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

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

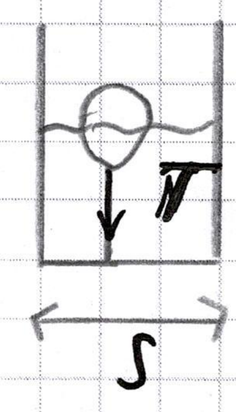
Схема заполнения

Для билета

Для билета

Вариант задания 2

№1



Дано:

$T = 10\,н$; $\Delta h = 4\,мм$; $g = 10\,м/с^2$;

$\rho_в = 1000\,кг/м^3$;

Найти: S - ?;

m - масса льда; $V_п$ - объём погружённой части;

$mg + T = F_A$; $mg + T = \rho_в V_п g$;

V - объём льда;

~~$|\Delta h| = \left|\frac{V - V_п}{S}\right|$;~~ $\Delta h = \left|\frac{V - V_п}{S}\right|$;

~~ρ_0 - плотность льда;~~

~~$\Delta h S = |V - V_п|$;~~ $S = \left|\frac{V - V_п}{\Delta h}\right|$;

~~$\rho_0 V g + T = \rho_в V_п g$;~~

V_1 - объём воды, полученной при таянии льда;

$V_1 = \frac{m}{\rho_в}$; $\Delta h = \left|\frac{V_1 - V_п}{S}\right|$;

№1

$\Delta h S = |V_1 - V_п|$; $\quad S = \left|\frac{V_1 - V_п}{\Delta h}\right|$;

$mg + T = \rho_в V_п g$; $\quad m = V_1 \rho_в$;

$\rho_в V_1 g - \rho_в V_п g = -T$;

$T = \rho_в V_п g - \rho_в V_1 g$; $\quad T = \rho_в g (V_п - V_1)$;

$\frac{T}{\rho_в g} = V_п - V_1 = |V_1 - V_п|$;

$\frac{-T}{\rho_в g} = V_1 - V_п$; $\quad S = \frac{T}{\rho_в g \Delta h}$;

$S = \frac{10 Н}{1000 кг/м^3 \cdot 10 м/с^2 \cdot 0,4 см} = \frac{1}{1000 м^3 \cdot 0,004 м} =$

$= 0,25 м^2$;

Ответ: $S = 0,25 м^2$.

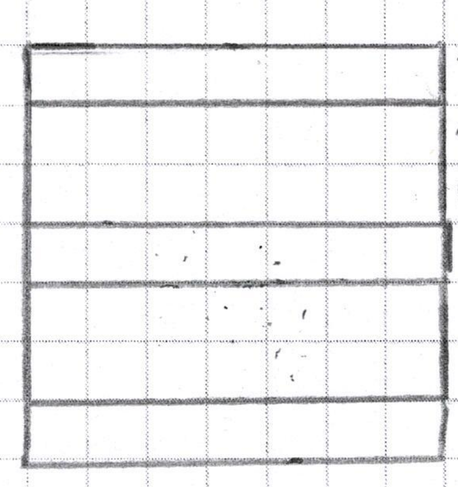
№3

H - ~~слой теста~~ толщина слоя теста;

h - толщина слоя крема;

ρ_0 - плотность коржей;

ρ_1 - плотность крема;



Дано:

$H = (100\% - 10\%) h$; $\quad \rho_1 = (100\% + 50\%) \rho_0$;

ρ - плотность торта;

№3

Найти: ρ_0;

Решение:

$$\rho = \frac{\rho_0 H + \rho_1 h}{H + h};$$ ~~$\rho = \frac{\rho_0 \cdot (100\% - 10\%) h + (100\% + 50\%)}{}$~~

$$\rho = \frac{\rho_0 (100\% - 10\%) h + (100\% + 50\) \rho_0 h}{(100\% - 10\%) h + h} =$$

$$= \frac{\rho_0 \cdot 0,9 h + 1,5 \cdot \rho_0 \cdot h}{0,9 h + h} = \frac{h (0,9 \rho_0 + 1,5 \rho_0)}{1,9 h} =$$

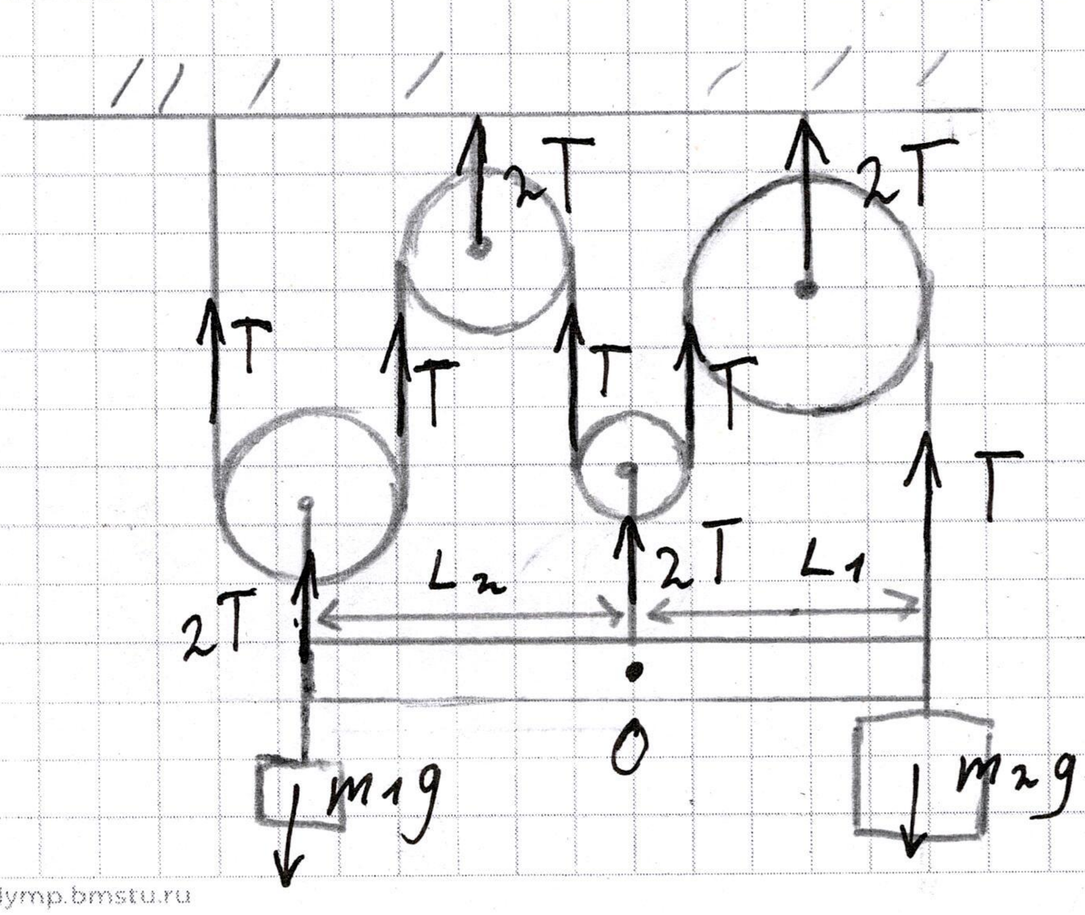
$$= \frac{2,4 \rho_0}{1,9};$$

$$\rho = \frac{24 \rho_0}{19};$$ $19 \rho = 24 \rho_0;$

$\rho_0 = \frac{19}{24} \rho \approx 0,79 \rho;$

Ответ: $\rho_0 = 0,79 \rho;$

№4



Дано: m_1; m_2;

Найти: $\frac{L_1}{L_2}$

Решение:

Относительно точки O:

Можно использовать оборот листа для записи решений

№4

Относительно точки O:

$m_1 g L_2 - 2T \cdot L_2 + L_1 T - m_2 g L_1 = 0$;

$m_1 g L_2 + L_1 T = 2T L_2 + m_2 g L_1$;

~~$2T +$~~ $k = \frac{L_1}{L_2}$; $L_1 = k L_2$;

$2T + 2T + T = m_1 g + m_2 g$;

$5T = (m_1 + m_2) g$;

$T = \frac{1}{5}(m_1 + m_2) g = 0,2(m_1 + m_2) g$;

$m_1 g L_2 - 2T L_2 = m_2 g L_1 - L_1 T$;

$L_2(m_1 g - 2T) = k L_2 (m_2 g - T)$;

$m_1 g - 2T = k(m_2 g - T)$;

$$k = \frac{m_1 g - 2 \cdot 0,2(m_1 + m_2) g}{m_2 g - 0,2(m_1 + m_2) g} =$$

$$= \frac{m_1 - 0,4m_1 - 0,4m_2}{m_2 - 0,2m_1 - 0,2m_2} = \frac{0,6m_1 - 0,4m_2}{0,8m_2 - 0,2m_1};$$

Ответ: $\frac{L_1}{L_2} = \frac{0,6m_1 - 0,4m_2}{0,8m_2 - 0,2m_1}$;

№5

Дано:

график; c_1 - теплоёмкость алюминия; c_2 - теплоёмкость железа.

$c_1 = 920$ Дж/кг·К = 920 Дж/кг°С;

$c_2 = 460$ Дж/кгК = 460 Дж/кг°С;

Найти: P; m;

m - масса грани железа;

M - масса алюминия;

M = 0,5кг;

Решение:

1) $P \cdot \Delta t = c_1 M \Delta T$; Первый участок графика;

$\Delta t = 10c - 0c$;

$\Delta T = 30°C - 20°C$;

$P \cdot (10c - 0c) = c_1 M (30°C - 20°C)$;

$P = \frac{c_1 M \Delta T}{\Delta t}$; $P = \frac{920 \text{ Дж/кг°С} \cdot 0,5\text{кг} \cdot (30°C - 20°C)}{10c - 0c} =$

$= 460$ Вт;

3) Третий участок графика;

$P \Delta t = c_1 M \Delta T + c_2 m \Delta T$;

$P \Delta t = \Delta T (c_1 M + c_2 m)$;

$c_2 m \Delta T = P \Delta t - c_1 M \Delta T$;

№5

$$m = \frac{P\Delta t - c_1 M \Delta T}{c_2 \Delta T},$$

$\Delta t = 50c - 20c$; $\Delta t = 30c$;

$\Delta T = 60°C - 40°C$; $\Delta T = 20°C$;

$$m = \frac{460\ Вт \cdot 30c - 920\ Дж/кг°C \cdot 0{,}5кг \cdot 20°C}{460\ Дж/кг°C \cdot 20°C} =$$

$$= \frac{13800\ Дж - 9200\ Дж}{9200\ Дж/кг} = 0{,}5кг;$$

Ответ: $P = 460\ Вт$; $m = 0{,}5кг$.

№6

Дано:

ρ_1 - плотность керосина;

ρ_2 - плотность порошкообразного алюминия;

$\rho_1 = 800\ кг/м^3$; $\rho_2 = 2400\ кг/м^3$;

k - расход горючего; $k = 240кг/с$;

t - время работы; $t = 3мин. = 180с$;

$d = 0{,}0001м$; $\pi = 3{,}14$;

$\delta = 0{,}0975$; $\Delta V = 5{,}7м^3$;

Найти: сколько процентов массы керосина (m) зачерпнули на порошкообразный алюминий?

Средняя число восстановившихся

olymp.bmstu.ru

частицу;

Решение:

x - доля массы керосина, которую заменили на порошкообразный алюминий;

$m = k t$; V - объём порошкообразного алюминия;

V_1 - объём керосина;

$m = \rho_1 V_1 + \rho_2 V$; V_2 - объём керосина до замены;

$m = \rho_1 V_2$;

$\Delta V = | V_2 - V_1 - V |$;

т.к. $\rho_2 > \rho_1$, $V_2 > V_1 + V$;

$\Delta V = V_2 - V_1 - V$;

$V_2 = \Delta V + V_1 + V$; $V = \frac{x m}{\rho_2}$;

~~$x m = \rho_1 V_1$; $V = \frac{x m}{\rho_2}$;~~

$V_1 = V_2 - \Delta V - \frac{x m}{\rho_2}$;

~~$x m = m - \rho_1 \frac{x m}{\rho_2}$;~~ $x m + \rho_1 \frac{x m}{\rho_2} = m$;

~~$x + \rho_1 \frac{x}{\rho_2} = 1$;~~ $x (1 + \frac{\rho_1}{\rho_2}) = 1$;

~~$x = \frac{1}{1 + \frac{\rho_1}{\rho_2}}$;~~ $x = \frac{1}{1 + \frac{800 кг/м^3}{2700 кг/м^3}} \approx \frac{1}{1 + 0,3} \approx 0,77$;

~~$x = 77\%$;~~

olymp.bmstu.ru

№6

Восстанавливается одна частица из 10 000 т.е. 0,0001 от общего числа частиц;

V_0 - объём одной частицы;

n - среднее число восстановившихся частиц алгоритма;

$$V_0 = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3 = \frac{4}{3}\pi\frac{d^3}{8} = \pi\frac{4d^3}{3\cdot 8} =$$

$$= \pi\frac{d^3}{6};$$

$$n = \frac{x_m}{V_0 \cdot S_2}\cdot\delta\cdot 0{,}001\cdot 0{,}0001;$$

0,001 задевает сетку;

$$n = \frac{0{,}77kt}{\pi\frac{d3}{6}} \qquad n = \frac{1\cdot kt}{\left(1+\frac{S_1}{S_2}\right)\cdot\pi\frac{d3}{6}}\cdot\delta\cdot 10^{-7};\ S_2;$$

$$S_2\ n = \frac{240\,кг/с\cdot 180\,с\cdot 6}{\left(1+\frac{800\,кг/м^3}{2700\,кг/м^3}\right)\cdot 3{,}14\cdot(0{,}0001\,м)^3}\cdot 0{,}0945\cdot 10^{-7} =$$

$$= \frac{259200\cdot(10^4)^3\,кг/м^3}{1{,}\ldots\cdot 3{,}14}\cdot 0{,}0945\cdot 10^{-7}\ \frac{м}{2}$$

$$\approx 46631{,}16\,кг/м^3\cdot 10^5\cdot 0{,}0945 = 454412314\,кг/м^3.$$

$$n = \frac{454412314\,кг/м^3}{2700\,кг/м^3} \approx 16842;$$

Ответ: 77,0 массы керосина заменили, среднее число опасных частиц 16842;

olymp.bmstu.ru

№2

Дано:

$\frac{R_2}{R_3} = 2$;

$I_1 = 6\ A$;

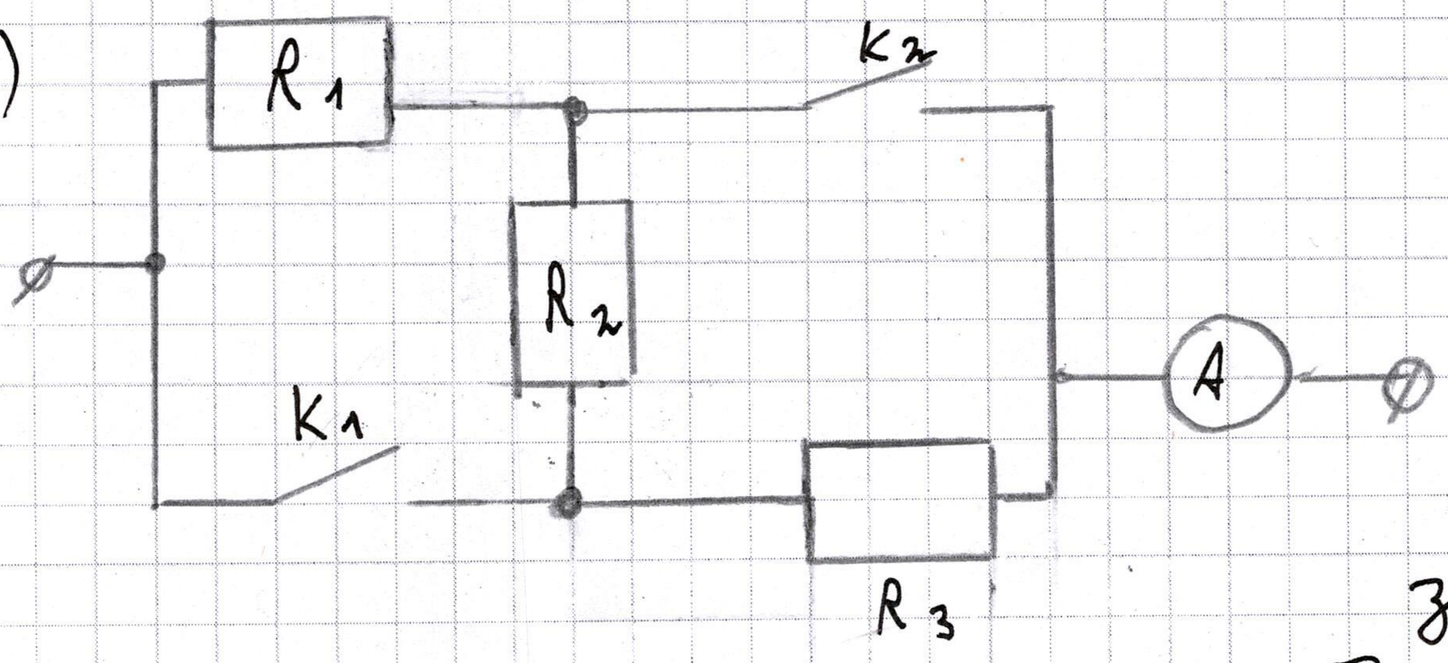
Если ключи замкнуты

$I_2 = 60\ A$;

Найти: I_3 если K_1 разомкнуть, а R_1 поменять местами с K_2;

Решение:

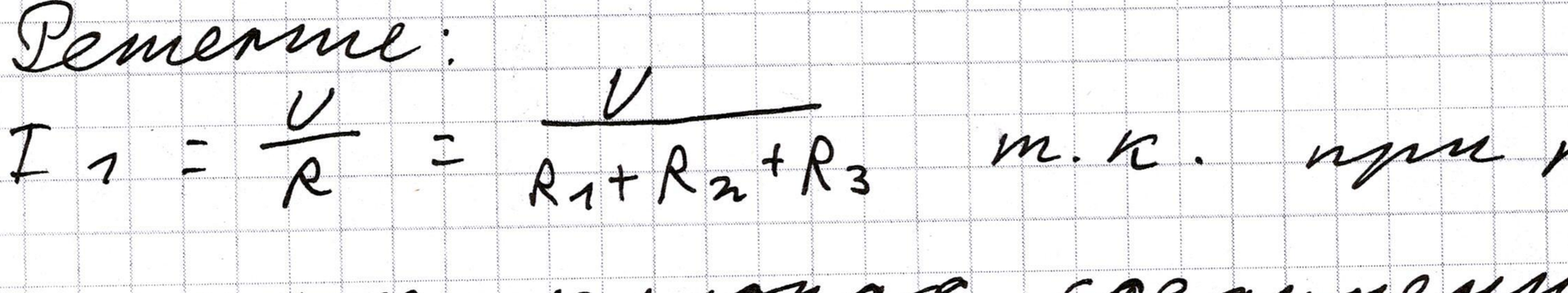
1)



$I_1 = \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3}$ т.к. при разомкнутых ключах соединение последовательное.

$R_2 = 2R_3$; $I_1 = \frac{U}{R_1 + 2R_3 + R_3} = \frac{U}{R_1 + 3R_3}$;

2)

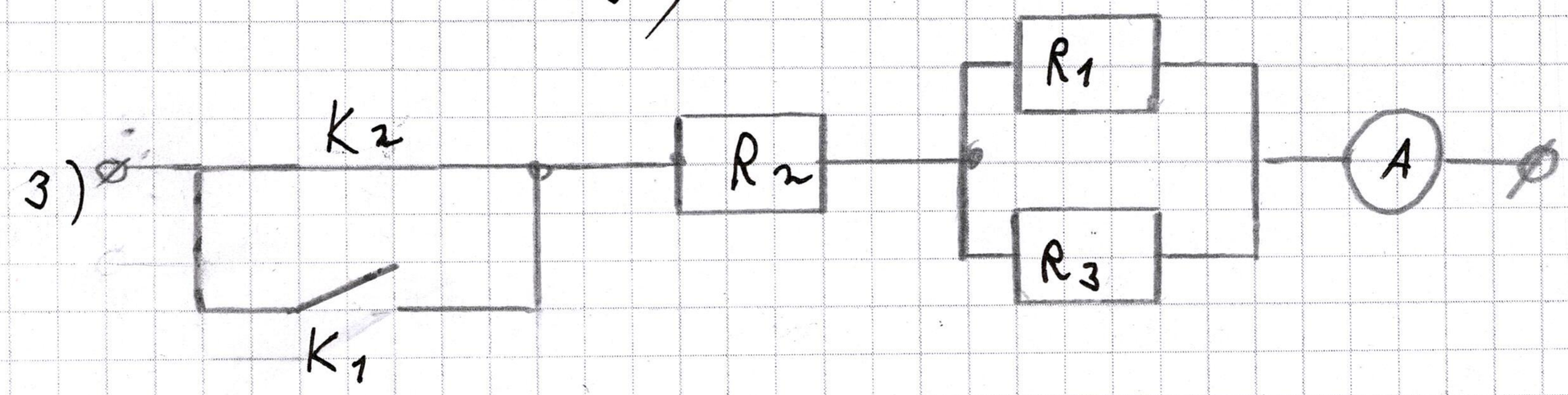


т.к. ток пойдёт по пути наименьшего сопротивления, он пройдёт только через резистор R_2,

№2

$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{U}{2R_3}$;

3)



$\frac{1}{R_{13}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3}$; $R_1 R_3 = R_{13}(R_3 + R_1)$;

$R_{13} = \frac{R_1 R_3}{R_3 + R_1}$; $I_3 = \frac{U}{R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_3 + R_1}}$;

$\frac{U}{R_1 + 3R_3} \cdot 10 = \frac{U}{2R_3}$;

$2R_3 \cdot 10 = R_1 + 3R_3$; $20R_3 = R_1 + 3R_3$;

$R_1 = 17R_3$;

$I_3 = \frac{U}{2R_3 + \frac{17R_3^2}{R_3 + 17R_3}} = \frac{U}{2R_3 + \frac{17}{18}R_3}$;

$U = I_2 \cdot 2R_3$; $I_3 = \frac{I_2 \cdot 2R_3}{R_3(2 + \frac{17}{18})} = \frac{2I_2}{2 + \frac{17}{18}}$;

$I_3 = \frac{2 \cdot 60A \cdot 18}{36 + 17} = \frac{2160A}{53} \approx 40,75A$.

Ответ: $I_3 = 40,75$ A;

№ 6

$$h = \frac{kt \cdot 6 \cdot \delta \cdot 10^{-7}}{\left(1 + \frac{\rho_1}{\rho_2}\right) \cdot \pi \cdot d^3 \cdot \rho_2} = \frac{6kt \cdot \delta \cdot 10^{-7}}{(\rho_2 + \rho_1) \cdot \pi \cdot d^3};$$

$$h = \frac{240 \text{ кг/с} \cdot 6 \cdot 0{,}0975 \cdot 10^{-7} \cdot 180 \text{ с}}{(2700 \text{ кг/м}^3 + 800 \text{ кг/м}^3) \cdot 3{,}14 \cdot (0{,}0001 \text{ м})^3} =$$

$$= \frac{140{,}4 \text{ кг} \cdot 180 \text{ с} \cdot 10^{-7}}{10990 \text{ кг/м}^3 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3} = \frac{25272 \text{ кг} \cdot 10^5}{10990 \text{ кг/м}^3} \approx$$

≈ 229965;

Ответ: среднее число опасных частиц $n \approx 22996$;

$$n = \frac{k t_0 \delta \cdot 10^{-7}}{\cdot};$$

$$x_m = m - \rho_1 \left(\frac{m}{\rho_1} - \frac{x m_0}{\rho_2} - \Delta V\right);$$

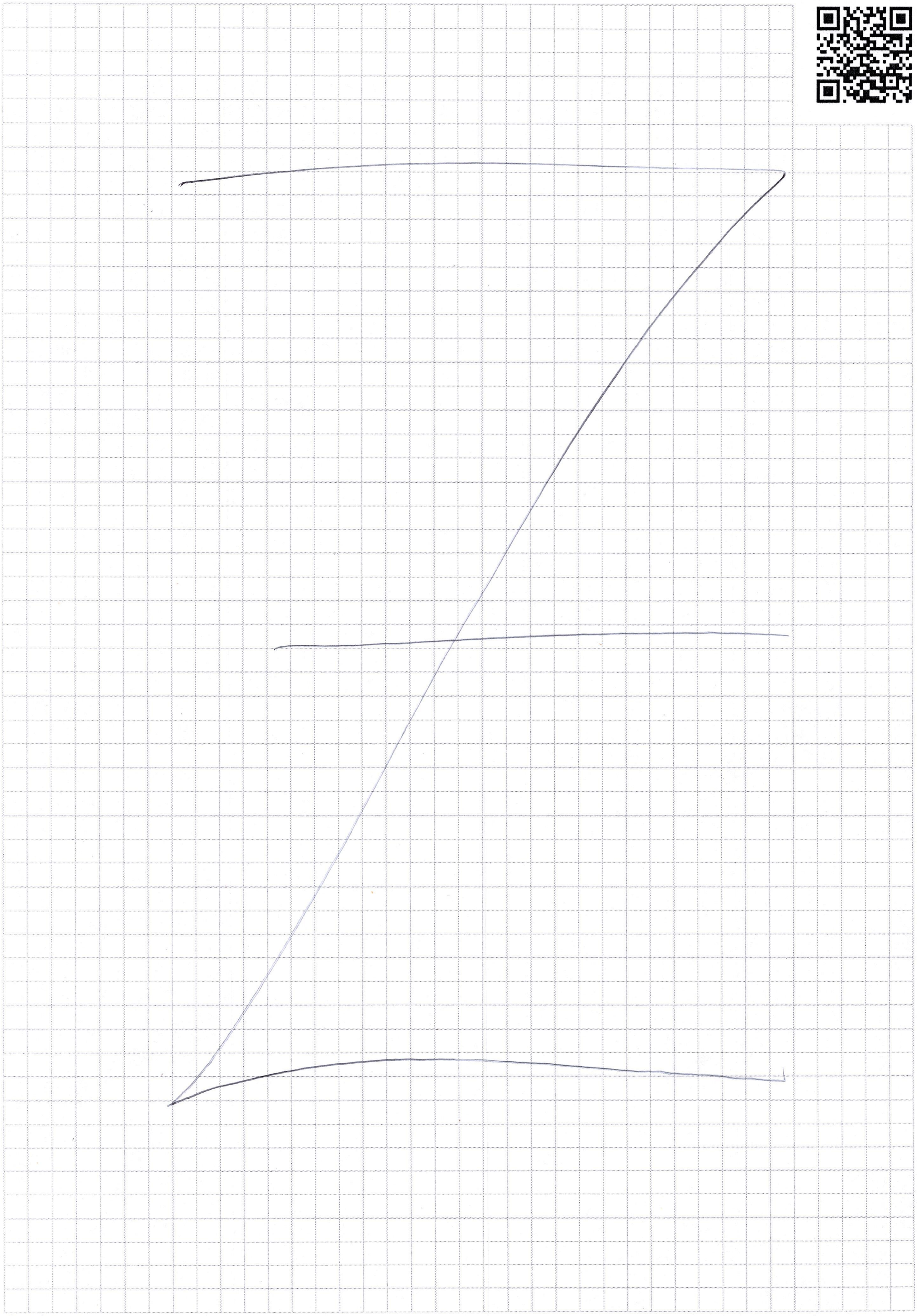
$$x = \frac{\rho_1 \Delta V}{kt\left(1 - \frac{\rho_1}{\rho_2}\right)}; \qquad x = \frac{4560 \text{ кг}}{43200 \text{ кг} - 12800 \text{ кг}} = 0{,}15 = 15{,}0\%$$

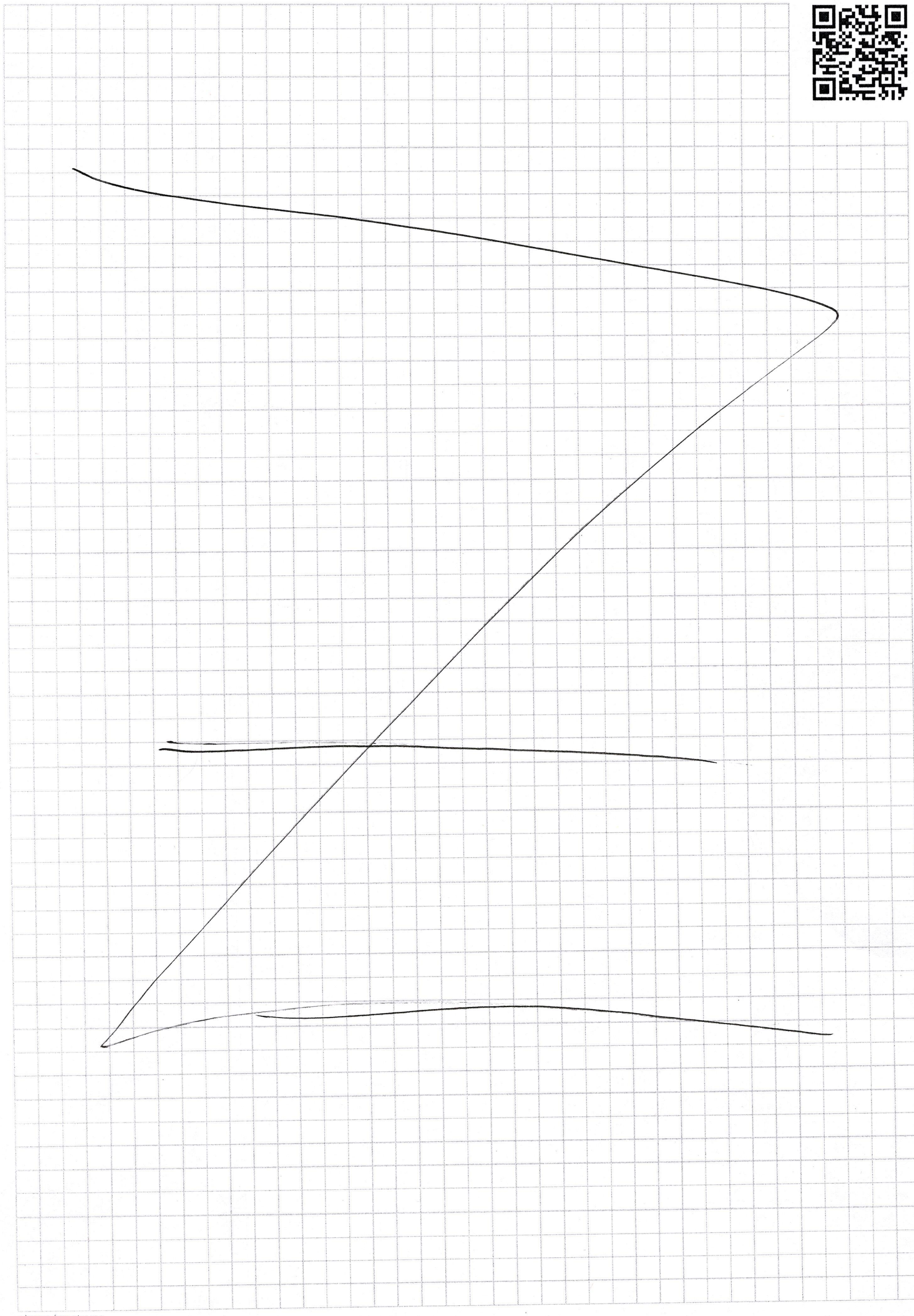
$$n = \frac{x m}{V_0 \cdot \rho_2} \cdot \delta \cdot 10^{-7} = \frac{6480 \text{ кг} \cdot 6}{3{,}14 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3 \cdot 2700 \text{ кг/м}^3} \cdot 10^{-7} \cdot 0{,}0975 \text{ с}$$

≈ 44471;

Ответ: 15,0 массы керосина заключили на горючеобразующий алюминий. Среднее число опасных частиц 44471;

olymp.bmstu.ru



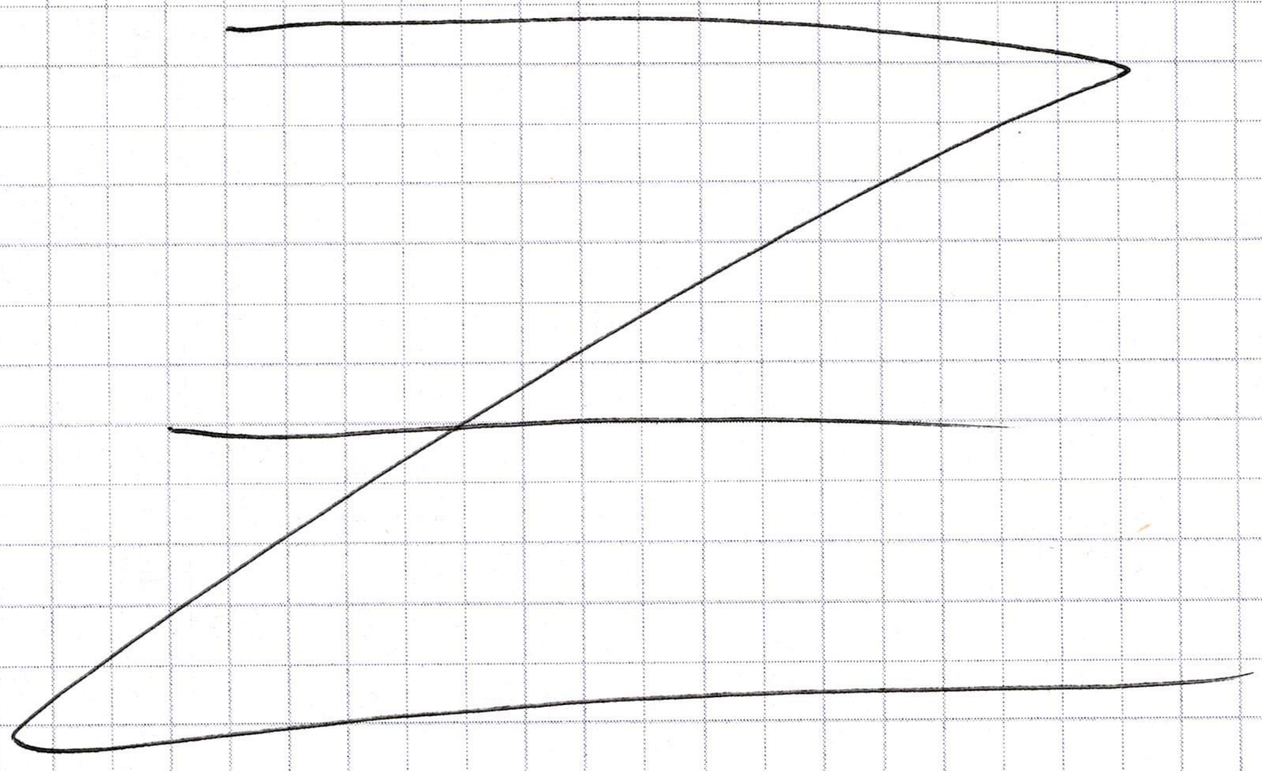


Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Вариант задания _____

Лист работы ____ из ____



Можно использовать оборот листа для записи решений