№2

Дано:

$\rho_в = 10^3$ кг/м^3 (H_2O)

$V_1 = 5$ л $= 5 \cdot 10^{-3}$ м^3

$p_1 = 10^5$ Па

$T = const$

$\nu = const$

$\Delta m = 3{,}55 \cdot 10^{-3}$ кг

$m_1 - ?$

Решение: $p = 10^5$ Па при $T = const$ и H_2O $T = 373$ К

$\Rightarrow$ в сосуде насыщенный пар при $T = 100°C$

$T = 373$ К когда p было вдвое оно стало меньше

~~Решение~~ p насыщ. пара $\Rightarrow$ вся жидкая H_2O испарилась

~~$m_1 = \rho_в V_1 = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 =$~~

~~$= 5$ кг~~

$m = \rho \cdot V$

$pV = \nu RT \quad pV = \frac{mRT}{M}$

т.к $T = const$ у нас пр-сс изотермический $\Rightarrow$

$p_1 V_1 = p_2 V_2$

$\frac{p_1 m_1}{\rho} = \frac{p_2 m_2}{\rho}$

$p_1 m_1 = 0{,}5 p_1 (m_1 - \Delta m)$

~~$p_1 m_1 =$~~

$p_2 V = \frac{m_2 RT}{M} \quad M_{H_2O} = 18$ г (по таблице Менделеева)

$m_2 = \frac{p_2 V \cdot M}{RT} = \frac{0{,}5 p_1 V M}{R \cdot T} = \frac{0{,}5 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot 373} \approx$

№2 продолжение

$\approx 1{,}45 \cdot 10^{-3}$ кг $= 1{,}452$

$m_1 = \Delta m + m_2 = 1{,}45 + 3{,}55 = 52$

Ответ: $m_1 = 52$.

№3

Дано:

R

$h = \frac{R}{2}$

$H = \frac{R}{2}$

$v_1 = 360 м/с$

$v_0 - ?$

Решение:

$V = \frac{4}{3}\pi R^3$ $\quad S = 4\pi R^2$

$E_{p_n} = -\frac{GMm}{2R^3}(3R^2 - r^2)$ – потенц. энергия внутри шара на расстоянии r от центра

на глубине $\frac{R}{2}$:

$E_{n1} = -\frac{11}{3}\frac{GMm}{R}$ – на глубине $\frac{R}{2}$

$E_{n2} = -\frac{GMm}{1,5R} = -\frac{2}{3}\frac{GMm}{R}$ – на расстоянии $\frac{R}{2}$ на высоте $\frac{R}{2}$ расстояние $1,5R$

ЗСЭ:

$\frac{mv^2}{2} + E_{n1} = E_{n2}$ сокращаем m

$\frac{v^2}{2} - \frac{11}{3}\frac{GM}{R} = -\frac{2}{3}\frac{GM}{R}$

$\frac{v^2}{2} = \frac{GM}{R}\left(\frac{33}{24} - \frac{16}{24}\right)$ $\quad \frac{v^2}{2} = \frac{GM}{R} \cdot \frac{17}{24}$ 12

33-16=
=17

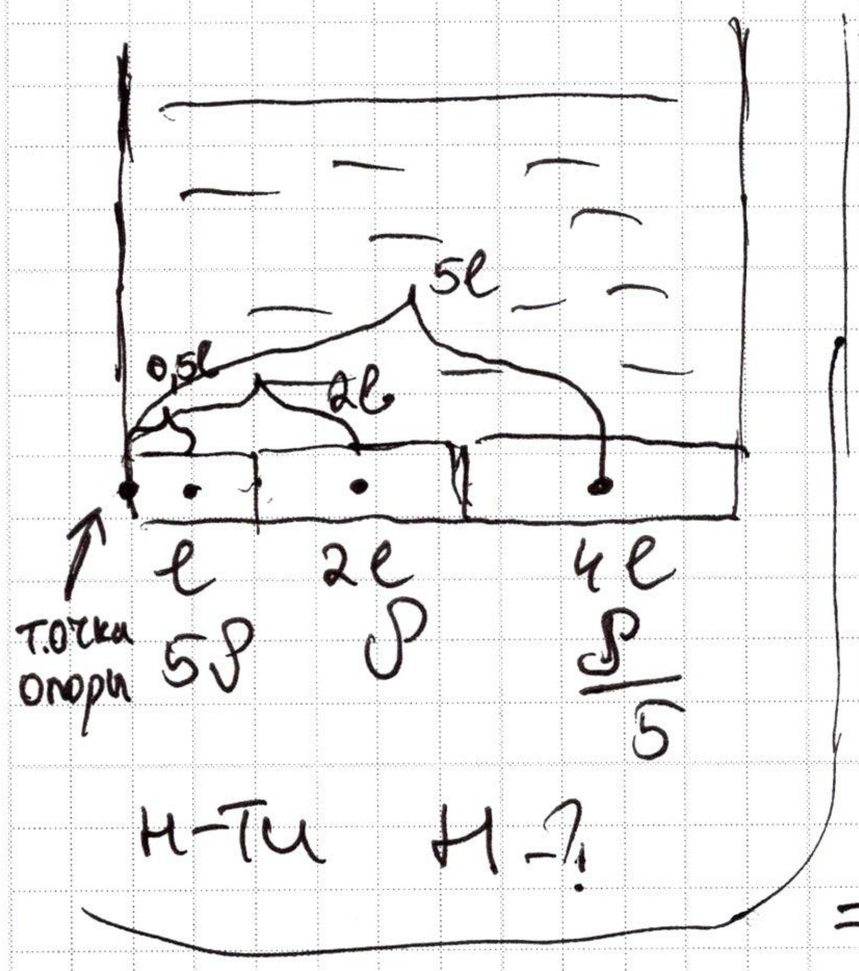
№3 продолжение:

$$v^2 = \frac{17}{12}\cdot\frac{GM}{R} \quad ; \quad v_1^2 = \frac{GM}{R}$$

$$\Rightarrow \quad v^2 = \sqrt{\frac{17}{12}\cdot 360^2} = 360\cdot\sqrt{\frac{17}{12}} \approx 428{,}5 \text{ м/с}$$

Ответ: $v = 428{,}5$ м/с

№4



Решение:

$M = F\cdot\ell = \rho S l g\cdot$ плечо до центра тяжести

цилиндр займет вертикал. положение, когда момент силы Архимеда, сравняется с моментом силы тяжести относит. точки опоры (левого края)

$M_m = M_1 + M_2 + M_3 =$ при сечении

$= (5\rho S l g\cdot 0{,}5\ell) + (2\rho S l g\cdot 2\ell) + (0{,}3\rho S l g\cdot 5\ell) = \rho S l g^2 (2{,}5 + 4 + 4) =$

$= 10{,}5\,\rho S \ell^2 g$ — момент тяжести ($\sum_{\text{трех}}$ (сила · плечо до центра каждой секции)

момент F_A сила на уровне Н дей-ет на центр погруж. части $\frac{H}{2}$:

$$M_A = \rho S g H g\cdot\frac{H}{2} = \frac{\rho S H^2 g}{2}$$

$$M_m = M_A \quad 10{,}5\,\rho S \ell^2 g = 0{,}5\,\rho S H^2 g \quad ; \quad H = \sqrt{21\cdot\ell^2} = \ell\sqrt{21}$$

21

Ответ: $H = \ell\cdot\sqrt{21}$

olymp.bmstu.ru

Вариант задания 1

№1

Дано:

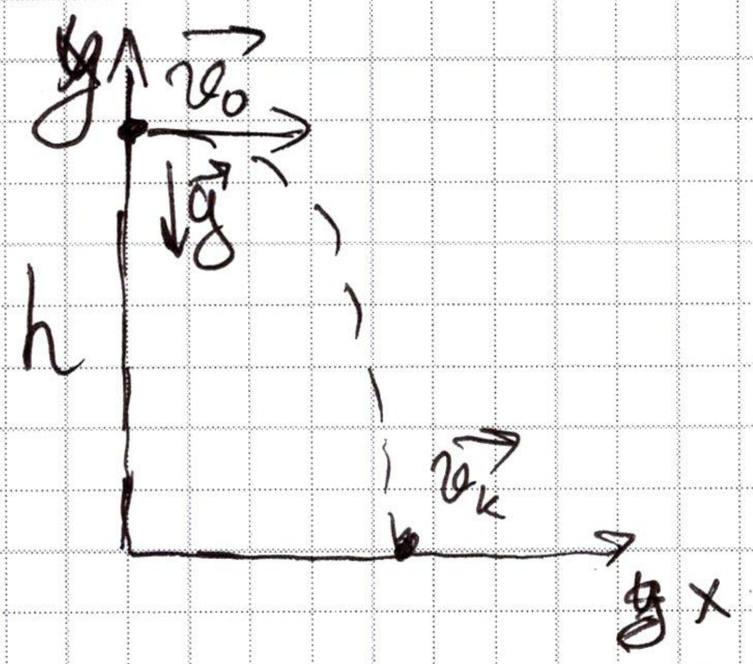
$h = 40$ м

$g = 10$ м/с^2

$\overline{a_m} = 0{,}75\ \overline{a_{mk}}$

$v_0 - ?$

Решение



$$\overline{a_m} = \frac{v_k - v_0}{t_{пол}}\ ;\ \overline{a_{mk}} = g \cdot \frac{v_y}{v_k}$$ — проекция g на направл скорости

$$t_{пол} = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 40}{10}} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}\ \text{с}$$ (v_y – верт скор. в конце)

$$v_{yk} = g t_{пол}\quad 2\sqrt{2} \cdot 10 = 20\sqrt{2}$$

По условию:

$$\frac{v_k - v_0}{t_{пол}} = \frac{3}{4} \cdot g \frac{v_y}{v_k}$$

$$\frac{v_k - v_0}{t_{пол}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{g \cdot g t_{пол}}{v_k}$$

$$v_k(v_k - v_0) = \frac{3}{4} g^2 t_{пол}^2$$

$$v_k^2 - v_k v_0 = \frac{3}{4} g^2 t_{пол}^2$$

№1 продолжение:

$t_{пол}^2 = \frac{2h}{g}$

Заметим, что $g^2 t_{пол}^2 = g \cdot 2h$

$\frac{3}{4}$ $\frac{2}{2}$ $g^2 t_{пол}^2 = g \cdot 2h$

Б) $\Rightarrow v_к^2 - v_к v_0 = 1{,}5gh$

$v_к^2 = v_0^2 + 2gh$ → из закона сохранения энергии

$v_0^2 + 2gh - v_к v_0 = 1{,}5gh$

$v_0^2 - v_к v_0 = -0{,}5gh$

$v_к v_0 = v_0^2 + 0{,}5gh$ возведем обе части в квадрат.

$v_к^2 v_0^2 = (v_0^2 + 0{,}5gh)^2$

$v_0^2(v_0^2 + 2gh) = (v_0^2 + 0{,}5gh)^2$

$v_0^4 + v_0^2 2gh = v_0^4 + v_0^2 gh + 0{,}25g^2h^2$

$v_0^2 gh = 0{,}25g^2h^2$

$v_0 = \sqrt{0{,}25gh} = 0{,}5\sqrt{gh}$

$v_0 = 0{,}5\sqrt{10 \cdot 40} = 0{,}5 \cdot \sqrt{400} = 0{,}5 \cdot 20 =$

$= 10$ м/с

Ответ: $v_0 = 10$ м/с

№5

Дано: $i=3$

цикл a-b-c-a

$x=\frac{V}{V_0}$ $y=\frac{p}{p_0}$

V_0, p_0 – const

$R=1$ (дуги)

центр в т. b.

$m=$ const

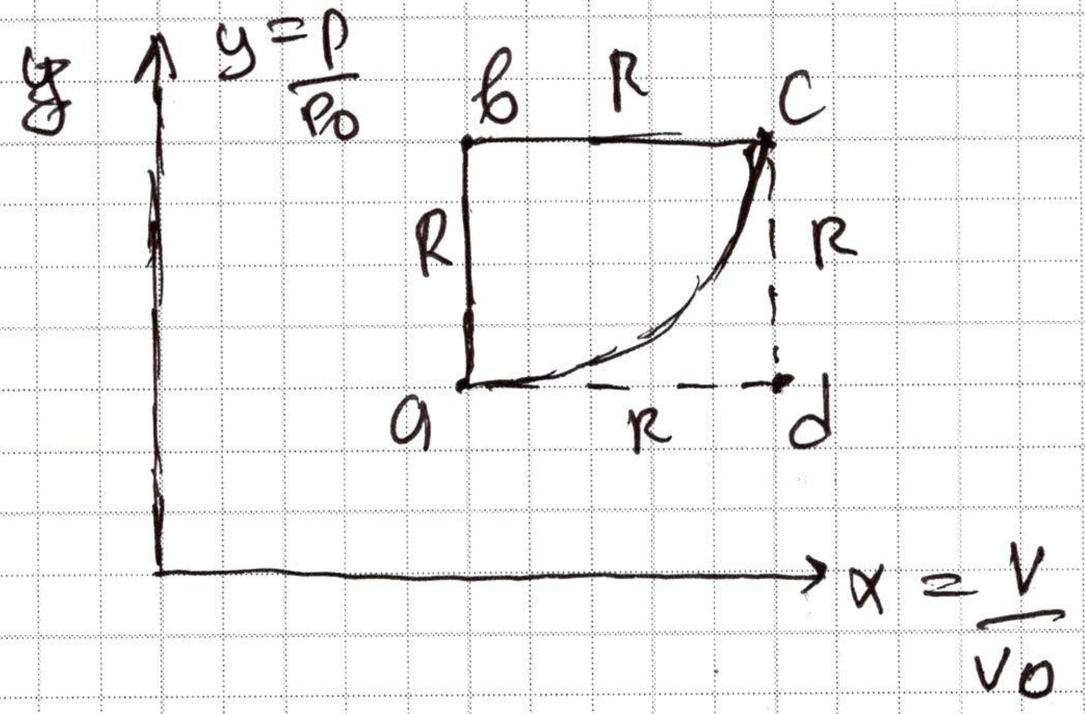
$\eta_{abca} = \eta$

Н-те: η_{acda},

1) η abCda,

2) $\eta_{abca} \to max$

Решение:



т.к у нас безразмерные оси, то

$A_{abca} = \frac{\pi R^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1^2}{4} = \frac{\pi}{4}$ – четверть круга

↳ площадь.

$A_{abcda} = R^2 = 1$

газ получ тепло на участках: $a \to b$, $b \to C$ (увеличение p и V) $\Leftarrow$ это Q общее для обоих циклов

$\eta_{abca} = \frac{A_{abca}}{Q}$ $\eta_{abcda} = \frac{1}{Q} = \frac{1}{\frac{A_{abca}}{\eta_{abca}}} =$

$\frac{1}{\frac{\pi}{4}\eta} = \frac{4\eta}{\pi}$ $\Leftarrow$

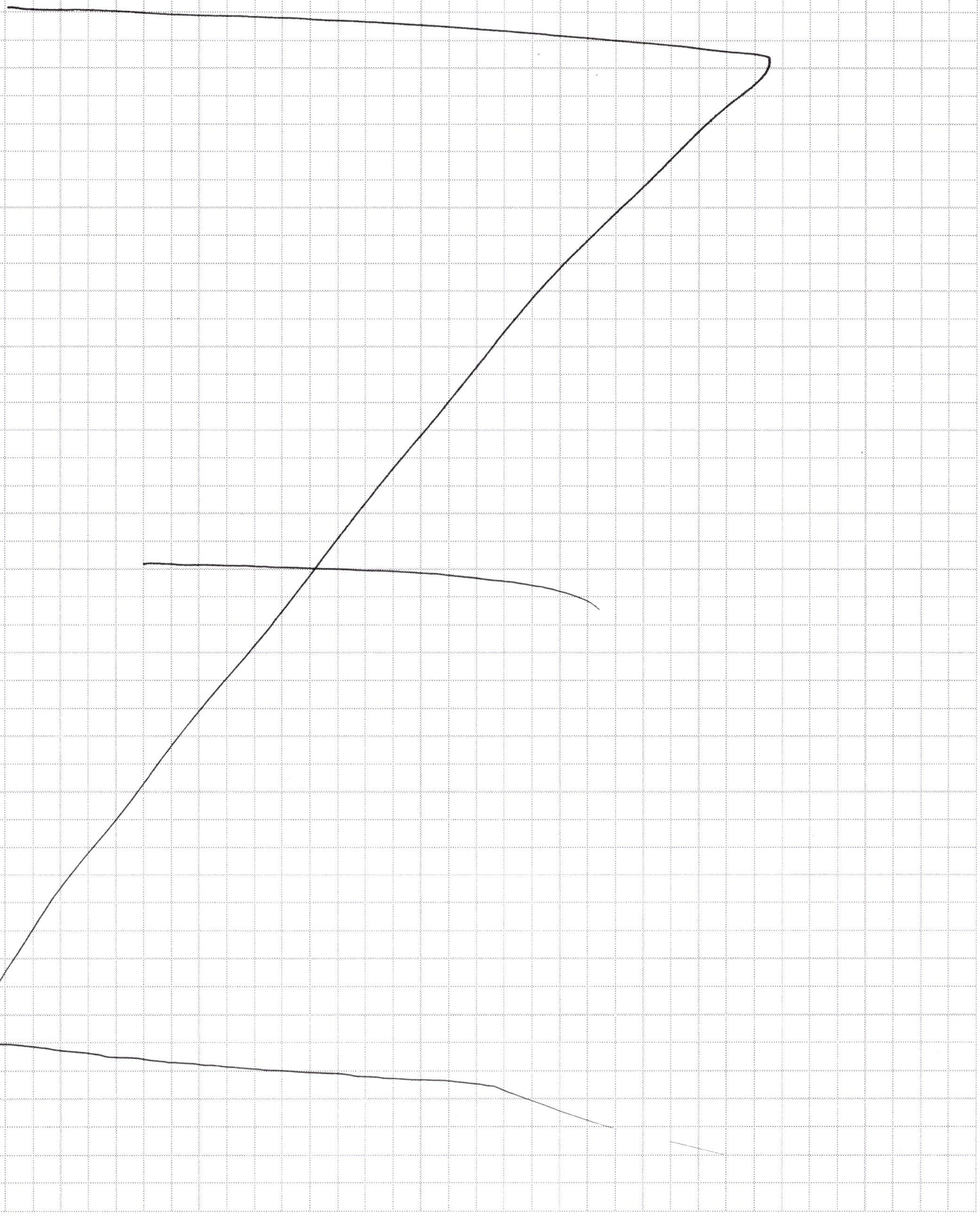
$\eta_{acda} = \eta_{abcda} - \eta_{abca} = \frac{4\eta}{\pi} - \frac{\pi\eta}{\pi} =$

$= \frac{\eta(4-\pi)}{\pi}$

№ 5 продолжение:

2) для одноатомного газа $\eta \to max$

когда он max удален от начала координат. примерно $\leq 20\%$



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Вариант задания 1

№ 6

Дано:

$\alpha = 30^0$

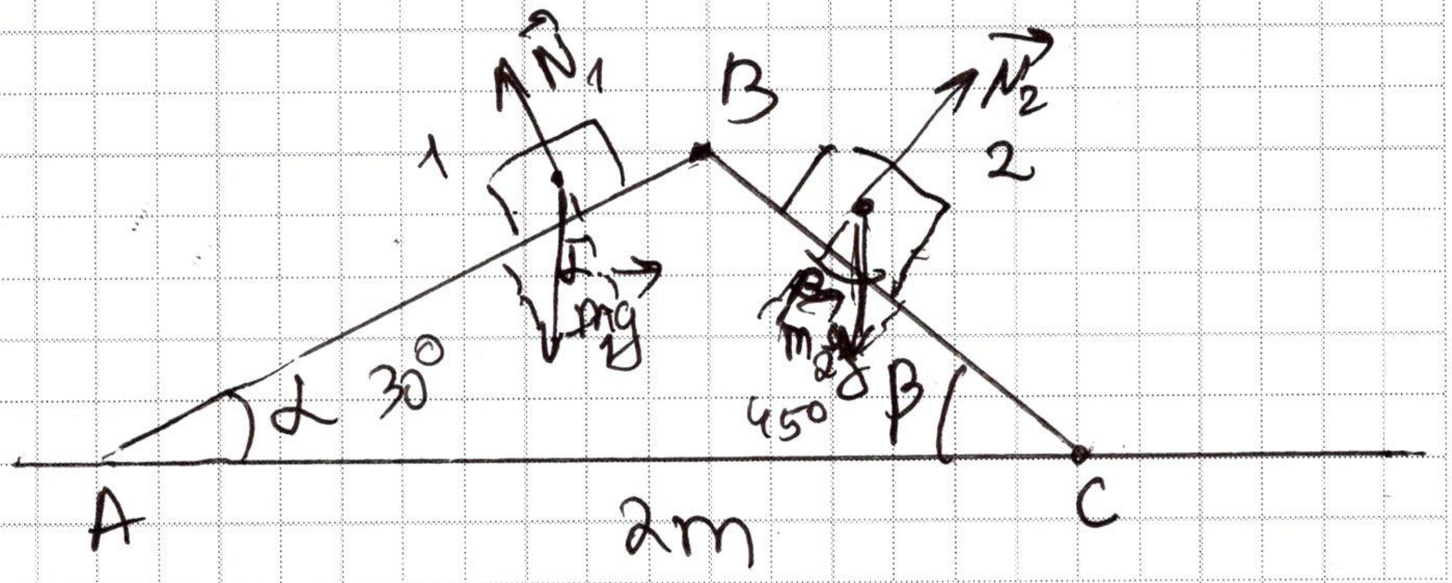
$\beta = 45^0$

$g = 10 м/с^2$

1) $m_1 = m$

$m_2 - ?$

Решение:



2) Бруски покоятся

$M = 2m$ – масса горки

$|q|$ и $\vec{a}$ горки.

1) Чтобы горка стояла горизонтальные силы давления должны быть равны

$N_1 \sin\alpha^0 = N_2 \cdot \sin\beta^0$

$N = mg \cos(\text{угла})$, её пр-ция на горизонт

$F_x = N \cdot \sin(\text{угла}) = mg\cos(\text{угла}) \cdot \sin(\text{угла})$;

$mg \cos 30^0 \sin 30^0 = m_2 g \cos 45^0 \sin 45^0$

$m \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} = m_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$

$m_2 = \frac{\sqrt{3} \cdot m}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{2}} \cdot \frac{2}{\sqrt{2}} = \frac{m\sqrt{3}}{2}$

Ответ: 1) $m_2 = \frac{m\sqrt{3}}{2}$

Можно использовать оборот листа для записи решений

№6 продолжение:

2) При перестановке:

на угле 45° лежит m, а на $30°$ $\frac{\sqrt{3}}{2}m \approx 0,87m$

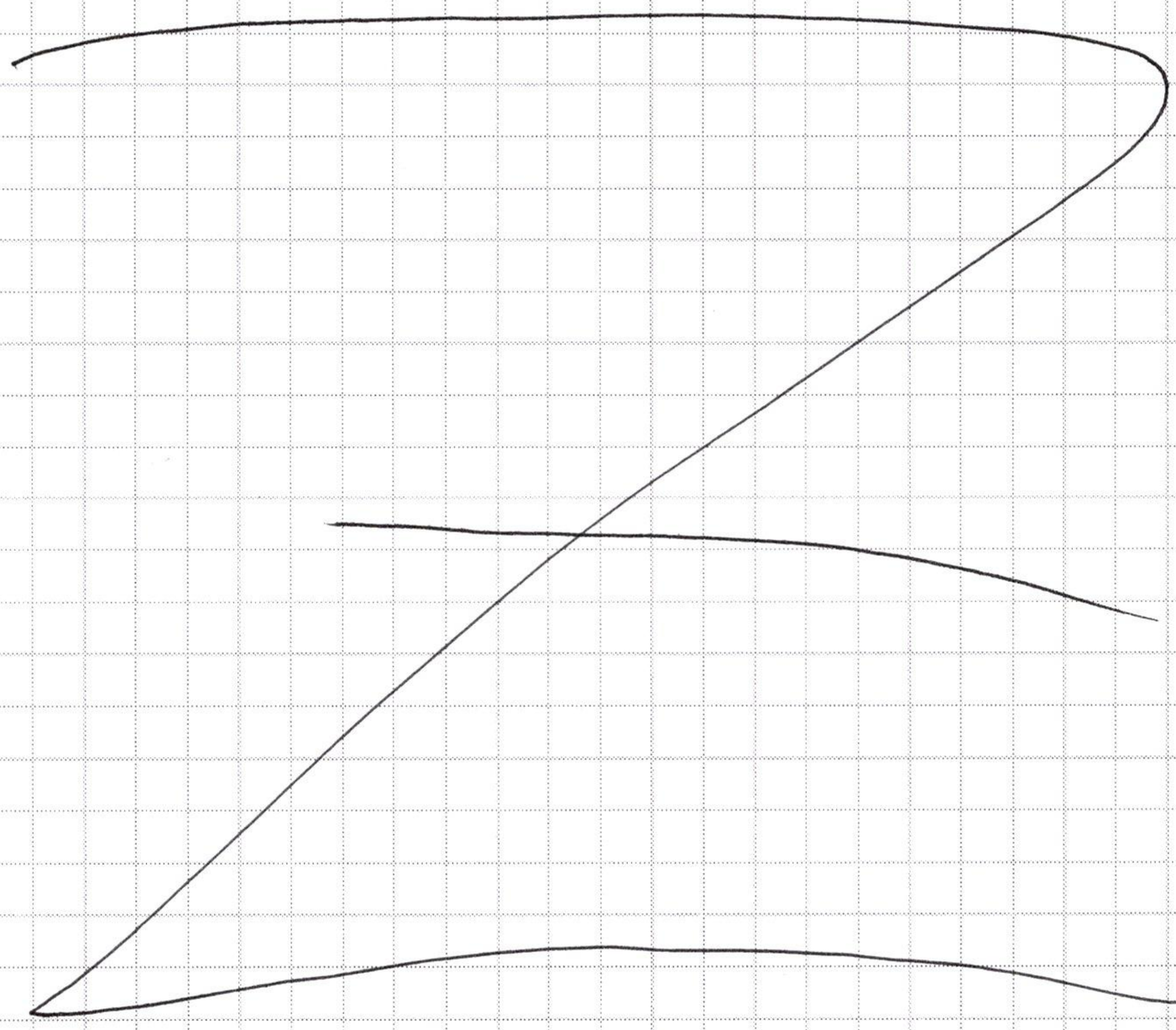
$$F = mg \cdot \frac{1}{2} - 0,87 \cdot mg(0,433) =$$

$$\approx 0,123\,mg$$

$$M_{всех} = 2m + m + 0,87m = 3,87m$$

$$a = \frac{F}{M} = \frac{0,123\,mg}{3,87m} \approx 0,032g = 0,32\ м/с^2$$

Ответ: 2) $a = 0,32\ м/с^2$



№7

Дано:

$T_1 = 5^\circ C = 278 K$

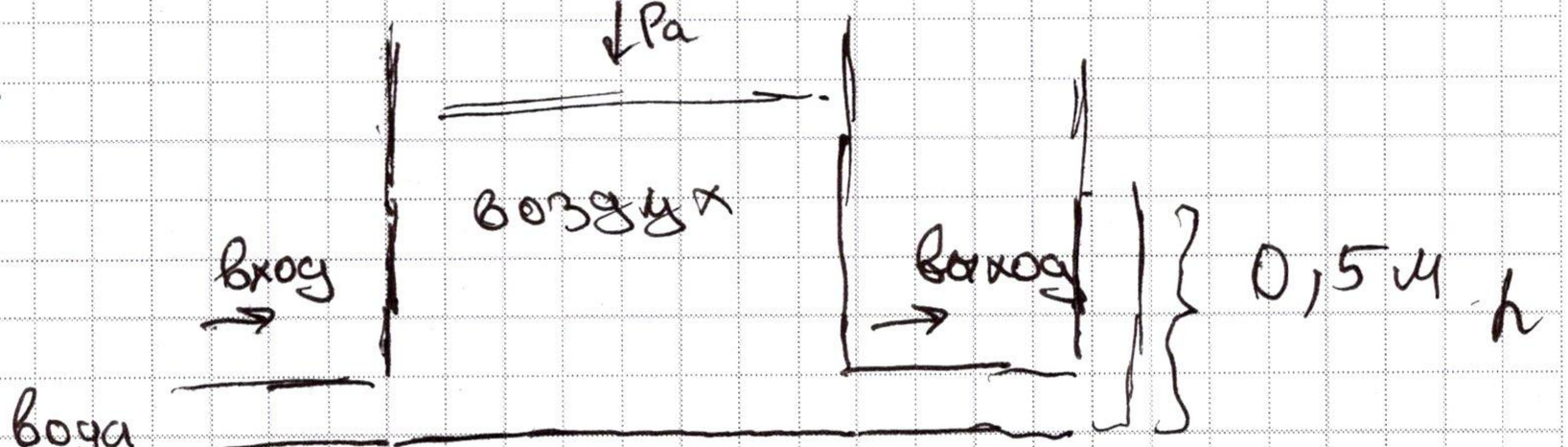
$P = 10^5 Па = const$

$h = 0,5 м$

$\nu = const$

+2-7.

Решение:



Чтобы вода пошла вверх необходимо, чтобы

$P_{воздуха}$ уравновесило атмосферу и столб воды

$$P_2 = P_a + \rho g h = 10^5 + 1000 \cdot 10 \cdot 0,5 = 105000 Па$$

Процесс нагрева сосуда — до начала движения воды проц-сс изохорный $V = const$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{105000}{100000} = 1,05$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \qquad T_2 = \frac{P_2 T_1}{P_1} = 278 \cdot 1,05 \approx$$

$$\approx 291,9 K$$

$$\approx 18,9^\circ C$$

Ответ: $T_2 = 18,9^\circ C$

