0 053100 590001

05-31-00-59
(50.1)

1755

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

Вариант 3

Место проведения Москва
город

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов по физике
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Наливайко Александра Ивановича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход 13:56 Макарьин

Возвращение 13:59 Макарьин К.А.

+1 лист 14:45 Студеникин Ф.Р.

Работа сдана
15:10

Дата

«05» марта 2023 года

Подпись участника

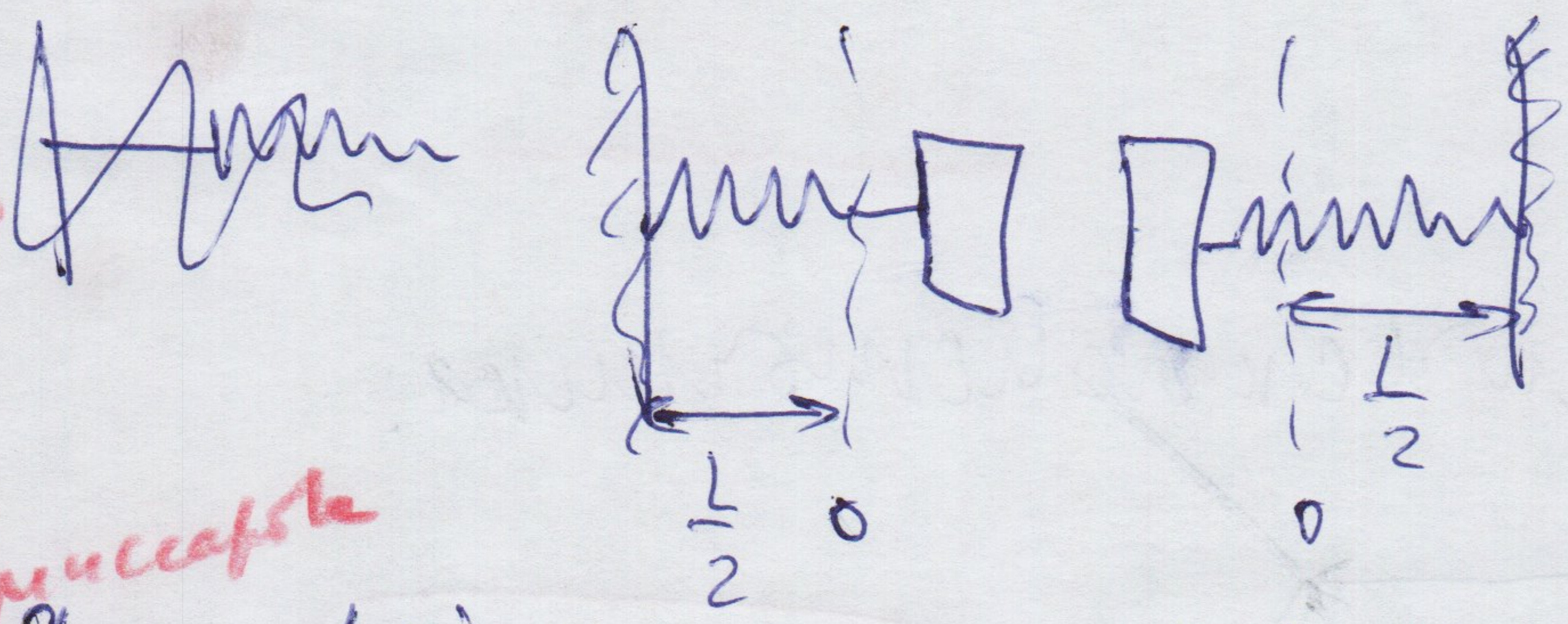
05-31-00-59 (50.1)

Чистовик

Циклическая частота колебаний груза m $\omega_1 = \sqrt{\frac{2k}{m}}$; частота груза 2m $\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{2m}} = \frac{\omega_1}{2}$; амплитуды $A_1 = A_2 = \frac{L}{2}$

Дано: L; 2L; 2k; m; A = = 0,05 м

Найти: L



$x_1 = A\sin(\omega_1 t)$; $x_2 = A\sin(\omega_2 t) = A\sin(\frac{\omega_1 t}{2})$

В момент столкновения:

$L = \frac{L}{2}\sin(\omega_1 t) + \frac{L}{2}\sin(\frac{\omega_1 t}{2})$;

$2 = \sin(\frac{\omega_1}{2}t) + 2\sin(\frac{\omega_1 t}{2})\sqrt{1-\sin^2(\frac{\omega_1 t}{2})}$

В момент удара $v_1 = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{2k}{m}}\sin(\frac{\omega_1 t}{2})$;

$v_2 = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{k}{2m}}\sin(\frac{\omega_1 t}{2})$; ЗСИ: $mv_1 - 2mv_2 = 3mV$; $V = \frac{v_1 - 2v_2}{3}$; ЗСЭ: $\frac{3mV^2}{2}$ +

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 20 | 20 | 18 | 10 | 70 |

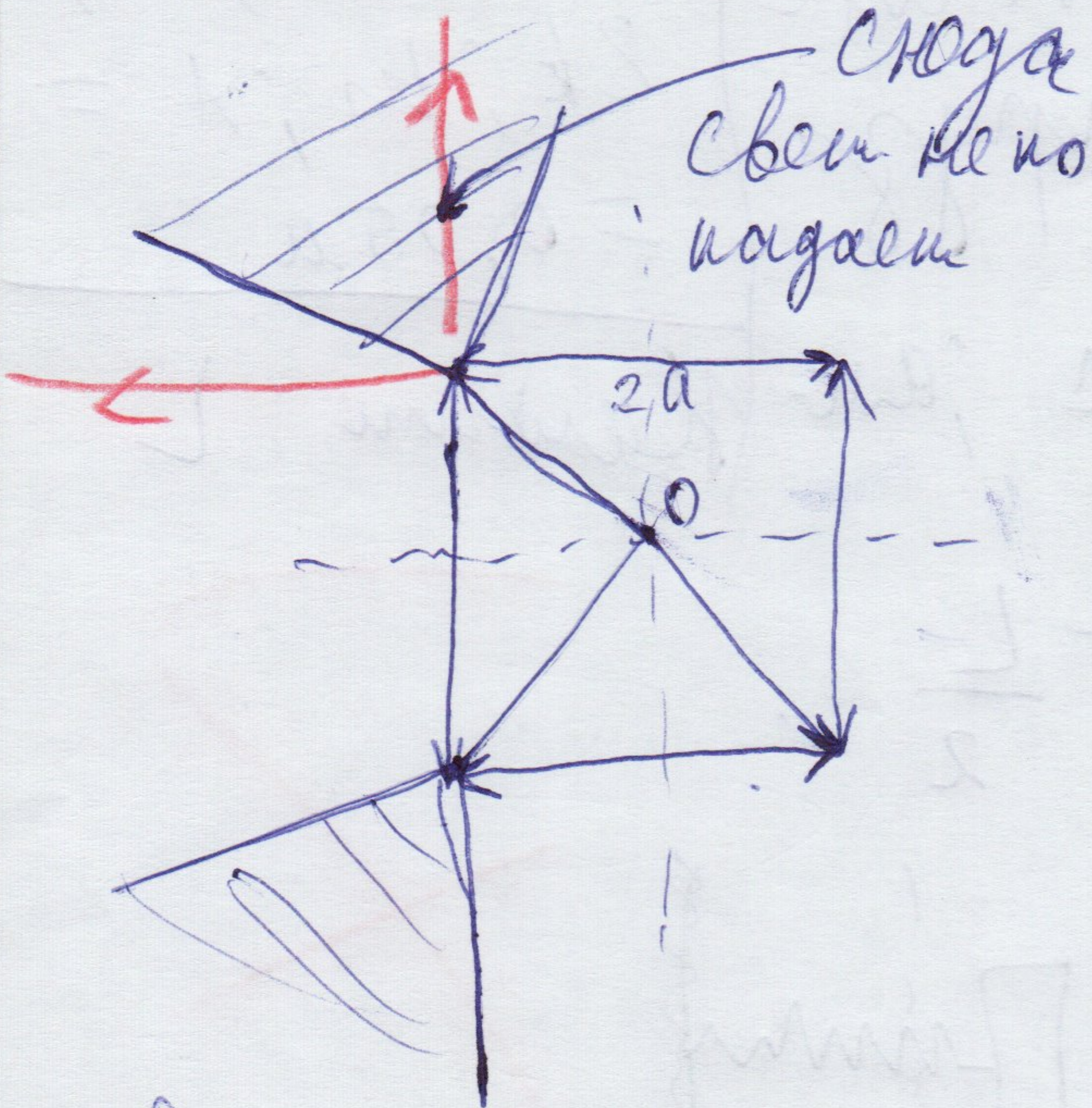
Малина Насибов Колесов Комиссаров Мухин Юшков Сальвассий

$$+\ \frac{kL^2}{2}\left(\sin\left(\frac{\omega_1 t}{2}\right)-\cos\left(\frac{\omega_1 t}{2}\right)\right)^2=\frac{kA^2}{2}$$ Чистовик

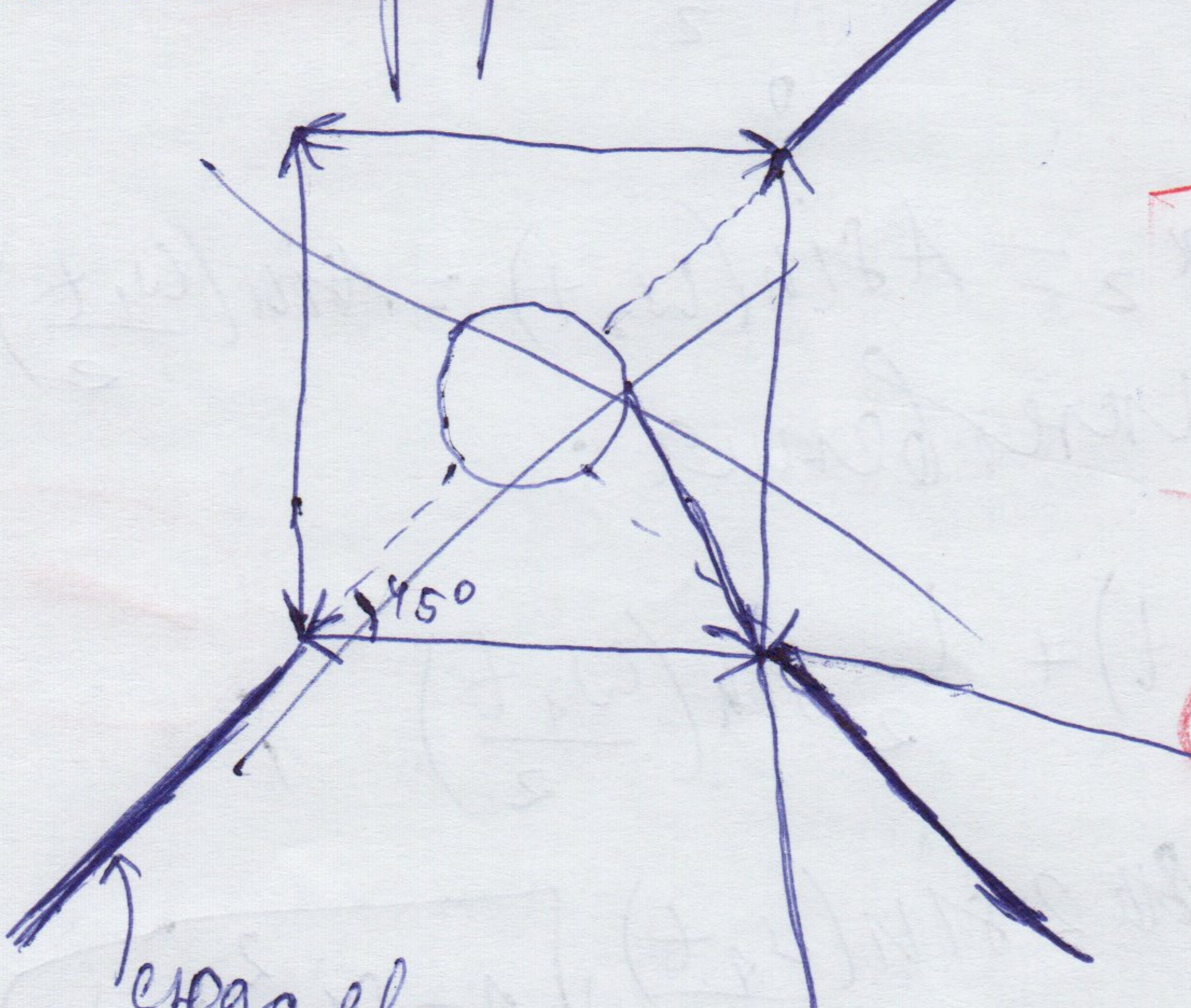
№5.3.3

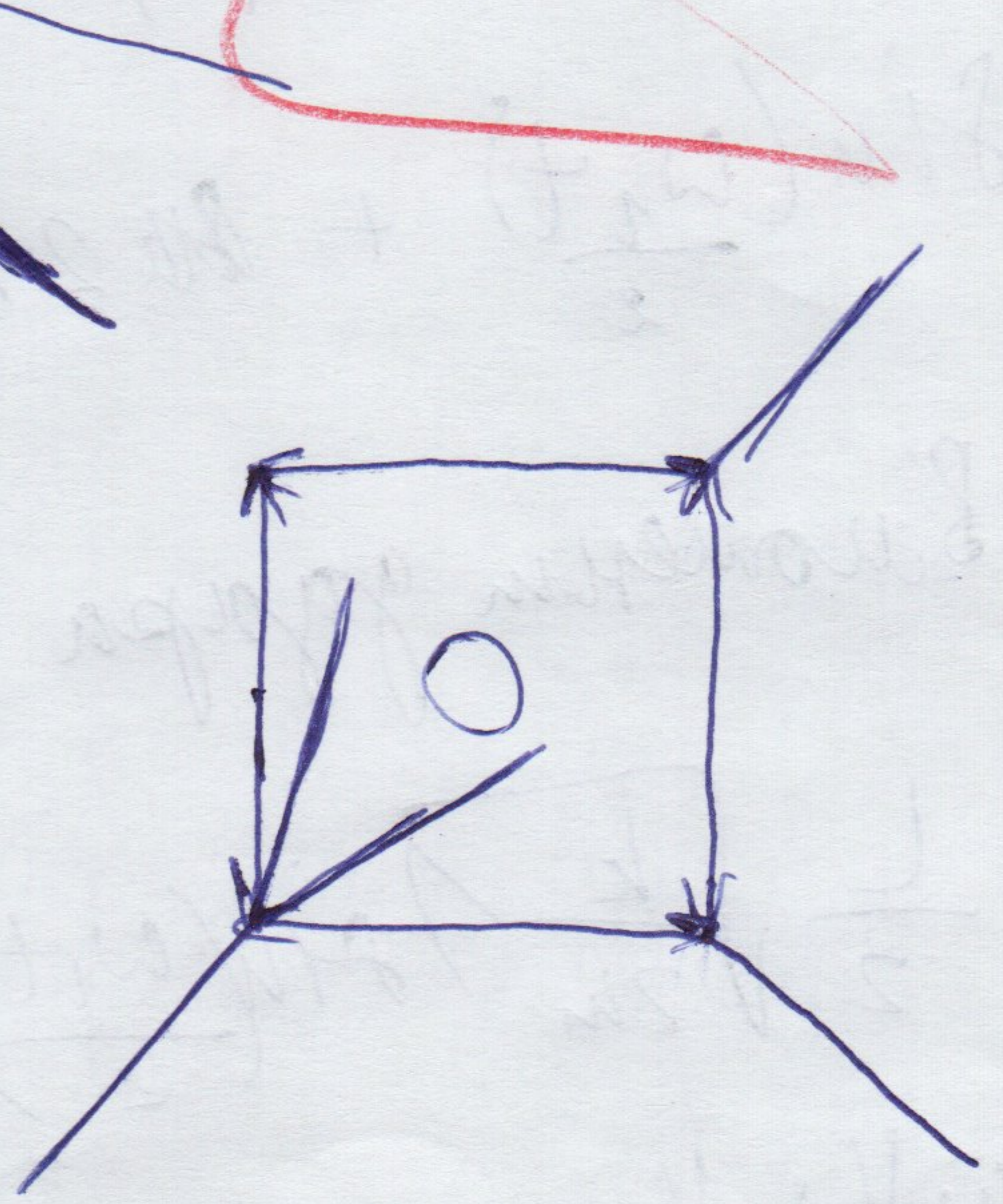
Дано: $2a=9$ см

Найти: $R$




Для сферического источника:



05-31-00-59
(50.1)

Чистовик № 4.6.3 Чистовик.

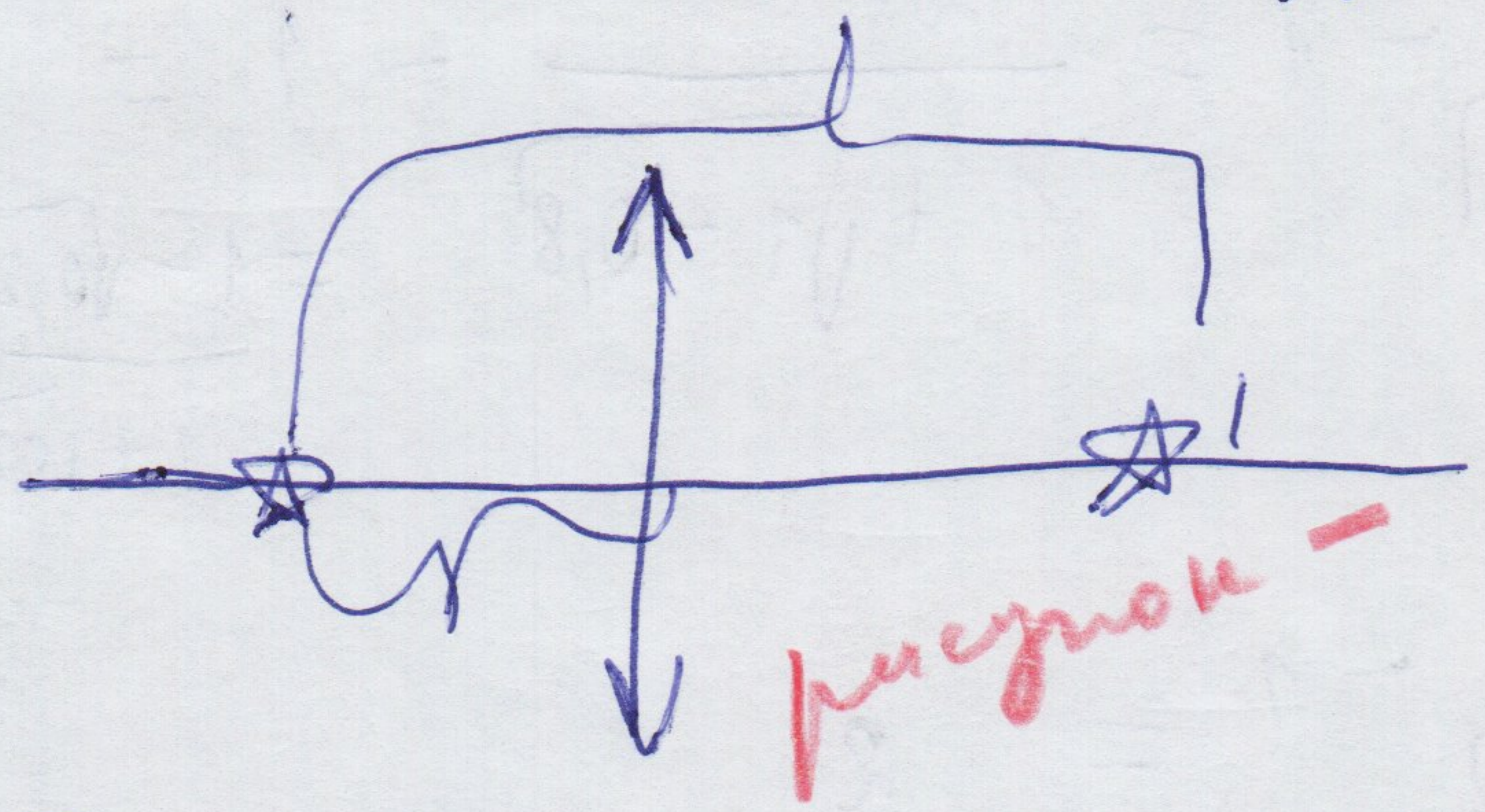


рисунок –

Пусть расстояние между предметом и линзой равно $d$, тогда $f = L - d$.

По формуле тонкой линзы:

$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{L-d}$; $D = \frac{L}{d(L-d)}$; $dL - d^2 = \frac{L}{D}$;

+

$d^2 - dL + \frac{L}{D} = 0$; $Discr = L^2 - \frac{4L}{D}$;

$d_{1,2} = \frac{L \pm \sqrt{L^2 - \frac{4L}{D}}}{2}$. Увеличение $Г$, даваемое линзой равно $Г = \frac{f}{d} > 1$ – т.к. оно увеличенное. +

$Г = \frac{L-d}{d} = \frac{L}{d} - 1 = \frac{2L}{L \pm \sqrt{L^2 - \frac{4L}{D}}} - 1$.

Чистовик

$$\left[\begin{aligned} &\Gamma_1 = \frac{2L}{L+\sqrt{L^2-\frac{4\cancel{D}L}{D}}} - 1 = \frac{2\cdot 1}{1+\sqrt{1-0{,}8}} - 1 = \frac{1-\sqrt{0{,}2}}{1+\sqrt{0{,}2}} < 1 \\ &\Gamma_2 = \frac{2L}{L-\sqrt{L^2-\frac{4L}{D}}} - 1 = \frac{2}{1-\sqrt{1-0{,}8}} - 1 = \end{aligned}\right.$$

$$= \frac{1+\sqrt{0{,}2}}{1-\sqrt{0{,}2}} > 1.$$

Т. к $\Gamma_1 < 1$, оно не подходит $\Rightarrow$

$\Rightarrow \Gamma = \Gamma_2 = \frac{1+\sqrt{0{,}2}}{1-\sqrt{0{,}2}}$.

Ответ: $\Gamma = \frac{1+\sqrt{0{,}2}}{1-\sqrt{0{,}2}}$.

+

№ 2.9.3

Дано: $S = 0{,}01 м^2$; $m = 0{,}009 кг$; $t_0 = 273 K$; $t = 400 K$; $h = 0{,}83 м$; $p_н = 250000 Па$; $p_0 = 100000 Па$; $\mu = 0{,}018 кг/моль$

1) Для начала проверим есть ли в сосуде жидкая вода, после нагревания: если она есть, то пар насыщенный $\Rightarrow$

+ $p_н S h = \frac{m}{\mu} RT$; $\frac{p_н \mu}{RT} = \rho$

05-31-00-59 (50.1)

чистовик

$\Rightarrow m_{газа} = \rho V = \rho h S = \frac{p_н \mu h S}{RT} =$ | Найти: $M$.

$= \cancel{0{,}018}\ \frac{2{,}5 \cdot 10^5 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}83 \cdot 0{,}01}{8{,}31 \cdot 400} =$

$= 125 \cdot 9 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} \cdot \cancel{0{,}1}\ 10^{-1} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}$

$\cdot 10^{-5} = 11{,}25 г. > 9 г. \Rightarrow$ ~~м~~ в сосуде ненасыщенный пар и нет жидкой воды $\Rightarrow$ мы можем считать идеальным газом.

$\Rightarrow$ ~~По~~ По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$\left(p_0 + \frac{Mg}{S}\right) S h = \frac{m}{\mu} RT$; $p_0 + \frac{Mg}{S} = \frac{mRT}{\mu S h}$;

$\frac{Mg}{S} = \frac{mRT}{\mu S h} - p_0$; $M = \frac{mRT}{\mu h g} - \frac{p_0 S}{g} =$ ⊕

$= \frac{\cancel{0{,}}9 \cdot 10^{-3} \cdot \cancel{8{,}}8{,}3 \cdot 400}{\cancel{0{,}}18 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}83 \cdot 10} - \frac{10^5 \cdot 0{,}01 \cdot 10^{-2}}{10} =$

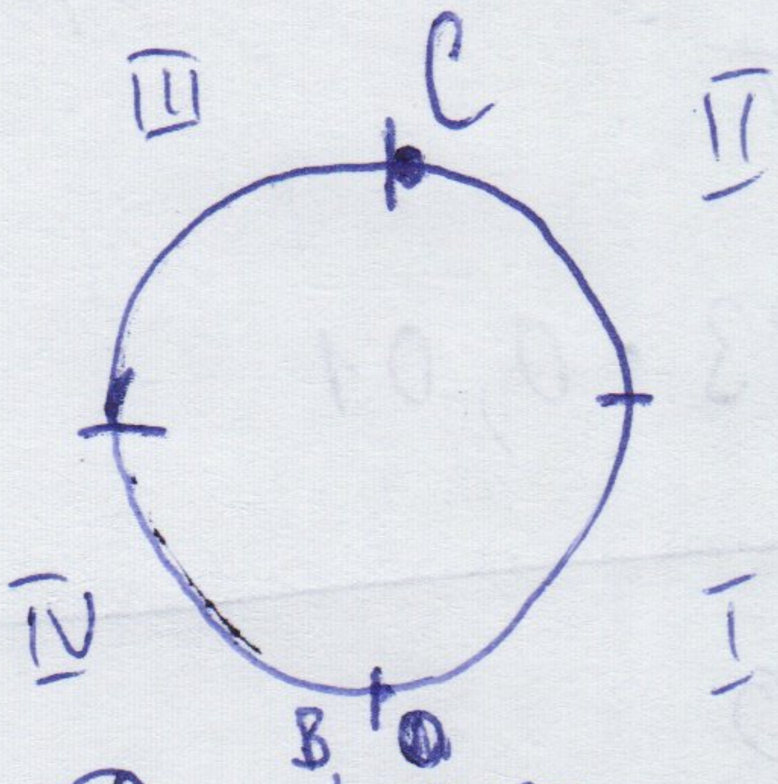
$= 200 - 100 = 100$ кг.

Ответ: $M = 100$ кг. ⊕

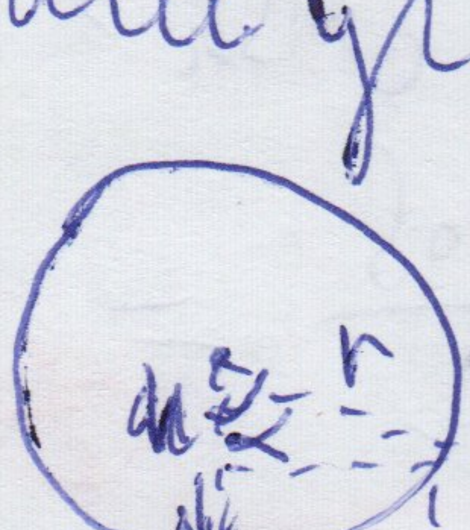
№3.9.3 Чистовик

Дано: $R = 1м$; $r = 0{,}25 м.$; $m = 0{,}001 кг$; $q = 10^{-6} Кл$; $E = 1000 В/м$; $g = 10 м/с^2$

Найти: $n = \frac{v_{max}}{v_{min}}$



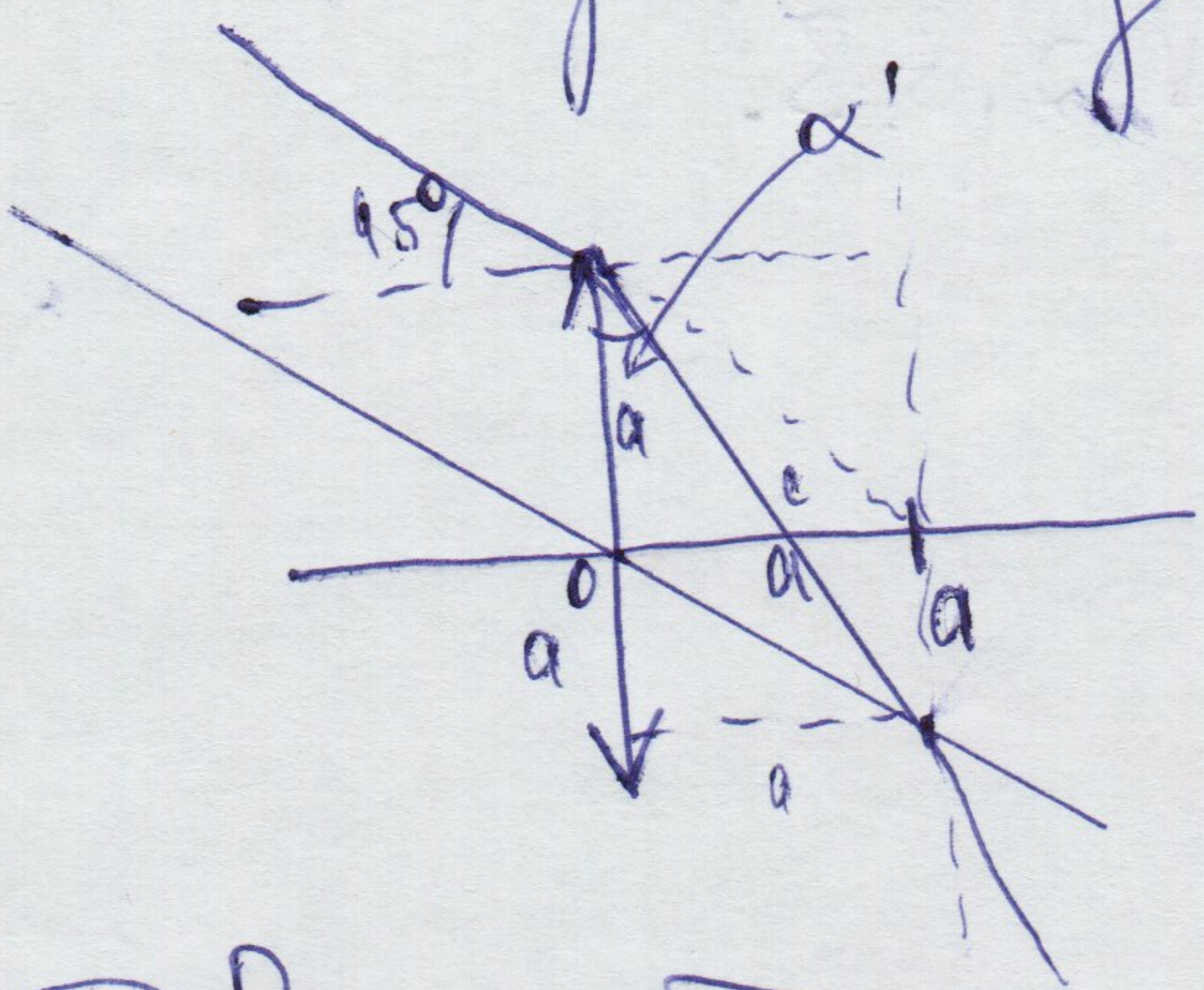

Очевидно, что максимальная скорость достигается в I четверти (во 2-ой бусинка действует против сил $F_{тяж}$ и $F_{эл}$; в III-ей четверти она действует против $F_{эл}$, а в IV четверти она, будучи замедленной во II и III четвертях не наберёт ту же скорость, что и в I четверти.). Тогда, пусть бусинка прошла в витке в I четверти угол $\alpha$: работы сил $F_{эл}$ и $F_{тяж}$ изменяют $E_{кинет}$.




$\Delta h = r(1-\cos\alpha)$; $\Delta x = r\sin\alpha$; работа эл. поля $\Delta E_1 = Eqr\sin\alpha$, работа силы тяжести $\Delta E_2 = mgr(1-\cos\alpha)$. Полное изменение энергии $\Delta E_{итог} = \Delta E_1 - \Delta E_2 =$
$= Eqr\sin\alpha - mgr(1-\cos\alpha)$. $\Delta E' =$
$= Eqr\cos\alpha - mgr\sin\alpha = 0 \Rightarrow$ в максимуме

равна $\sqrt{4a^2+4a^2} = 2\sqrt{2}a$. Чистовик

Для одной из линз:



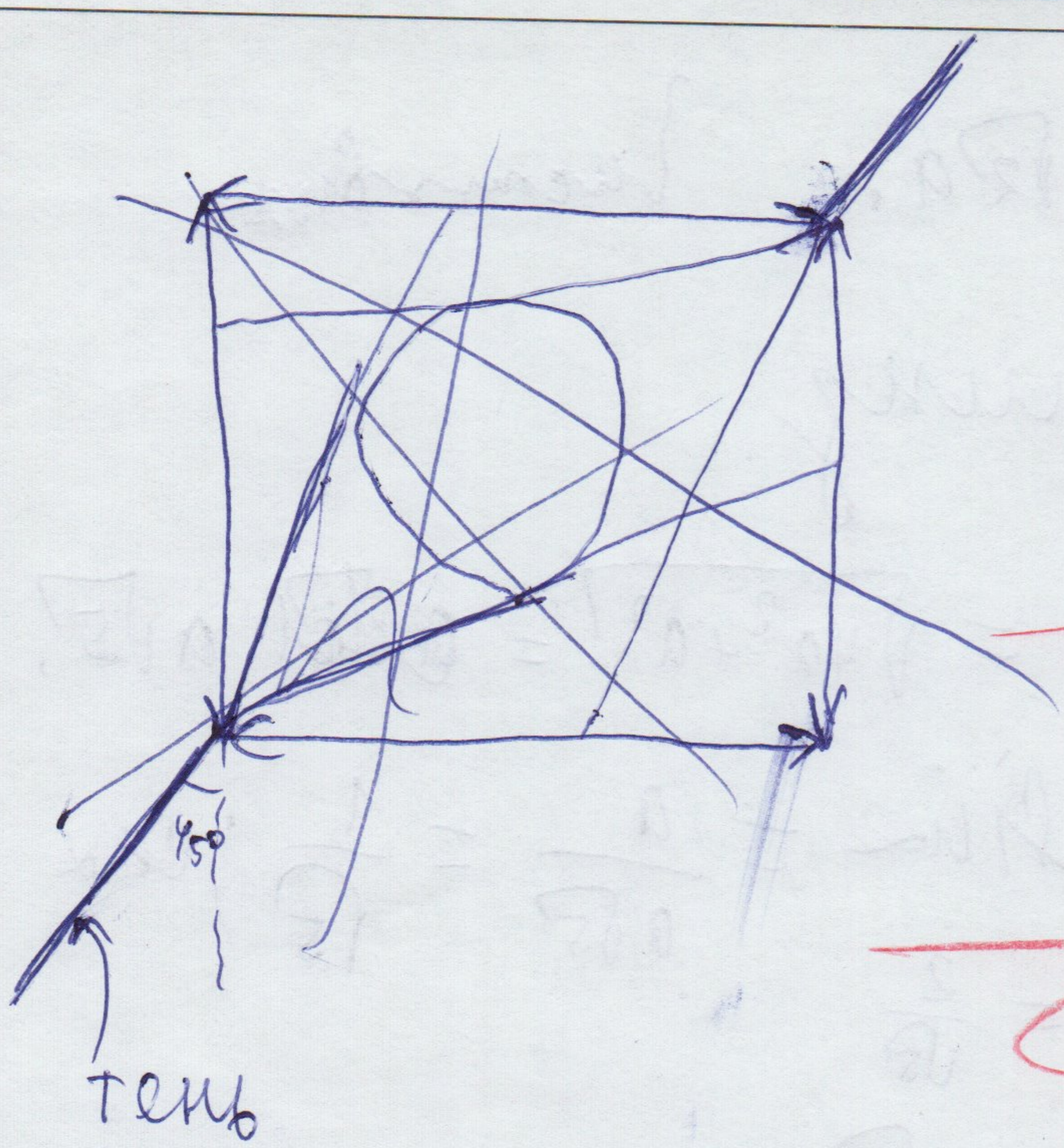

$c = \sqrt{4a^2+a^2} = a\sqrt{5}$.

$\sin\alpha = \frac{a}{a\sqrt{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}}$; $\cos\alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$

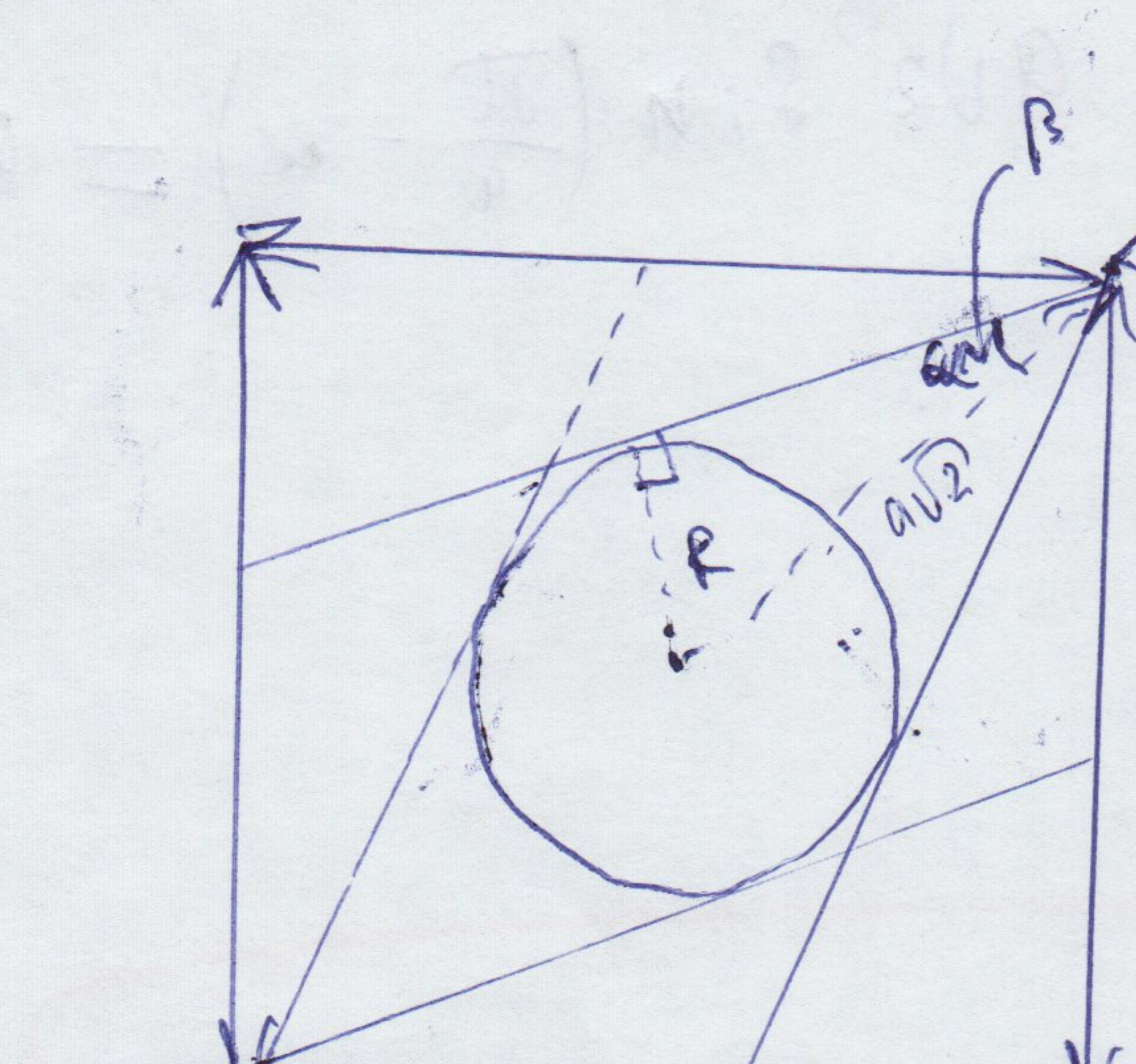
$\Rightarrow R = a\sqrt{2}\sin\beta = a\sqrt{2}\sin\left(\frac{\pi}{4}-\alpha\right) = \frac{a\sqrt{2}}{\sqrt{10}} = \frac{a}{\sqrt{5}} = \frac{9}{2\sqrt{5}}$

Ответ: $R \leq \frac{9}{2\sqrt{5}}$.

Черновик




№5.3.3.

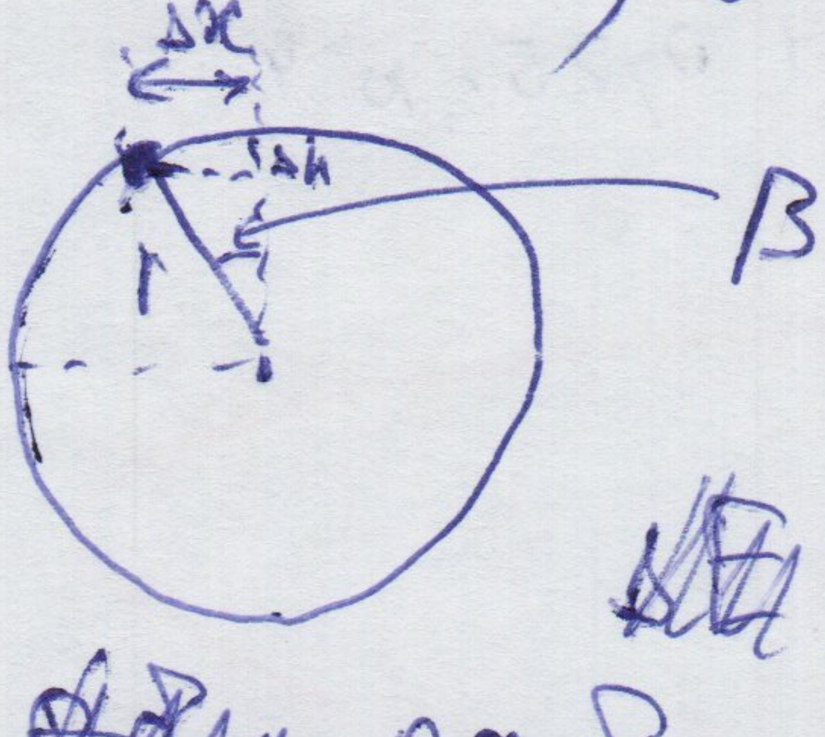



Будем считать, что через тень проходящий луч от источника, тогда этот луч-тень, преломившись в глазах разделится на два луча, которые будут касательными к источнику. С противоположной стороны также преломлённые лучи образуют касательные. Из соображений симметрии, полученная фигура - ромб, в который вписан источник, диагональ квадрата максимальной скорости и макс. кин энергии (листовик) $tg\alpha = \frac{Eq}{mg} = \frac{1}{10}$. $\Rightarrow \sin\alpha = \frac{1}{\sqrt{101}}$; $\cos\alpha = \frac{10}{\sqrt{101}}$

$\Rightarrow$ ~~Екин~~ Пусть в нижней точке В $E_к = E_0 = mgR$, тогда $E_{к\,макс} = E_0 + \frac{Eqr}{\sqrt{101}} - mgr\left(1 - \frac{10}{\sqrt{101}}\right)$.

Теперь найдём минимальную скорость:

Во II-ой четверти скорость только уменьшается, ~~поэтому значит~~ а в III-ей уже начинает увеличиваться, поэтому минимальная скорость достигается либо в самой верхней точке C, либо в III-ей четверти.




$\Delta$ В точке C $\Delta E = -2mgr$.

$\Delta x = r\sin\beta$; $\Delta h = r(1-\cos\beta)$;

~~работа~~ $F_{эл}$ $\Delta E_1 = -Eqr\sin\beta$,

~~Atяж~~ работа $F_{тяж}$ $\Delta E_2 = mgr(1-\cos\beta)$

$\Delta E_{min} = \Delta E_1 + \Delta E_2 = mgr(1-\cos\beta) - Eqr\sin\beta$;

$\Delta E'_\beta = mgr\sin\beta - Eqr\cos\beta = 0$; $tg\beta = \frac{Eq}{mg} = \frac{1}{10}$ $\Rightarrow \sin\beta = \frac{1}{\sqrt{101}}$; $\cos\beta = \frac{10}{\sqrt{101}}$. $\Rightarrow$

~~жжж~~ минимальная кинетическая энергия

$$E_{min} = E_0 - 2mgr + \Delta E =$$

$$= mgR - 2mgr + mgr\left(1 - \frac{10}{\sqrt{101}}\right) - \frac{Egr}{\sqrt{101}}.$$

$$n = \frac{v_{max}}{v_{min}} = \sqrt{\frac{E_{кин\,max}}{E_{кин\,min}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{mgR - 2mgr + mgr\left(1 - \frac{10}{\sqrt{101}}\right) - \frac{Egr}{\sqrt{101}}}{mgR + \frac{Egr}{\sqrt{101}} - mgr\left(1 - \frac{10}{\sqrt{101}}\right)}} \approx$$

$$\approx \sqrt{\frac{mgR - 2mgr - \frac{Egr}{\sqrt{101}}}{mgR + \frac{Egr}{\sqrt{101}}}} = \sqrt{\frac{10^{-3}\cdot 10\cdot 1 - 2\cdot 10^{-3}\cdot 10\cdot 0{,}25 - 0{,}25\cdot 10^{-4}}{10^{-3}\cdot 10\cdot 1 + 0{,}25\cdot 10^{-4}}}$$

$$\approx \sqrt{\frac{10^{-2}}{5\cdot 10^{-3}}} = \sqrt{2}.$$

Ответ: $n = \frac{v_{max}}{v_{min}} = \sqrt{2}.$

№23

Черновик

Пусть они столкнулись, когда $x_1 =$

$= \Delta x_1 = A\cos(\omega_1 t + \varphi_0)$ ; $\Delta x_2 = A\cos(\omega_2 t + \varphi_0)$;

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_1 \Delta x_1}{\omega_2 \Delta x_2} = 2\frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}$

$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} =$

$S_1 = \frac{L}{2} \sin(\omega_1 t)$ ; $S_2 = \frac{L}{2}\sin\left(\frac{\omega_1 t}{2}\right)$;

$S_1 + S_2 = L$; $2 = \sin(\omega_1 t) + \sin\left(\frac{\omega_1 t}{2}\right)$ ;

$2 = 2\sin\left(\frac{\omega_1 t}{2}\right)\cos\left(\frac{\omega_1 t}{2}\right) + \sin\left(\frac{\omega_1 t}{2}\right)$ ;

$2 = 2x\sqrt{1-x^2} + x$ ; $(2-x)^2 = 4x^2 - 4x^4$;

$4 - 4x + x^2 = 4x^2 - 4x^4$; $4x^4 - 3x^2 - 4x + 4 = 0$ ;

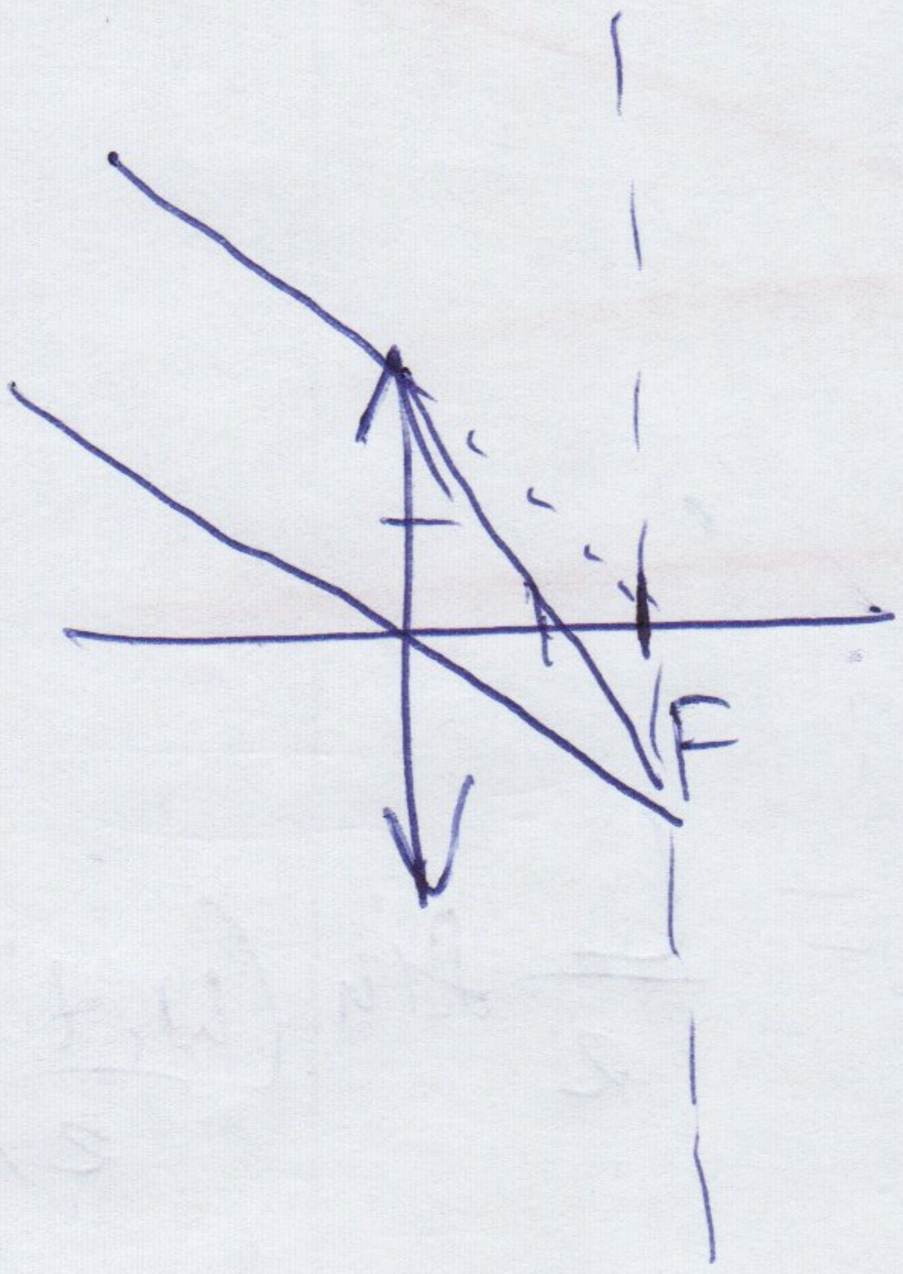
$4 + x^2 = 4x(x - x^3 + 1)$

$v_1 = A\omega_1 x$ ; $v_2 = \frac{A\omega_1}{2} y$; $\mathfrak{Z}C$

$\sin\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right) = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} - \frac{1}{\sqrt{5}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{\sqrt{10}}$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} ; \; f = \frac{Fd}{d-F}$$ Черновик

$$\frac{1}{a} =$$



Черновик.

$(p_0 + \frac{Mg}{S}) Sh = \frac{m}{\mu} RT_1$

$\begin{array}{r} 125 \\ \times \quad 9 \\ \hline 0,1125 \end{array}$

$p_0 Sh + Mgh = \frac{m}{\mu} RT_1$

$p_0 + \frac{Mg}{S} = 2,5 p_0$

Если в сосуде остаётся вода, то:

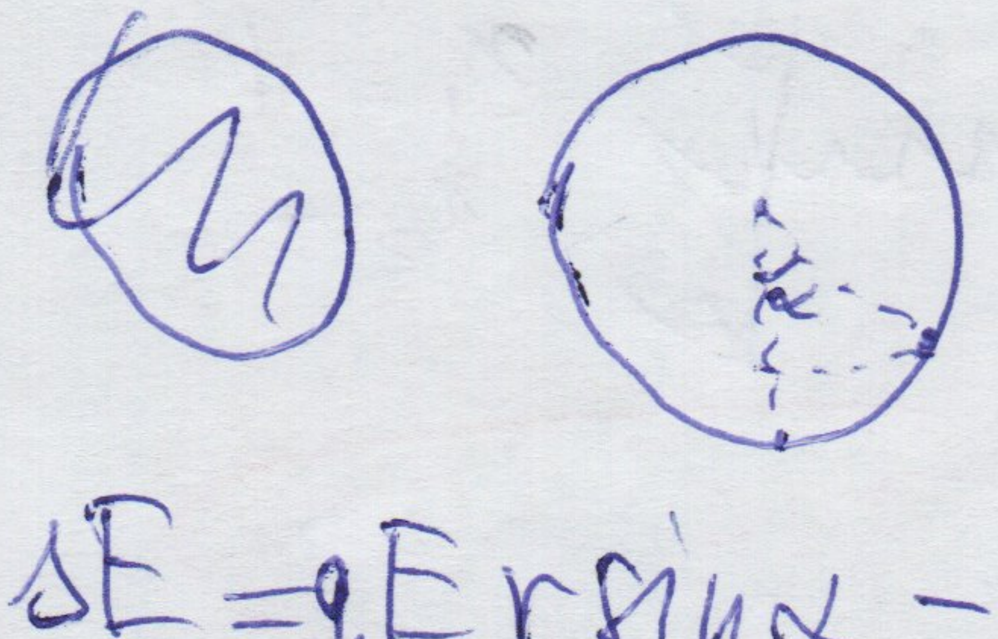
$p_н V = \frac{m}{\mu} RT$; $p_н = \frac{\rho}{\mu} RT$; $\rho = \frac{\mu p_н}{RT}$;

$m = \rho V = \frac{\mu p_н V}{RT} = \frac{\mu p_н Sh}{RT} = \frac{0,018 \cdot 250000 \cdot 0,01}{8,31 \cdot 400} =$

$= \frac{0,018 \cdot 250000 \cdot 0,1 \cdot 0,001}{4} = 9 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-3} =$

$=$

$\Delta h = r(1 - \cos\alpha)$; $\Delta x = r\sin\alpha$;



~~$\Delta E = mg\Delta h - E\Delta x = mg(1-\cos\alpha)r\alpha$~~

$\Delta E = qEr\sin\alpha - mgr(1-\cos\alpha)$; $\Delta E' = qEr\cos\alpha -$
$- mgr\sin\alpha = 0$; $E = \frac{mg\,tg\alpha}{q}$

$Eq = mg\,tg\alpha$; $tg\alpha = \frac{Eq}{mg} = \frac{10^{-6}\cdot 10^{3}}{10^{-3}\cdot 10}$ черновик ; $tg\alpha = \frac{1}{10}$

$tg\; \frac{\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{1}{100}$; $\cancel{1-\cos^2\alpha}$

$x = A\sin(\omega t \cancel{+} \frac{\pi}{2})$

$100 - 100\cos^2\alpha = \cos^2\alpha$; $\cos\alpha = \frac{10}{\sqrt{101}}$;

$\cancel{\sin^2\alpha} + 100\sin^2\alpha = 1 - \sin^2\alpha$; $\sin\alpha = \frac{1}{\sqrt{101}}$

$\frac{Eqr}{\sqrt{101}} = \frac{Eqr}{10} = \frac{10^{3}\cdot 10^{-6}\cdot 0{,}25}{10} = 0{,}25\cdot 10^{-4} =$

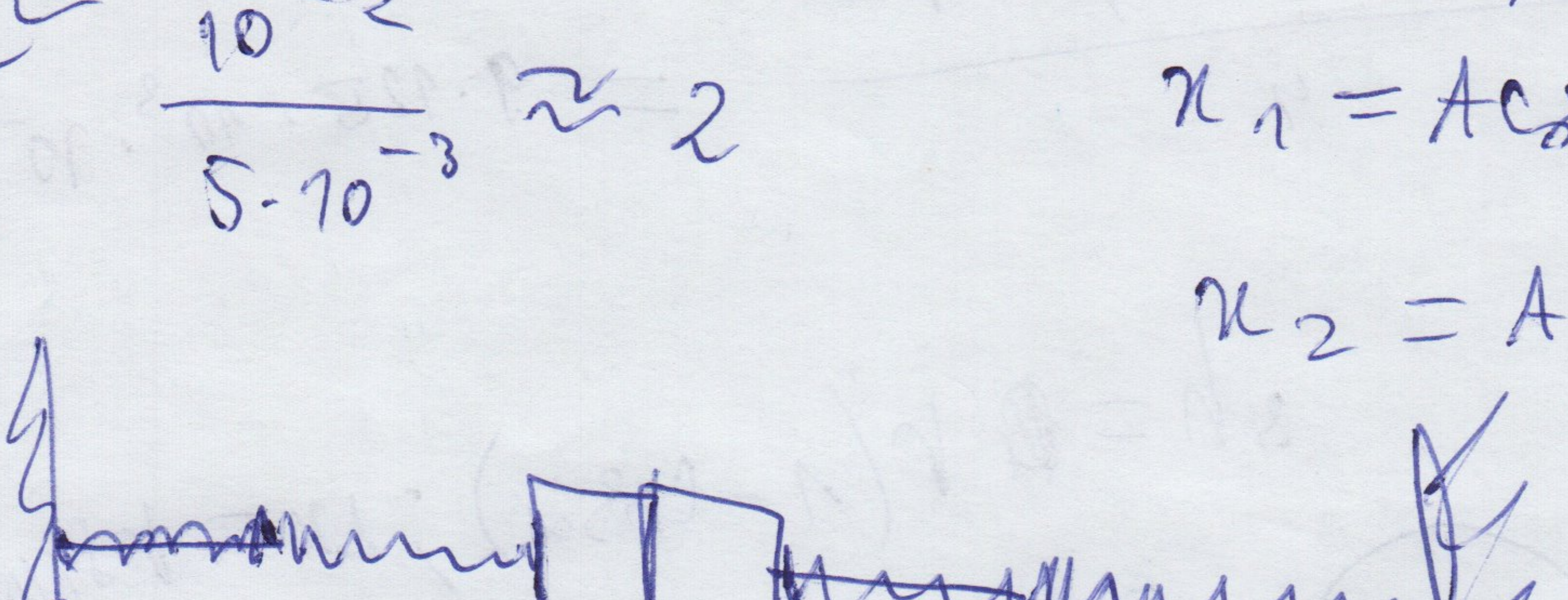
$2mgr = 2\cdot 10^{-3}\cdot 10\cdot 0{,}25 = 5\cdot 10^{-3}$

$\frac{10^{-2} - 5\cdot 10^{-3} - 0{,}25\cdot 10^{-4}}{10^{-2} + 0{,}25\cdot 10^{-4}} = \frac{5\cdot 10^{-3} - 0{,}25\cdot 10^{-4}}{10^{-2} + 0{,}25\cdot 10^{-4}} \approx$

$\approx \frac{10^{-2}}{5\cdot 10^{-3}} \approx 2$

$x_1 = A\cos(\omega_1 t)$

$x_2 = A\cos(\frac{\omega_1 t}{2})$



$x_1 = A$

$x_2 =$

$x = \cancel{A\sin(\omega t)}\; A\cos(\omega t)$

05-31-00-59
(50.1)

Черновик

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик

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