



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

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Цеденова Артёма Кирилловича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

14:27 работа дана

Дата

«5» марта 2023 года

Подпись участника

25-71-12-99

(49.2)

числовик

N 4.5.2

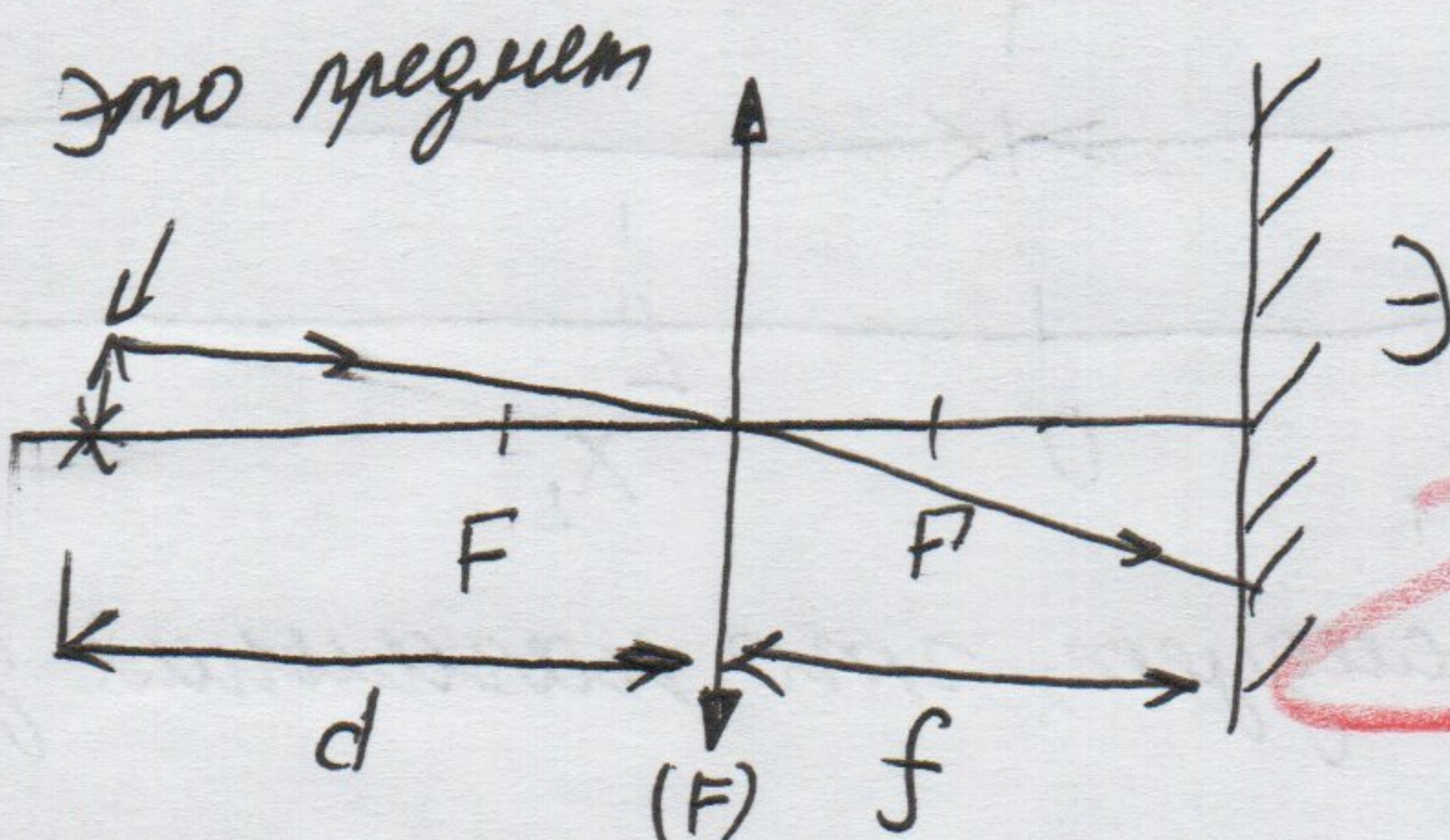
Дано:

$D = 6 \text{ дмтр}$

$\Gamma = 3$

$L = ?$

Решение:



1) т.к. Изобр. наиз. на экране, то оно действ.

2) из подобия: $\Gamma = \frac{f}{d}$, $f = \Gamma \cdot d$

3) по ф-ле тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D$$

$$\frac{1}{d} \left(1 + \frac{1}{\Gamma} \right) = D \quad d = \frac{1 + \frac{1}{\Gamma}}{D}$$

$$4) L = d + f = d(1 + \Gamma) = \frac{(1 + \Gamma)^2}{\Gamma D} = \frac{8 \cdot 16}{3 \cdot 6_3} \text{ м} = \frac{8}{9} \text{ м} = 0,89 \text{ м}$$

Ответ: 0,89 м

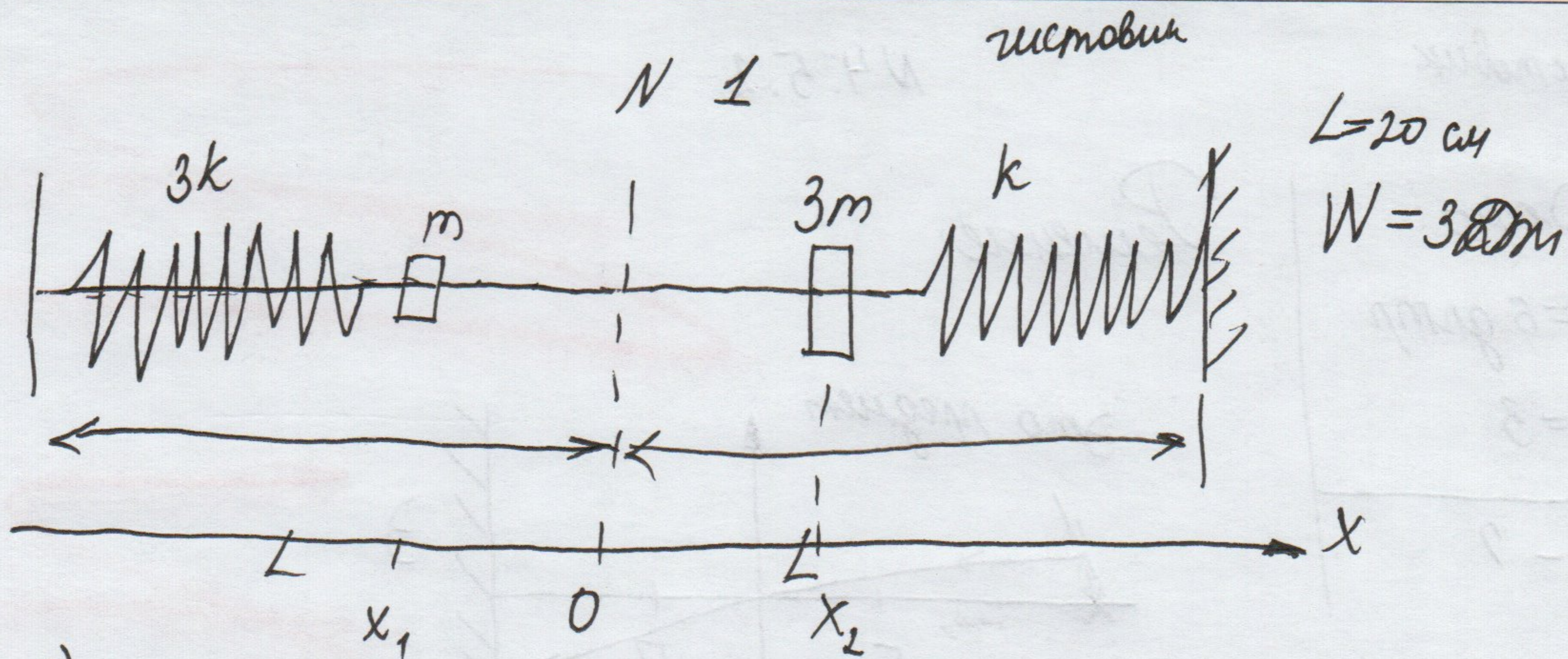
5		
4	20	Аракисел
3	18	Хайбулла
2	18	Платонов
1	18	Бушма
	18	

Σ 76 (сегодняшняя)

Аракисел

Платонов

Бушма



1) из ука. следует, что начальная деформация пружин $\frac{L}{2}$

2) 234 гм "m" OX:

$$m \ddot{x}_1 = -3kx_1 \quad (\text{длина пруж. } L)$$

$$m \ddot{x}_1 + \frac{3k}{m} x_1 = 0 \Leftrightarrow x_1 = A \sin \omega t + B \cos \omega t$$

где $\omega^2 = \frac{3k}{m}$

$$x_1(0) = -\frac{L}{2} \quad \dot{x}_1(0) = 0$$

$$B = -\frac{L}{2} \quad A\omega = 0, A = 0$$

$$x_1(t) = -\frac{L}{2} \cos \omega t$$

3) 234 гм "3m": OX: $3m \ddot{x}_2 = -kx_2$

$$\Leftrightarrow \ddot{x}_2 + \frac{k}{3m} x_2 = 0$$

$$x_2 = C \sin \omega_1 t + D \cos \omega_1 t, \text{ где } \omega_1^2 = \frac{k}{3m}$$

$$x_2(0) = \frac{L}{2} \quad \dot{x}_2(0) = 0$$

$$D = \frac{L}{2} \quad \omega_1 C = 0 \rightarrow x_2(t) = \frac{L}{2} \cos \omega_1 t$$

$$4) x_1(t) = x_2(t)$$

$$\frac{L}{2} (\cos \omega_1 t + \cos \omega t) = 0 \quad \cdot \frac{L}{2}$$

$$2 \cos \frac{\omega_1 + \omega}{2} t \cdot \cos \frac{\omega_1 - \omega}{2} t = 0$$

25-71-12-99
(49.2)

методом
м.к. расм. били. столкновеии, то $\frac{\omega_1 + \omega}{2} \cdot t_0 = \frac{\pi}{2}$
 $\omega t \geq 0$

t_0 - вр. возврата
 $t_0 = \frac{\pi}{\omega_1 + \omega}$ (м.к. $\omega_1 + \omega > \omega_1 - \omega$)
 $\frac{\omega_1 - \omega}{2} \cdot t_0 = \frac{\pi}{2}$

5) $\dot{x}_1(t) = + \frac{L\omega}{2} \sin \omega t$

$\dot{x}_2(t) = - \frac{L\omega_1}{2} \sin \omega_1 t$

6) по ЗСЦ гуд "m+3m" поиме ω ω_1 ω_2 ω_3 ω_4 ω_5 ω_6 ω_7 ω_8 ω_9 ω_{10} ω_{11} ω_{12} ω_{13} ω_{14} ω_{15} ω_{16} ω_{17} ω_{18} ω_{19} ω_{20} ω_{21} ω_{22} ω_{23} ω_{24} ω_{25} ω_{26} ω_{27} ω_{28} ω_{29} ω_{30} ω_{31} ω_{32} ω_{33} ω_{34} ω_{35} ω_{36} ω_{37} ω_{38} ω_{39} ω_{40} ω_{41} ω_{42} ω_{43} ω_{44} ω_{45} ω_{46} ω_{47} ω_{48} ω_{49} ω_{50} ω_{51} ω_{52} ω_{53} ω_{54} ω_{55} ω_{56} ω_{57} ω_{58} ω_{59} ω_{60} ω_{61} ω_{62} ω_{63} ω_{64} ω_{65} ω_{66} ω_{67} ω_{68} ω_{69} ω_{70} ω_{71} ω_{72} ω_{73} ω_{74} ω_{75} ω_{76} ω_{77} ω_{78} ω_{79} ω_{80} ω_{81} ω_{82} ω_{83} ω_{84} ω_{85} ω_{86} ω_{87} ω_{88} ω_{89} ω_{90} ω_{91} ω_{92} ω_{93} ω_{94} ω_{95} ω_{96} ω_{97} ω_{98} ω_{99} ω_{100}

$4m \cdot v_x = m \cdot \dot{x}_1(t_0) + 3m \cdot \dot{x}_2(t_0)$

$v_x = \frac{\dot{x}_1(t_0)}{4} + \frac{3\dot{x}_2(t_0)}{4}$

7) $W = \frac{4m v_x^2}{2} + \frac{3k \cdot x_1^2(t_0)}{2} + \frac{k \cdot x_2^2(t_0)}{2}$

$2m \left(\frac{\frac{L\omega}{2} \sin \omega t_0}{4} + \frac{3 \frac{L\omega_1}{2} \sin \omega_1 t_0}{4} \right)^2 + \frac{k}{2} \left(3 \cdot \frac{L^2}{4} \cos^2 \omega_1 t_0 + \frac{L^2}{4} \cos^2 \omega t_0 \right)$

$2m \cdot \left(\frac{L}{8} (\omega - 3\omega_1) \sin \omega t_0 \right)^2 + \frac{k}{2} \frac{L^2}{4} \cdot 4 \cos^2 \omega t_0 = W$

$\omega = \sqrt{\frac{3k}{m}}$

$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{3m}}, 3\omega_1 = \sqrt{\frac{3k}{m}}$

$\omega t_0 = \frac{\omega \pi}{\omega_1 + \omega} = \frac{\sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \pi}{\sqrt{\frac{3k}{m}} + \sqrt{\frac{k}{3m}}}$

$= \frac{1}{1 + \frac{1}{3}} = \frac{3}{4} \pi$

$W = \frac{kL^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{m}} \right)^2$

$W = \frac{kL^2}{4}$

$k = \frac{4W}{L^2} = \frac{4 \cdot 320}{400 \cdot 10^{-2}} = 300 \frac{H}{m}$

Ответ: $3k = 900 \frac{H}{m}$

18

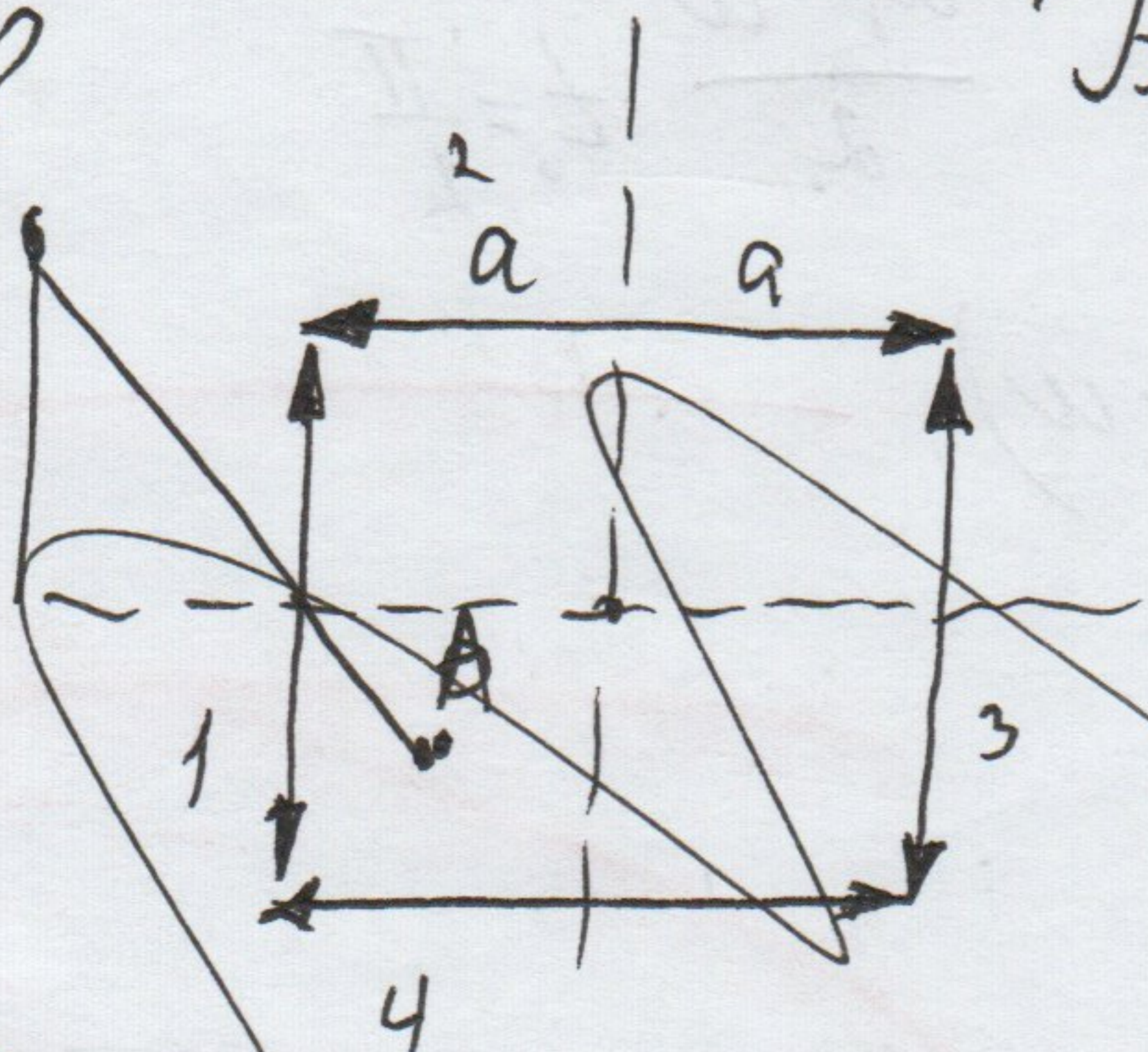
шумы равны, кол. $\omega t_0 + \omega_1 t_0 = \pi$ (по модулю)

№ 5.3.2

Шевель

Дано: $R = 2,25 \text{ см}$

$F = ?$



Решение:

1) $F = a$ из geom. рисунка

2) разместим наш ист.
света в т. А
(центру кв.)

3) в силу силу сил., дост. доказать, что
вне области

1) док., что наш ист. не может разместиться
на $\Gamma O O$

25-71-12-99

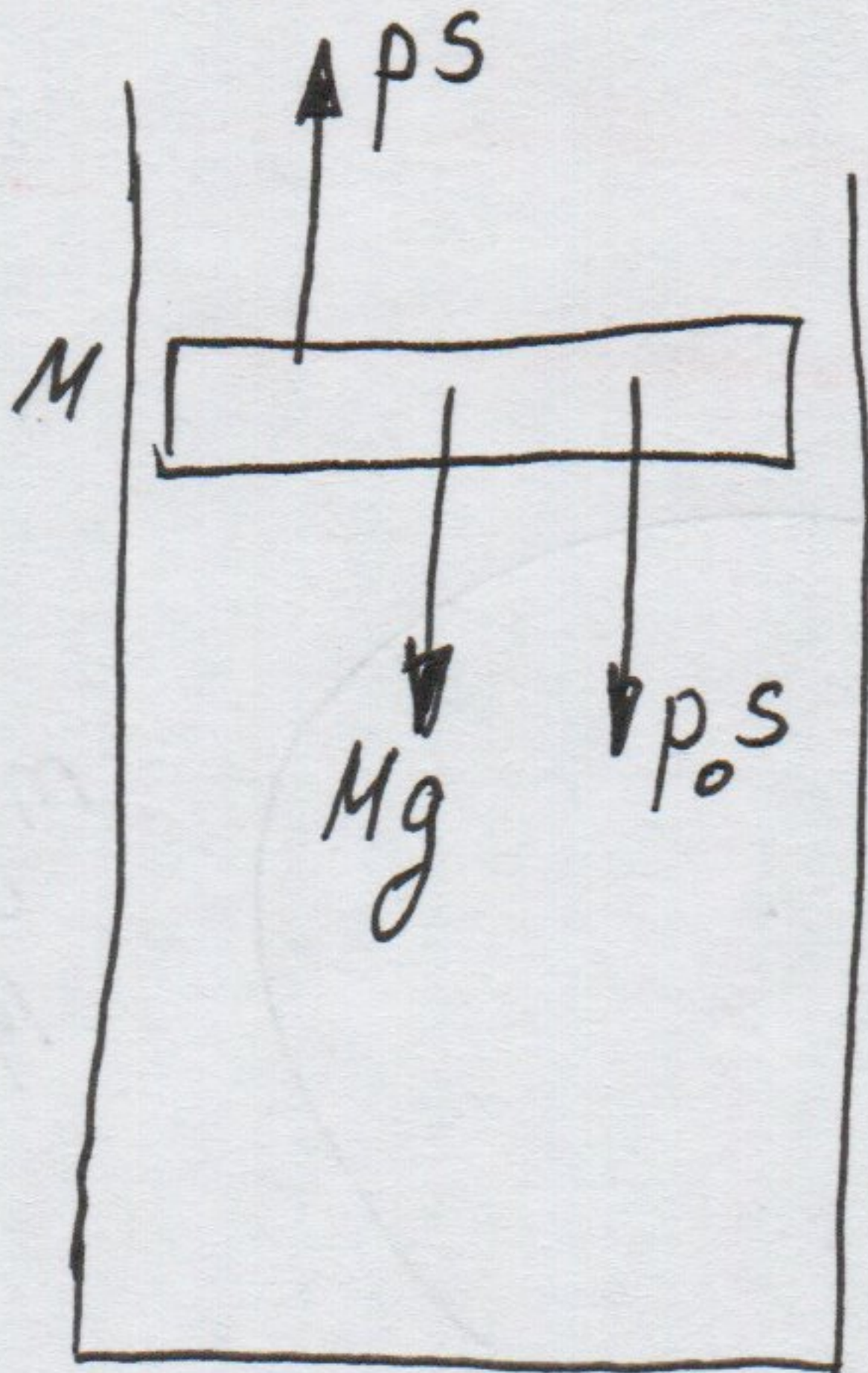
(49.2)

металл

№2.9.2

Дано:
 $S = 10^{-2} \text{ м}^2$ $M = 100 \text{ кг}$
 $T = 127 + 273 = 400 \text{ К}$
 $h = 0,83 \text{ м}$
 $p_H = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$
 $p_0 = 10^5 \text{ Па}$
 $\mu = 1,8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$
 $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $m = ?$

Решение:



1) p - давл. пара в ^{контакт.} ~~у~~ ~~ст.~~ ~~ст.~~

2) уст. равновесие ^{ес} ~~гиде~~ "М":

$$Mg + p_0 S = p S$$

$$p = p_0 + Mg/S = 10^5 \text{ Па} + 10^5 \text{ Па} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

пар \leftarrow $2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$
 не насыщ.

вода все испарилась

3) если считать m малой, настолько, что изнач. ^{воды} объем $V \approx 0$ по условию ур-но сст:

$$p \cdot S \cdot h = \frac{m}{\mu} RT, \quad m = \frac{p S h \mu}{RT} = \frac{(p_0 S + Mg) h \mu}{RT} = \frac{(10^5 \text{ Н} + 10^3 \text{ Н}) \cdot 0,83 \cdot 1,8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{моль}}}{8,3 \cdot 400 \text{ К}} = \frac{2 \cdot 0,83 \cdot 1,8}{8,3 \cdot 400} = \frac{2,78}{40000} = 6,95 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

это \approx поств. медногол. ¹⁰⁰⁰⁰ ¹⁰⁰⁰⁰

Ответ: 0,22 0,32

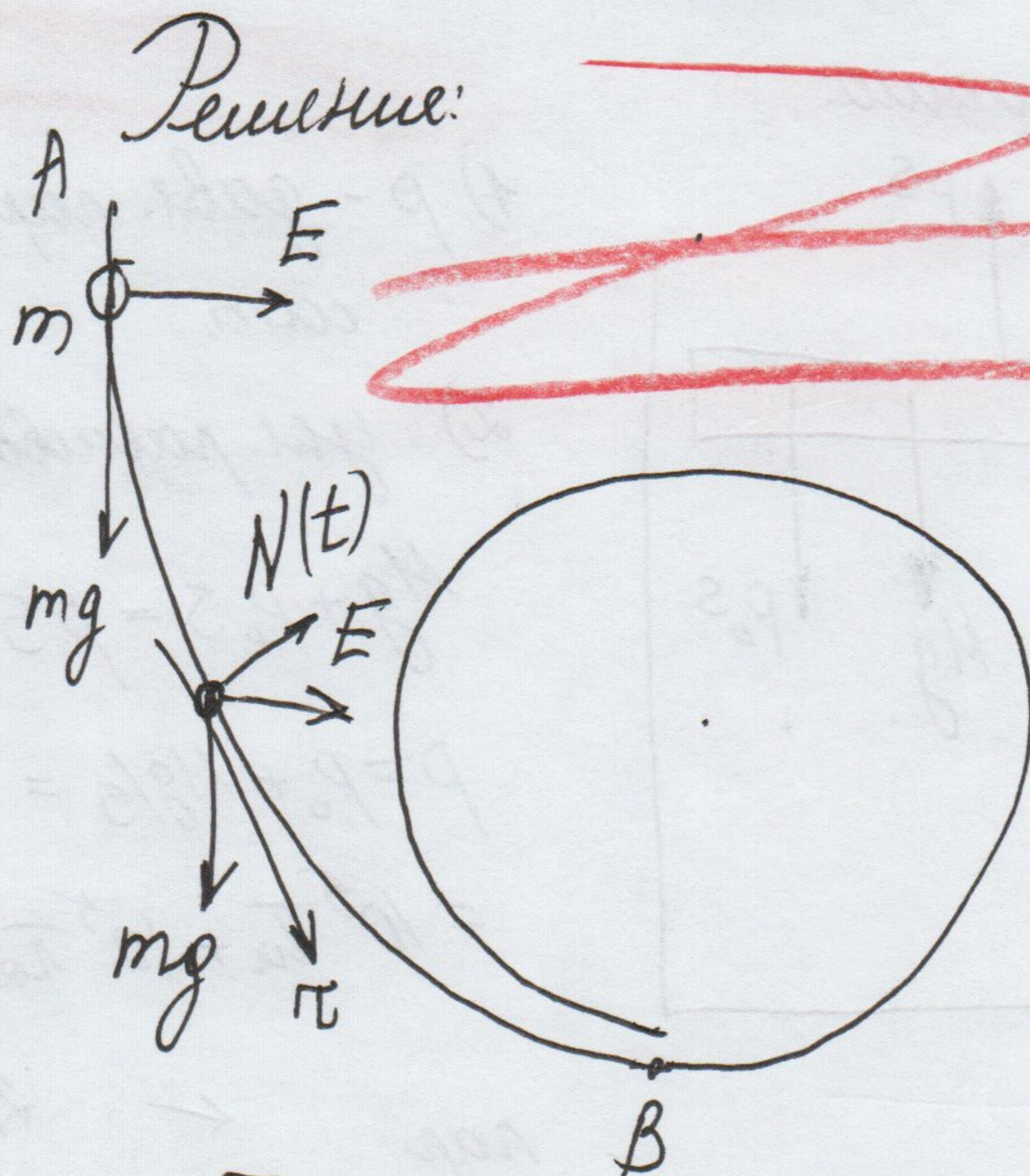
объем вода будет ^{защитить} ^{маленький}

методик

N3

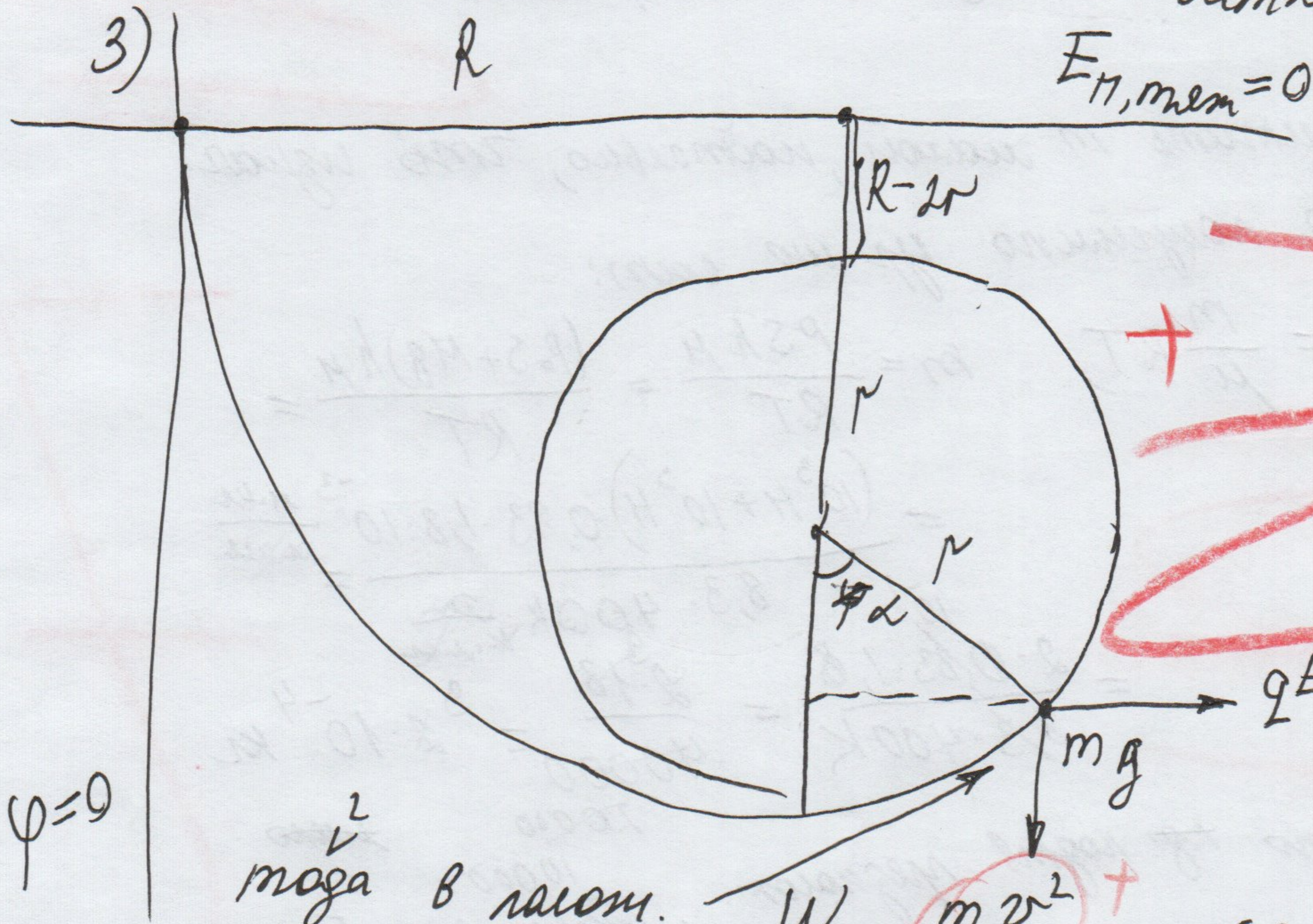
Дано:
 $R = 1 \text{ м}$
 $r = 0,25 \text{ м}$
 $m = 12$
 $q = 10^{-6} \text{ Кл}$
 $E = 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $v_{\text{min}} = ?$

Решение:



1) в процессе
 движ. $A \rightarrow B$
 груз ускоряется, т.к.
 $m\vec{g}$ и \vec{E} дают
 предметом толк.
 ускорение

2) будем рассм. движение в кауцевал
 витке



лаичне мех. энергие

$$W = \frac{mv^2}{2} - mg(R - r + r \cos \alpha) - q(R + r \sin \alpha)E$$

по 3CЭ: $W = 0$
 т.к. все силы конс.

и $A_N = 0 (\vec{N} \perp \vec{v})$

$$mv^2 = mg(R - r) + EqR + (mgr \cos \alpha + Eqr \sin \alpha)$$

$$mv^2 = mg(R - r) + qER + r(mg \cos \alpha + Eq \sin \alpha)$$

методом
 v_{min} , когда $mg \cos \alpha + Eq \sin \alpha - \min$

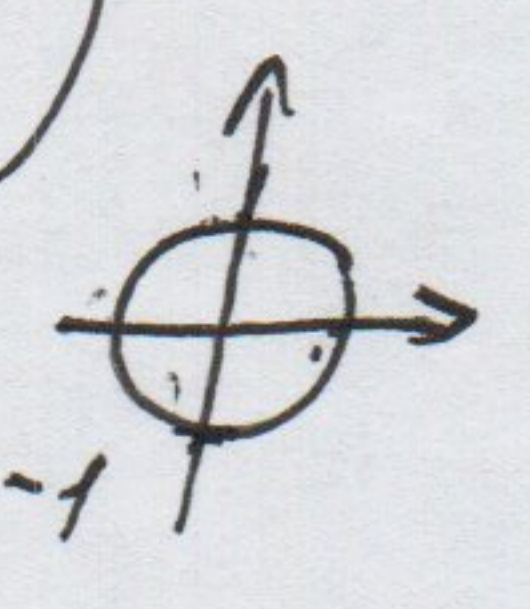
$$mg \cos \alpha + Eq \sin \alpha = \sqrt{m^2 g^2 + E^2 q^2} \sin(\alpha + \varphi)$$

$$\text{где } \varphi = \arccos\left(\frac{Eq}{\sqrt{m^2 g^2 + E^2 q^2}}\right)$$

это $\sqrt{m^2 g^2 + q^2 E^2}$

или $\alpha = \alpha + \varphi = \frac{3\pi}{2}$, $\alpha = \frac{3\pi}{2} - \varphi$

$$mv^2 = mgR + qER - \sqrt{(mg + \sqrt{(qE)^2 + (mg)^2})^2 R}$$



это не закрыто

$$mv^2 + mgR + \underbrace{R(mg \cos \alpha + Eq \sin \alpha)}_B = R(mg + qE)$$

$$|B| \leq \sqrt{m^2 g^2 + E^2 q^2}$$

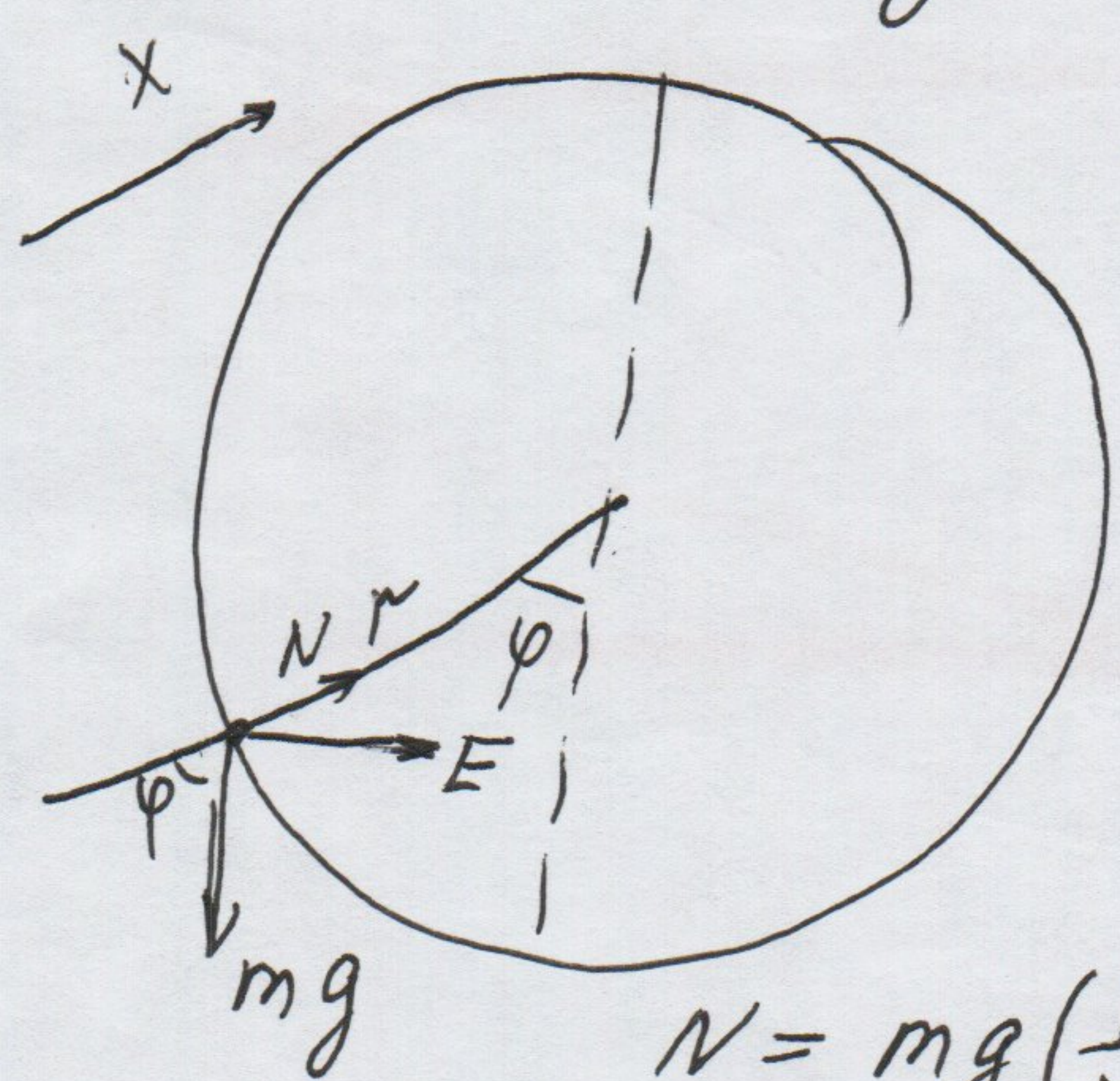
из формулы ген. угла

$$R = \frac{(qE + mg)R}{\dots}$$

$$v \rightarrow \min \quad B = \sqrt{m^2 g^2 + E^2 q^2}$$

$$v = \frac{R(mg + qE)}{mg + \sqrt{m^2 g^2 + E^2 q^2}} - \frac{mv^2}{mg + \sqrt{m^2 g^2 + q^2 E^2}}$$

получим $v_{min}^2 = g(R - R) + \frac{qER}{m} + \sqrt{g^2 + \frac{E^2 q^2}{m^2}}$ + xdy



234: Ox:

$$m \frac{v^2}{R} = N + E \sin \varphi - mg \cos \alpha$$

$$mg \left(\frac{R}{R} - 1\right) + \frac{qER}{R} + mg \cos \varphi + Eq \sin \varphi = N + E \sin \varphi - mg \cos \varphi$$

$$N = mg \left(\frac{R}{R} - 1\right) + \frac{qER}{R} + 2mg \cos \varphi > 0$$

знаем v гаранти.

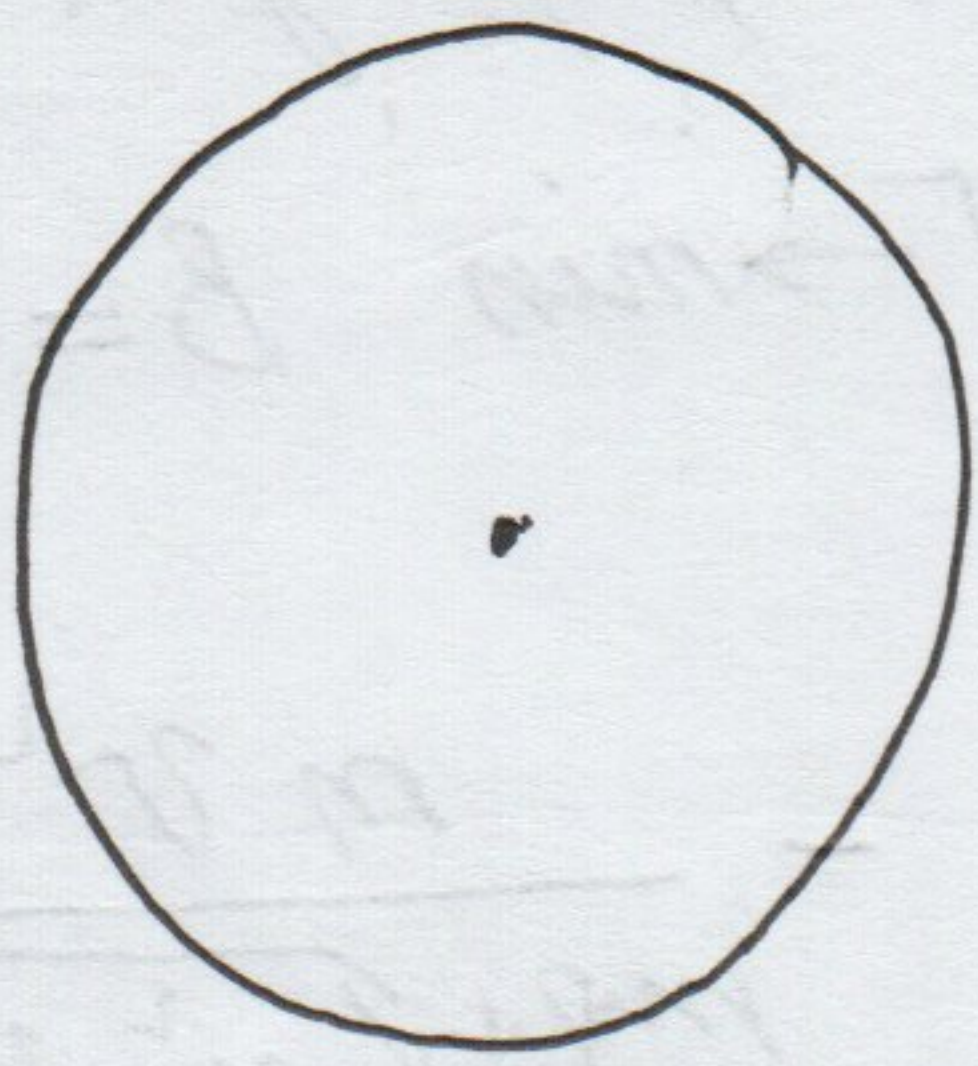
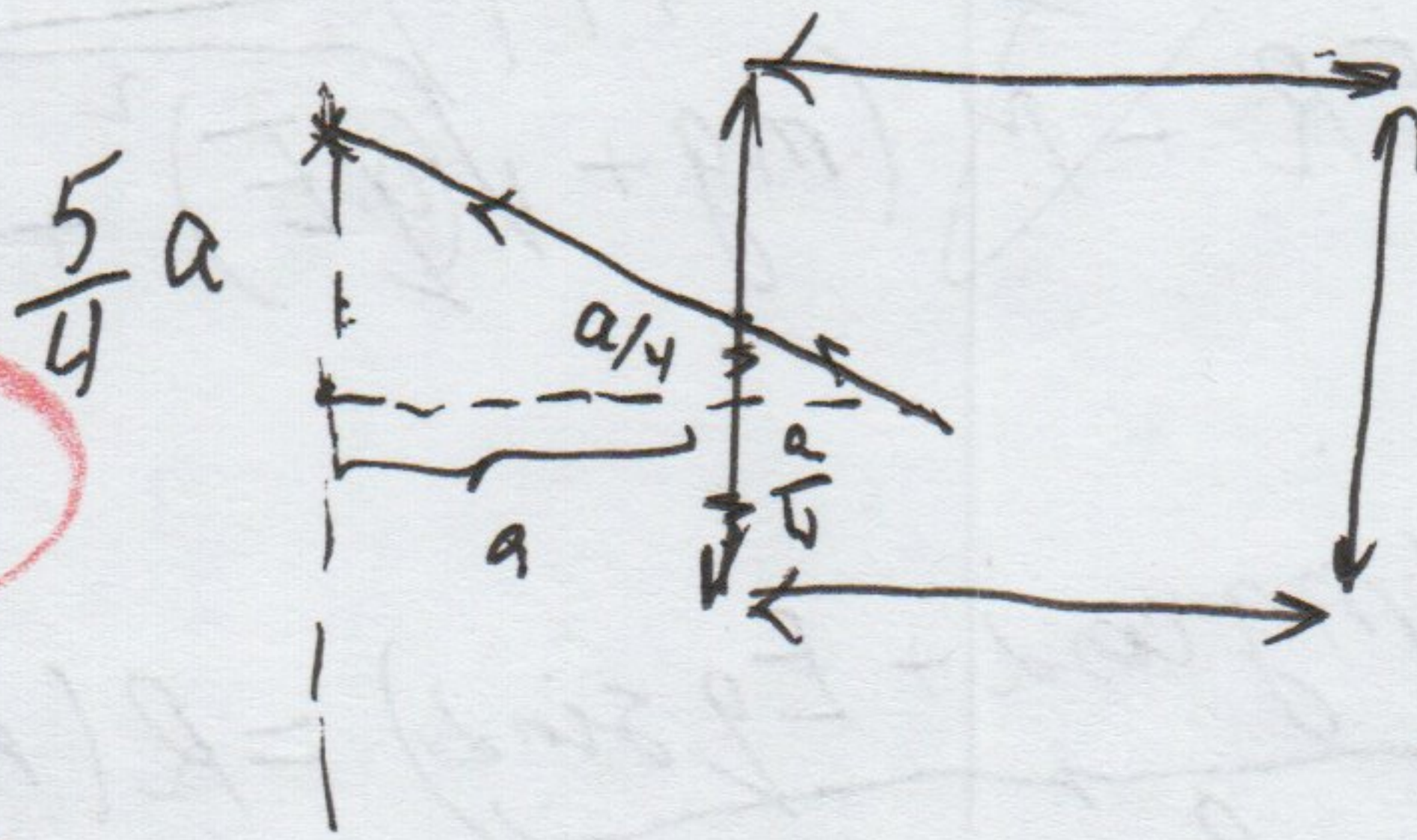
$\approx 8,5 + 2,5 \approx 10 \frac{m}{c}$ $v_{min} \approx 3,1 \frac{m}{c}$

$$v_{min}^2 = 10 \cdot 0,75 \frac{m^2}{c^2} + 4 \cdot 10^{-3} \frac{m^2}{c^2} + 0,25 \sqrt{100 + \frac{10^{-6}}{10^{-6}}} \quad \text{Ans: } 3,1 \frac{m}{c}$$

гербовик

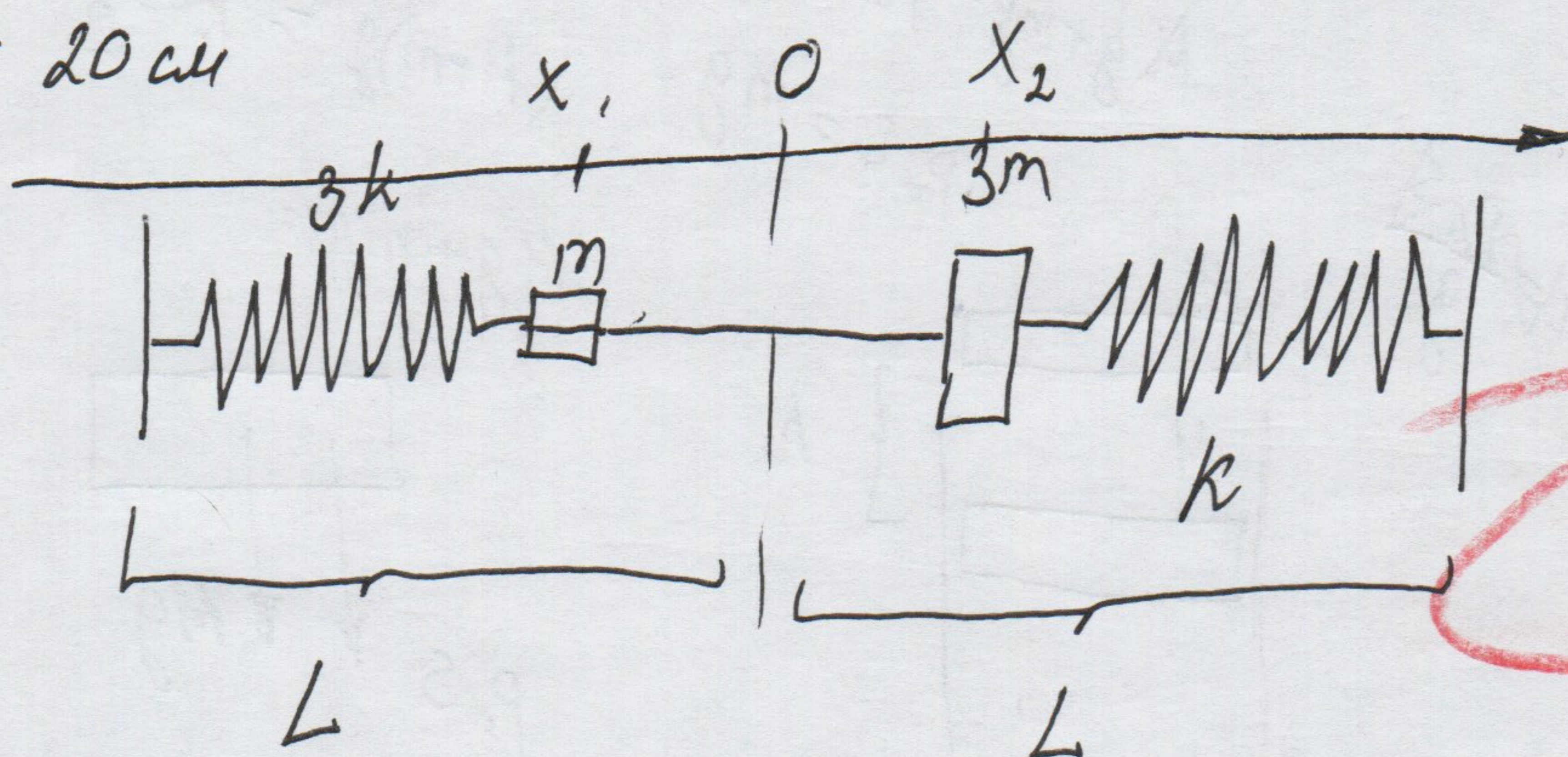
$$\frac{1}{\frac{a}{2}} + \frac{1}{f} = \frac{1}{a}$$

$$f = a$$



гермовик

$L = 20 \text{ см}$



$x \quad \Delta x_1 = \Delta x_2 = \frac{L}{2}$

$m \ddot{x} = 3k(-x)$

$\ddot{x} + \frac{3k}{m} x = 0 \quad \omega^2 = \frac{3k}{m}$

$x = A \cos \omega t + B \sin \omega t$

$x(0) = -\frac{L}{2}$

$x'(0) = -A\omega \sin \omega t + B\omega \cos \omega t$

$A = -\frac{L}{2}$

$B\omega \cos$

$B\omega = 0$

$B = 0$

$x = -\frac{L}{2} \cos \omega t$

ΔT
ρT

$\rho \cdot (T + \Delta T) = \frac{\rho T + \Delta T}{\mu} \cdot RT$

$1 + \frac{\Delta T}{T} = \frac{\rho RT}{\mu \rho} = \frac{1000 \cdot 31.4 \cdot 100}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5} = 2 \cdot 10^5$

гермовик

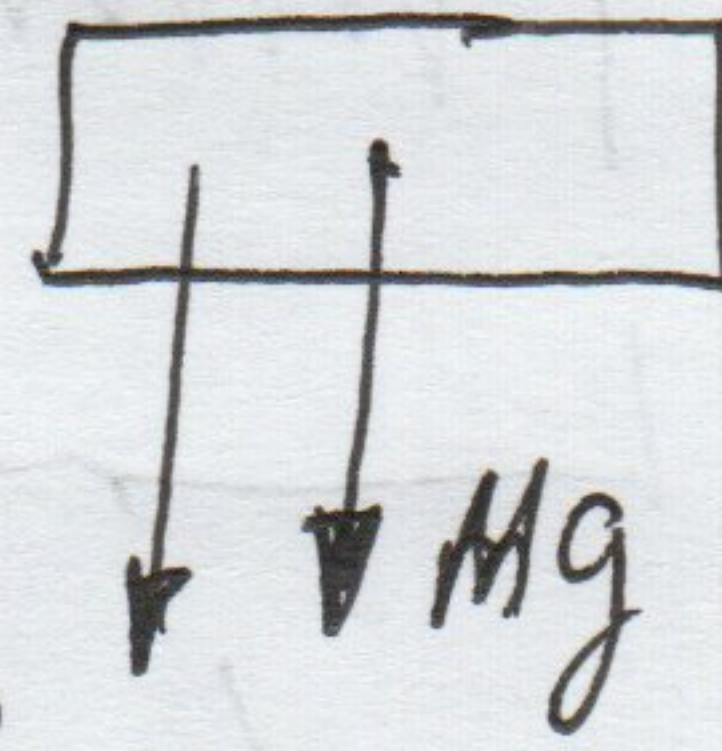
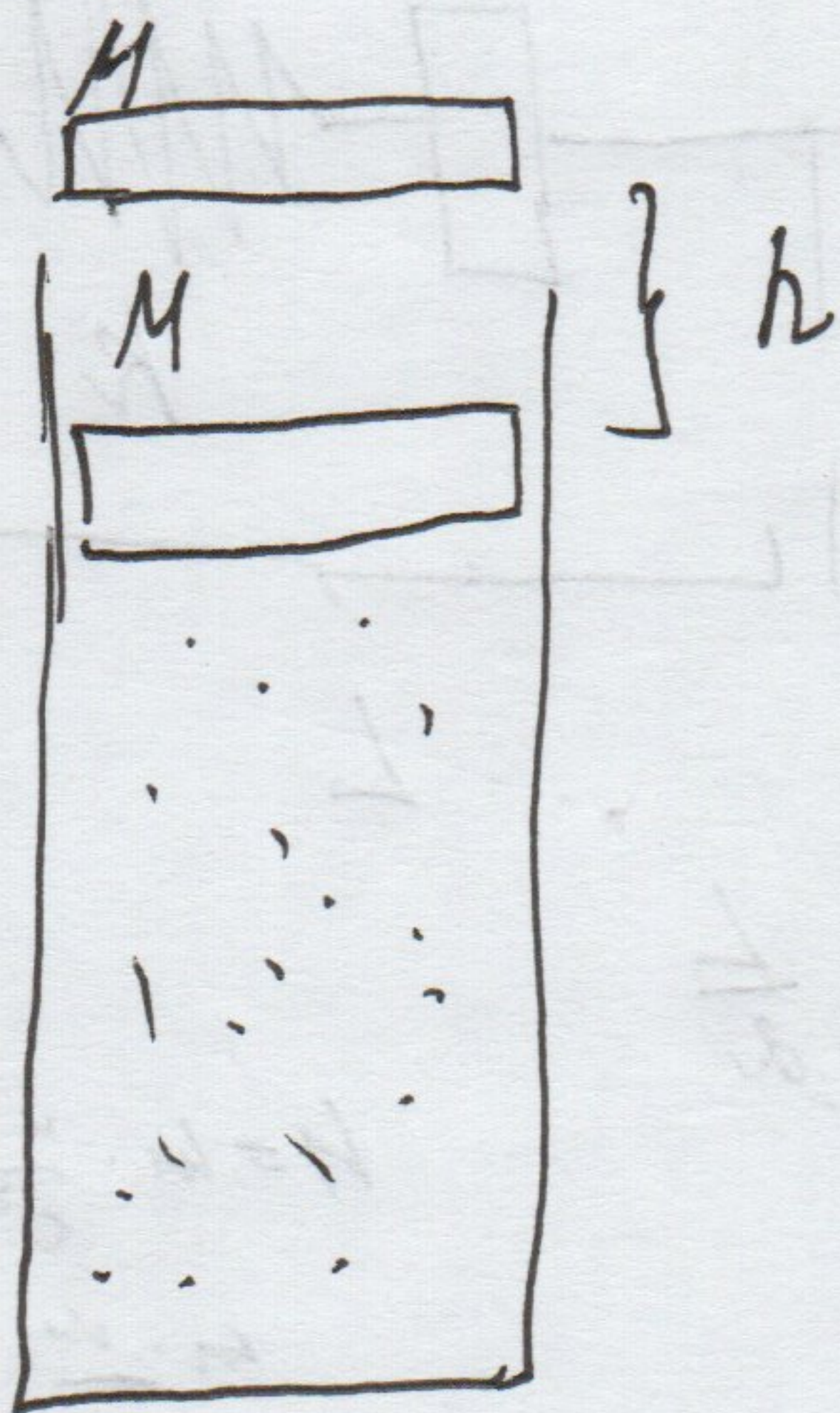
$$Mg + mg = p_0 S + Mg$$

$$p_0 S = mg$$

$$(M+m)g = p_0 S + Mg$$

$$Mg + mg =$$

$$m = \frac{p_0 S}{g}$$

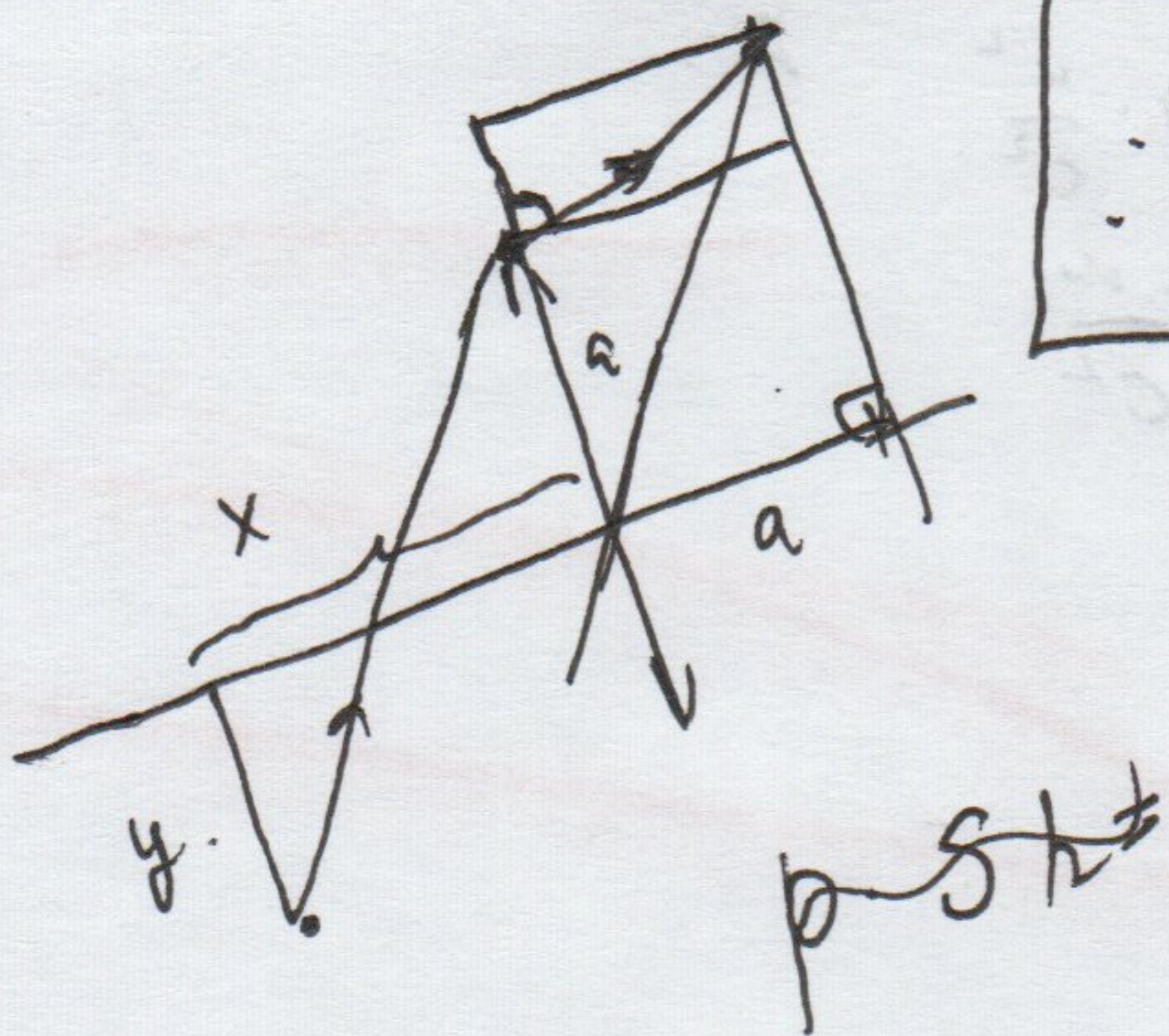


$$p = p_0 + \frac{Mg}{S}$$

$$10000$$

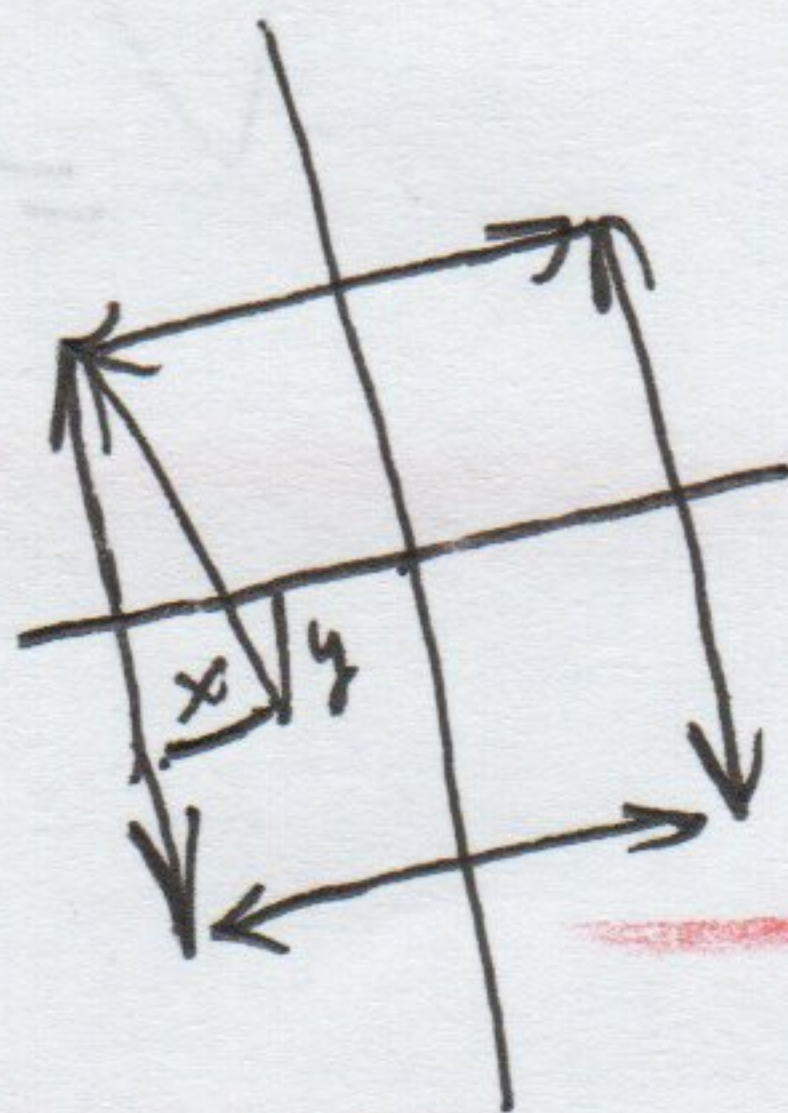
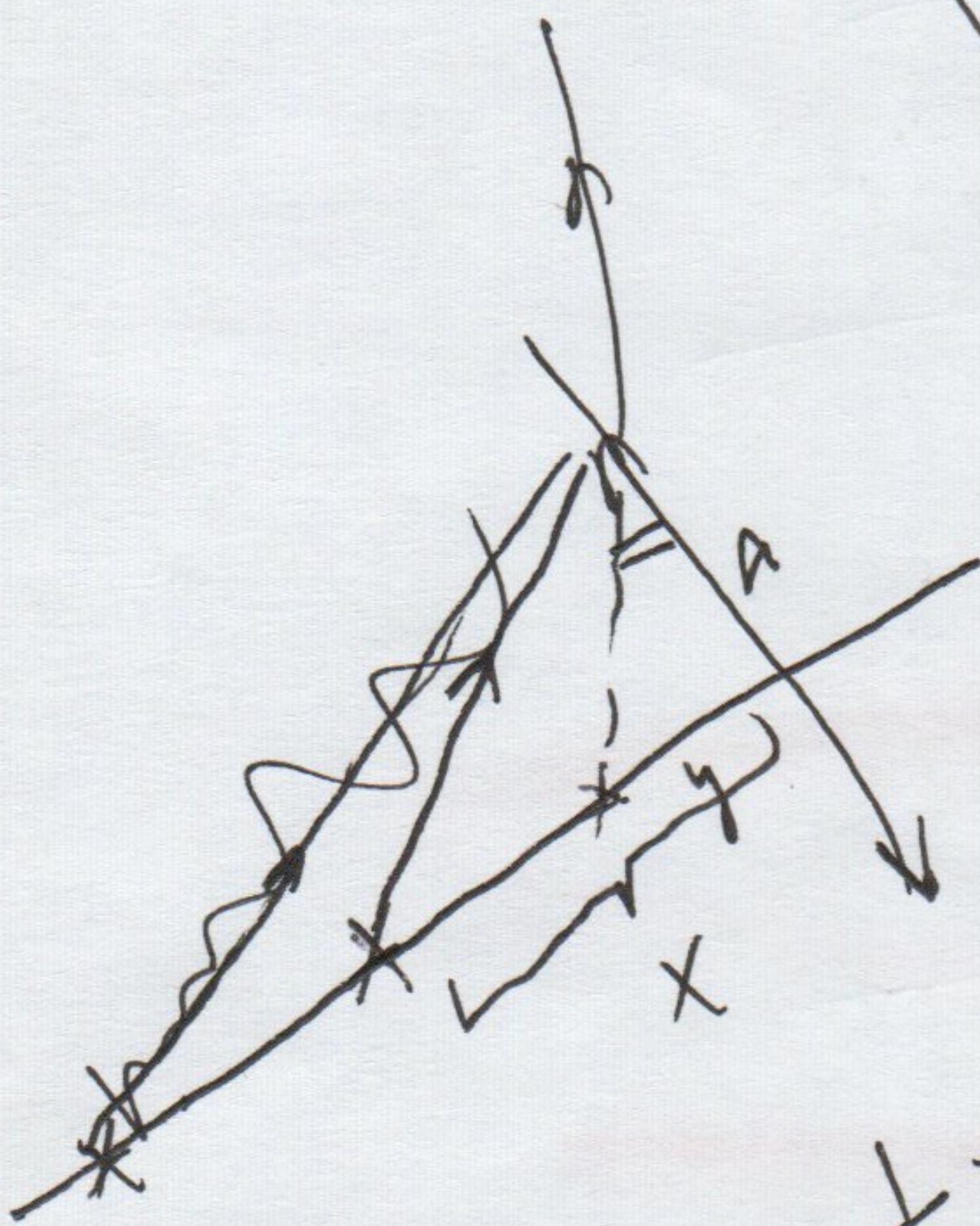
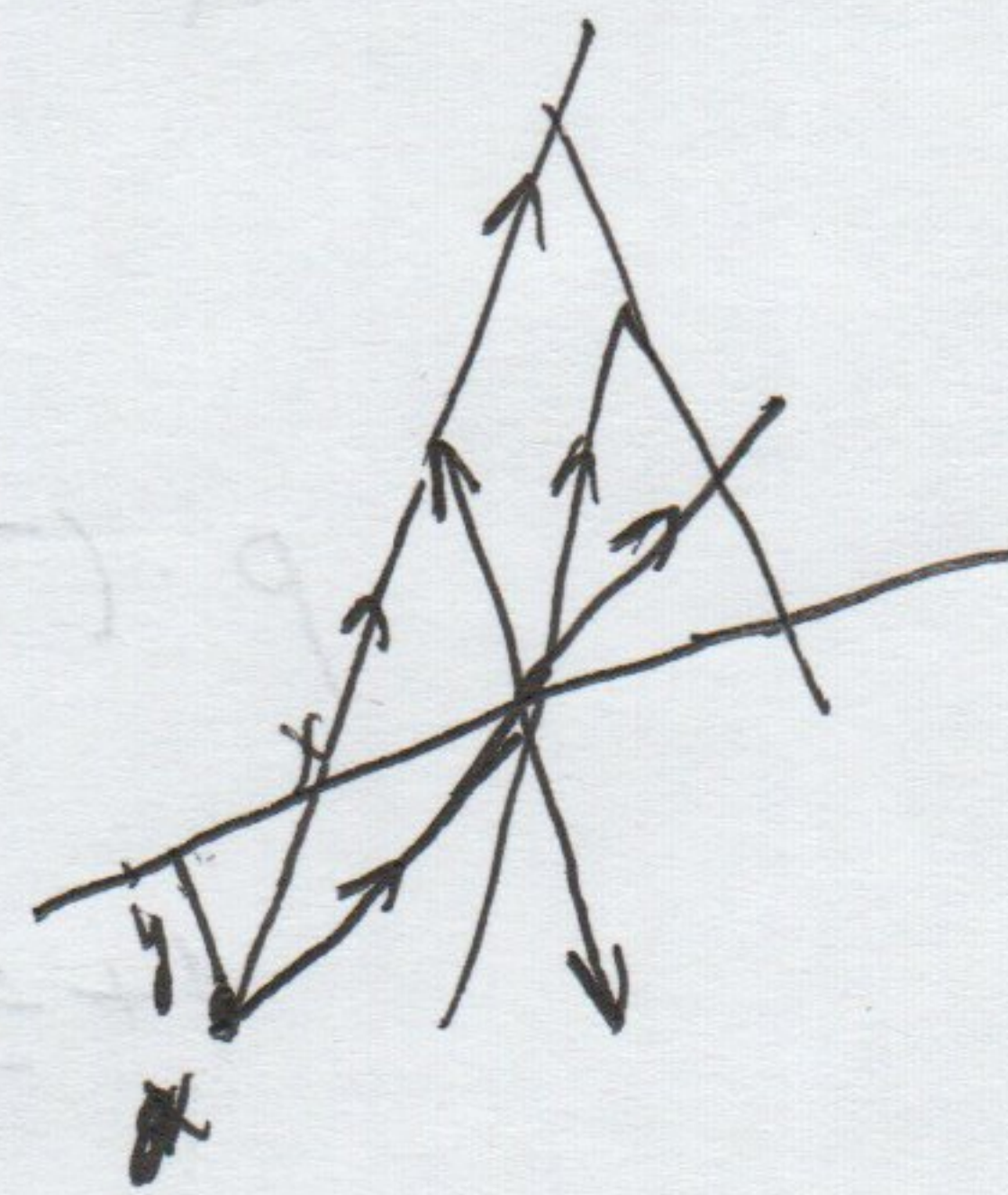
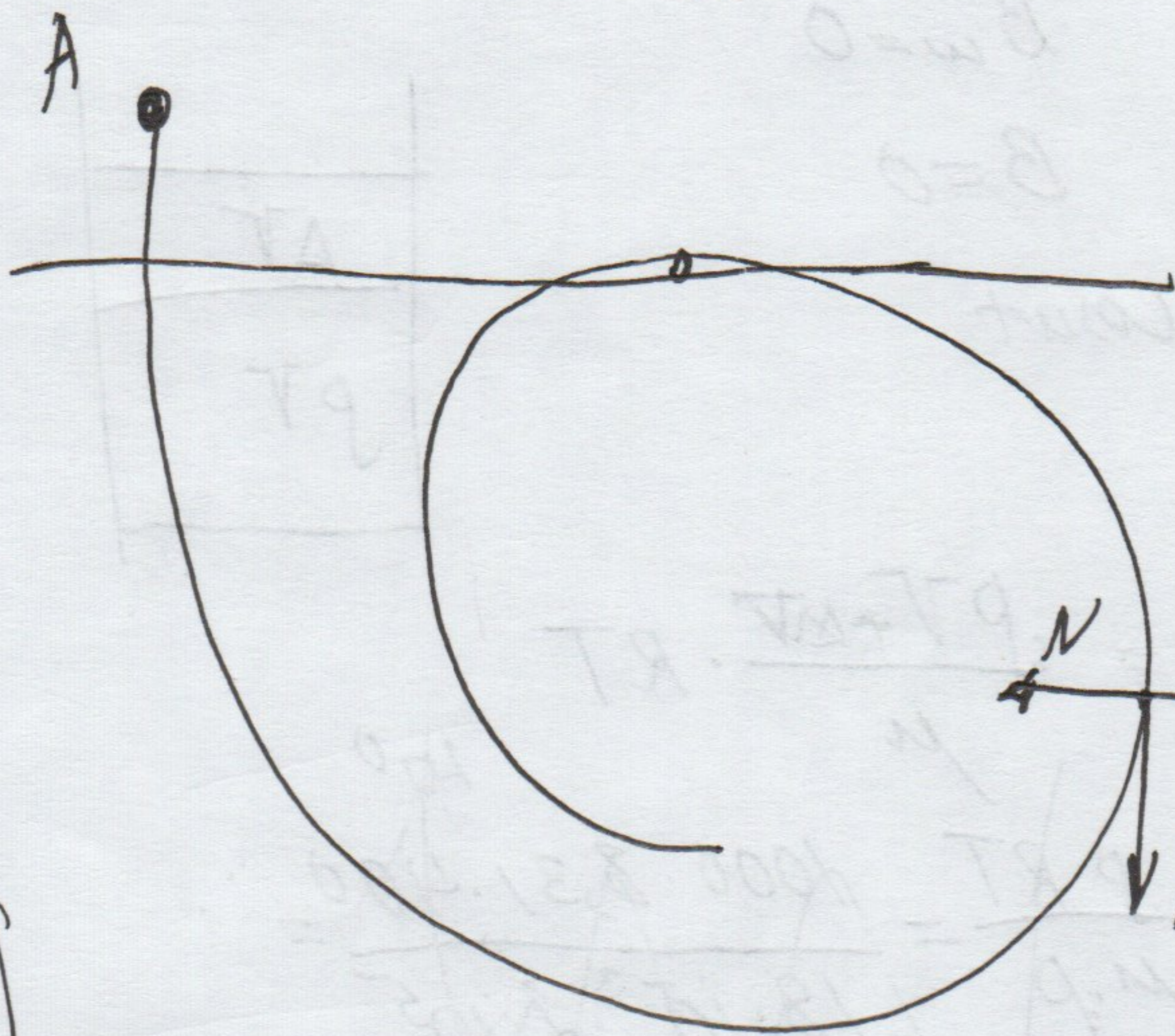
$$10^5 + \frac{10^3}{10^2 \cdot 10^{-4}} =$$

$$= 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$



$$E = 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

v_{\min}



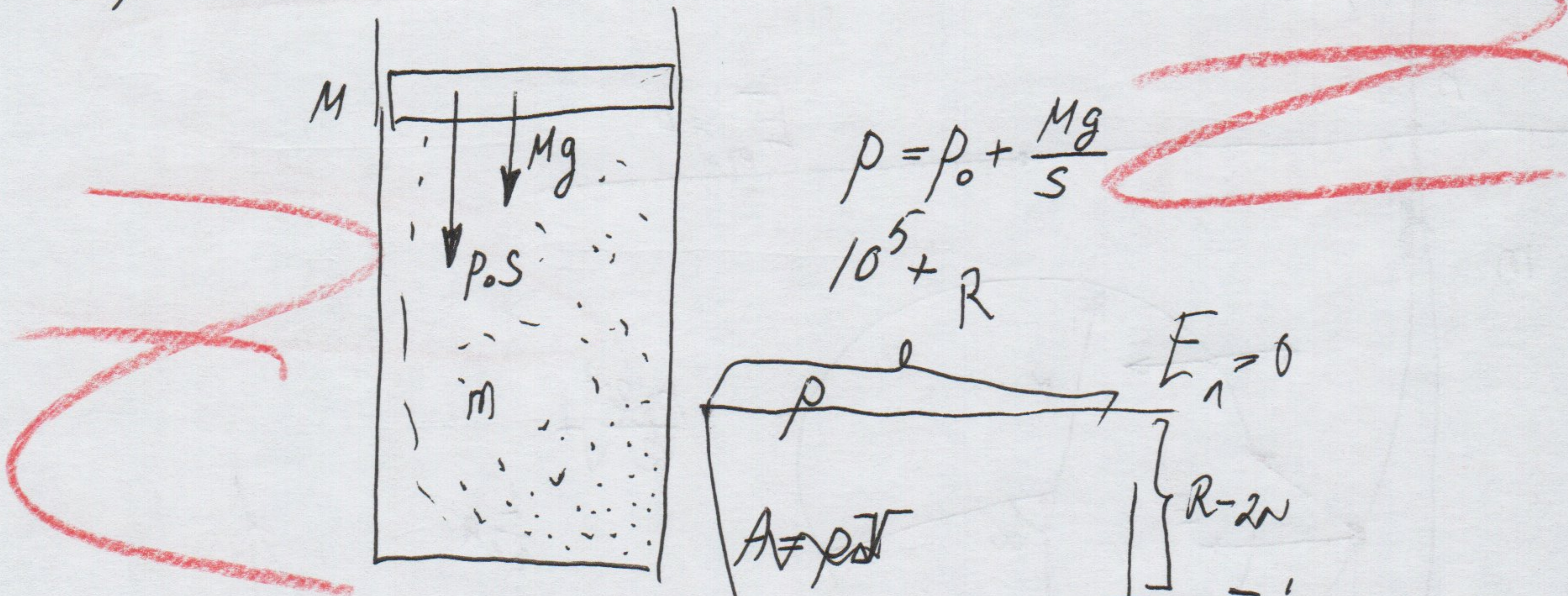
$$\frac{1}{x} - \frac{1}{y} = \frac{1}{a}$$

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{a} = \frac{1}{y}$$

$$\frac{a-x}{ax} = \frac{1}{y}$$

$$y = \frac{ax}{a-x}$$

перновик



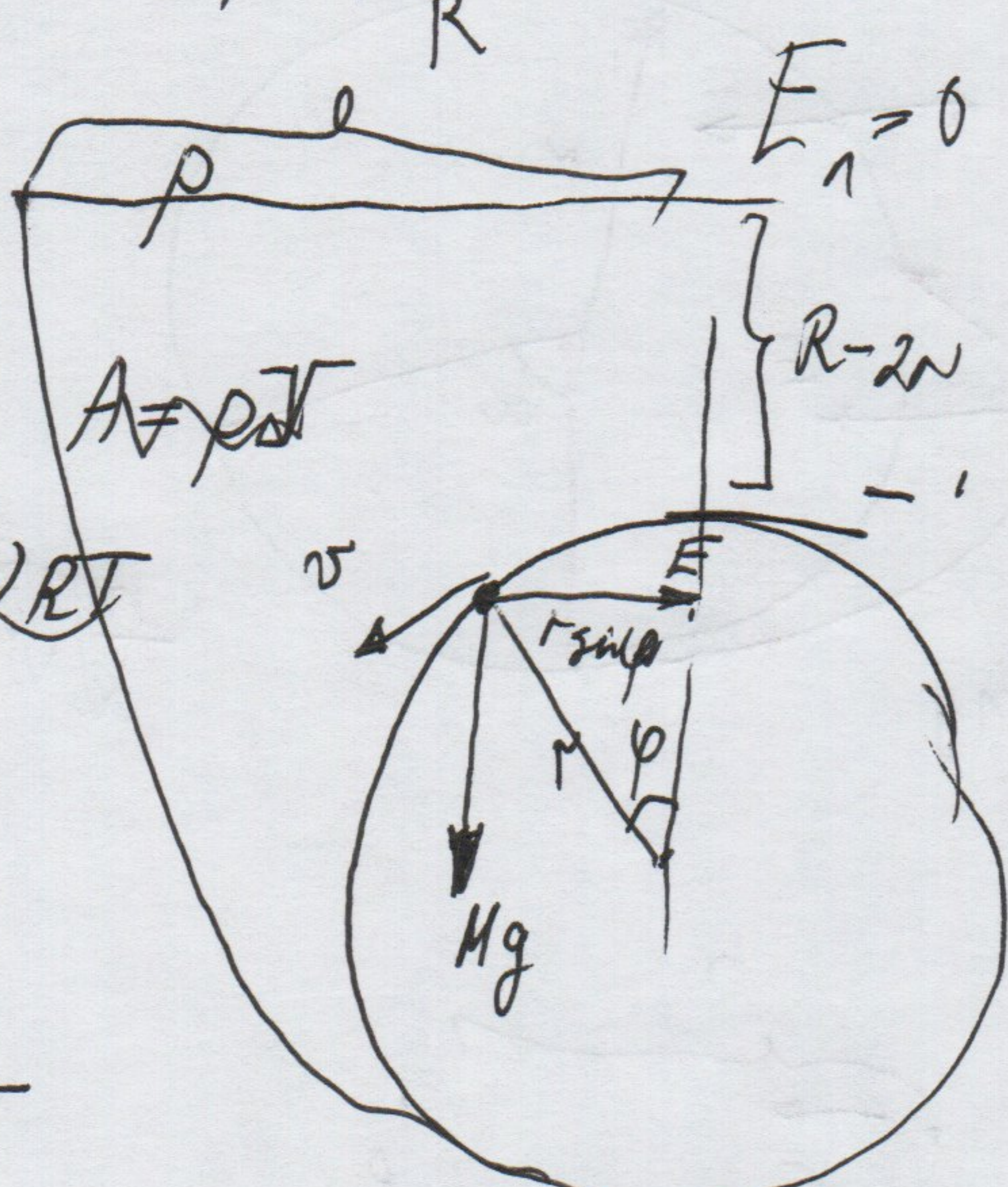
$$p = p_0 + \frac{Mg}{S}$$

$$10^5 + R$$

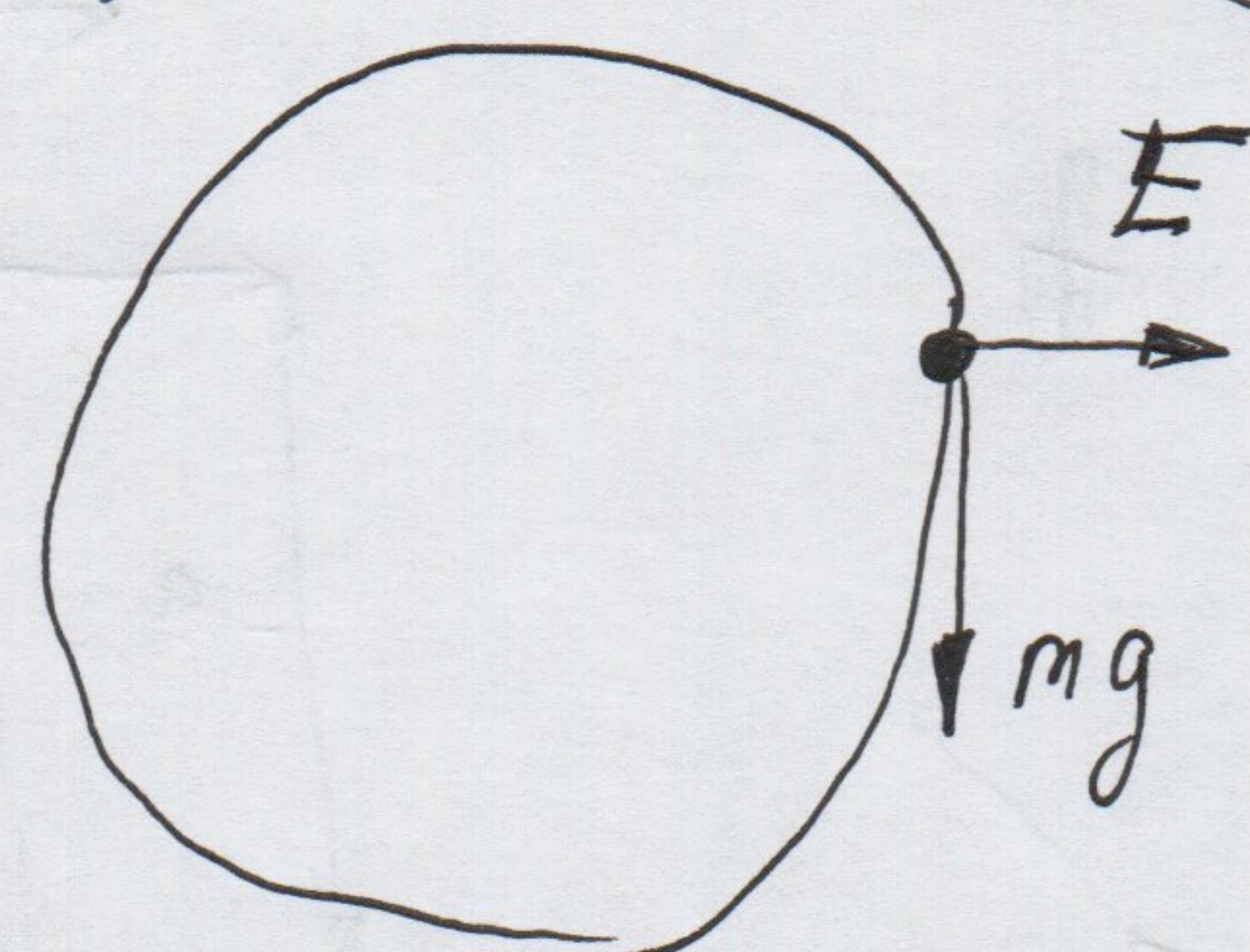
$$\Delta U = \frac{5}{2} \nu RT$$

$$p \cdot V = \frac{m}{\mu} RT$$

$$\left(p_0 + \frac{Mg}{S} \right) \cdot Sh = \frac{m}{\mu} RT$$



m =



$$6 = \frac{1}{3x} + \frac{1}{x}$$

$$6x = \frac{4}{3}$$

$$x = \frac{4}{9/3} = \frac{2}{3}$$

$$E \sin \varphi + Mg \cos \varphi = m \frac{v^2}{r}$$

$$\frac{m v^2}{2} - mg (R - 2r + r(1 - \cos \varphi)) - E \cdot (R - r \sin \varphi) m = 0$$

$$v^2 - 2g (R - r - r \cos \varphi) - E (R - r \sin \varphi) = 0$$

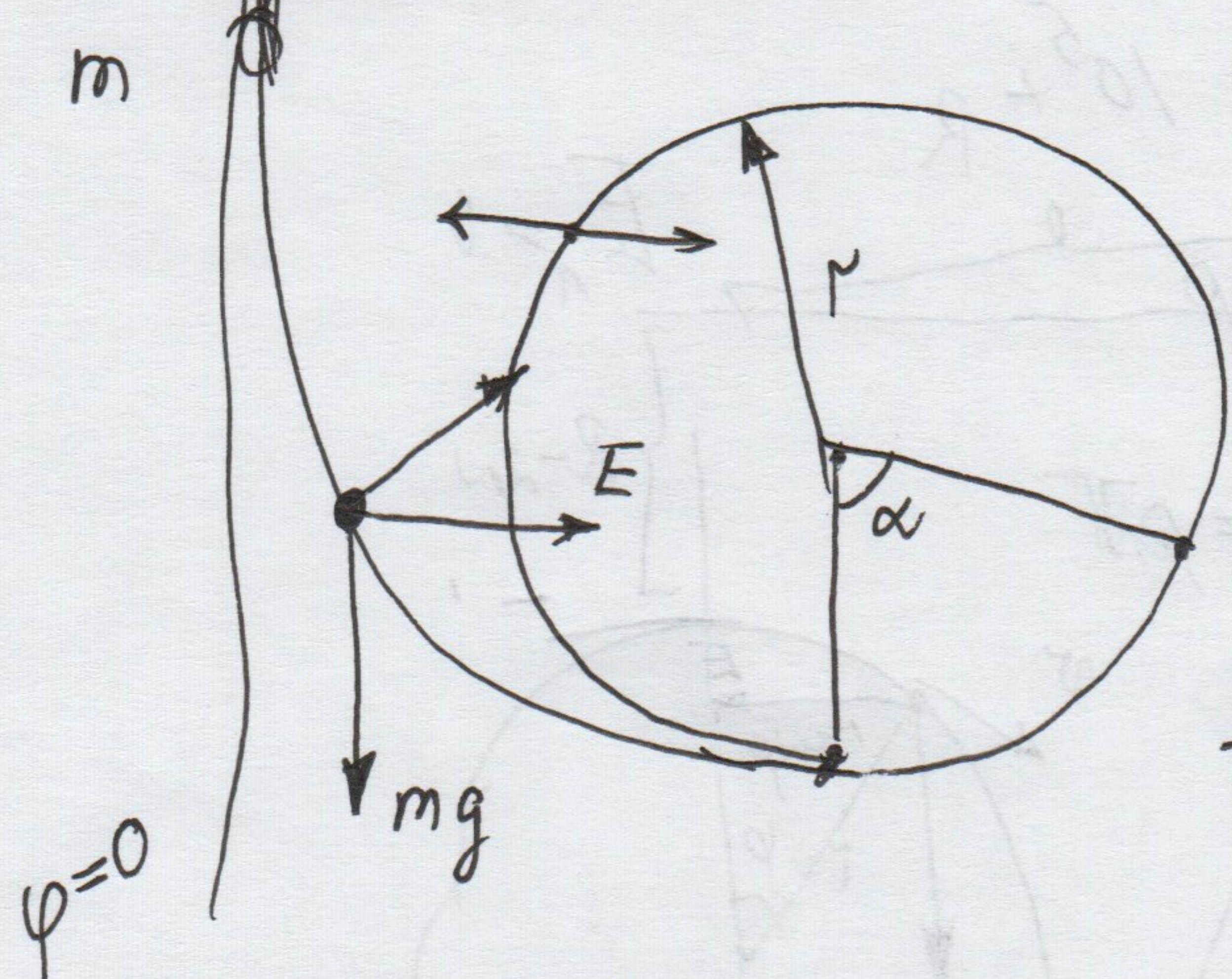
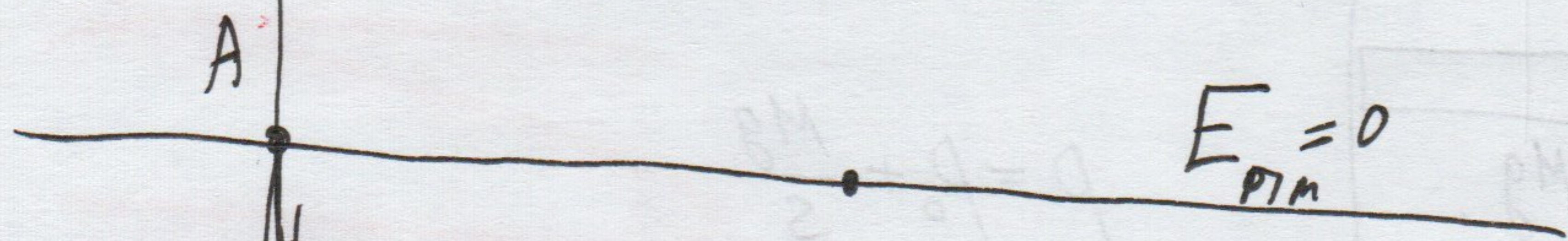
$$v^2 = 2g(R - r) - 2gr \cos \varphi + ER - Er \sin \varphi$$

$$v^2 = 2g(R - r) + ER - (2gr \cos \varphi + Er \sin \varphi)$$

$$\sin \varphi = \frac{Er}{2gr}$$

$$v^2 = 2g(R - r) + ER - \sqrt{4g^2 r^2 + E^2} r$$

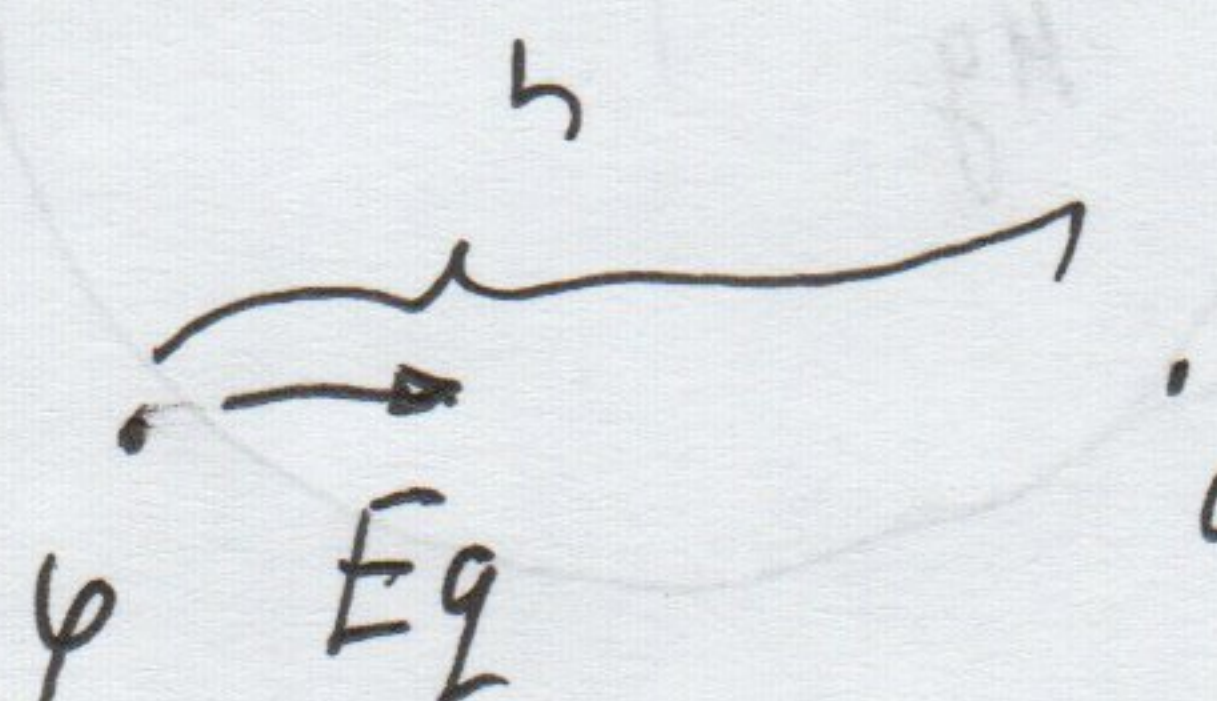
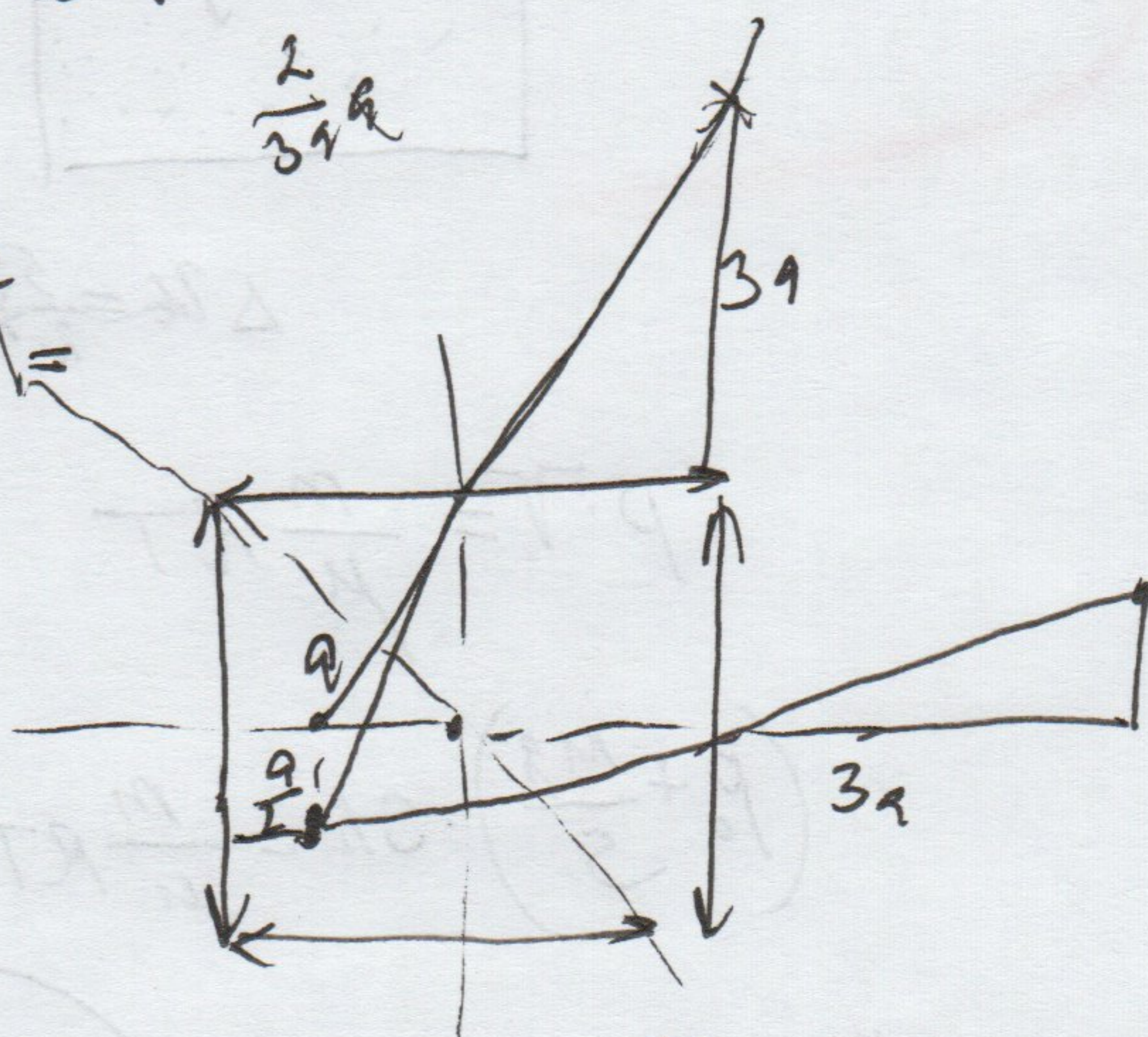
гермофик



$$\frac{m v^2}{2} +$$

$$\frac{2}{3} r$$

$$\frac{m v^2}{2} =$$



$$A = Eq \cdot h$$

$$\Delta \varphi = Eh$$

