0 285591 990002

28-55-91-99
(48.1)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

дешифр

Вариант 1

Место проведения О.Ц. Команда
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

Бондаренко Бориса Эдуардовича
(фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

вышел 13[18], вернулся 13[20]

закончил, сдал работу 13[51]

Дата
«5» марта 2023 года

Подпись участника

28-55-91-99 (48.1)

№1.2!

Энергия в начале: $\frac{3k\cdot x^2}{2}+\frac{k\cdot x^2}{2}=\frac{4kx^2}{2}=2kx^2$

Период колебаний левой пружины: $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{3k}}$

Период колебаний правого груза: $T=2\pi\sqrt{\frac{3m}{k}}$

~~движение~~ координата левого груза: $x_л=-\frac{L}{2}\cdot\cos\left(\sqrt{\frac{m}{3k}}\cdot t\right)$ +

~~движение~~ координата правого груза: $x_п=\frac{L}{2}\cdot\cos\left(\sqrt{\frac{3m}{k}}\cdot t\right)$, +

если грузы столкнулись, значит у них была одна координата в одно время:

$$-\frac{\cancel{L}}{\cancel{2}}\cdot\cos\sqrt{\frac{m}{3k}}t=\frac{\cancel{L}}{\cancel{2}}\cdot\cos\sqrt{\frac{3m}{k}}\cdot t$$ +

$$-\cos\sqrt{\frac{m}{3k}}\cdot t=\cos\sqrt{\frac{3m}{k}}\cdot t.$$

$$\sqrt{\frac{m}{3k}}t=\pi-\sqrt{\frac{3m}{k}}\cdot t.$$

$$\pi=t\left(\sqrt{\frac{m}{3k}}+\sqrt{\frac{3m}{k}}\right)=t\cdot\sqrt{\frac{m+9m}{3k}}=t\cdot\sqrt{\frac{10m}{3k}}$$

$$t=\pi\cdot\sqrt{\frac{3k}{10m}}$$

$$v_л=+\frac{L}{2}\cdot\sqrt{\frac{m}{3k}}\sin\sqrt{\frac{m}{3k}}\cdot\sqrt{\frac{3k}{10m}}\pi=\frac{L}{2}\cdot\sqrt{\frac{m}{3k}}\cdot\sin\sqrt{\frac{1}{10}}\pi$$

$$v_п=-\frac{L}{2}\cdot\sqrt{\frac{3m}{k}}\cdot\sin\sqrt{\frac{3m}{k}}\cdot\sqrt{\frac{3k}{10m}}\pi=-\frac{L}{2}\cdot\sqrt{\frac{3m}{k}}\cdot\sin\frac{3}{\sqrt{10}}\pi$$

Из З.С.И:

$$m\cdot\frac{L}{2}\sqrt{\frac{m}{3k}}\cdot\sin\frac{\pi}{\sqrt{10}}-3m\cdot\frac{L}{2}\cdot\sqrt{\frac{3m}{k}}\cdot\sin\frac{3\pi}{\sqrt{10}}=4m\cdot v$$

~~$L\sqrt{m}-3L\sqrt{m}$~~ $\frac{L\sqrt{m}\cdot\sin\frac{\pi}{\sqrt{10}}-3L\sqrt{m}\cdot\sin\frac{3\pi}{\sqrt{10}}}{\sqrt{3k}\cdot 8}=v$

$$x=\frac{L}{2}\cdot\cos\sqrt{\frac{3m}{k}}\cdot\sqrt{\frac{3k}{10m}}\pi=\frac{L}{2}\cdot\cos\frac{3\pi}{\sqrt{10}}$$

7 | 13 | 16 | 14 | 20 | 70

Журавлев Потанина Камлацкая Огородов Семёрецев

После того, как они слиплись. З.С.Э.

$$\cancel{\frac{4k\cdot x^2}{2} = 2kx^2} \qquad \frac{4kx^2}{2} + \frac{4mv^2}{2} = \frac{4k\cdot A^2}{2}$$

$$kx^2 + mv^2 = kA^2 \Rightarrow A^2 = \frac{kx^2 + mv^2}{k} =$$

$$= \frac{k\cdot\left(\frac{L}{2}\cdot\cos\frac{3\pi}{\sqrt{10}}\right)^2 + m\cdot\left(\frac{L\sqrt{m}\cdot\sin\frac{\pi}{\sqrt{10}} - 3L\sqrt{m}\cdot\sin\frac{3\pi}{\sqrt{10}}}{\sqrt{3k}\cdot 8}\right)^2}{k} =$$

$$= \frac{\frac{k\cdot L^2}{4}\left(\cos\frac{3\pi}{\sqrt{10}}\right)^2 + \frac{m\cdot L^2\cdot m\cdot\left(\sin\frac{\pi}{\sqrt{10}} - 3\sin\frac{3\pi}{\sqrt{10}}\right)^2}{3k\cdot 64}}{k} =$$

$$= \frac{L^2\cdot\left(\cos\frac{3\pi}{\sqrt{10}}\right)^2}{4} + \frac{m^2L^2\cdot\left(\sin\frac{\pi}{\sqrt{10}} - 3\sin\frac{3\pi}{\sqrt{10}}\right)^2}{3k^2\cdot 64} =$$

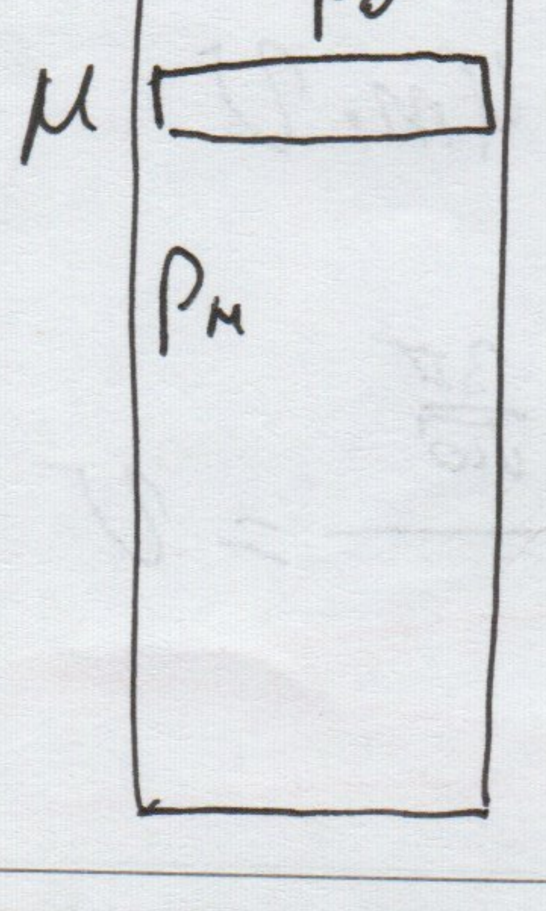
$$= \frac{0{,}2^2\cdot\left(\cos\frac{3\pi}{\sqrt{10}}\right)^2}{4} + \frac{m^2\cdot 0{,}2^2\cdot\left(\sin\frac{\pi}{\sqrt{10}} - 3\sin\frac{3\pi}{\sqrt{10}}\right)^2}{3k^2\cdot 64} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{\frac{\left(\cos\frac{3\pi}{\sqrt{10}}\right)^2}{100} + \frac{4m^2\left(\sin\frac{\pi}{\sqrt{10}} - 3\sin\frac{3\pi}{\sqrt{10}}\right)^2}{19200\,k^2}}$$

№2

т.к при нуле у воды давление насыщ. паров почти равно нулю, то начальная высота $h_н = \frac{9}{100}$ см.

После того как нагрели:



~~QA~~ $\Rightarrow$ девять грам воды перешли в пар; $\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{9}{18} = 0{,}5$ моль

~~$P_н V = \nu R T_0$~~ суммарное внешнее давление:

$$P = P_0 + \frac{Mg}{S} = 10^5 + \frac{100\cdot 10}{\frac{100}{100^2}} = 10^5\cdot 100^2\cdot 10 = 2\cdot 10^5$$

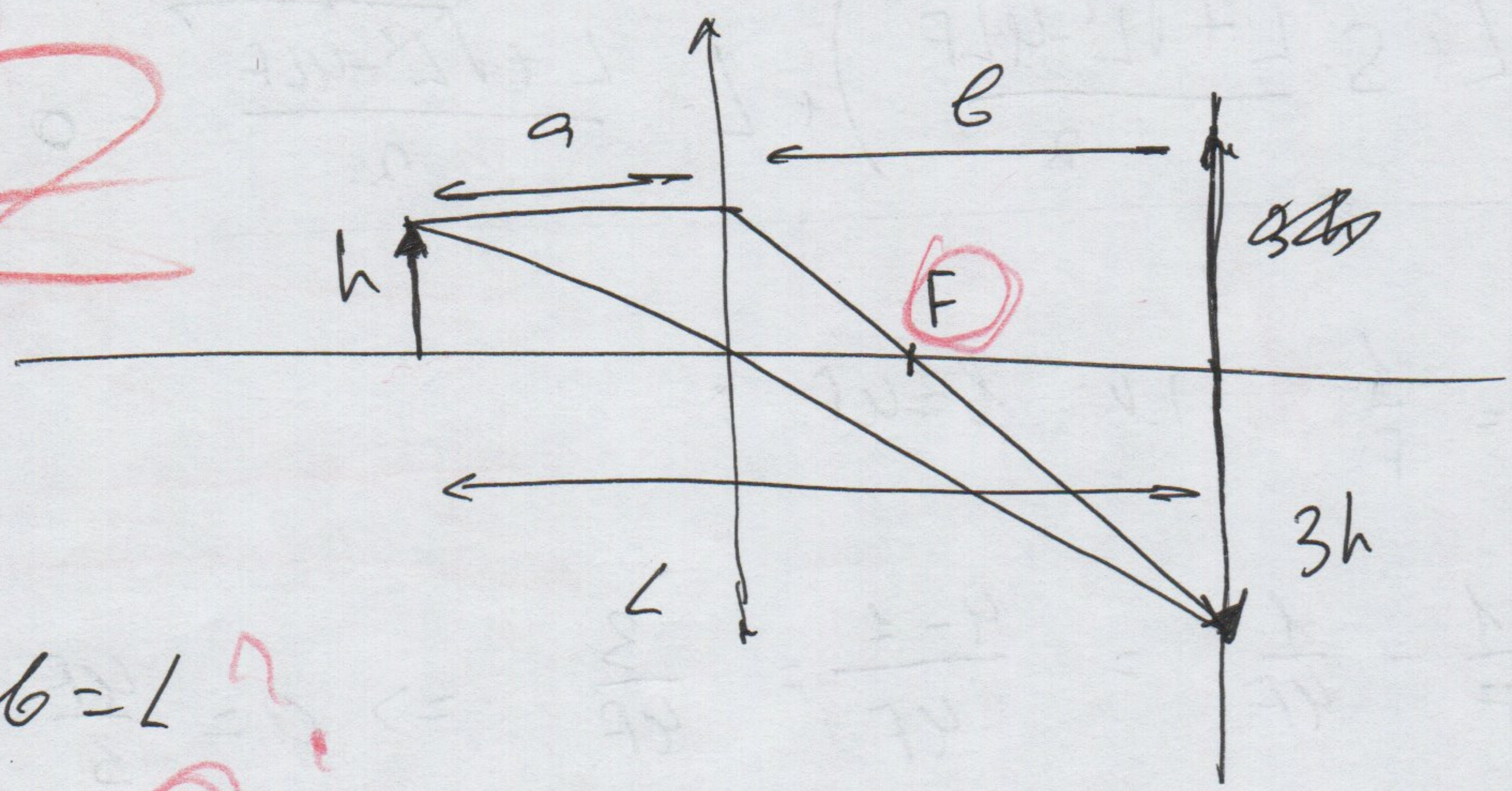
$p \cdot V = \nu R T$, $T = 273 + t = 400$ K

$V = \frac{\nu R T}{p} = \frac{0{,}5 \cdot 8{,}3 \cdot 400}{2 \cdot 10^5} = \frac{5 \cdot 83 \cdot 4}{2 \cdot 10^5} = \frac{20 \cdot 83}{2 \cdot 10^5} = \frac{83}{10^4}$ м^3

$h_к = \frac{V}{S} = \frac{83}{10^4 \cdot \frac{100}{100^2}} = \frac{83 \cdot 100}{10000} = \frac{83}{100}$ см

$\Delta h = h_к - h_н = \frac{83 - 9}{100} = \frac{74}{100}$ см $= 0{,}74$ см

№4



① $a + b = L$

$\cancel{\frac{a}{h}}$ ② $\frac{F}{h} = \frac{L-a-F}{3h}$ ③ $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \Rightarrow$

② $3F = L - a - F \Rightarrow 4F = L - a$.

③ $\frac{1}{a} = \frac{1}{F} - \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{a} = \frac{b-F}{Fb} \Rightarrow a = \frac{Fb}{b-F}$

① $b = L - a \Rightarrow b = L - \frac{Fb}{b-F}$

② $4F = L - \frac{Fb}{b-F}$ $\Big\}$ $b = 4F$

①
~~$b(b-F) = L(b-F) - Fb$~~

~~$b^2 - bF = Lb - LF - Fb$~~

~~$b^2 - Lb + LF = 0 \Rightarrow b = \frac{L \pm \sqrt{L^2 - 4LF}}{2}$~~

 Чистовик

② $4F(b-F) = L(b-F) - Fb.$

$4Fb - 4F^2 = Lb - LF - Fb.$

$5Fb - 4F^2 = Lb - LF$

$4F^2 - F(L+5b) + Lb = 0$

$4F^2 - F\cdot\left(L + 5\cdot\frac{L+\sqrt{L^2-4LF}}{2}\right) + L\cdot\frac{L+\sqrt{L^2-4LF}}{2} = 0$

$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$ ✓ т.к. $b = 4F$:

$\frac{1}{a} = \frac{1}{F} - \frac{1}{4F} = \frac{4-1}{4F} = \frac{3}{4F} \Rightarrow a = \frac{4F}{3}.$

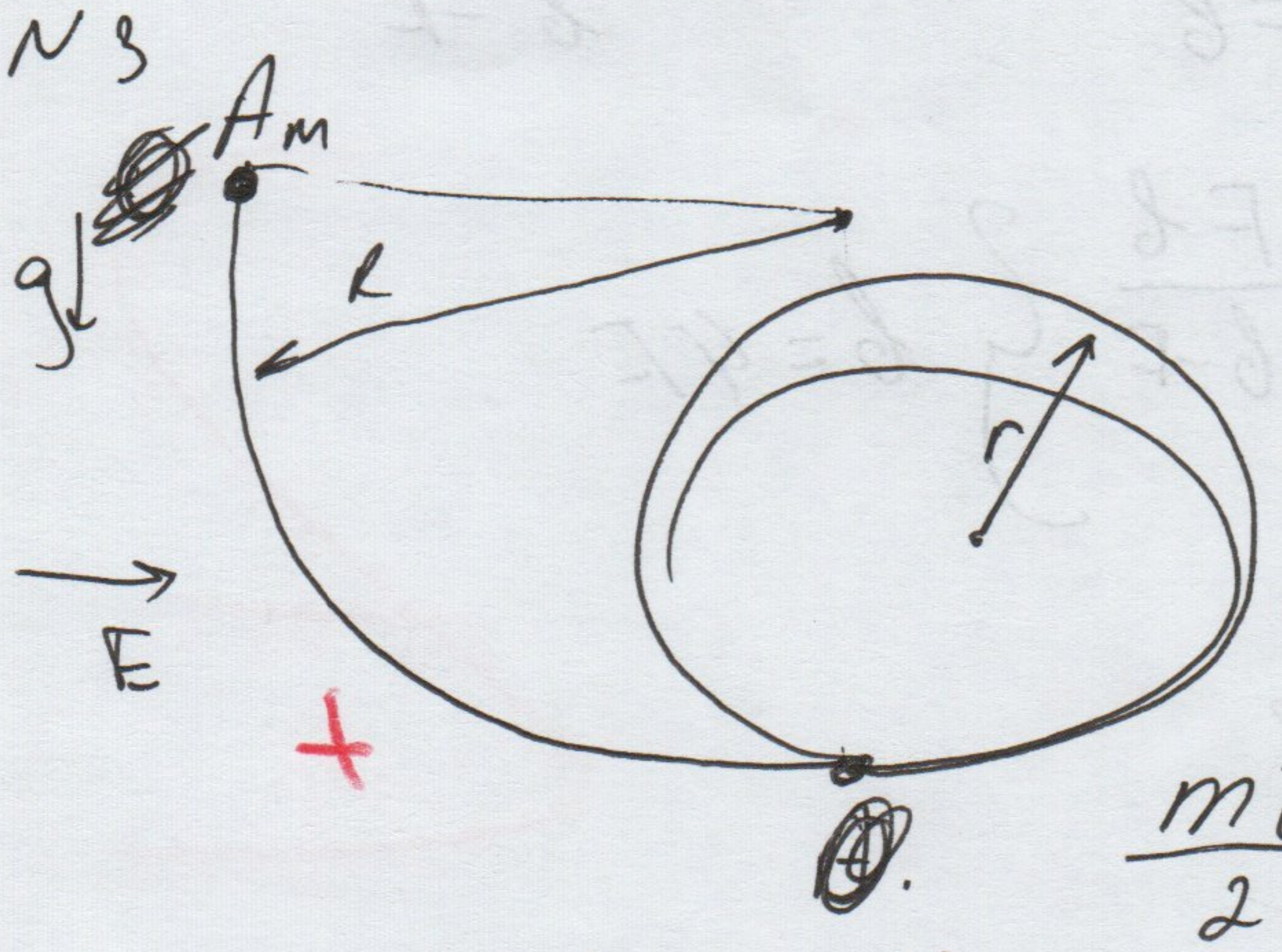
$4F + \frac{4F}{3} = L \Rightarrow \frac{(12+4)F}{3} = L \Rightarrow \frac{16}{3}F = L.$

$F = L\cdot\frac{3}{16} = 80\cdot\frac{3}{16}\quad \frac{3\cdot 20}{4} = 3\cdot 5 = 15\text{см.} = 0{,}15\text{м}$

$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{0{,}15} = \frac{100}{15} = \frac{20}{3}$ диоптр ✓

нет вывода в общем виде

№3



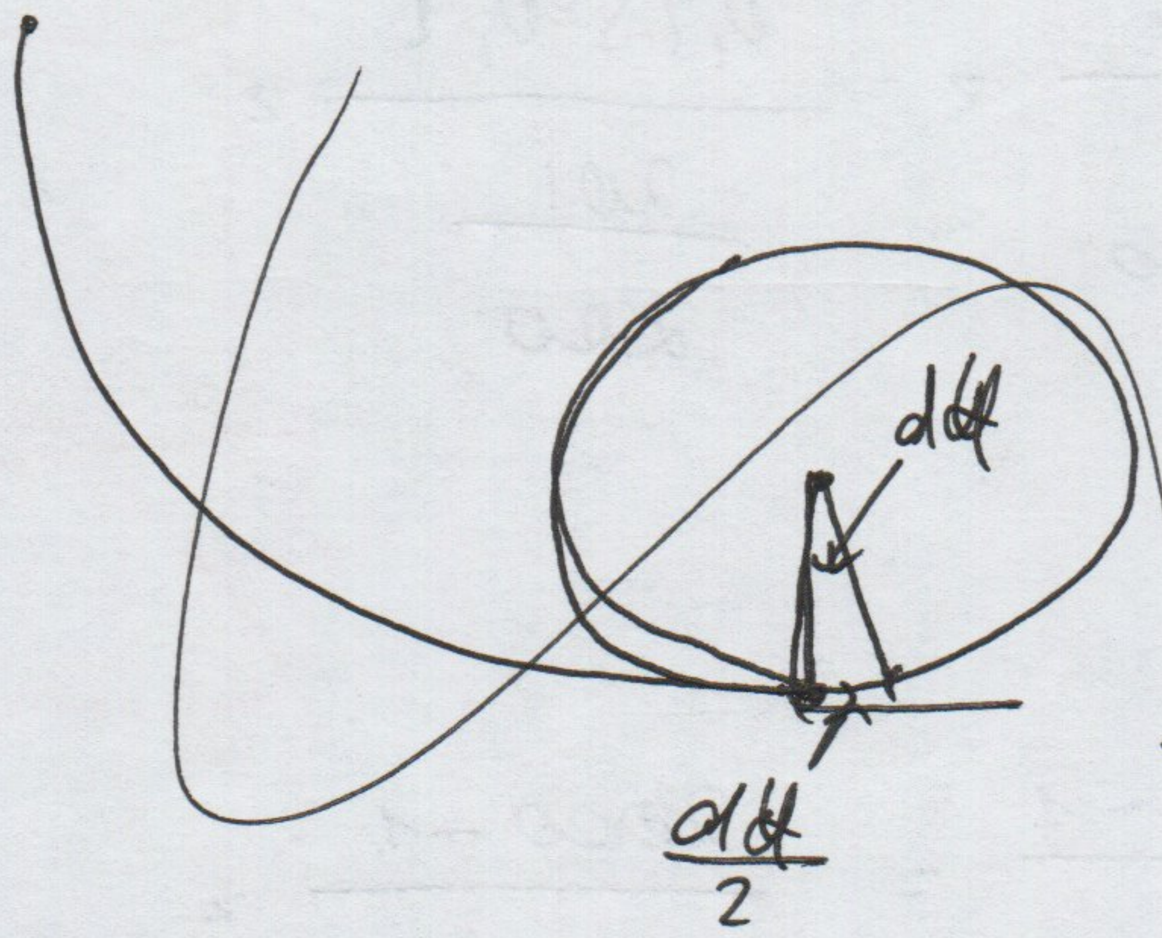
Энергия в точке O:

$mgR + q\cdot E\cdot R = R(mg+qE),$

вся эта энергия переходит в скорость:

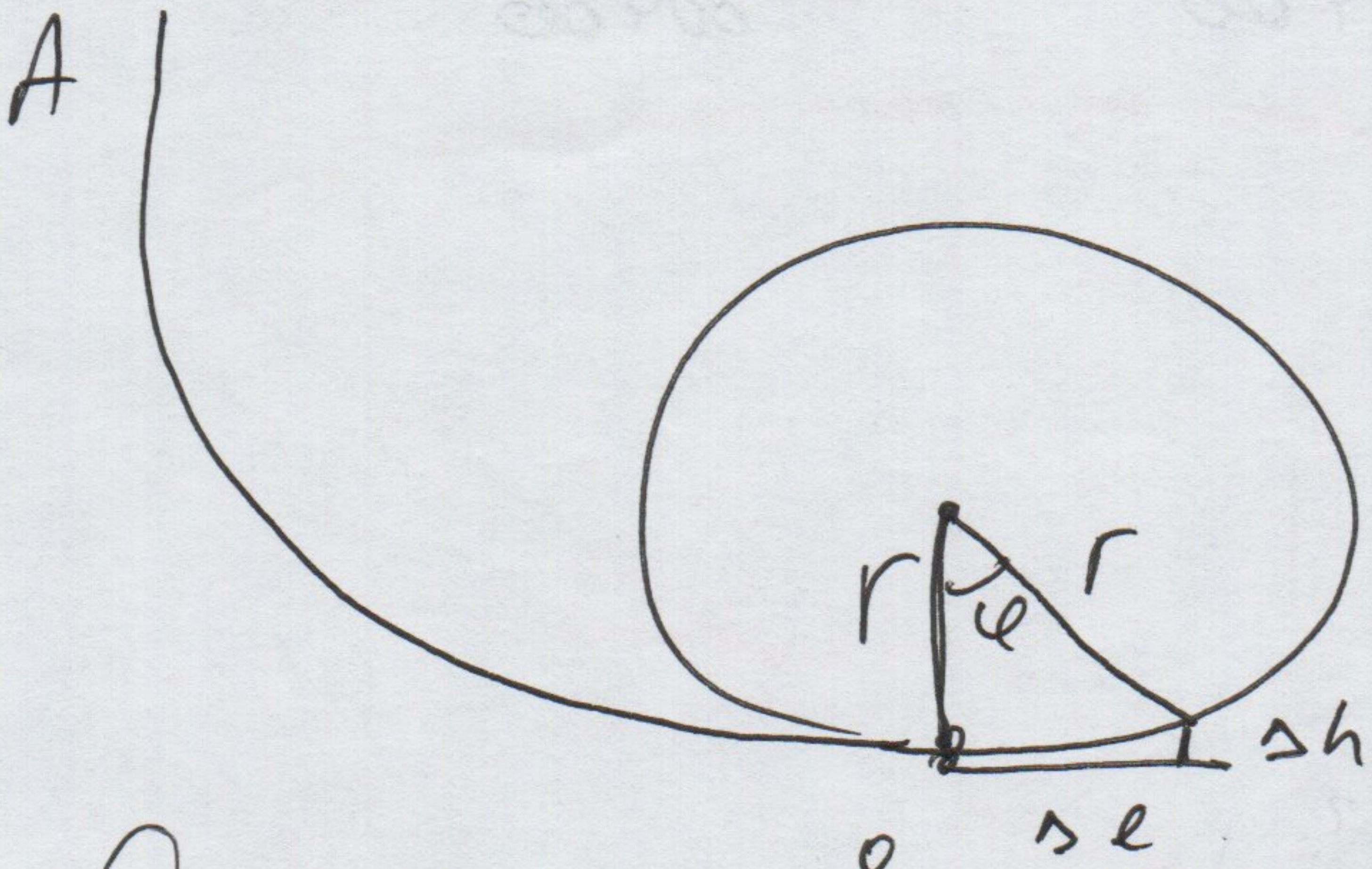
$\frac{mV^2}{2} = R(mg+qE)$

$V^2 = \frac{2R(mg+qE)}{m} = 2R\left(g + \frac{q}{m}E\right)$



~~если бусина пройдет на $d\varphi$. $r\cdot d\varphi$. то приобретёт потенциальн энергию:~~

~~$-mg\cdot\frac{d\varphi}{2}\cdot r d\varphi + E\cdot$~~



пусть шарик переместился по окруж на угол φ, тогда

$\Delta h = R\cdot(1-\cos\varphi)$

$\Delta l = R\cdot\sin\varphi$.

До этого момента энергия у грузика добавлялась; значит производные по углу ~~от~~ энергии равны

~~$mg\Delta h = Eq\cdot\Delta l$~~

$(mgR(1-\cos\varphi))' = (E\cdot q\cdot R\sin\varphi)'$ +

$(mgR - mgR\cos\varphi)' = (Eq\cdot R\sin\varphi)'$

$mgR\sin\varphi = Eq\cdot r\cdot\cos\varphi$.

$tg\varphi = \frac{Eq}{mg} = \frac{10^{-3}}{10^{-3}\cdot 10} = \frac{10^{-3}}{10^{-2}} = 0{,}1$ +

$\cos = \frac{1}{\sqrt{1+tg^2}} = \frac{1}{\sqrt{1{,}01}}$ ~~$\sin = \frac{tg}{\sqrt{1+tg^2}} =$~~ $\sin = \frac{tg}{\sqrt{1+tg^2}} = \frac{0{,}1}{\sqrt{1{,}01}}$

$\Delta h mg = -mg\cdot r\cdot\left(1-\frac{1}{\sqrt{1{,}01}}\right) = -10^{-2}\cdot 0{,}25\cdot\left(1-\frac{1}{\sqrt{1{,}01}}\right) =$

$= -10^{-2}\cdot 0{,}25\cdot\frac{\sqrt{1{,}01}-1}{\sqrt{1{,}01}} \approx -10^{-2}\cdot 0{,}25\cdot\frac{1+\frac{1}{200}-1}{1+\frac{1}{200}} =$

$= -10^{-2}\cdot 0{,}25\cdot\frac{1}{201} = -\frac{25}{201\cdot 10000} = -\frac{1}{201\cdot 4\cdot 100} = \frac{1}{80400}$

 Чистовик

$$\Delta l \cdot Eq = r \cdot \frac{0,1}{\sqrt{1+0,01}} = 0,25 \cdot \frac{0,1}{1+\frac{1}{200}} = \frac{0,25 \cdot 0,1}{\frac{201}{200}} =$$

$$= \frac{200 \cdot 25}{201 \cdot 1000} = \frac{50}{201 \cdot 10} = \frac{5}{201}$$

$$\Delta E = \frac{5}{201} - \frac{1}{80400} = \frac{4 \cdot 100 \cdot 5 - 1}{80400} = \frac{2000-1}{80400} =$$

$$= \frac{1999}{80400}$$

$$\frac{mv^2}{2} + \Delta E = \frac{m v_{max}^2}{2}$$ +

$$R(mg + qE) + \Delta E = \frac{m v_{max}^2}{2}$$ +
−

$$v_{max}^2 = 2R\left(\cancel{mg} + \frac{qE}{m}\right) + \frac{2\Delta E}{m}$$ − $$= 2 \cdot \left(10 + \frac{10^{-3}}{10^{-3}}\right) + \frac{2 \cdot 1999}{80400 \cdot 10^{-3}} =$$

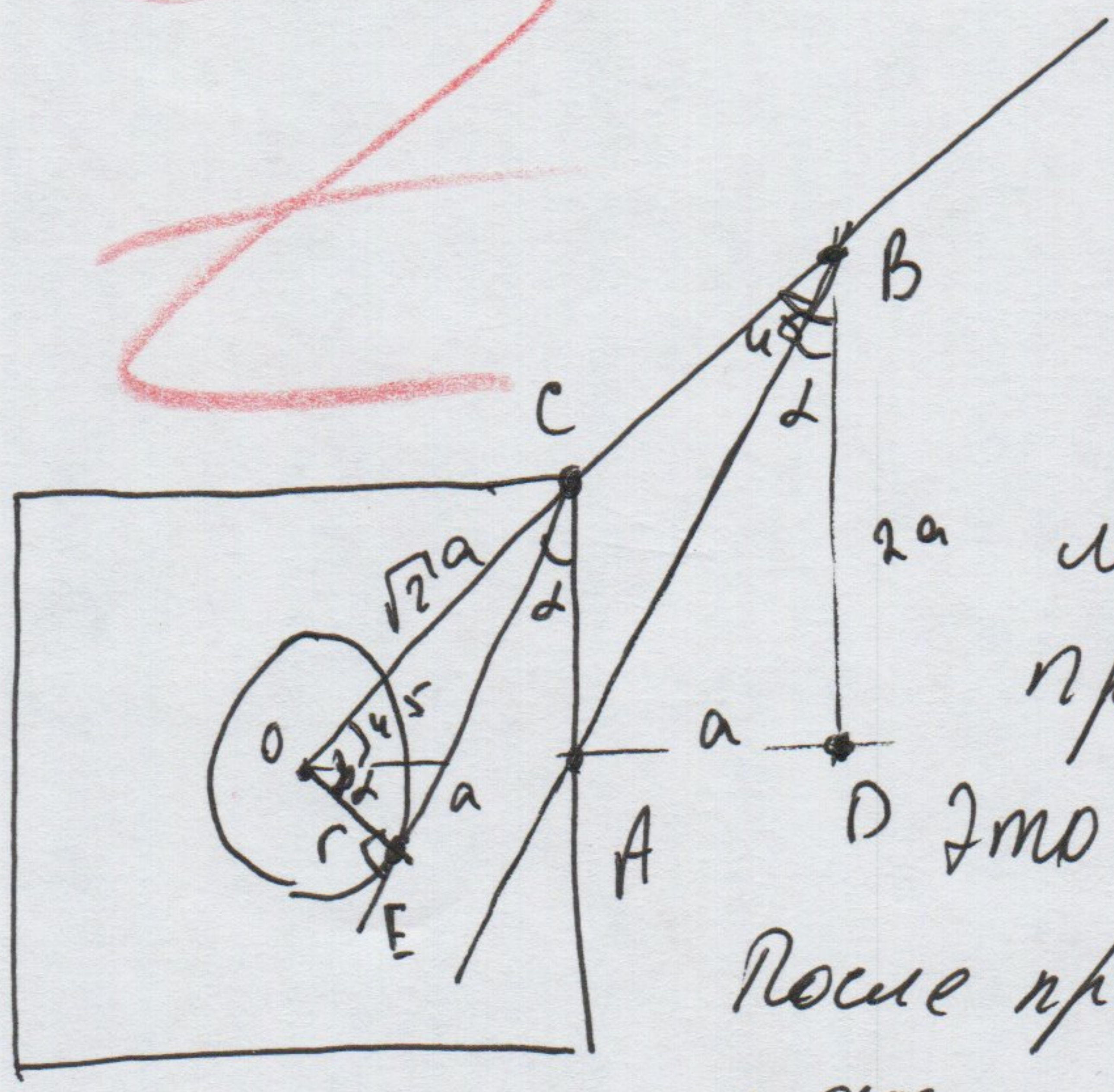
$$= 2 \cdot 11 + \frac{2 \cdot 1999 \cdot 10}{804} = 22 + \frac{1999 \cdot 5}{201} = 22 + \frac{9995}{201} =$$

$$= \frac{22 \cdot 201 + 9995}{201} = \frac{4422 + 9995}{201} = \frac{14417}{201} = 71,7$$ −

$$v_{max} = \sqrt{72} = 8,5 \frac{м}{с}$$ −

№5.

№5



~~$tg\alpha = \frac{1}{2}$~~

~~$\cos\alpha =$~~

построим самый острый луч, проходящий через правую линзу, эта точка D это точка касания с окруж.

После преломления она должна идти по прямой OB, угол между OB и OA равен 45°, т.к система излучает свет по всем направлен

Пусть угол $\angle ABD = \alpha$, тогда $\angle ECA = \alpha$, т.к $EC \parallel AB$, угол $\angle AOE = \alpha$, ~~тогда~~ $BD = OD = 2a$, т.к $\angle AOC = 45$. +

$tg\alpha = \frac{1}{2}$, $\cos = \frac{1}{\sqrt{1+tg^2}}$, $\sin = \frac{tg}{\sqrt{1+tg^2}}$

$OC \cdot \cos(45+\alpha) = OE = r$, $OC = \sqrt{2}a$

$\sqrt{2}a \cdot (\cos 45 \cdot \cos\alpha - \sin 45 \cdot \sin\alpha) = r$

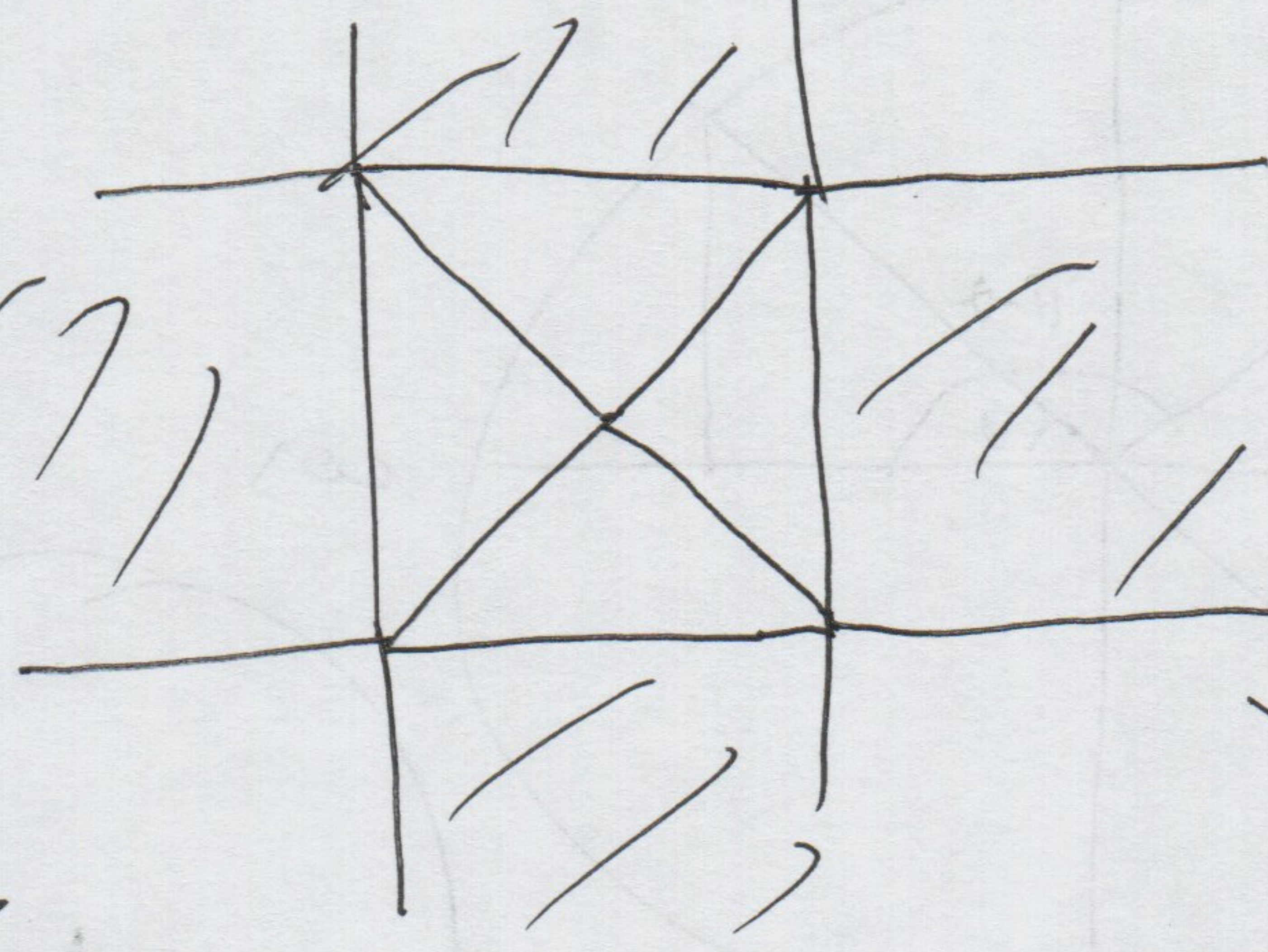
$\frac{\sqrt{2}}{\cancel{4}} a \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1+\frac{1}{4}}} - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\frac{1}{4}}{\sqrt{1+\frac{1}{4}}} \right) = r$

$\sqrt{2} \cdot a \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{\frac{5}{4}}} - \frac{\frac{1}{4}}{\sqrt{\frac{5}{4}}} \right) = r$

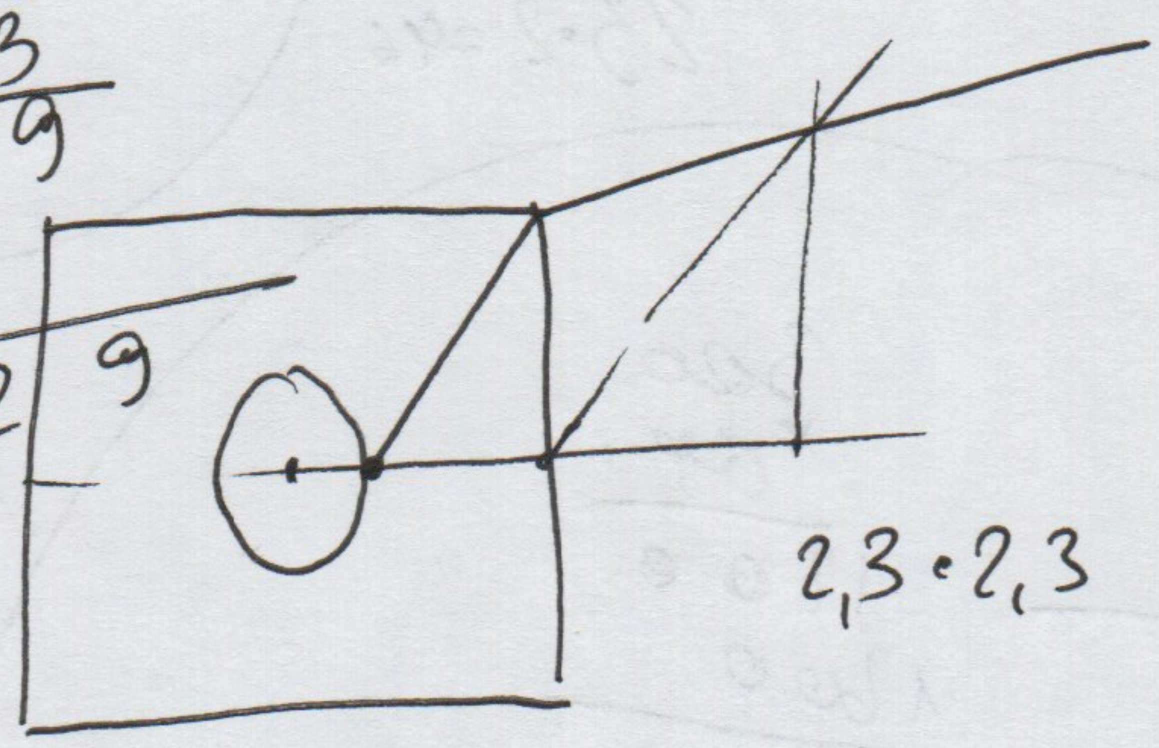
$a \cdot \left(\frac{1-\frac{1}{2}}{\sqrt{\frac{5}{4}}} \right) = r \Rightarrow a \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} = r$

$r = \frac{a}{\sqrt{5}} = \frac{4,5}{2\sqrt{5}} = \frac{4,5}{2 \cdot 2,3} = 1 см$

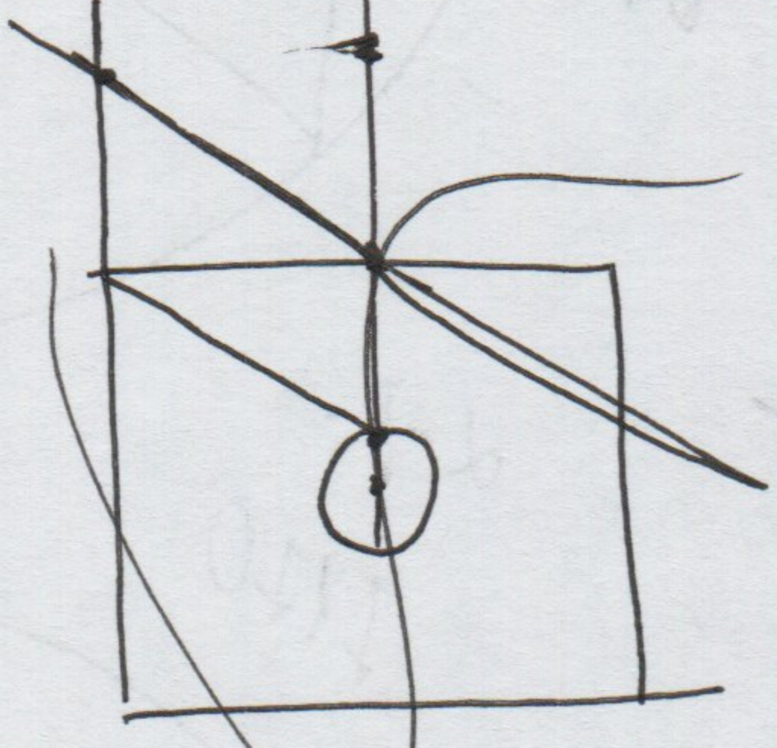
 Черновик.



$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 23 \\ \hline 69 \\ 46 \\ \hline 529 \end{array}$$



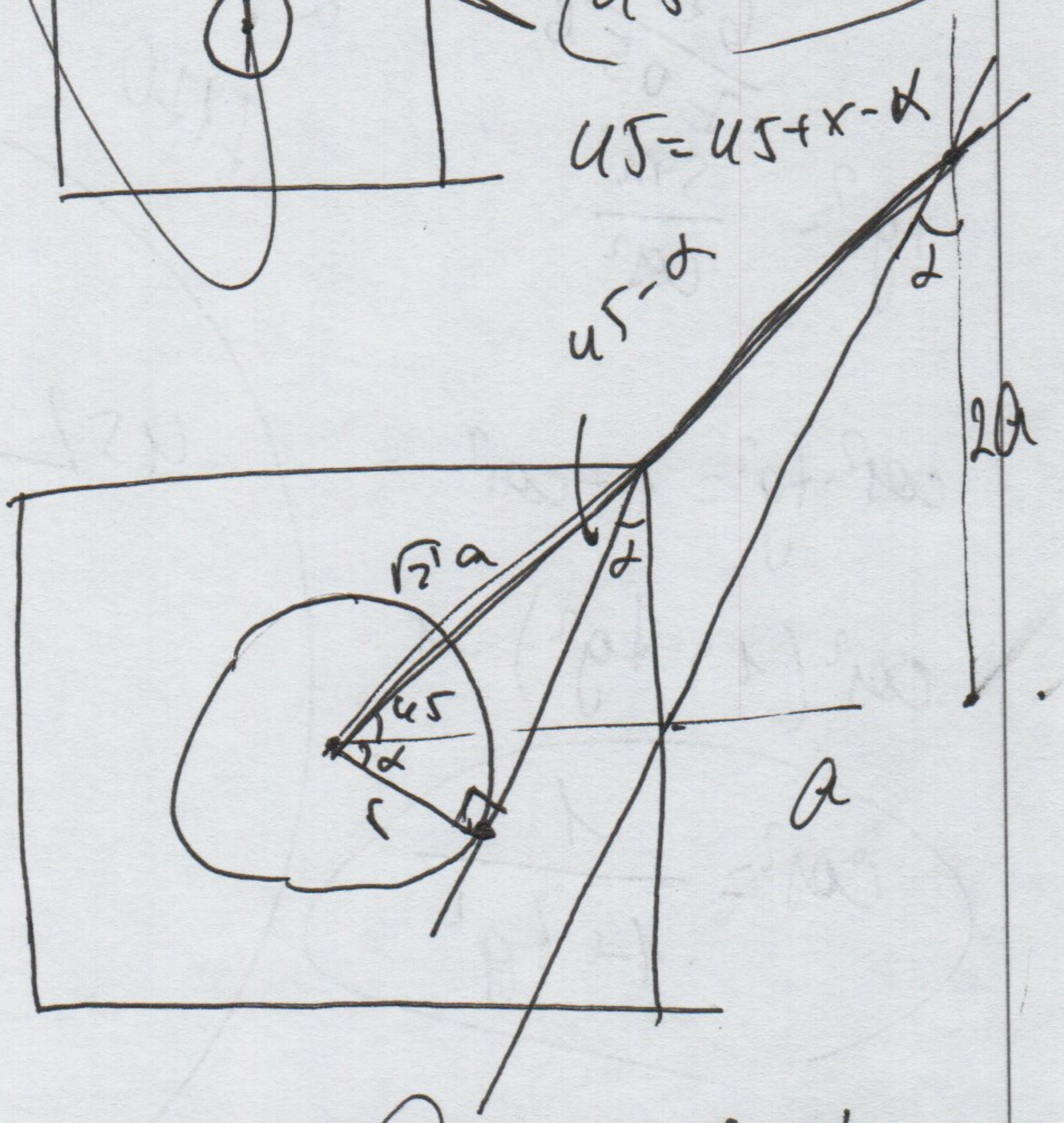
$2,3\cdot 2,3$



$90+45-\alpha+\gamma=180$

$45=\gamma-\alpha$

$45=45+x-\alpha$



$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 22 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 484 \end{array}$$

$tg\,\alpha=\frac{1}{2}$

$\cancel{\cos}$

$\cos=\frac{1}{\sqrt{1+tg^2}}$

$\cos(45+\alpha)\cdot\sqrt{2}a=r.$

$\sqrt{2}a\,(\cos45\cdot\cos\alpha-\sin45\cdot\sin\alpha)=r$

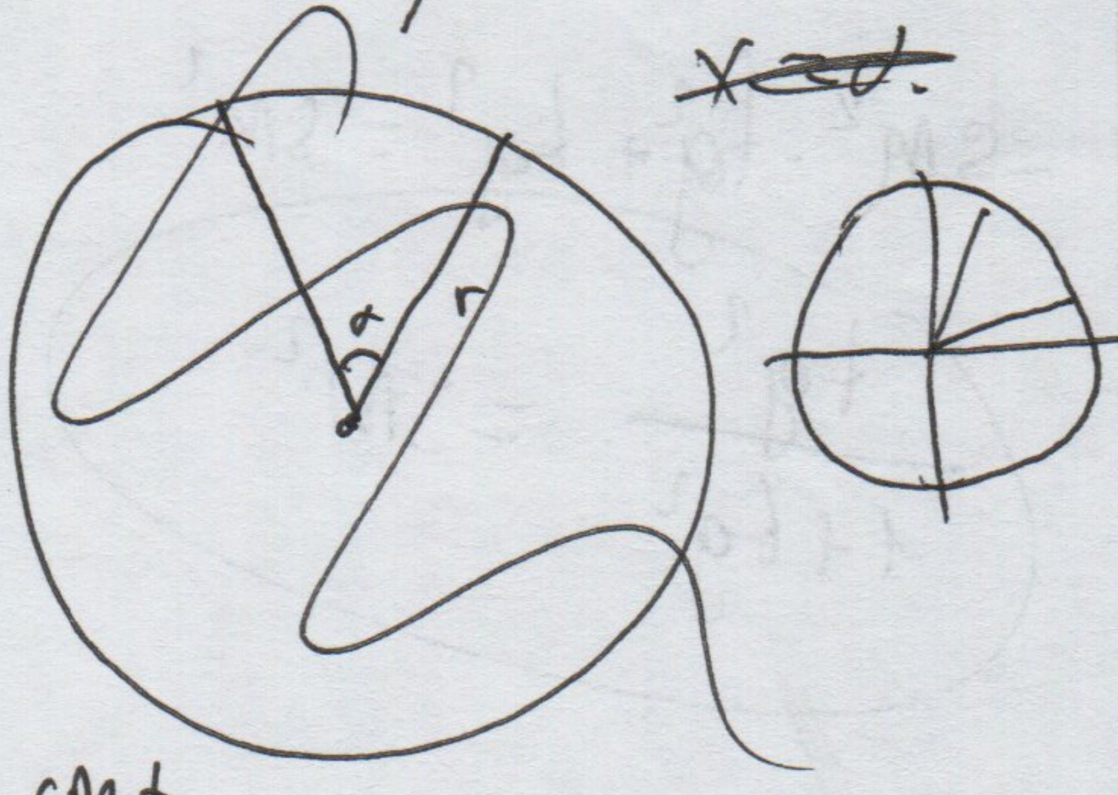
$\sqrt{2}a\cdot\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{1+\frac{1}{4}}}-\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\frac{\frac{1}{2}}{\sqrt{1+\frac{1}{4}}}\right)=r$

$\frac{2}{2}a\left(\frac{1-\frac{1}{2}}{\sqrt{1+\frac{1}{4}}}\right)=r$

$a\cdot\frac{1}{2\sqrt{\frac{5}{4}}}=r$

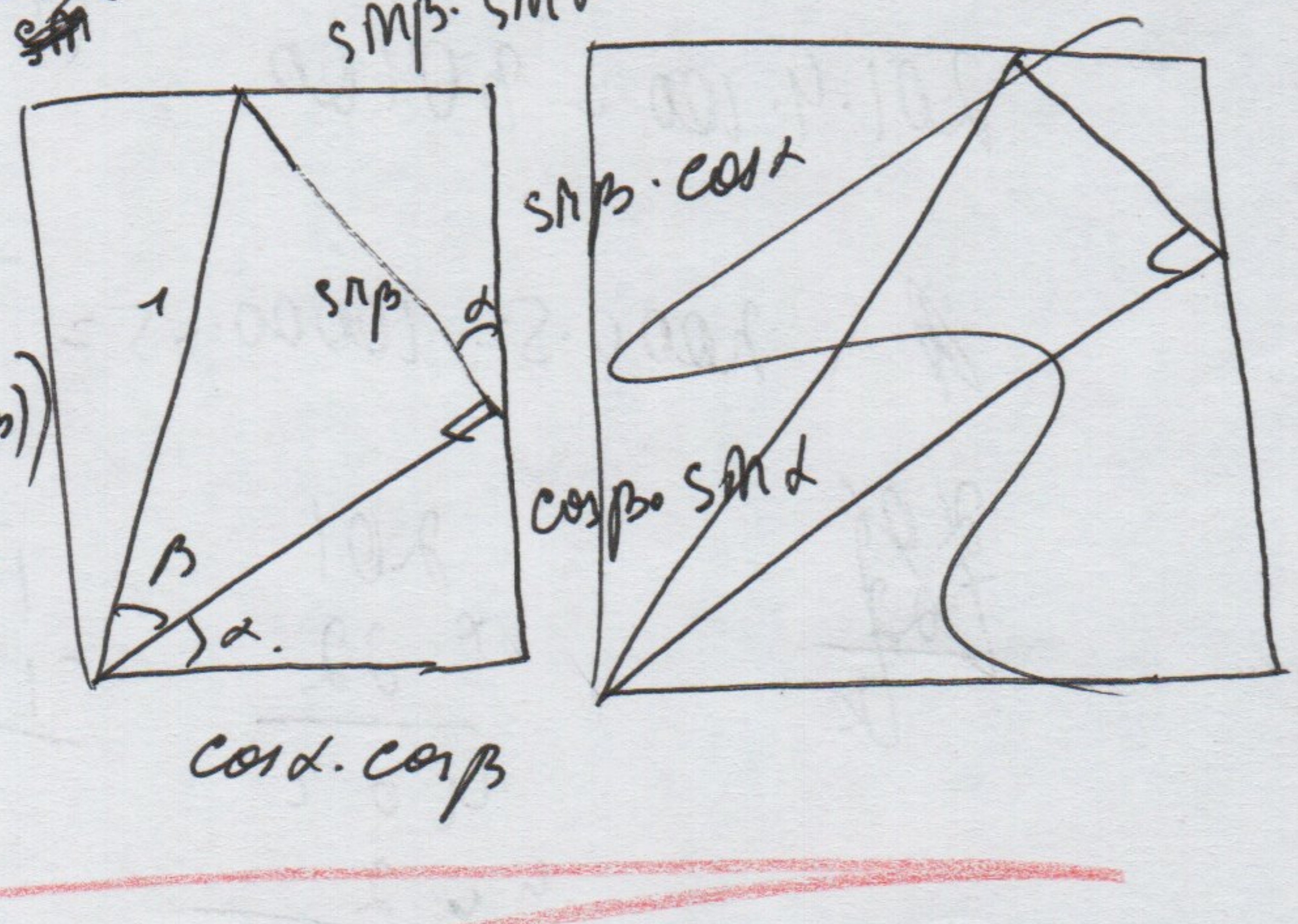
$a\cdot\frac{2}{2\sqrt{5}}=r$

$r=\frac{a}{\sqrt{5}}$



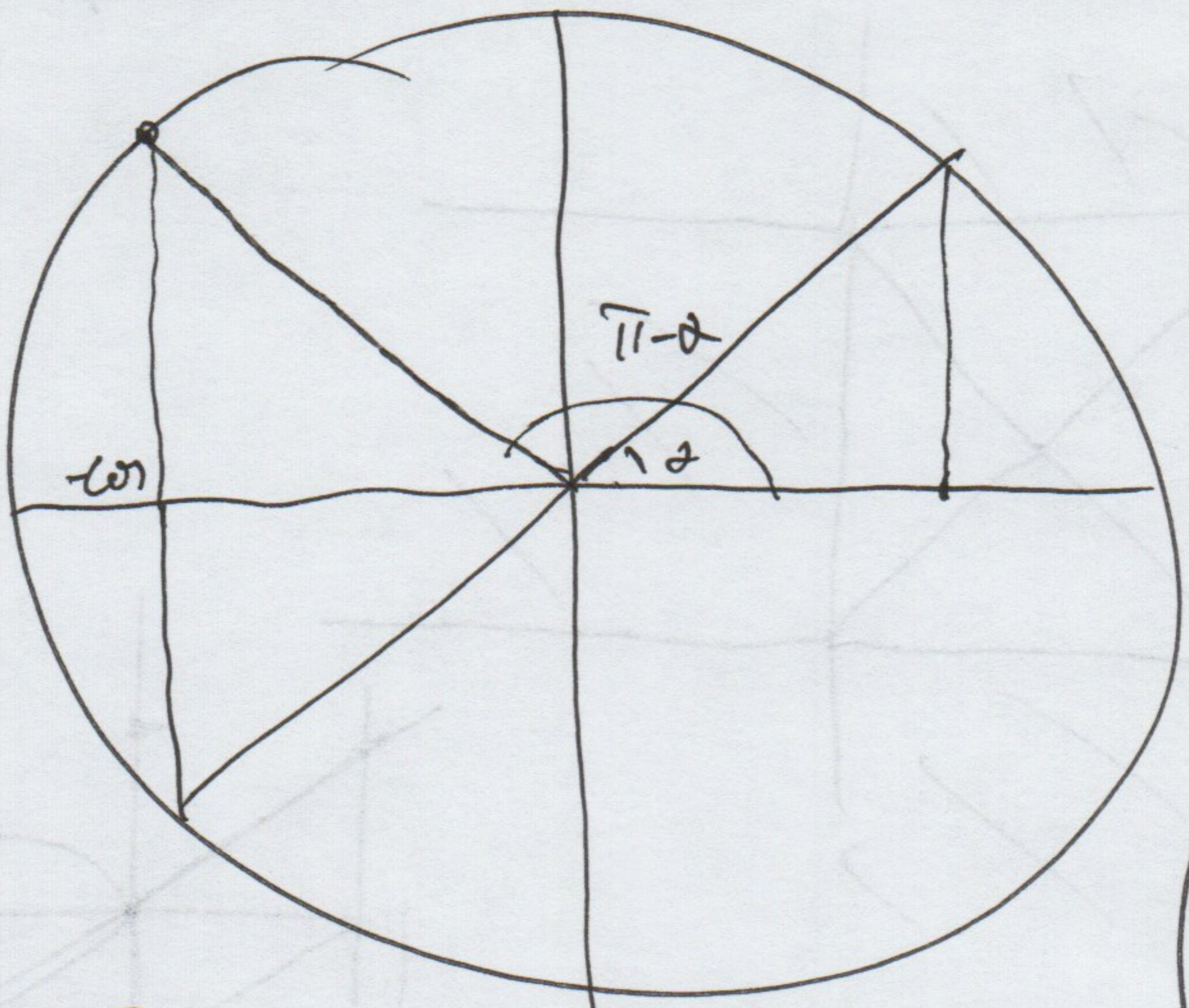
$\cos(\alpha+\beta)$

$\sin(90-(\alpha+\beta))$



Черновик

$$\begin{array}{r} 85 \\ \times 85 \\ \hline 425 \\ 680 \\ \hline 7225 \end{array}$$



cos

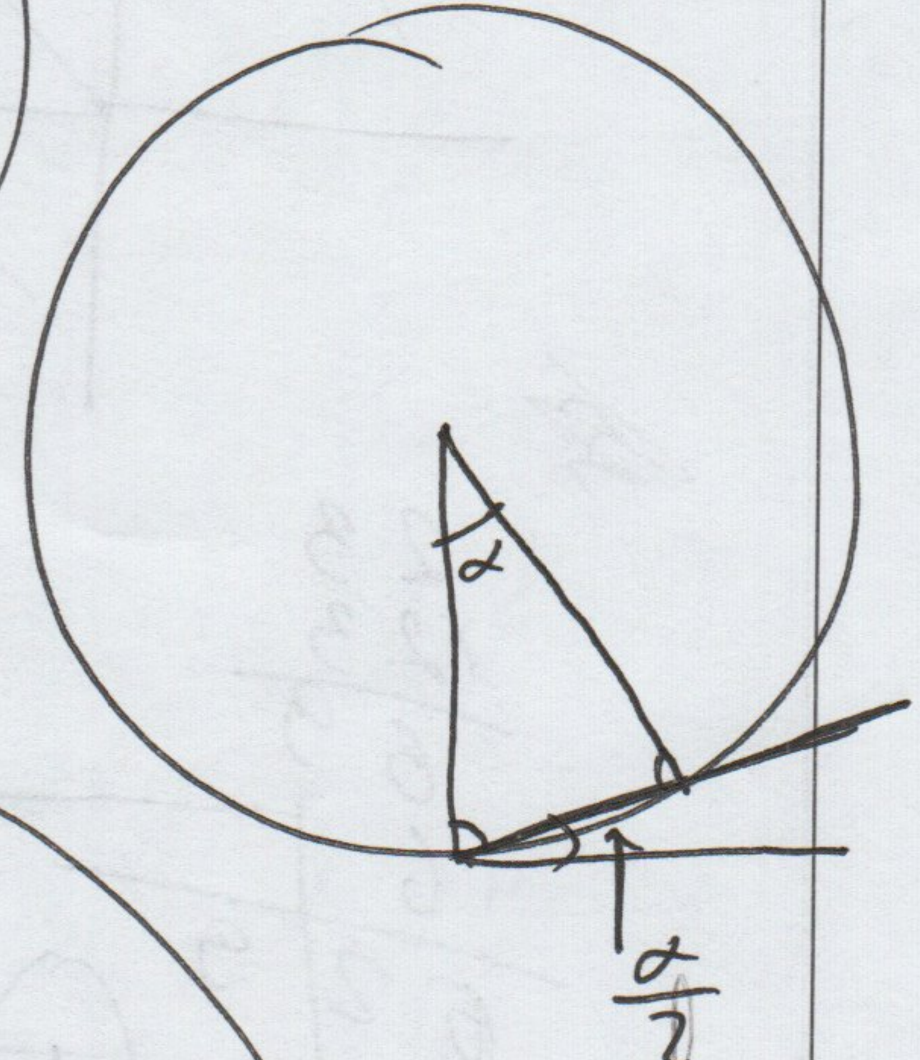
64+3=

$$\begin{array}{r} 84 \\ \times 84 \\ \hline 336 \\ 672 \\ \hline 7056 \end{array}$$

α-π

7170

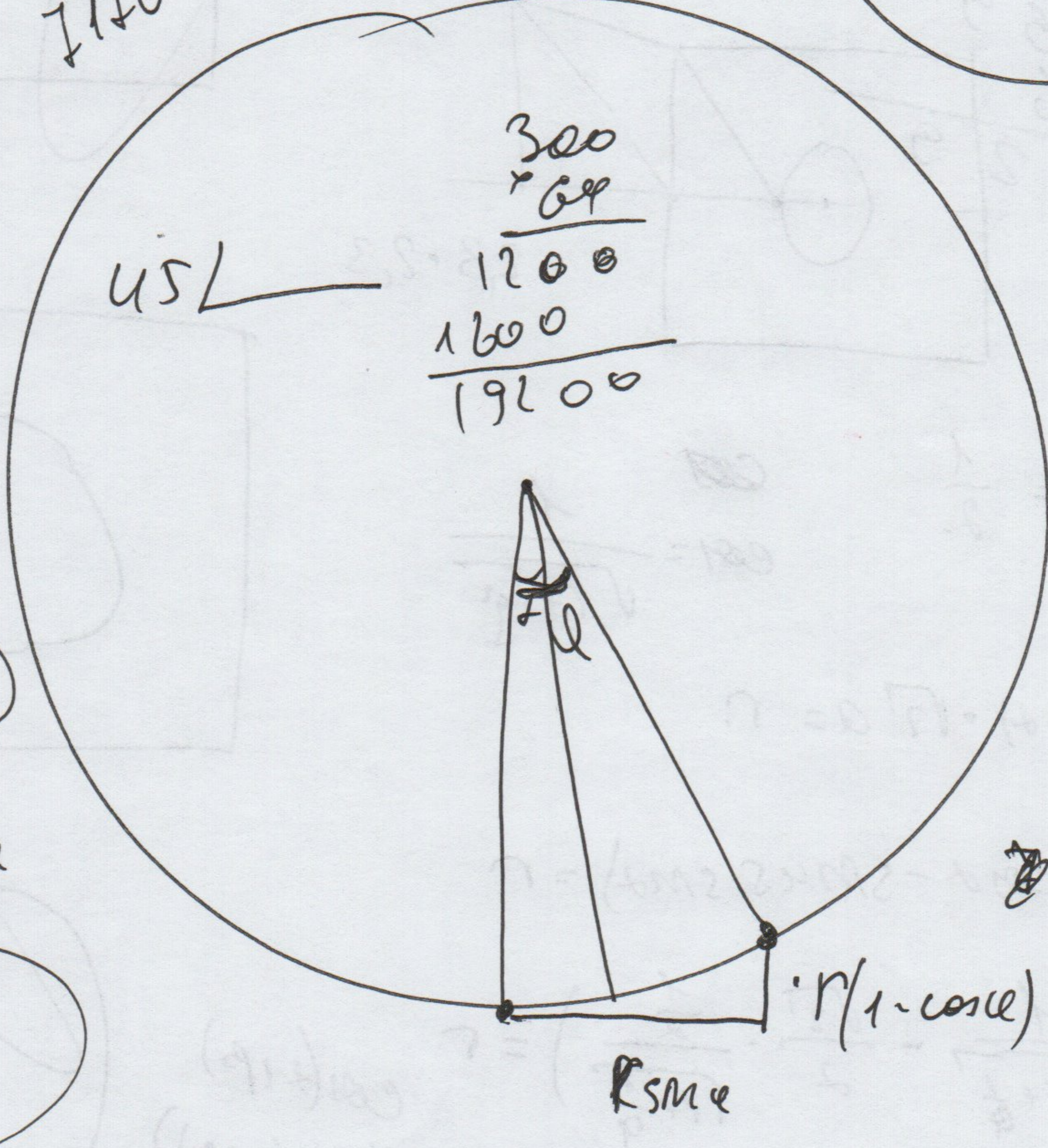
23·2=46



$tg^2 = \frac{sin^2}{cos^2}$

$$\begin{array}{r} 300 \\ \times 64 \\ \hline 1200 \\ 1800 \\ \hline 19200 \end{array}$$

45



$cos^2 \cdot tg^2 = 1 - cos^2$

$cos^2(1 + tg^2) = 1$

$cos^2 = \frac{1}{1+tg^2}$

8·8=64

9·9=81

$-sin^2 \cdot tg^2 + tg^2 = sin^2$

$\frac{tg^2}{1+tg^2} = sin^2$

$(1+\Delta)^n = 1 + n\Delta$

34

41-7=

201·4·100=80400

2000·5=10000-5=

$$\begin{array}{r} 1999 \cdot 5 \\ \hline 9995 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7170 \\ -7056 \\ \hline 114 \end{array}$$

12-7

$$\begin{array}{r} 201 \\ \times 22 \\ \hline 402 \\ 402 \\ \hline 4422 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 14417 & 201 \\ -1407 & 71,7 \\ \hline 347 & \\ -201 & \\ \hline 1460 & \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7225 \\ -7170 \\ \hline 45 \end{array}$$