо венчесива чинеънштоз
в 2 раза и объём тоже \Rightarrow
давление в другой части
равно P_0



т.к. $P_0 > P_0$ \Rightarrow это же пар неизменяется
а для него ~~не~~ справедливо уравнение
 $PV = \text{const}$

$$P_0 V = \frac{7}{4} V \cdot x P_0$$

$$1 = \frac{7}{4} x$$

$x = \frac{4}{7} \Rightarrow$ давление в верхней части
 равно $\frac{4}{7} P_0$

$$\frac{\frac{4}{7} P_0 + P_0}{2} = P_0$$

$$\frac{4}{7} P_0 + P_0 = 2 P_0$$

$$\frac{4}{7} P_0 = P_0$$

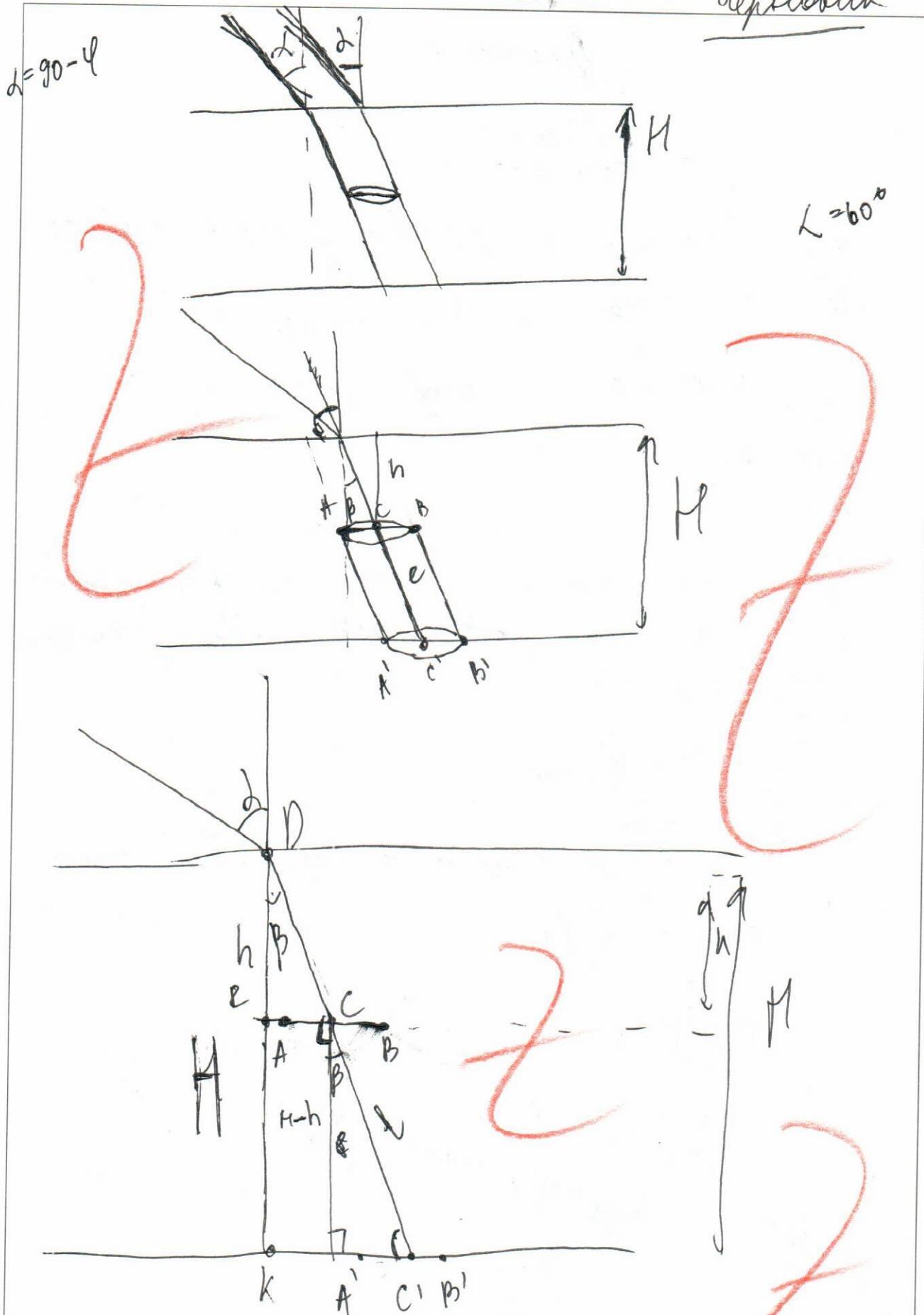
$$\frac{4}{7} x + x = 2$$

$$x = 2 \cdot \frac{7}{11} = \frac{14}{11}$$

$$\frac{4}{7} x = \frac{10}{11}$$

$$PV = P_0 V$$

магт



$\Delta K D C' \sim \Delta A' C C' \sim \Delta R D C$

$$\sin \alpha_1 = \sin \beta n_2$$

$$n_1 = 1$$

$$\sin \beta = \frac{\sin d}{h_2} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{3\sqrt{5}}{8}} = \frac{\frac{1}{2}\sqrt{3}}{\frac{3\sqrt{5}}{8}} = \frac{4\sqrt{3}}{3\sqrt{5}} = \frac{4}{3}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 d} - \text{но осте. приложит. можн.}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{9 \cdot 3}{64}} = \sqrt{1 - \frac{27}{64}} = \sqrt{\frac{37}{64}} =$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{9}{64}} =$$

$$\frac{64}{27}$$

$$\sin \beta = \frac{\sin d}{h_2}$$

$$\cos \beta = \frac{1 - \frac{\sin^2 d}{h_2^2}}{h_2^2} = \frac{h_2^2 - \sin^2 d}{h_2^2} =$$

$$= \frac{(h_2 + \sin d)(h_2 - \sin d)}{h^2} =$$

$$\frac{1}{h} (h_2 + \sin d)(h_2 - \sin d)$$

$\mu / n \rightarrow A' CC'$

$$\cos \beta = \frac{\mu - h}{l} \Rightarrow H - h = \cancel{(\cos \beta = \frac{l}{h_2} \cancel{(h_2 + \sin d)(h_2 - \sin d)})}$$

$$\Rightarrow H - \frac{l}{h_2} \cancel{(h_2 + \sin d)(h_2 - \sin d)} = h$$

$$1,5 - \frac{10}{3} \sqrt{\left(\frac{4}{3} + \frac{1}{2}\right) \left(\frac{4}{3} - \frac{1}{2}\right)}$$

$$\frac{3}{2} - \frac{21}{40} \sqrt{\left(\frac{8}{6} + \frac{3}{6}\right) \left(\frac{8}{6} - \frac{3}{6}\right)}$$

$$\frac{3}{2} - \frac{21}{40} \cdot \sqrt{\frac{11}{6} \cdot \frac{5}{6}} = \frac{3}{2} - \frac{21}{40} \cdot \frac{1}{6} \sqrt{55}$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

$$\frac{3}{2} - \frac{7\sqrt{55}}{80}$$

χ

Черновик

$$\frac{120 - 7\sqrt{55}}{80} = \frac{120 - 7 \cdot 7,4}{80} = \frac{120 - 51,8}{80}$$

$$7 = \sqrt{49} \quad 8 = \sqrt{64}$$

$$\frac{6}{15} \quad 60 \cancel{15}_{0,4}$$

$$\begin{array}{r} 7,4 \\ - 7 \\ \hline 5,8 \end{array} \quad \begin{array}{r} 120,0 \\ - 51,8 \\ \hline 68,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 68,2 | 80 \\ \underline{- 640} \quad 0,8525 \\ \hline 420 \\ \underline{- 400} \\ \hline 200 \\ \underline{- 160} \\ \hline 400 \end{array}$$

$$h = 0,8525 \text{ м} = 85 \text{ см}$$

$$\frac{H}{DBI} = \frac{h}{DC} = \frac{H-h}{e}$$

χ

χ

χ

$$\left(\frac{u}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \left(\frac{u}{3} - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$\left(\frac{8}{6} + \frac{2\sqrt{3}}{6}\right) \left(\frac{8}{6} - \frac{2\sqrt{3}}{6}\right)$$

Черновик

$$1 - \frac{\sin^2 \alpha}{h^2} = \sqrt{1 - \frac{\frac{3}{4}}{\frac{16}{9}}} = \sqrt{1 - \frac{9}{16}} =$$

$$\sqrt{1 - \frac{\frac{3}{4}}{\frac{16}{9}}} = \sqrt{1 - \frac{3 \cdot 9}{16 \cdot 4}} = \sqrt{\frac{27}{64}} =$$

$$\frac{\left(\frac{4}{3}\right)^2 - \frac{3}{4}}{\left(\frac{4}{3}\right)^2} = \frac{16}{9} \sqrt{1 - \frac{\frac{3}{4}}{\frac{16}{9}}} = \sqrt{1 - \frac{3 \cdot 9}{16 \cdot 4}} = \sqrt{1 - \frac{27}{64}}$$

$$-\frac{64}{27}$$

$$\sin \alpha = \sin \beta \cdot h_2$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{h_2}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{h^2}} = \sqrt{1 - \frac{\frac{3}{4}}{\frac{16}{9}}} = \frac{\sqrt{27}}{8}$$

$$= \sqrt{1 - \frac{27}{64}} = \frac{\sqrt{37}}{8}$$

$$\frac{64}{27}$$

$$\cos \beta = \frac{H-h}{l}$$

$$\cos \beta l = H-h$$

$$h = H - \cos \beta l$$

$$h = 1,5 - \frac{\sqrt{37}}{8} \cdot 0,7$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

$$h = 1,5 - \frac{57}{3} \cdot 0,7$$

Черновик

$$h = 15 - \frac{6}{3} \cdot 0,7$$

$$h = \frac{15,8 - 6,0,7}{8} = \frac{12 - 4,2}{8} =$$

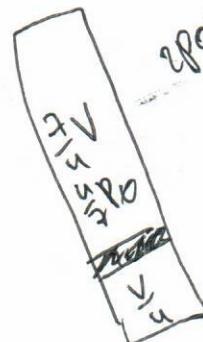
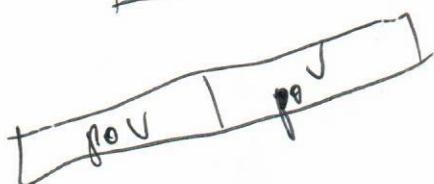
$$\begin{array}{r} 6^2 \\ \times 7^2 \\ \hline 36 \\ 49 \\ \hline 129 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 12,0 \\
 - 4,2 \\
 \hline
 7,8 \\
 - 7,2 \\
 \hline
 6,0 \\
 - 5,6 \\
 \hline
 4,0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 2 \\ \hline 46 \end{array}$$

7. К.

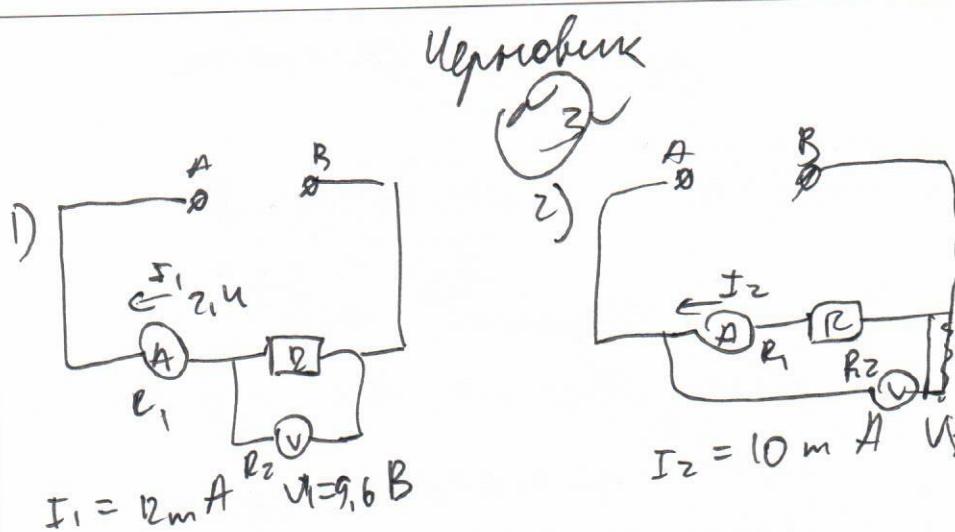
- уменьшить в зрачок
- " в увеличительном зрачке
- g автозад в один
засим равно по



$$mg = \rho g \left(u - \frac{u}{2} \right)$$

$$mg = \frac{\rho g}{2} u$$

$$m = \frac{2000 \cdot 0.00035}{10}$$



2

Рисунок R_1 - сопротивление амперметра
 R_2 - сопротивление вольтметра.

$$\textcircled{1} I_0 = I_1 = 12 \text{ mA}$$

$$\textcircled{2} R_0 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R} + R_1$$

$$\textcircled{3} U_0 = I_0 \cdot R_0 = U_1 + U_A$$

$$\textcircled{1} I_0 = I_2 + I_V$$

$$U_0 = U_2 = 12 \text{ V}$$

$$R_0 = \frac{R_2 (R_1 + R)}{R_2 + R_1 + R}$$

Но уч. напряжение между А и В

изменяется $\Rightarrow U_0 = U_1 + U_A = U_2$

$$U_A = U_2 - U_1 = 2,4$$

$$\Rightarrow R_1 = \frac{U_A}{I_1} = \frac{2,4}{12} = 2 \times 0,2 \text{ кОм}$$

но заменил Р1 на землю
 потому что у меня

. Учебное напряжение в схеме (5) на

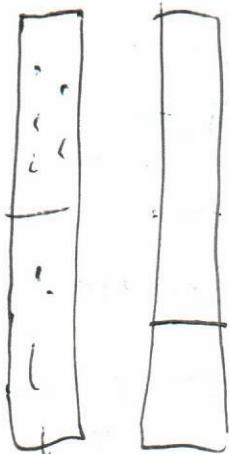
(5) мини амперметр $\Rightarrow I_3 = R_1 \cdot I_2 = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ V}$

Тогда напряжение на резисторе

равно $U_2 - U_3 = 12 - 2 = 10 \text{ V} \Rightarrow R = \frac{10 \text{ В}}{10 \text{ мА}} = 1 \text{ кОм}$

№

Чертёжник

изменяющуюсяплотность

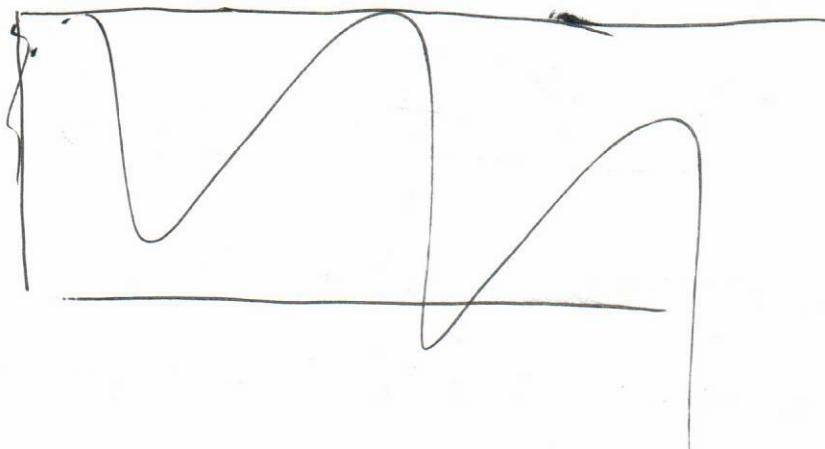
При сжатии газа
изменяется. Но ур-ю
для изменяющегося
нормального газа

$$PV = \text{const}$$

Если объём газа уменьшится
в 4 раза, то давление должно
увеличиться в 4 раза

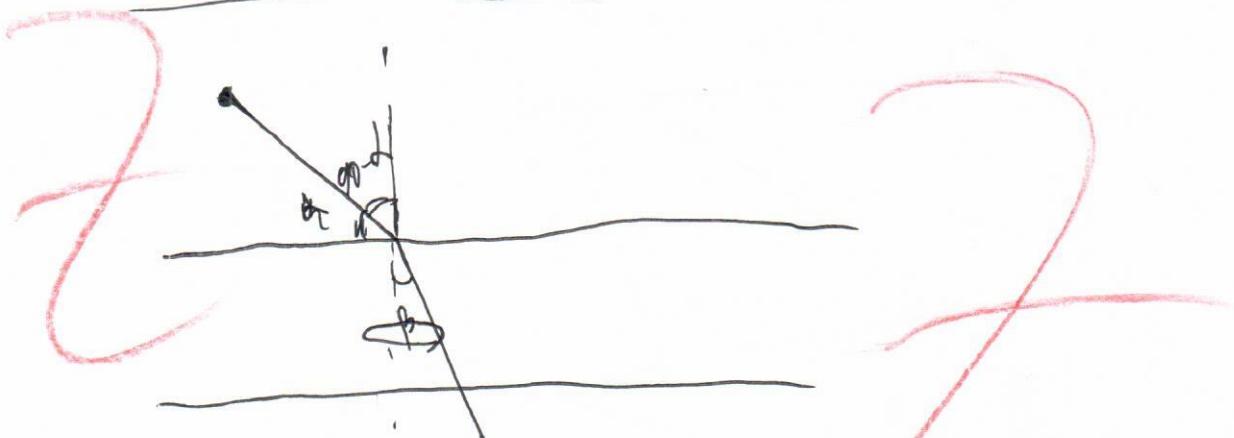
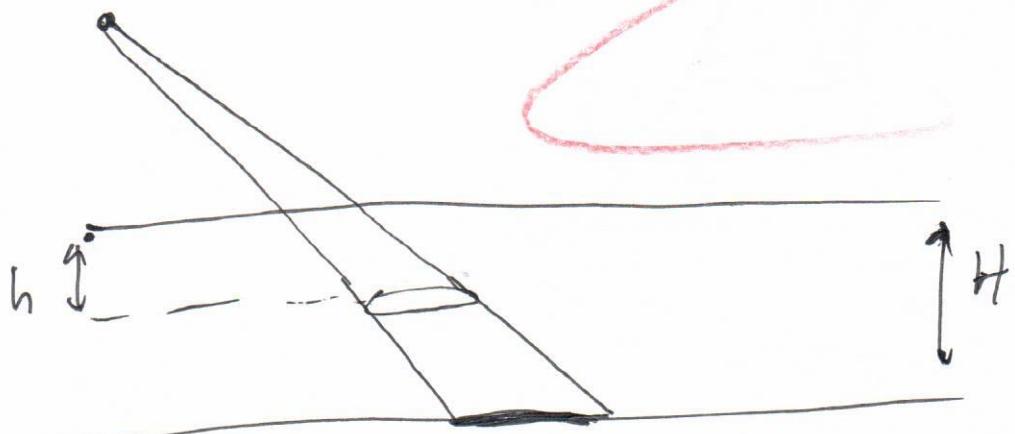
\mathcal{Z}

№



Z

Чертежник



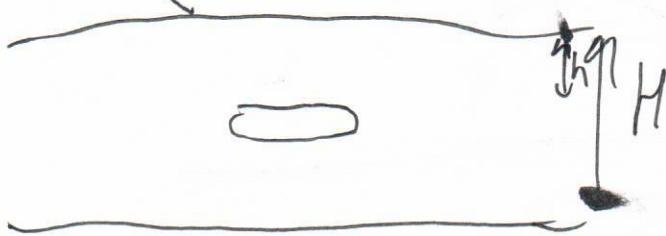
$$\sin 30 = h / \text{const} +$$

$$\sin x = \frac{\sin 30}{1,33} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1,33} = \frac{3}{8}$$

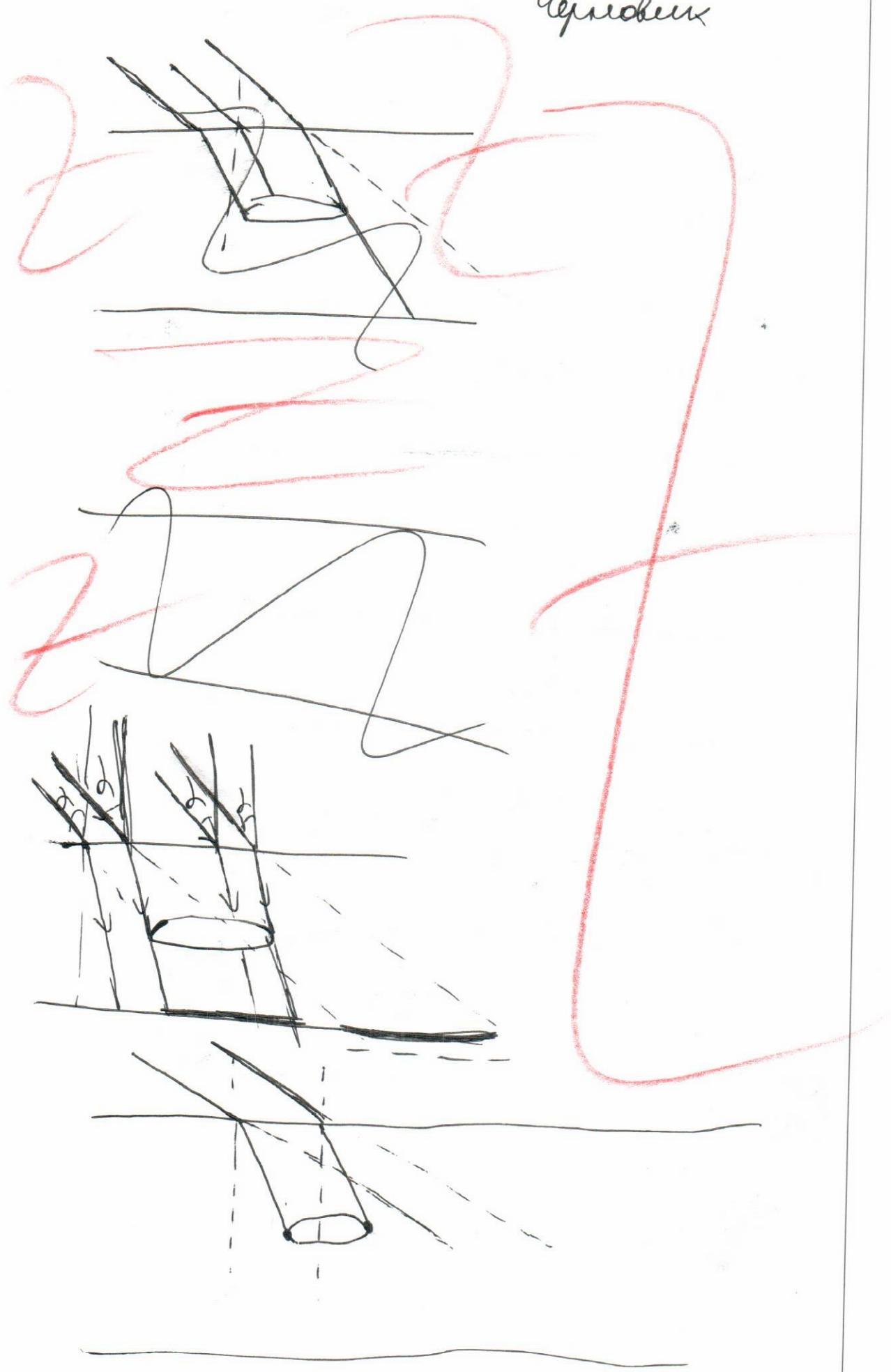
$$\sin x = \frac{1}{1,33}$$

~~ххх~~

~~ххх~~



Человек



Черновик

$$V_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n} = \frac{t_0}{t_0}$$

s - весь путь

$$V_{cp} = \frac{a_1}{t_1} \frac{1}{g} s$$

$$\frac{10}{1} = \frac{a_1}{t_1}$$

~~$$\frac{10}{1} = \frac{a_1}{t_1}$$~~

$$V_{cp} = \frac{s}{g t_1}$$

$$s = \frac{a t_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow g V_{cp} t_1 = s$$

$$t_1 = \frac{s}{g V_{cp}}$$

$$2s = a t_0^2$$

$$2s = \frac{18 V_{cp}^2}{s} t_0^2$$

$$\frac{1}{g} s = \frac{a t_0^2}{2}$$

$$2s^2 = 18 V_{cp}^2 t_0^2$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{2s^2}{18 V_{cp}^2}} = \frac{s}{9 V_{cp}}$$

$$\frac{1}{g} s =$$

$$\frac{2}{g} s = a \frac{s^2}{81 V_{cp}^2}$$

$$t_0 = \frac{s}{3 V_{cp}}$$

$$\frac{2}{g} = a \frac{s}{81 V_{cp}^2}$$

$$2 = a \frac{s}{9 V_{cp}^2}$$

$$V = \frac{a t_0}{g V_{cp}} = \frac{t_0}{3 V_{cp}}$$

$$V = \frac{t_0}{3 V_{cp}}$$

$$V = 6 V_{cp}$$

$$\frac{M^2}{C^2} = \frac{n}{c^2} \quad \boxed{V = 6 \cdot 10^{-10} \text{ м/с}}$$

$$\left(a = \frac{2}{\frac{s}{9 V_{cp}^2}} = \frac{18 V_{cp}^2}{s} \right)$$

(12) ✓

Черновик

$$1) V_{cp} = \frac{\frac{1}{g}S}{t_1} = \frac{S}{gt_1}$$

$$V_{cp} = \frac{S}{gt_1}$$

$$S = gV_{cp}t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{S}{gV_{cp}}$$

время, за которое
посад проехал
первое $\frac{1}{g}$ пути

$$2) \frac{1}{g}S = \overset{=0}{x} + \overset{=0}{V_0 t} + \frac{a t^2}{2}$$

$$\frac{1}{g}S = \frac{a t_1^2}{2}$$

$$\frac{2}{g}S = a t_1^2$$

$$2S = g a t_1^2$$

$$2S = g a \frac{a^2}{2} V_{cp}^2$$

$$2S = a \frac{S^2}{g V_{cp}^2} \Rightarrow 2 = a \frac{S}{g V_{cp}^2} \Rightarrow a = \frac{\frac{2}{S}}{\frac{1}{g V_{cp}^2}} = \frac{18 V_{cp}^2}{S}$$

- ускорение, с которой движется поезд
на всей длине

3)

$$S = \overset{=0}{x} + \overset{=0}{V_0 t} + \frac{a t_0^2}{2}, t_0 - \text{время всей поездки}$$

$$S = \frac{a t_0^2}{2}$$

$$2S = a t_0^2$$

$$2S = \frac{18 V_{cp}^2}{S} t_0^2 \Rightarrow \frac{2}{S} S^2 = 18 V_{cp}^2 t_0^2 \Rightarrow t_0 = \frac{S}{3 V_{cp}}$$

$$4) V = \overset{=0}{V_0} + a t_0$$

$$V = a t_0 \Rightarrow V = \frac{6}{S} \cdot \frac{S}{3 V_{cp}} = 6 V_{cp} = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$