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 1

№1 Уравнения реакций:

1) $2H^+[AuCl_4]^- + 3Na^+[BH_4]^- \longrightarrow 2Au^0 + 3NaCl + 5HCl + 3BH_3$

Окислитель: $Au^{+3} + 3\bar{e} \longrightarrow Au^0$ | 6 | 2

Восст-ль: $B^{-5} - 2\bar{e} \longrightarrow B^{-3}$ | | 3

~~2) $2Au + 2HCl + 2Cl_2 \longrightarrow 2\downarrow$~~

2) $2Au + 2HCl + 3Cl_2 \longrightarrow 2H[AuCl_4]$

3) ~~$Au + HNO_3 + 4HCl \longrightarrow H[AuCl_4] + H_2O + 2NO_2$~~

$Au + HCl \xrightarrow[pH<7]{H^+} H[AuCl_4] + 2H\uparrow$

$m_{Au} = 3,27 \cdot 10^{-19}$ г $\Rightarrow \nu_{Au} = \frac{m_{Au}}{M(Au)} = \frac{3,27 \cdot 10^{-19}\ г}{197\ г/моль} = 1,66 \cdot 10^{-21}$ моль

$N_{Au} = \nu_{Au} \cdot N_A = 1,66 \cdot 10^{-21} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 996$ атомов золота в наночастице.

№2 Уравнения реакций:

1) $2H-C(=O)-OH \longrightarrow HO-C(=O)-C(=O)-OH + H_2\uparrow$

1) $H-C(=O)-OH \xrightarrow{(O_2)} CO_2\uparrow + H_2O$

2) $H-C(=O)-OH \xrightarrow[pH<7]{H_2SO_4(конц.)} CO_2\uparrow + H_2\uparrow$

$n = 5 \Rightarrow (C_6H_6N_4O_2)_5$ - формула пентагидантоина, $M = 12 \cdot 30 + 30 + 14 \cdot 20 + 16 \cdot 10 = 830$ г/моль - молярная масса пентагидантоина

Можно использовать оборот листа для записи решений

$n_p = (6\cdot6 + 1\cdot6 + 7\cdot4 + 8\cdot2)\cdot5 = 430$ - протонов в молекуле

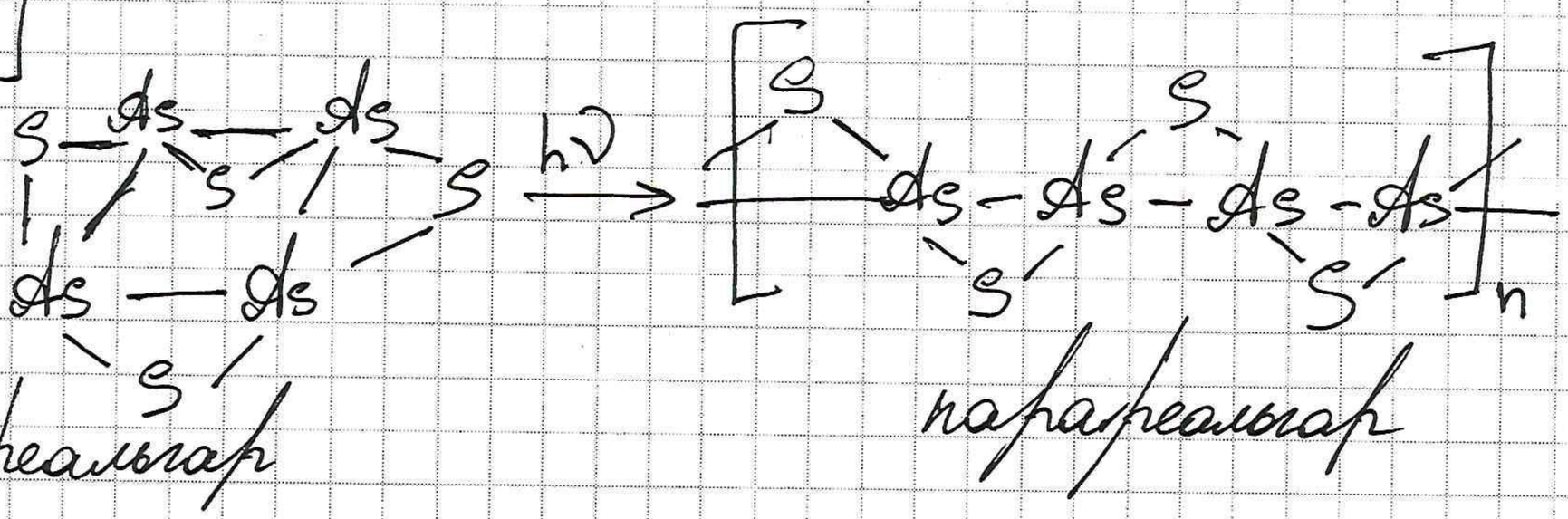
нуклобатурила при $n=5$

$N = \frac{n}{n_p} = \frac{2{,}59\cdot10^{24}}{430} = 6{,}02\cdot10^{21}$ - молекул нуклобатурила

$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{6{,}02\cdot10^{21}}{6{,}02\cdot10^{23}} = 10^{-2} = 0{,}01$ моль - кол-во вещества

$m = \nu\cdot M = 0{,}01\cdot830 = 8{,}32$ - масса порции нуклобатурила

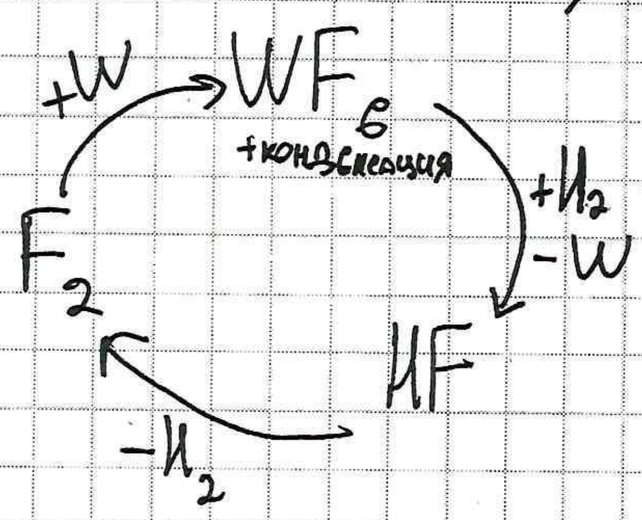
№3



Киноварь - сульфид ртути (II), $HgSO_4$

Станнат свинца (II) — $Pb[Sn(OH)_4]^{2-}$

№5 WF_6 - гексафторид вольфрама (VI)



1) $2HF \xrightarrow[\text{электролиз}]{\text{эл. ток}} H_2\uparrow + F_2$

2) $W + 3F_2 \longrightarrow WF_6$

3) $WF_6 + 3H_2 \longrightarrow W + 6HF$

СХЕМА ЦИКЛА ОБОРОТА ПРОДУКТОВ

$m_W = 579{,}3$ мг $\Rightarrow \nu_W = \frac{m_W}{M_W} = \frac{579{,}3\cdot10^{-3}}{184} = 3{,}15\cdot10^{-3}$ моль - кол-во вольфрама

$\nu_W : \nu_{F_2} = 1:3$ - из стехиометрии $\Rightarrow \nu_{F_2} = \nu_W\cdot3 = 9{,}45\cdot10^{-3}$ моль

$V_{F_2} = \nu_{F_2}\cdot V_m = 9{,}45\cdot10^{-3}$ моль $\cdot 22{,}4$ л/моль $= 0{,}21$ л

Уравнение Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT \Rightarrow \frac{pV}{T} = const$ ($\nu R = const$)

$\frac{100\text{ кПа}\cdot0{,}21}{273\text{ K}} = \frac{8{,}3\text{ кПа}\cdot V}{350+273\text{ K}} \Rightarrow V = \frac{623\cdot100\cdot0{,}21}{273\cdot8{,}3} = 5{,}77$ л - займет фтор

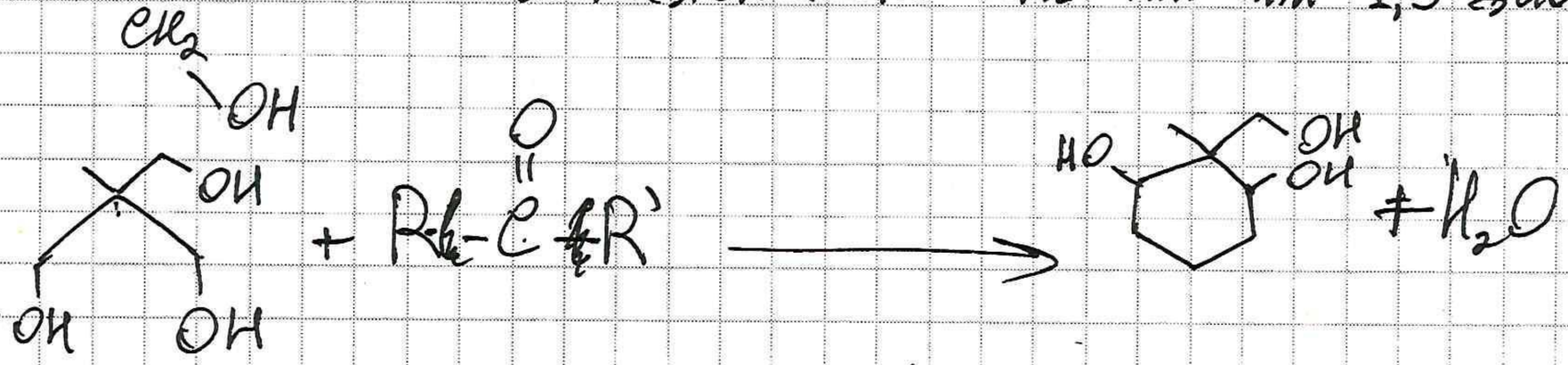
$V_w = \frac{m_W}{\rho_W} = S\cdot d \Rightarrow S = \frac{m_W}{\rho_W\cdot d} = \frac{579{,}3\cdot10^{-6}}{19310\cdot15\cdot10^{-6}} = 2\cdot10^{-3}$ м^2 $= 20$ см^2 - можно покрыть

olymp.bmstu.ru

№6 Пусть вступивший в реакцию кетон имеет вид $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R'$, где R и R' - некоторые радикалы, одинаковые или различные.



– 2-ГИДРОКСИМЕТИЛ-2-МЕТИЛПРОПАН-1,3-ДИОЛ



$16\,г \cdot 0{,}3 = 4{,}8\,г$ - масса кислорода в продукте

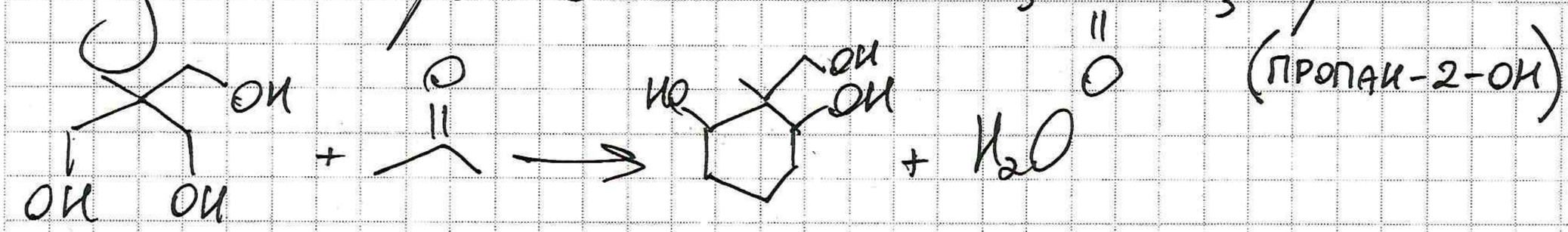
$\frac{4{,}8}{16} = 0{,}3$ моль - количество атомов кислорода в продукте

$M_{C_5H_{12}O_3} = 5 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 3 \cdot 16 = 120\ г/моль$

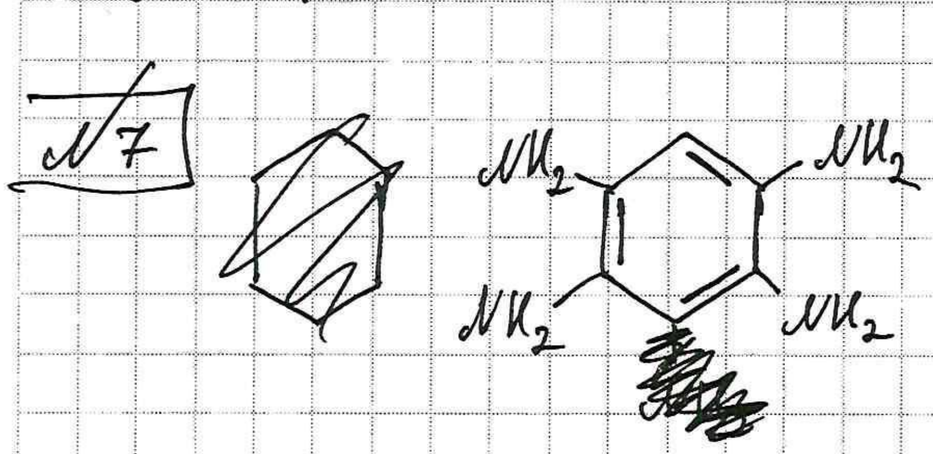
$M_{прод} = M_{прод} = 12 \cdot 8 + 1 \cdot 16 + 16 \cdot 3 = 160\ г/моль$

$\nu = \frac{m}{M_{пр}} = \frac{16}{160} = 0{,}1$ моль, $\nu_O = \frac{4{,}8}{16} = 0{,}3$ моль $= 30\%$ - верно, тогда

вступивший в реакцию кетон – $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$ - пропанон (ПРОПАН-2-ОН)



№7

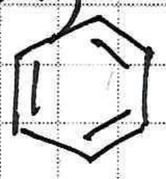


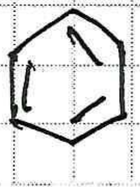
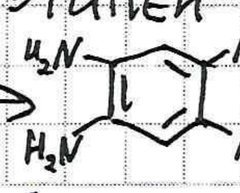
ГЕКСАМЕТИЛЕНТЕТРААМИН (УРОТРОПИН)

Основной компонент природного газа – метан, CH_4

1) $2CH_4 \longrightarrow \underset{\text{ЭТАН}}{CH_3-CH_3} + H_2$

2) $CH_3-CH_3 \longrightarrow \underset{\text{ЭТИЛЕН}}{CH_2=CH_2} + H_2$

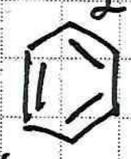
3) $3CH_2=CH_2 \longrightarrow$  $+3H_2\uparrow$ БЕНЗОЛ

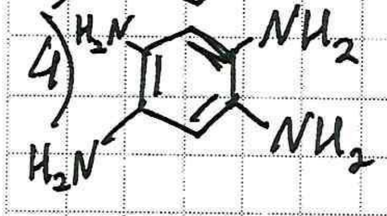
4)  $+4NH_3 \longrightarrow$  $+4H_2\uparrow$

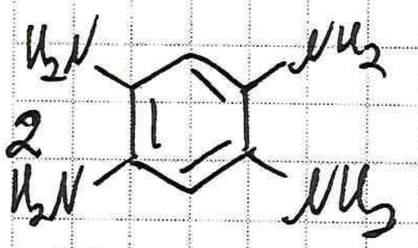
Названия веществ по IUPAC:

1) CH_4 — метан, CH_3-CH_3 — этан

2) $CH_2=CH_2$ — этен

3)  — гексаметилен (бензол, не IUPAC)

4)  — гексаметилентетрамин (уротропин, не IUPAC)



$+25O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 10H_2O + 8NO_2$

$\nu_{об}\ \nu_г : \nu_у = (12+10+8) : 2 = 30 : 2 = 15 : 1$ — молярное соотношение смеси газов и уротропина, из стехиометрии

$\nu_г = \frac{V}{V_m} = \frac{31,36}{22,4} = 1,4$ моль $\Rightarrow \nu_у = \frac{1}{15}\nu_г = 0,093$ моль

$M_у = 6 \cdot 12 + 4 \cdot 14 + 10 \cdot 1 = 138\ г/моль$

$m_у = \nu_у \cdot M_у = 0,093 \cdot 138 = 12,834\ г$ — уротропина сгорело

$Q = m_у \cdot q = 12,834 \cdot 10^{-3}\ кг \cdot 31'300 \cdot 10^3\ Дж/кг = 401,7\ кДж$ — выделилось

№4 H_4TiO_4 — терефталевая кислота

$H_4[TiO_4] + 4NaOH \longrightarrow Na_4[TiO_4] + 4H_2O$

$3Na_4[TiO_4] + 4Eu(NO_3)_3 \xrightarrow{H_2O} Eu_4[TiO_4]_4 + 12NaNO_3$

$\xrightarrow{H_2O} Eu_4^{3+}[TiO_4]_4^{4-} \cdot xH_2O + 12NaNO_3$, где $x = 4$ (в условиях задачи) — молекулярная вода пентагидрата $Eu(NO_3)_3$

$M_{пг} = 152 + 3(14 + 16 \cdot 3) + 5 \cdot 18 = 428\ г/моль$

$\nu_{Eu} = \frac{m_{пг}}{M_{пг}} = \frac{8,56\ г}{428\ г/моль} = 0,02$ моль

$\nu_{прод} : \nu_{Eu} = 1 : 4$ — из стехиометрии $\Rightarrow \nu_{прод} = 0,25 \cdot 0,02 = 5 \cdot 10^{-3}$ моль

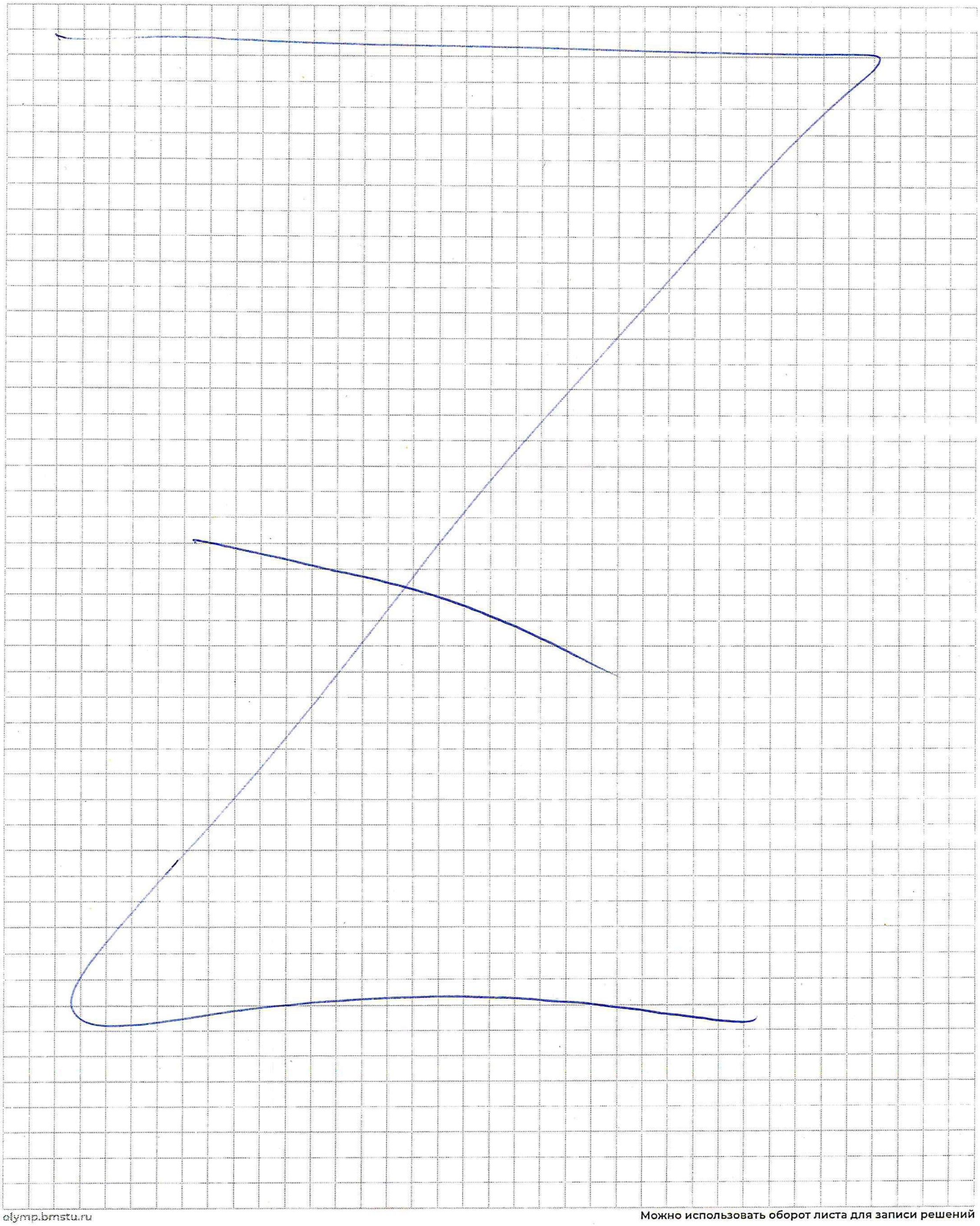
$M_{прод} = 152 \cdot 3 + 4(48 + 16 \cdot 4) + 4 \cdot 18 = 976\ г/моль$

$m_{прод} = \nu_{прод} \cdot M_{прод} = 976 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 4,88\ г$ — продукта образуется

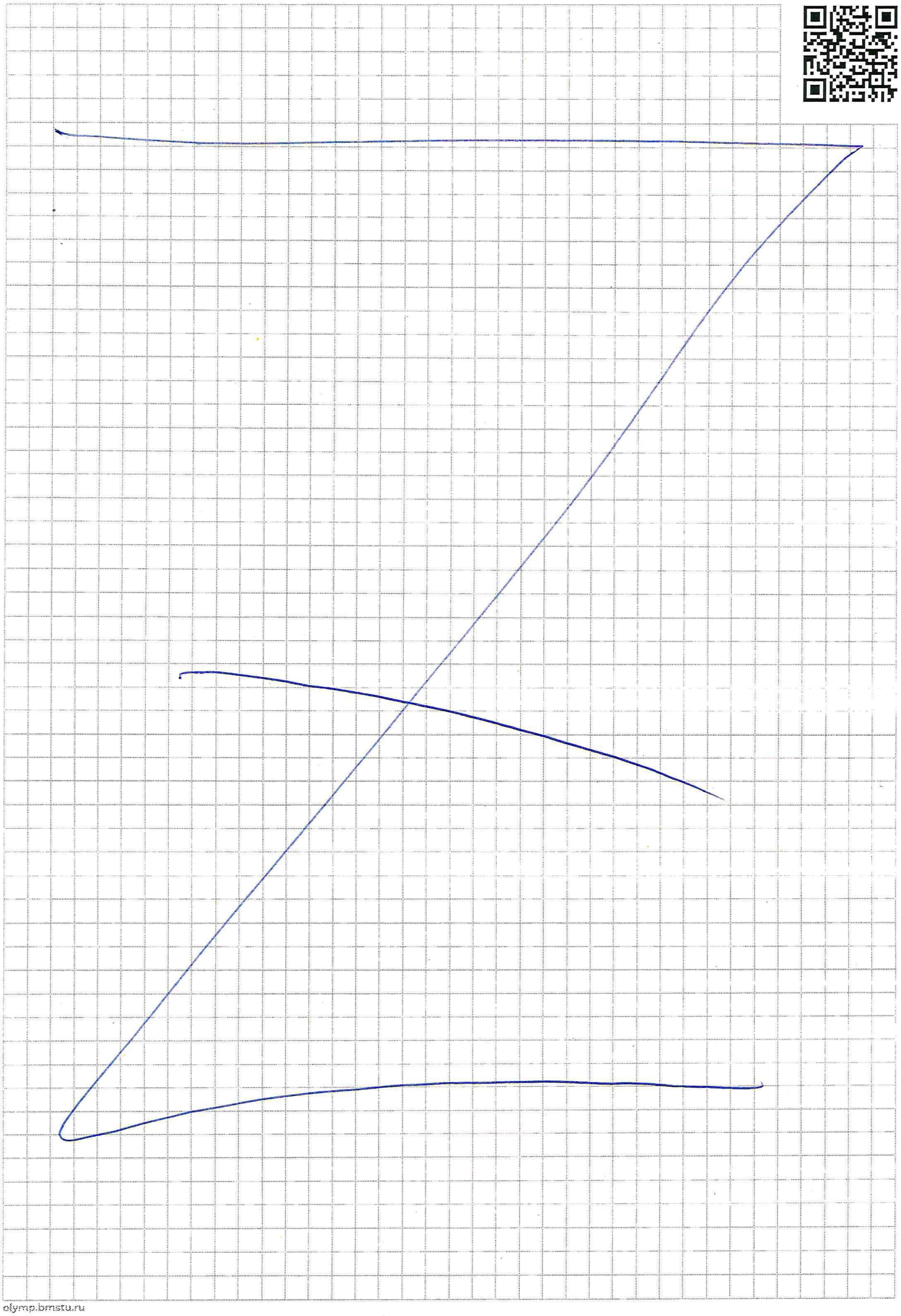
olymp.bmstu.ru

Вариант задания _____

Лист работы ____ из ____



Можно использовать оборот листа для записи решений

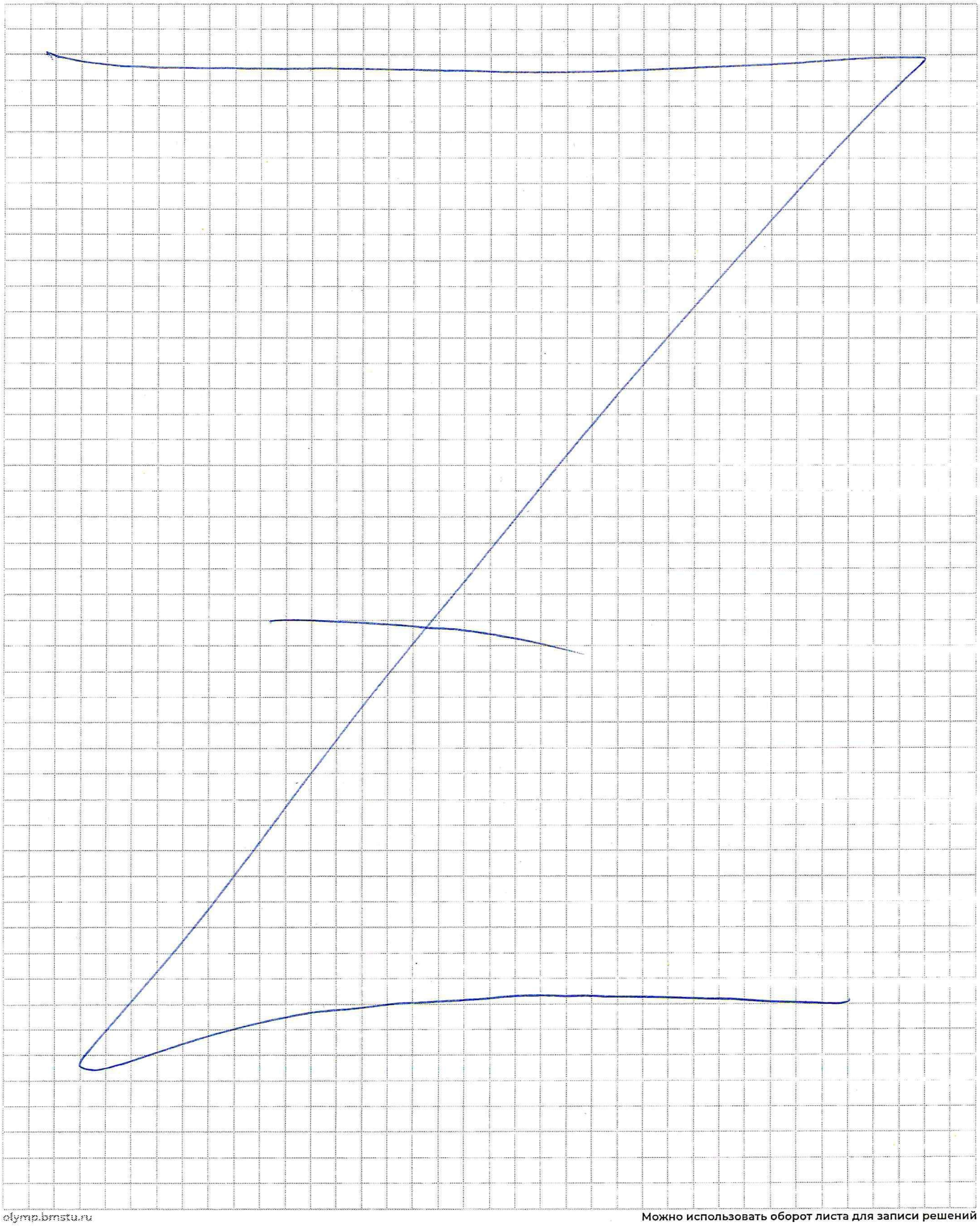


Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Вариант задания _____

Лист работы ____ из ____



Можно использовать оборот листа для записи решений

