

Часть 1

Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21204067**

ID профиля: **380451**

Вариант 2

Чистовик

№ 1. Рассмотрим полёт 1 мяча до достижения максимальной высоты. $h = \frac{v_0^2 - v_k^2}{2g}$. П.к. конечная скорость будет равна 0, то $h = \frac{v_0^2}{2g}$

Также $t_1 = \frac{v_0}{g}$.

Рассмотрим теперь движение обоих мячей от момента, когда 2 мяч покинули, что совпадает с моментом достижения 1 мячом максимальной высоты, и до их столкновения. Для обоих мячей время будет равно t_2 ; расстояние, которое пройдёт за это время 1 мяч равно $h_1 = \frac{gt_2^2}{2}$; второй мяч — $h_2 = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$.

Разумеется, $h_1 + h_2 = h$. Тогда $\frac{gt_2^2}{2} + v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = v_0 t_2 = h = \frac{v_0^2}{2g}$.

Отсюда $t_2 = \frac{v_0}{2g}$.

$t_{пол1} =$

1) Тогда время полёта 1 мяча равно $t_1 + t_2 = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$;

2) Время полёта второго мяча до столкновения равно $t_2 = \frac{v_0}{2g} = t_{пол2}$

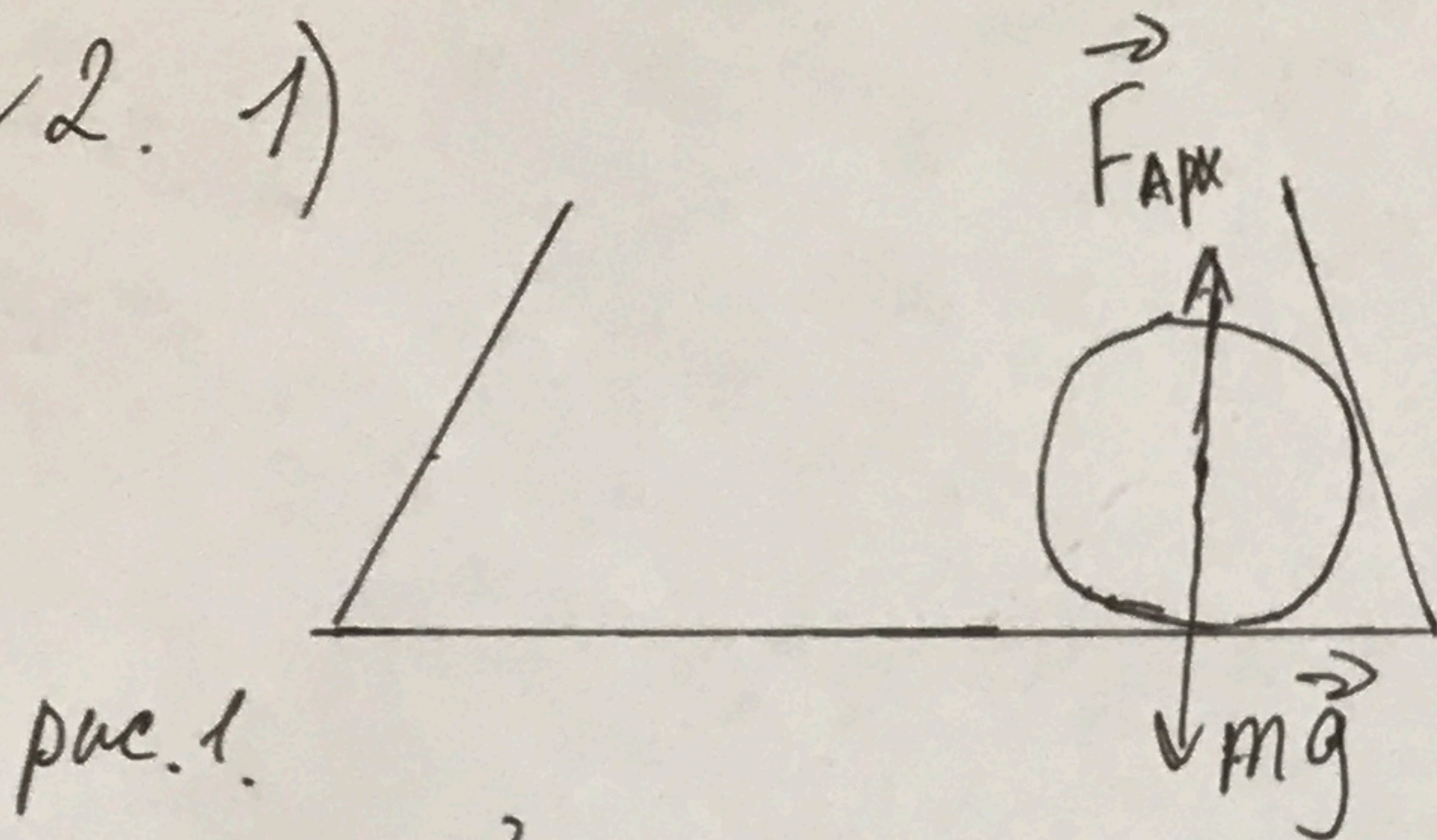
Тогда $\frac{t_{пол1}}{t_{пол2}} = \frac{\frac{3v_0}{2g}}{\frac{v_0}{2g}} = 3$.

3) высота, на которой столкнутся мячи, равна высоте, на которую поднимется 2 мяч, т.е. h_2 . $h_2 = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = v_0 \cdot \frac{v_0}{2g} - \frac{g \cdot \frac{v_0^2}{4g^2}}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{4v_0^2 - v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$

Ответ: 1) $\frac{3v_0}{2g}$; 2) 3; 3) $\frac{3v_0^2}{8g}$.

Центровик

2. 1)



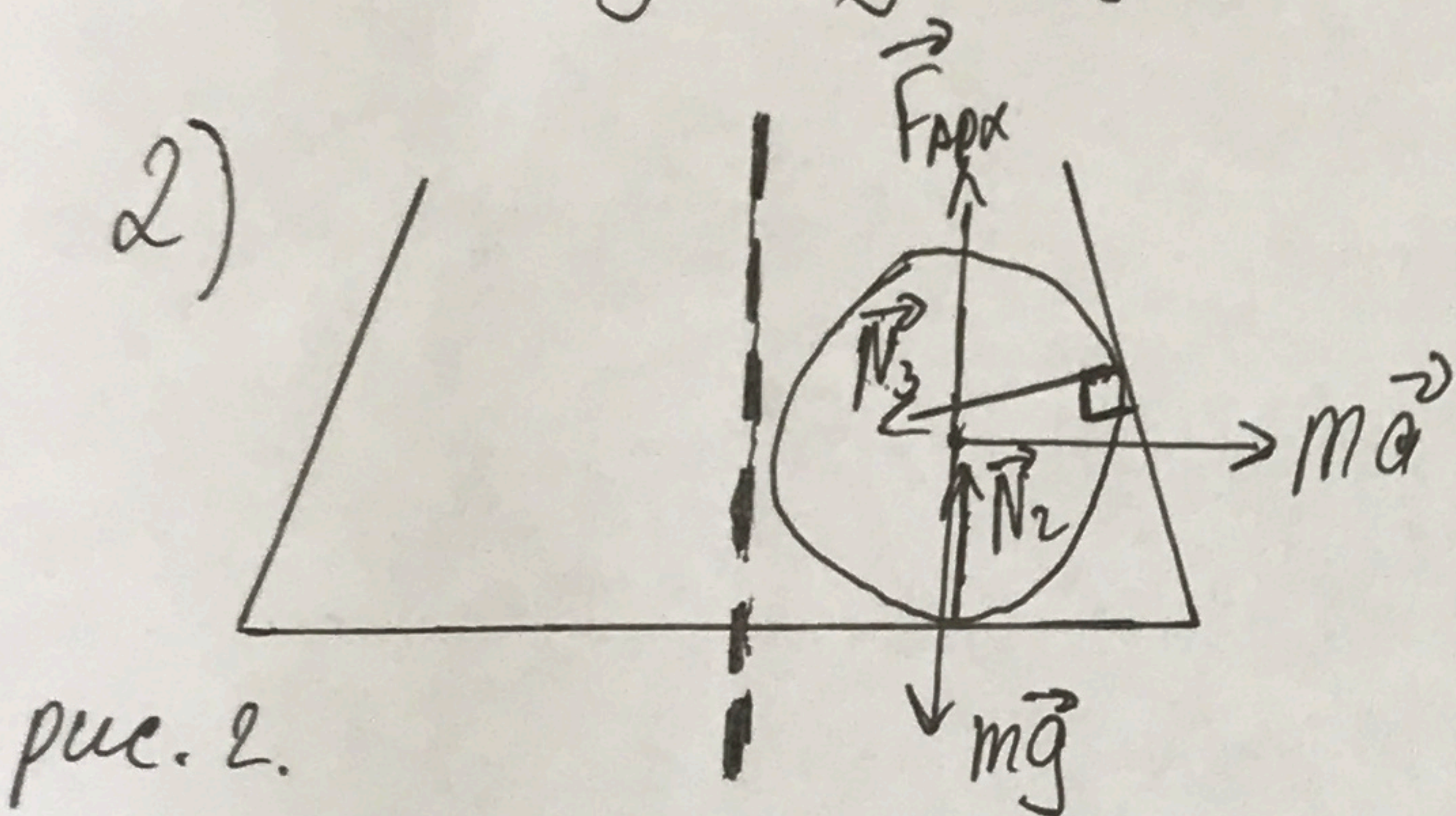
При отсутствии вращения на шар действуют только Архимедова сила и сила тяжести.

$$\vec{N}_1 = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{Арх}} = m\vec{g} + \rho g V.$$

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3; \text{ Тогда } m = \rho V = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi \rho R^3;$$

$$N_1 = \frac{4}{3}\pi \rho R^3 g + \rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{20}{3}\pi \rho g R^3$$

2)



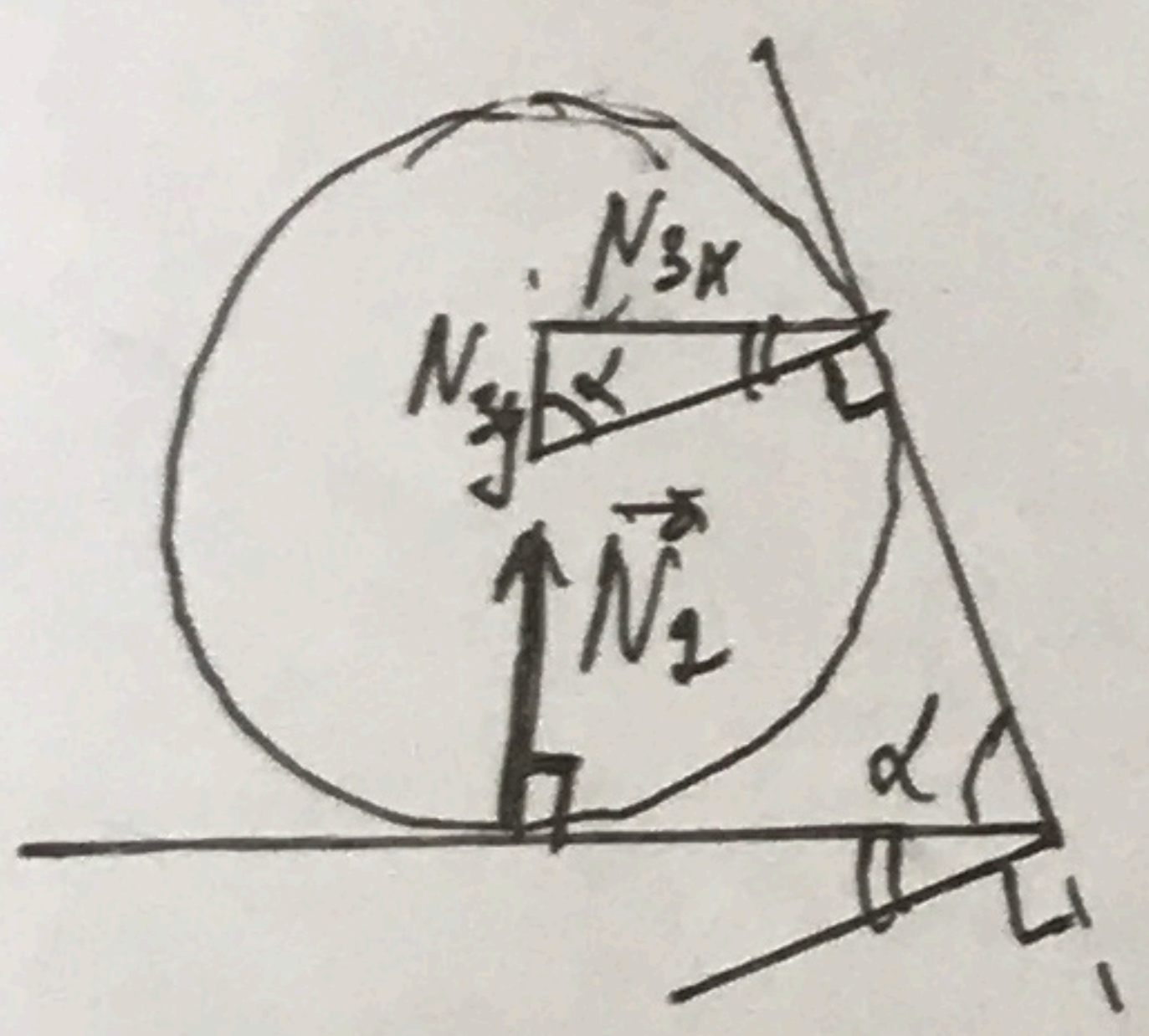
При вращении появляется центробежная сила $F_{\text{цб}} = m\vec{a}$, из-за чего возникает сила нормальной реакции со стороны боковой стенки

N_3 . Горизонтальная составляющая этой силы компенсирует центробежную силу, т.е. $N_{3x} = ma = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \omega^2 R = \frac{4}{3}\pi \rho R^4 \omega^2 \cdot 1.5 = 2\pi \rho R^4 \omega^2$.

Из геометрических соображений (рис. 3) вертикальная составляющая силы нормальной реакции равна

$$N_{3x} : \text{tg} \alpha = N_{3y}. \text{ т.к. } \text{tg} \alpha = \frac{3}{2}, \text{ то}$$

$$N_{3y} = \frac{2\pi \rho R^4 \omega^2}{\frac{3}{2}} = \frac{4}{3}\pi \rho R^4 \omega^2$$



По 2 закону Ньютона $N_2 = mg + N_{3y} - F_{\text{Арх}}$. $mg - F_{\text{Арх}} = N_1 = \frac{20}{3}\pi \rho g R^3$.

$$\text{Тогда } N_2 = \frac{20}{3}\pi \rho g R^3 + \frac{4}{3}\pi \rho R^4 \omega^2 = \frac{4}{3}\pi \rho R^3 \left(\frac{2.5}{3}g + \omega^2 R \right) = \frac{4}{3}\pi \rho R^3 \left(\frac{5}{6}g + \omega^2 R \right).$$

Ответ: 1) $N_1 = \frac{20}{3}\pi \rho g R^3$; 2) $N_2 = \frac{4}{3}\pi \rho R^3 \left(\frac{5}{6}g + \omega^2 R \right)$.

Чистовик.

№ 3.

$$T = 354 \text{ K}$$

$$\frac{V_0}{V} = 7$$

$$V = 1,7 \text{ л} = 0,0017 \text{ м}^3$$

$$\frac{P}{P_0} = 3,6$$

$$P_{\text{нп}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

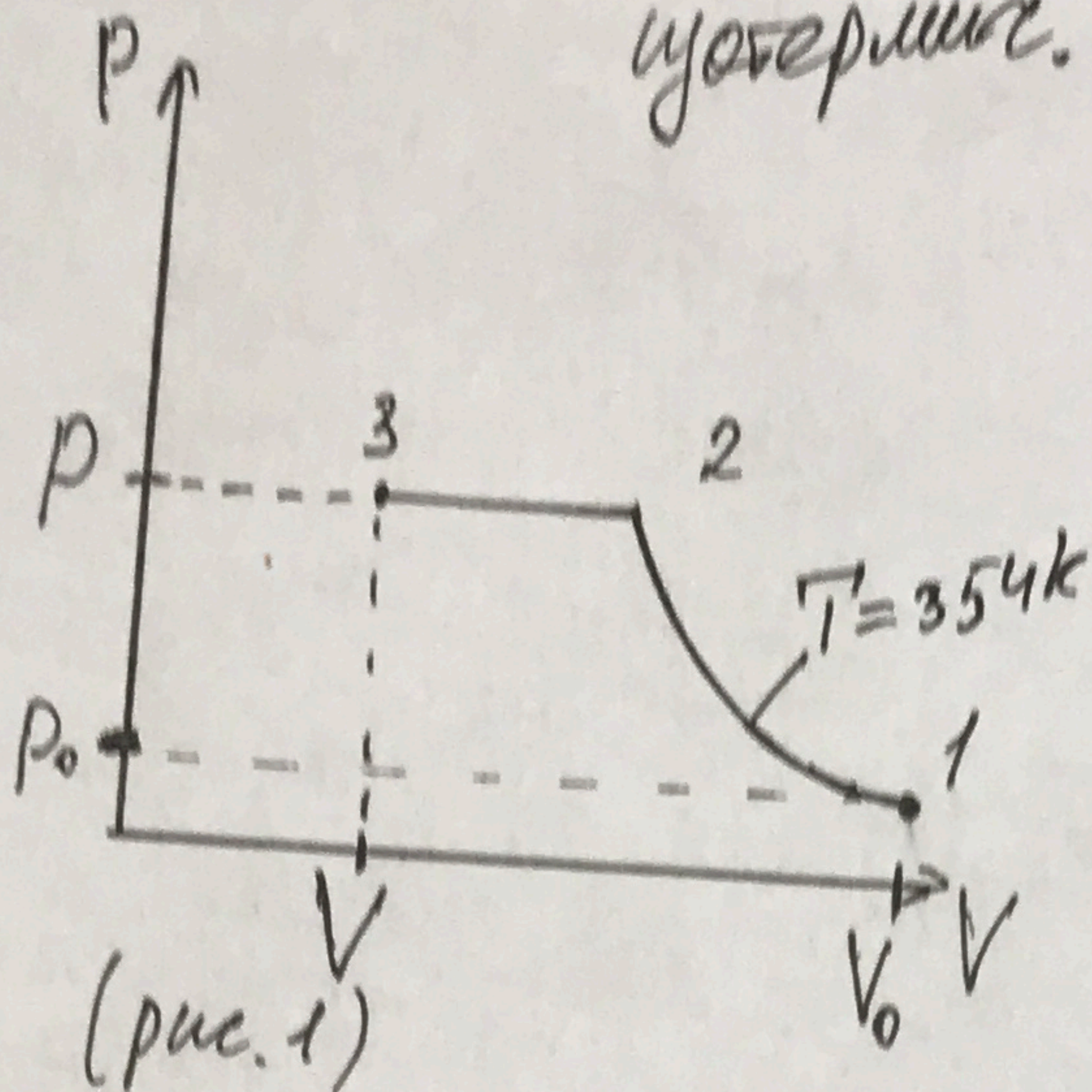
$$\mu = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$T = \text{const}$$

$$P_0 = ?$$

$$m_0 = ?$$



(рис. 1)

Уточним. Статив водного пара в данном случае в координатных осях $p-V$ будет выглядеть так (рис. 1). На участке 1-2 ненасыщенный водный пар становится до состояния, когда он станет насыщенным, т.е. до $p = P_{\text{нп}}$. При дальнейшем статив будет конденсация пара.

1) Т.к. $\frac{P}{P_0} = 3,6$, то $P_0 = \frac{P}{3,6}$.

$P = P_{\text{нп}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Тогда $P_0 = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}}{3,6} \approx 13900 \text{ Па}$.

Процесс 2-3 будет изобарическим, т.к. достигнув $P_{\text{нп}}$ в точке 2, давление пара не сможет увеличиться до тех пор, пока весь пар не сконденсируется.

2) в состоянии 1 запишем уравнение Клапейрона-Менделеева:

$$P_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu} R T \quad (1)$$

Известно, что $\frac{V_0}{V} = 7 \Rightarrow V_0 = 7V$. Также $V = 0,0017 \text{ м}^3$.

Тогда $V_0 = 7 \cdot 0,0017 \text{ м}^3 = 0,0119 \text{ м}^3$. Из уравнения (1) $m_0 = \frac{P_0 V_0 \mu}{R T}$.

$$m_0 = \frac{13900 \text{ Па} \cdot 0,0119 \text{ м}^3 \cdot 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 354 \text{ К}} = \frac{2,977 \frac{\text{Дж} \cdot \text{кг}}{\text{моль}}}{2941,74 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}} \approx 0,001 \text{ кг} = 1 \text{ г}$$

Ответ: 1) $P_0 = 13900 \text{ Па}$; 2) $m_0 = 1 \text{ г}$.

questo mero:

чеповак

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \quad v = v_0 - gt \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}$$

0

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g \frac{v_0^2}{g^2}}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{2v_0^2 - v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$$

↑ v₀

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \quad t = \frac{v_0}{g}$$

$$t_2 = \frac{v_1}{g} \quad t_2 = \frac{v_0 - v_2}{g}$$

$$\begin{aligned} h_2 &= v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \\ h_1 &= \frac{gt_2^2}{2} \end{aligned}$$

$$h_2 + h_1 = h = v_0 t_2$$

$$t_2 = \frac{h}{v_0} = \frac{\frac{v_0^2}{2g}}{v_0} = \frac{v_0}{2g}$$

$$t_{tot} = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{2v_0 + v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$$

$$t_{tot} = \frac{v_0}{2g} \Rightarrow \frac{t_{tot}}{t_{tot}} = \frac{\frac{3v_0}{2g}}{\frac{v_0}{2g}} = 3$$

$$h_2 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g \frac{v_0^2}{4g^2}}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{4v_0^2 - v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$$

4

3.

Черновик.

$$T = 354 \text{ K}$$

$$\frac{V_0}{V} = 7$$

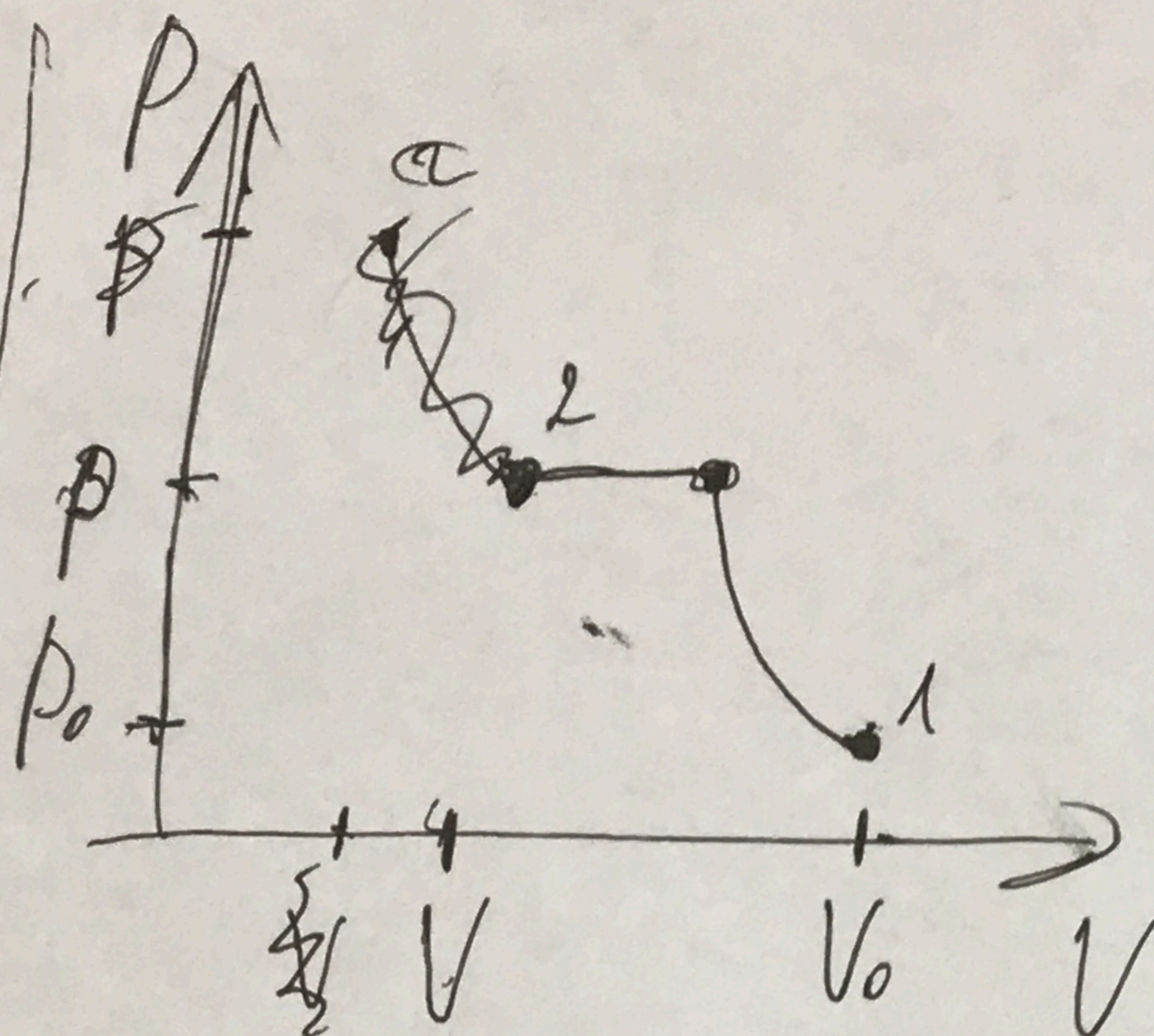
$$\frac{V_0}{V}$$

$$\frac{P}{P_0} = 3,6$$

$$P_{\text{кп}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$\mu = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$R = 8,31$$



$$P_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu} R T$$

$$3,6 P_0 V = \frac{m_0}{\mu} R T$$

$$P_{\text{кп}}$$

$$0,5 \cdot 10^5 \approx 14000 \text{ Па}$$

$$P_{\text{кп}} = 3,6 P_0 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \Rightarrow P_0 = \frac{0,5 \cdot 10^5}{3,6} = 1,4 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$P_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu} R T \Rightarrow m_0 = \frac{P_0 V_0 \mu}{R T} = \frac{13900 \text{ Па} \cdot 0,0119 \cdot 0,008}{8,31 \cdot 354}$$

$$= \frac{2,987}{8,31 \cdot 354} = \frac{2,987}{2941,74} =$$

$$\approx 0,001 \text{ кг} =$$

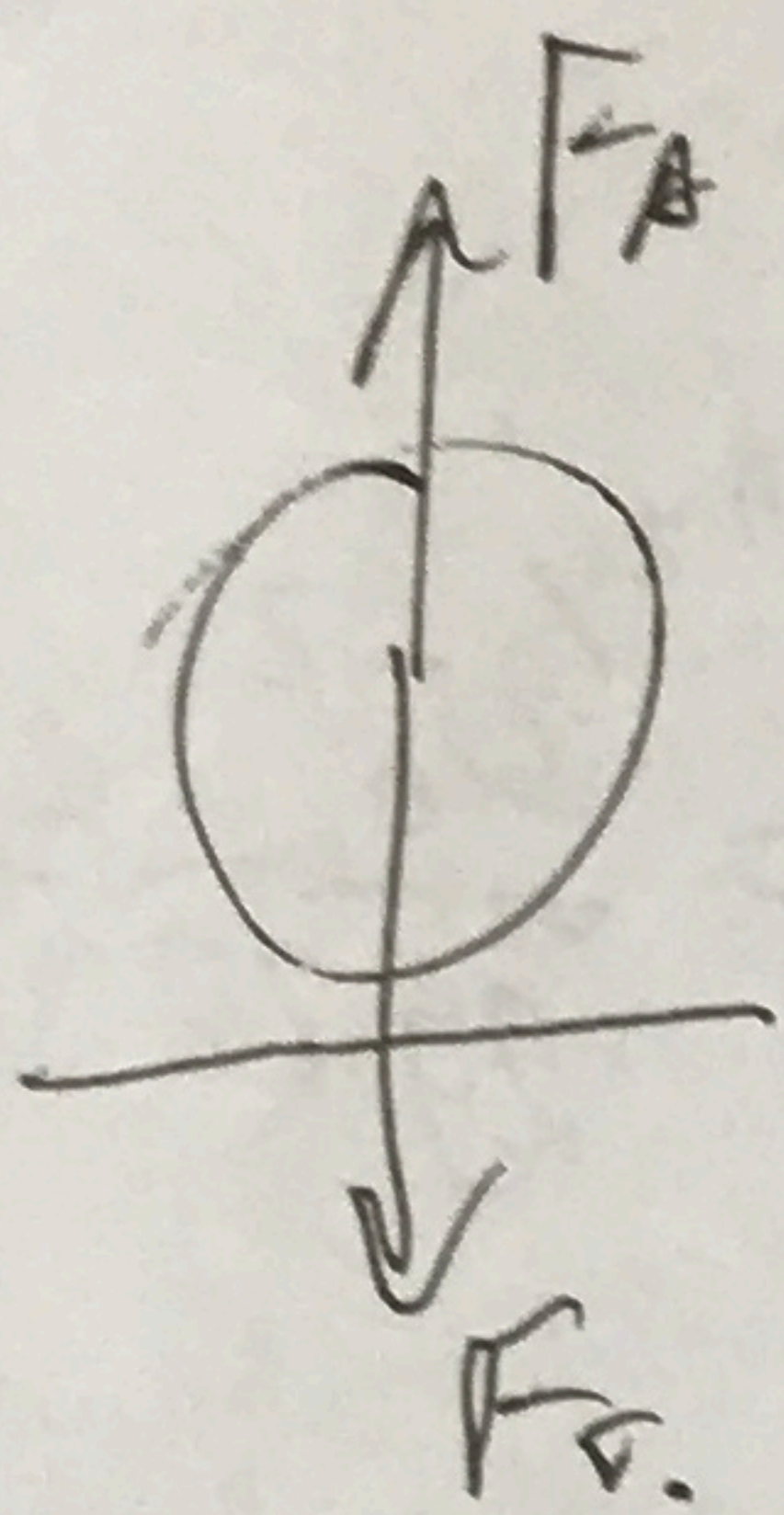
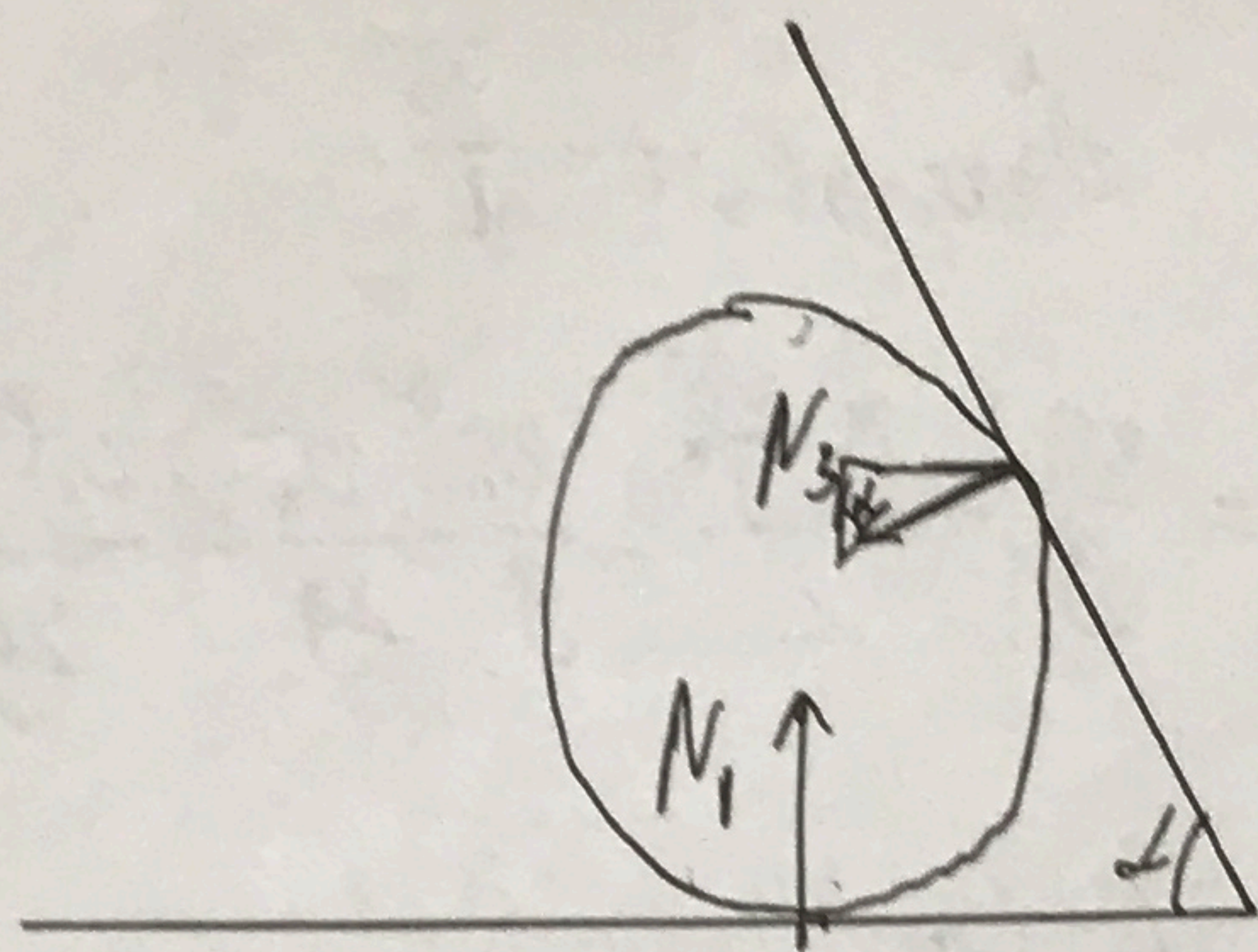
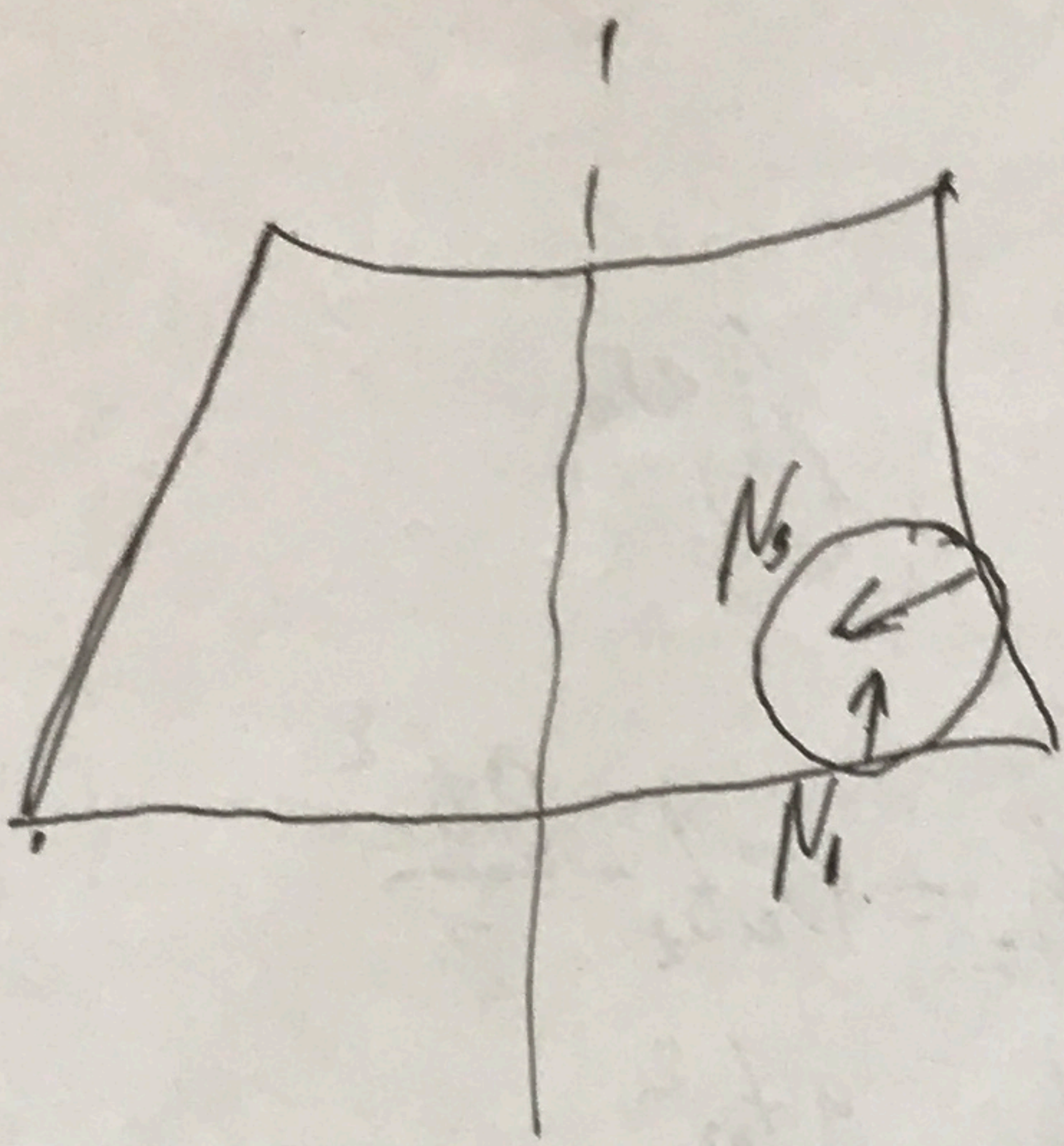
$$= 1 \text{ г}$$

$$V_0 = 7 \cdot 1,7 = 11,9 \text{ л} = 0,0119 \text{ м}^3$$

5

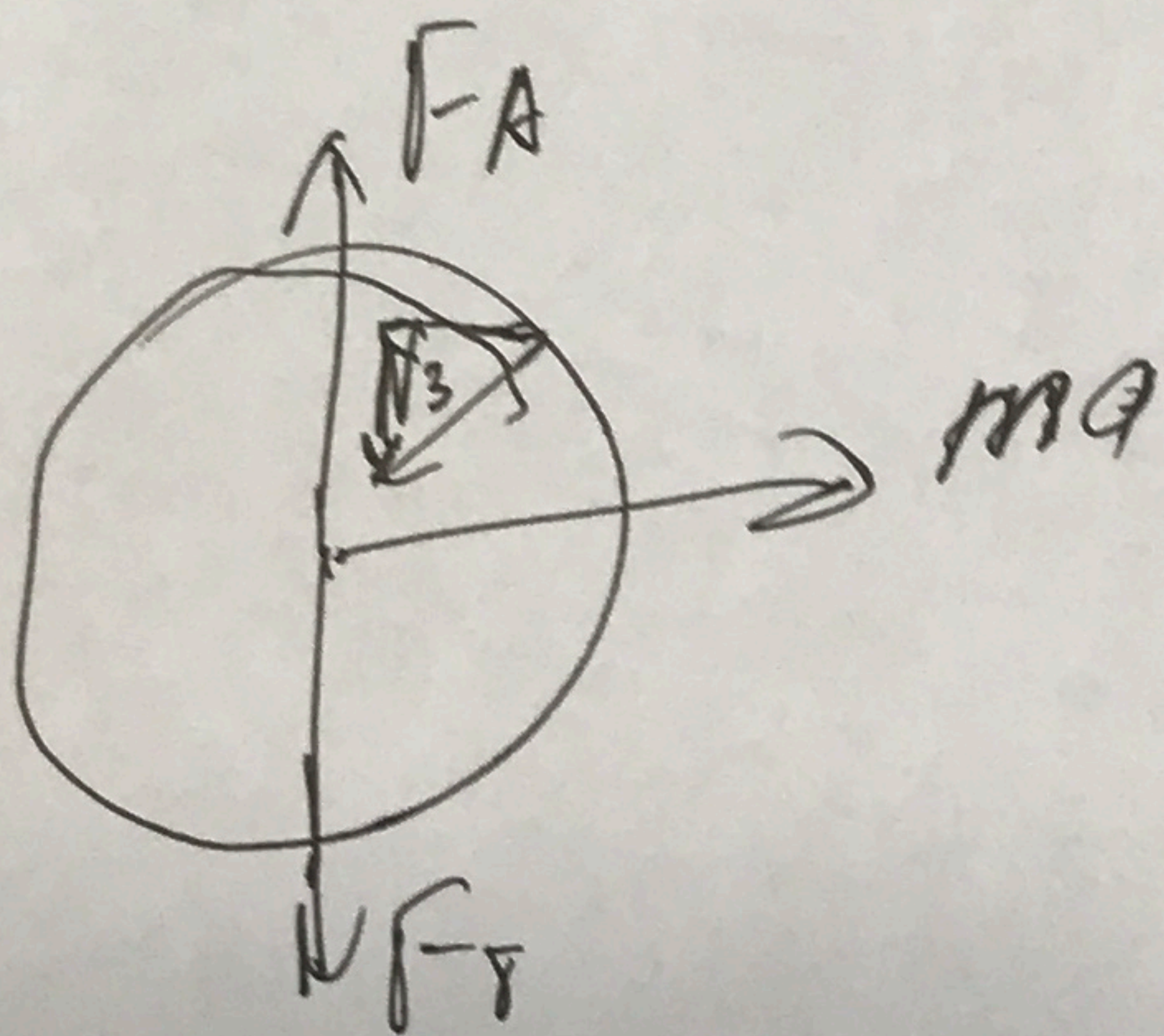
Черновик

12.



$$N_1 = 6\rho V g - \rho g V = 5\rho g V = 5\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$ma = N_{3x} = 6\rho g \frac{4}{3}\pi R^3 = 8\rho g \pi R^3 \omega^2 \frac{1}{2}R = 12\rho g \pi R^4 \omega^2$$



$$N_{3y} = N_{3x} : \text{tg} \alpha = 8\rho g \pi R^4 \omega^2$$

$$N_2 = F_v + F_A + N_{3y} = \frac{20}{3} \pi \rho g R^3 + 8\rho g \pi R^4 \omega^2 =$$

$$= 4\pi \rho R^3 \left(\frac{5}{3} g + 2\omega^2 R \right)$$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21204067**

ID профиля: **380451**

Вариант 2

Учетовик

$n=5$

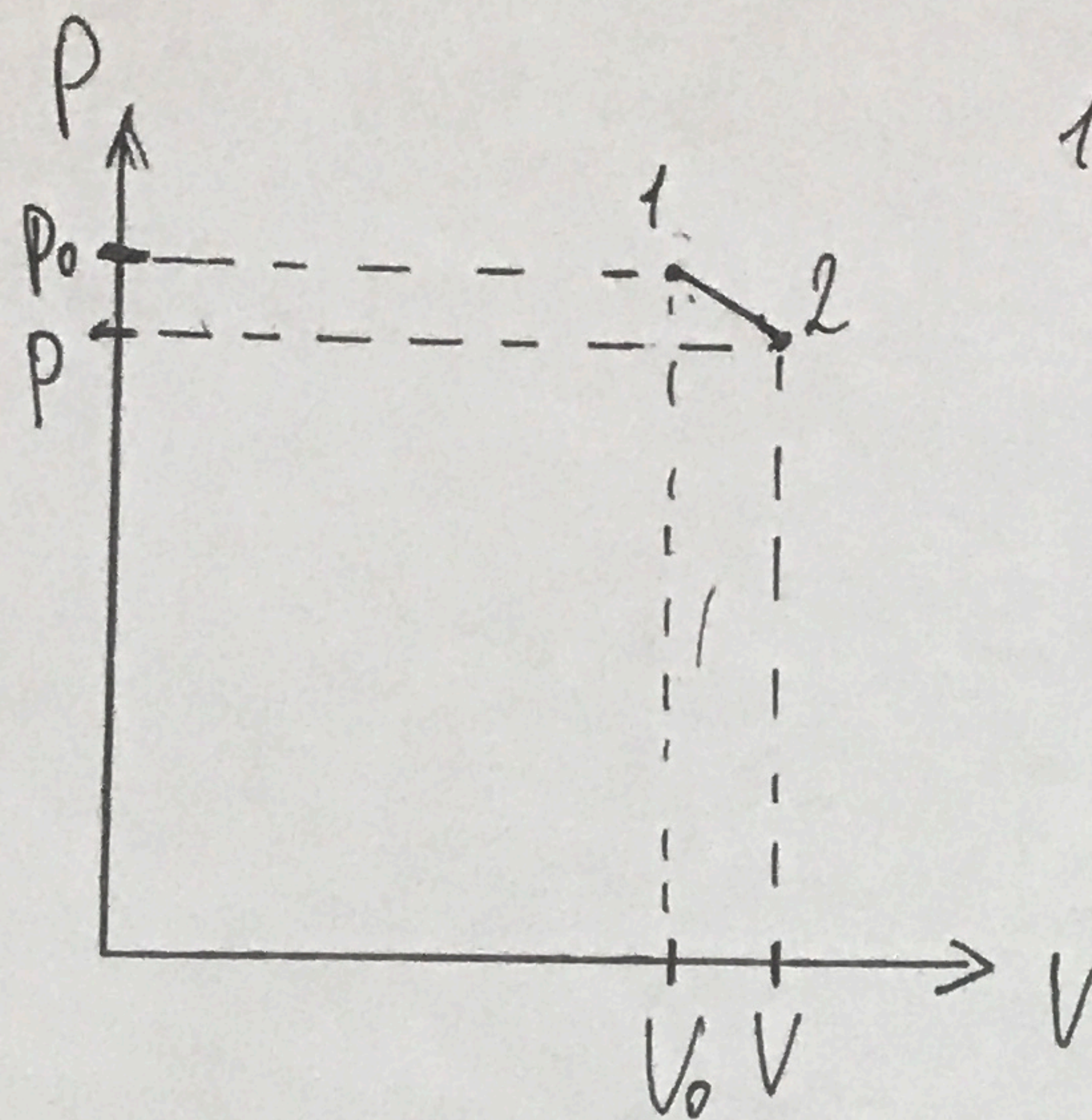
$i=3$

$$\frac{p}{p_0} = 0,99$$

$$\frac{V}{V_0} = 1,02$$

1) $\frac{T}{T_0} = ?$

2) $\frac{Q}{\Delta U} = ?$



1) Запишем уравнение Клапейрона-Менделеева для начального и конечного состояний:

$$\begin{cases} pV = \nu RT \\ p_0V_0 = \nu RT_0 \end{cases}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{p}{p_0} \cdot \frac{V}{V_0} = 0,99 \cdot 1,02 = 1,0098$$

Температура газа увеличилась на 0,98%.

2) По I закону термодинамики $Q = \Delta U + A$.

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} (pV - p_0V_0). \text{ Т.к. } i=3, p=0,99p_0, V=1,02V_0, \nu \nu$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (0,99p_0 \cdot 1,02V_0 - p_0V_0) = \frac{3}{2} (1,0098p_0V_0 - p_0V_0) = 1,5 \cdot 0,0098p_0V_0 =$$

$$= 0,0147p_0V_0;$$

Работа равна площади под графиком, т.е. площади трапеции.

$$A = \frac{p+p_0}{2} \cdot (V-V_0) = \frac{1,99p_0}{2} \cdot 0,02V_0 = 0,995p_0 \cdot 0,02V_0 = 0,0199p_0V_0$$

$$\text{Тогда } Q = \Delta U + A = 0,0147p_0V_0 + 0,0199p_0V_0 = 0,0346p_0V_0$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0,0346p_0V_0}{0,0147p_0V_0} \approx 2,35.$$

Ответ: 1) Температура ^{газа} увеличилась на 0,98%;

2) $\frac{Q}{\Delta U} = 2,35.$

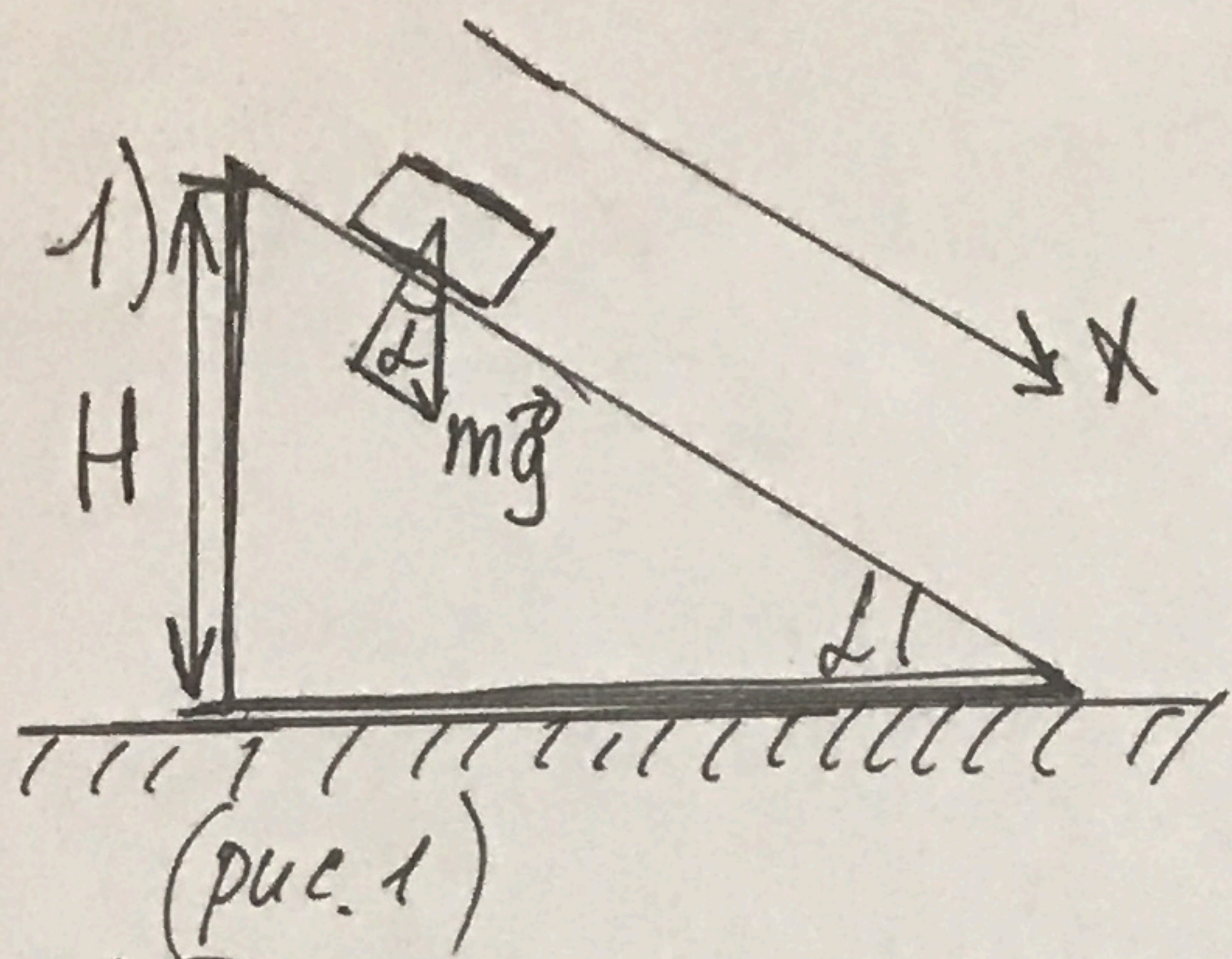
Чистовик

~ ч.

$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

H

$$F = mg$$



(рис. 1)

Из основного тригонометрического тождества $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} =$

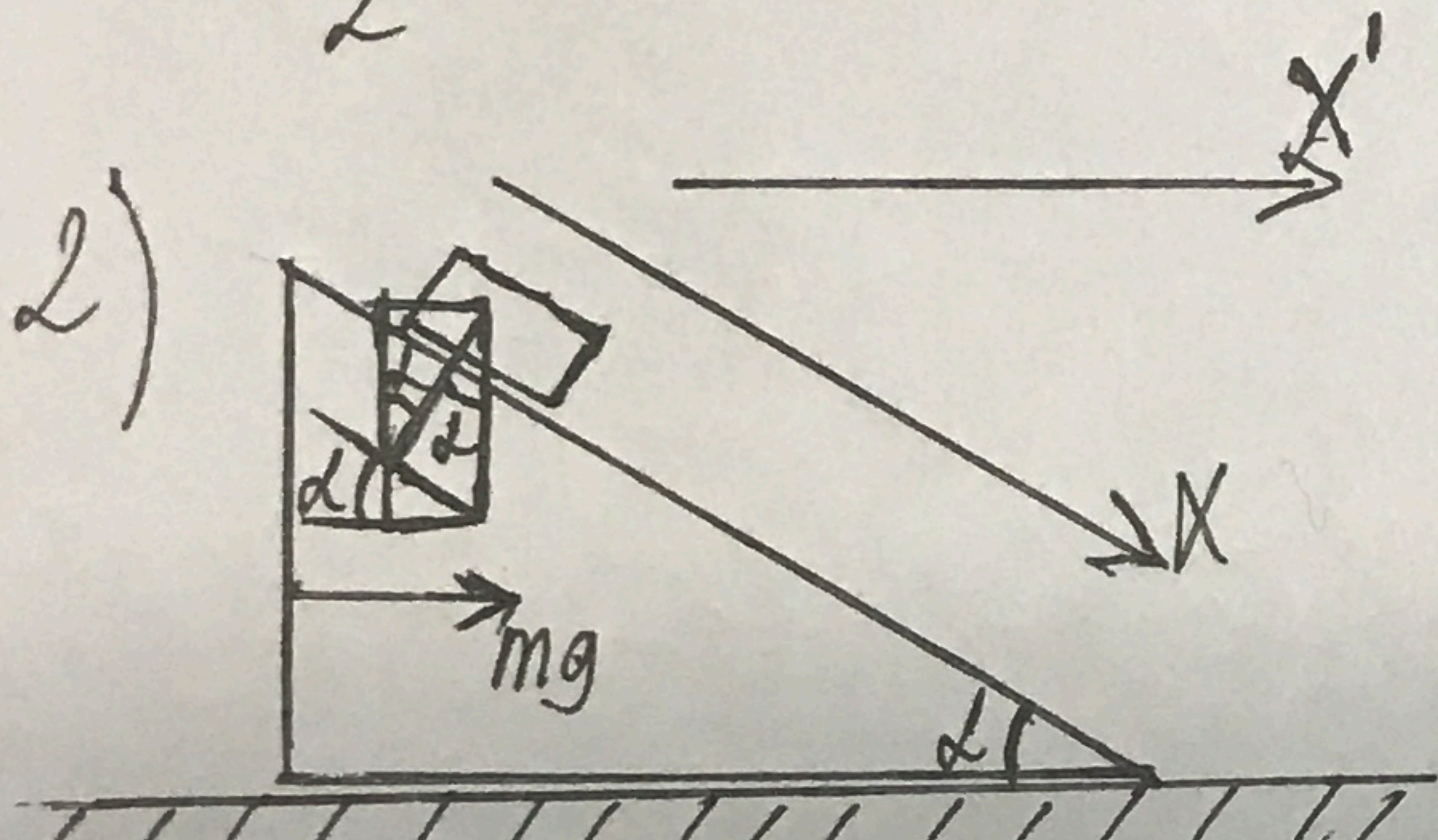
$$= \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$$

Общая длина пути, который пройдет брусок, l .

$l = \frac{H}{\sin \alpha}$. Также из геометрических соотношений в проекции

на ось OX ускорение бруска $a = g \sin \alpha$

$$l = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2H}{\sin \alpha \cdot g \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{2H \cdot 25}{g \cdot 16}} = \sqrt{\frac{25H}{8g}}$$



(рис. 2)

В проекции на OX сила, с которой брусок действует на клин, равна $mg \sin \alpha$ (по III закону Ньютона). Клин движется поступательно в плоскости, параллельной оси OX'.

Тогда в проекции на ось OX' на клин действует сила $F_1 = mg \sin \alpha \cdot \cos \alpha$ (из геометрических соотношений, рис. 2).

По II закону Ньютона $\vec{F} + \vec{F}_1 = 2m\vec{a}_k$; в проекции на OX':

$$mg - mg \sin \alpha \cdot \cos \alpha = 2ma_k \Rightarrow a_k = \frac{mg(1 - \sin \alpha \cos \alpha)}{2m} = \frac{g(1 - \sin \alpha \cos \alpha)}{2}$$

$$a_k = \frac{0,52g}{2} = 0,26g \approx 2,6 \text{ м/с}^2$$

3) рассмотрим движение бруска в системе отсчёта, связанной с клином, в проекции на OX, т.е. брусок движется пробегает расстояние $l = \frac{H}{\sin \alpha}$.

$$a' = a + \frac{a_k}{\cos \alpha} = g \sin \alpha + \frac{0,26g}{\cos \alpha} = 0,8g + 0,43g = 1,23g. \quad l = \frac{a't_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2l}{a'}}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H}{\sin \alpha \cdot 1,23g}} = \sqrt{\frac{2H \cdot 5}{4 \cdot 1,23g}} \approx \sqrt{\frac{2H}{g}}. \quad \text{Ответ: 1) } \sqrt{\frac{25H}{8g}}; \quad 2) 0,26g \approx 2,6 \text{ м/с}^2;$$

$$3) \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

(2)

Упроблик

$$p = 0,99 p_0 \quad V = 1,02 V_0$$

~ 5

$$p_0 = 100\% ; p = 99\% p_0$$

$$i = 3$$

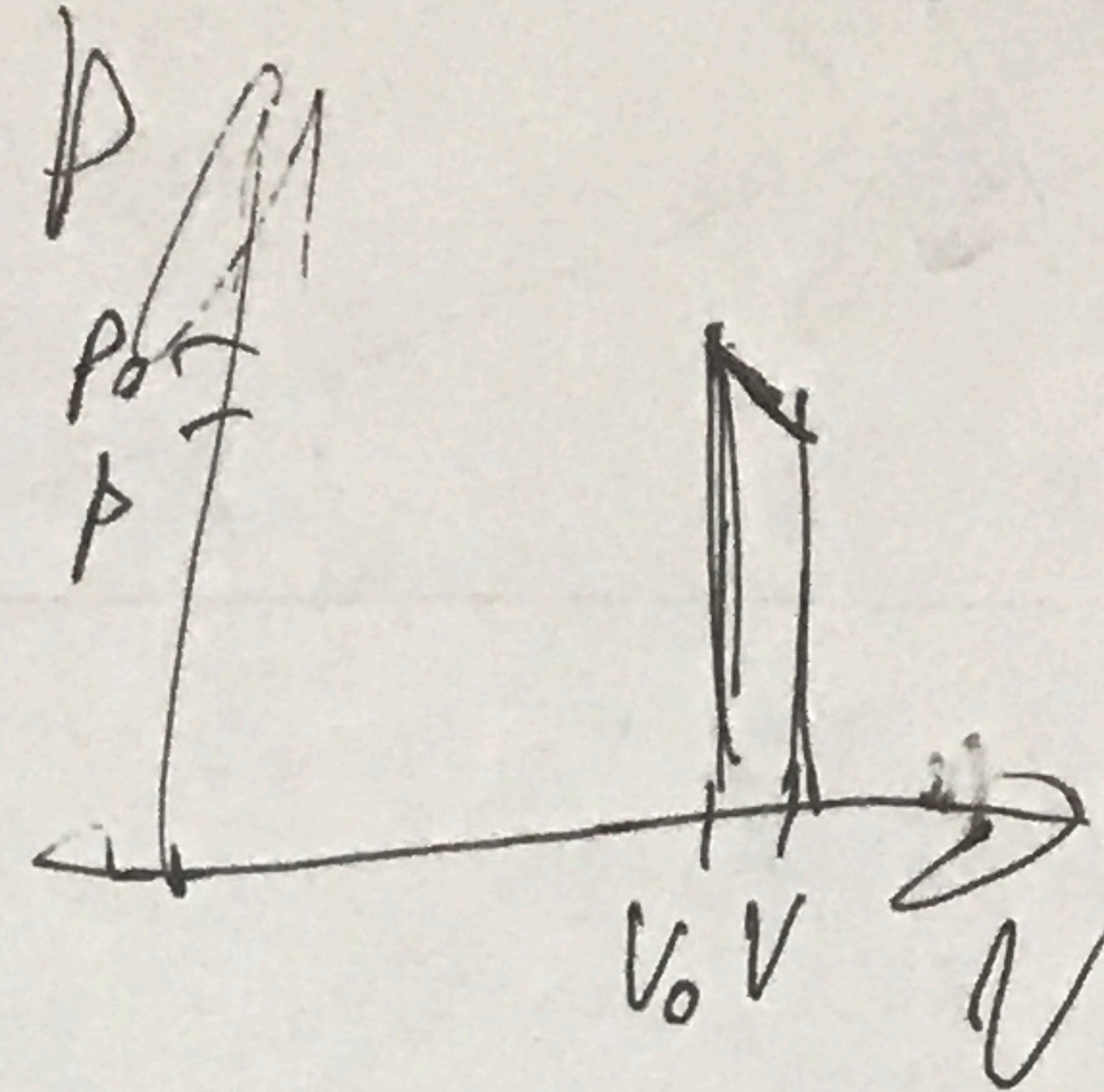
$$\frac{p}{p_0} = 0,99$$

$$\frac{V}{V_0} = 1,02$$

$$pV = \nu R T$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$\frac{pV}{p_0 V_0} = \frac{T}{T_0}$$



$$A = \left(\frac{p+p_0}{2} \right) (V-V_0) =$$

$$= \frac{0,99 p_0 + p_0}{2} \cdot 0,02 V_0 =$$

$$= 0,995 \cdot 0,02 = 0,0199 p_0 V_0 \approx$$

$$\frac{T}{T_0} = ?$$

$$\frac{T}{T_0} = 0,99 \cdot 1,02 = 1,0098 \approx 1,01$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = ?$$

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + 0,0199 p_0 V_0 =$$

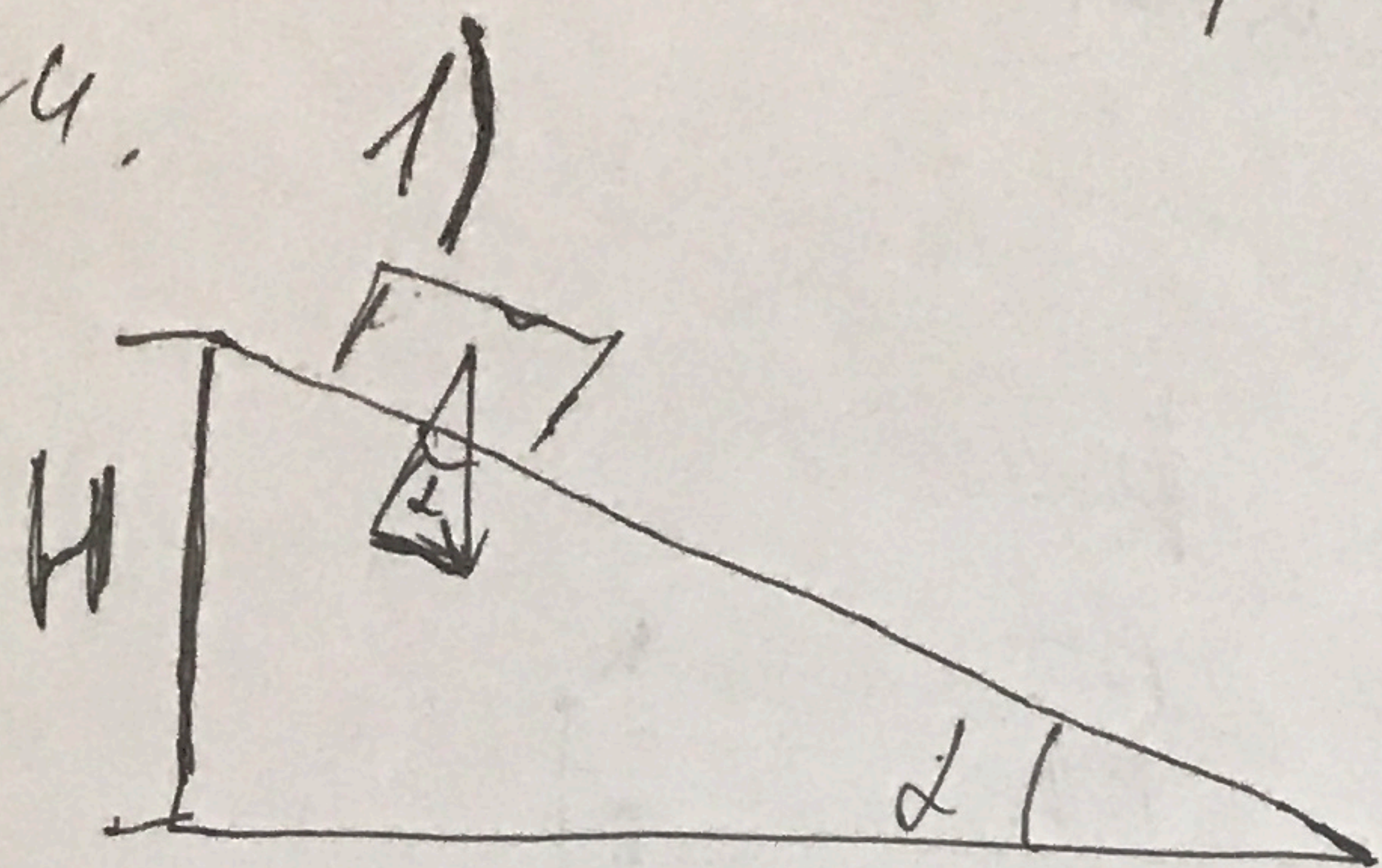
$$= \frac{3}{2} (1,0098 p_0 V_0 - p_0 V_0) + 0,0199 p_0 V_0 =$$

$$\approx \underbrace{0,0147}_{\Delta U} p_0 V_0 + 0,0199 p_0 V_0 = 0,0346 p_0 V_0$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0,0346 p_0 V_0}{0,0147 p_0 V_0} \approx 2,35$$

Черновики.

№4.



$$\cos \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$l = \frac{H}{\sin \alpha} = 1,25H$$

$$a = g \sin \alpha$$

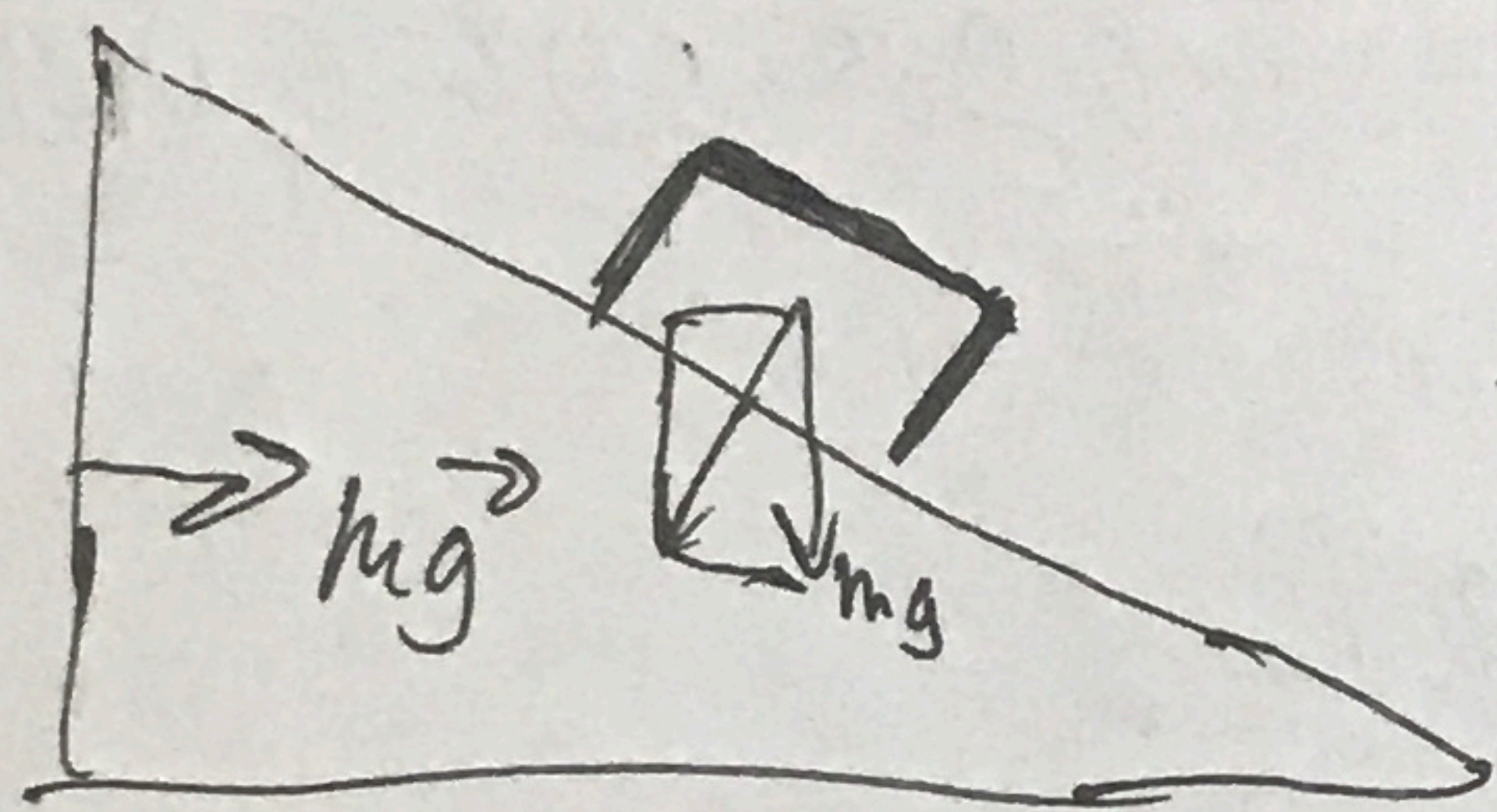
АА

$$l = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,25H}{g \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2,5H}{g \cdot \frac{4}{5}}} = \sqrt{\frac{2,5H \cdot 5}{4g}} = \sqrt{\frac{12,5H}{4g}}$$

$$= \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot H}{\sin \alpha \cdot g \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}}$$

2)



$$a = g \sin \alpha$$

$$a = g \sin \alpha / 2 \cdot \cos \alpha = g \cdot \frac{\frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}}{2} = \frac{6g}{25}$$

$$3mg - 2m \frac{6g}{25} = 13 \frac{mg}{25}$$

$$a = \frac{13g}{50} = 0,26g$$

$$l = \frac{at^2}{2}; t = \sqrt{\frac{2l}{a}}$$

$$a = g \sin \alpha + 0,26g = (0,8 + 0,26)g = 1,06g$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{\sin \alpha \cdot 1,06g}} = \sqrt{\frac{5H}{2,12g}}$$

$$a_{\text{сов}} = 0,325 + 0,8g = 1,125g$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{1,125g}} = \sqrt{\frac{16H}{9g}} = \frac{4}{3} \sqrt{\frac{H}{g}}$$

(4)