



97-26-20-92
(55.13)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Бунько Константина Юрьевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 3 » марта 2024 года

Подпись участника
[Signature]

97-26-20-92
(55.13)

1	2	3	4	5	6	7	Σ
4	10	12	16	16	20	24	98

чистовик

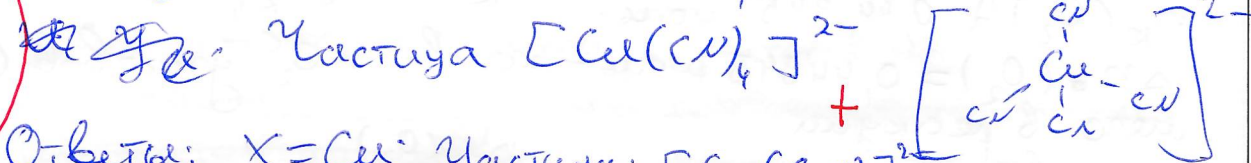


ω3

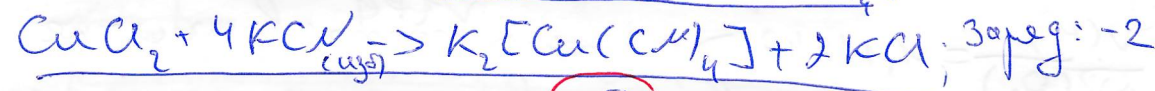
$$\omega(X) \text{ в растворе} = 36,17\% \Rightarrow \omega(CN) = 61,9\% = 0,619$$

$$\Rightarrow M_2 = 4M(CN) / \omega(CN) = 168 \text{ г/моль}$$

$$\Rightarrow M(X) = M_2 - 4M(CN) = 64 \text{ г/моль} \Rightarrow X = Si$$



Ответы: $X = Si$ Частица: $[Si(CN)_4]^{2-}$

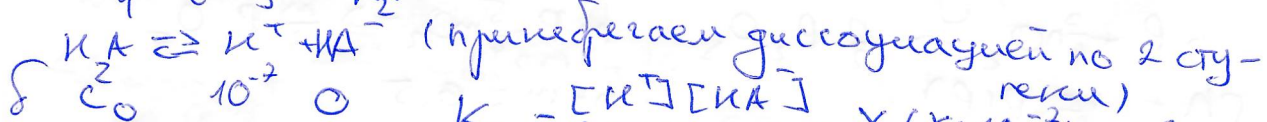


$$M_{\text{эбк-701}} = 12 \cdot 4 + 16 \cdot 5 + 6 = 134 \text{ г/моль}$$



$$V(C_4H_6O_5) = \frac{m}{M} = 0,005 \text{ моль}$$

$$C_0(C_4H_6O_5) = \frac{V}{V} = \frac{0,005 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 0,025 \text{ М}$$



И	10^{-2}	0
Р	-x	+x + y
С	$C_0 - x$	x x

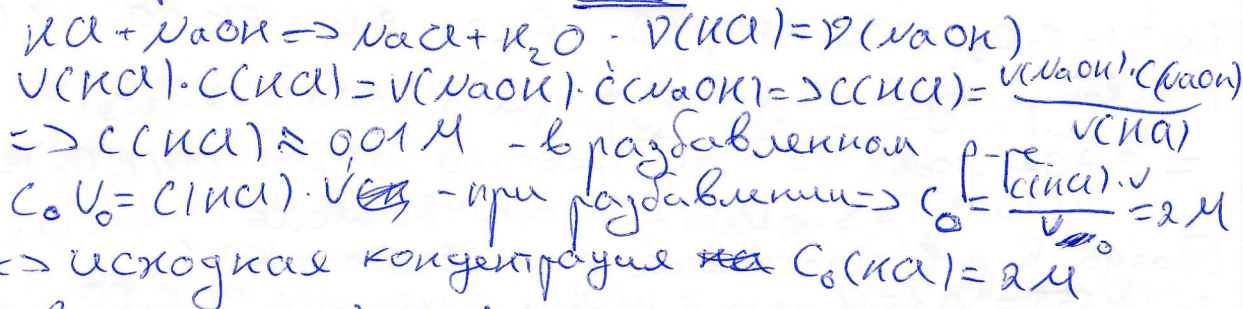
$$K_{a1} = \frac{[K^+][KA^-]}{[K_2A]} = \frac{x(x+10^{-2})}{C_0-x} \approx \frac{x^2}{C_0-x}$$

$$K_{a2} = 3,47 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{x^2}{C_0-x} = K_{a1} \Rightarrow x \approx 2,777 \cdot 10^{-3} \text{ М} \Rightarrow [K^+] = 2,777 \cdot 10^{-3}$$

$$pK \approx 2,556 \approx 2,56$$

Ответ: $pK = 2,56$



Ответ: $C_0(KA) = 2 \text{ М}$

лб

В сосуде: $V = 7 \text{ л}$; $p_0 = 3,14 \text{ атм} = 313,1605 \text{ кПа}$; $T = 298 \text{ К}$
 $pV = nRT \Rightarrow n_0(\text{O}_2) = \frac{p_0 V}{RT} = 2,8989 \text{ моль}$

$m(\text{P}) = 15,52 \Rightarrow \nu(\text{P}) = 0,5 \text{ моль}$



В условиях эксперимента: ~~$\frac{\nu(\text{P})}{\nu(\text{O}_2)} = 0$~~

$p_{\text{к}}(\text{O}_2) = \frac{1}{2} p_0 \Rightarrow n_{\text{к}}(\text{O}_2) = \frac{p_{\text{к}} V_{\text{к}}}{RT} = \frac{1}{2} \frac{p_0 V}{RT} = \frac{1}{2} n_{0\text{O}_2}$

$n_{\text{к}}(\text{O}_2) = 1,44945 \text{ моль}$

$\Delta n_0(\text{O}_2) = 0,44945 \text{ моль}$ - кол-во O_2 , участвовавшего в реакции

В условиях эксперимента: ~~$\frac{\Delta n(\text{O}_2)}{\nu(\text{P})}$~~

$\frac{\nu(\text{P})}{\Delta \nu(\text{O}_2)} = 1,1247 > 0,8 \Rightarrow$ фосфор в избытке

т.к. весь фосфор вступил в реакцию можно предположить, что часть фосфора окислилась до P_4O_6

Далее для простоты $\text{P}_4\text{O}_6 = \text{P}_2\text{O}_3$; $\text{P}_4\text{O}_{10} = \text{P}_2\text{O}_5$

Пусть n моль P окислилось до P_2O_3 , а m моль, до P_2O_5



$$\begin{cases} n + m = \nu(\text{P}) \\ \frac{3}{4}n + \frac{5}{4}m = \Delta \nu(\text{O}_2) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n + m = 0,5 \\ 0,75n + 1,25m = 0,44945 \end{cases}$$

$\Rightarrow n = 0,3511$; $m = 0,1489$

\Rightarrow образовалось $0,17555 \text{ моль}$ " P_2O_3 " и $0,07445 \text{ моль}$ " P_2O_5 "

К полученной смеси добавили p г KOH

$\nu_0(\text{KOH}) = m_0(\text{KOH}) = 67,22$; $\nu_0(\text{KOH}) = 1,19786 \text{ моль}$



В первой реакции израсходуется $\Delta \nu_1(\text{KOH}) = 4\nu(\text{P}_2\text{O}_3) =$

$= 0,7022 \text{ моль}$. Во второй реакции $\Delta \nu_2(\text{KOH}) = 6\nu(\text{P}_2\text{O}_5) =$

$= 0,4467 \text{ моль} \Rightarrow \Delta \nu_{\text{KOH}} = 1,1489 \text{ моль}$

Поэтому в р-ре останется $0,04896 \text{ моль KOH}$;

$2 \cdot 0,17555 = 0,3511 \text{ моль}$ K_2HPO_3 и $0,1489 \text{ моль}$ $\frac{1}{2} \text{K}_3\text{PO}_4$

или $2,746656 \text{ г KOH}$, $55,5442 \text{ г K}_2\text{HPO}_3$ и $31,611472 \text{ г K}_3\text{PO}_4$

Общая масса р-ра $m_{\text{об}} = m_0 + m(\text{P}_2\text{O}_3) + m(\text{P}_2\text{O}_5) =$

$= 124,8242$

97-26-20-92
(55.13)

Тогда: $w(\text{KOK}) = \frac{2,746656}{477,8824} = 0,005748 = 0,5748\%$

$w(\text{K}_2\text{KPO}_3) = \frac{55,544}{477,8824} = 0,1162 = 11,62\%$

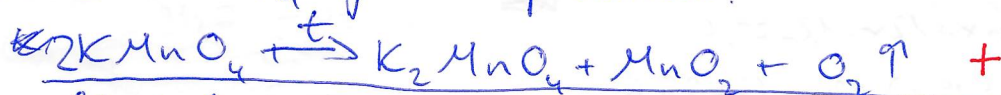
$w(\text{K}_3\text{PO}_4) = \frac{31,61147}{477,8824} = 0,06615 = 6,615\%$

Ответ: $w(\text{KOK}) = 0,5748\%$; $w(\text{K}_2\text{KPO}_3) = 11,62\%$
 $w(\text{K}_3\text{PO}_4) = 6,615\%$ +

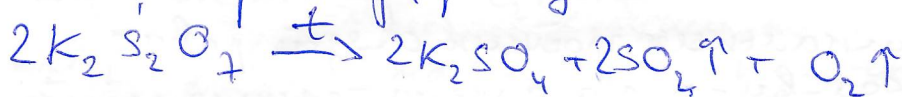
соль 1 \xrightarrow{t} соль 2 + оксид + простое в-во
~~под такую схему реакции подходит разложение нитратов до нитритов, например, разложение KNO_3~~



Под такую схему подходит, например, разложение KMnO_4 при нагревании:



или, например, реакция:



Примеров таких реакций очень много

Из реакции алканов с Ag_2O в $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ можно понять, что хотя-бы 1 из алканов терминальный
смесь присоединит к себе $3600 \cdot 0,02 = 192 \text{ г } \text{Br}_2$
или $1,2015 \text{ моль } \text{Br}_2$. Т.к. каждая тройная связь присоединит 2 экв. Br_2 то смесь содержит $2,403 \text{ моль}$ "тройных связей"

Предположим, что смесь не содержит $\text{C}_2\text{H}_2 \Rightarrow$
в осадок с $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ выпадает $\text{Ag}^+ \text{C} \equiv \text{C-R}$ (а не Ag_2C_2 , как в случае с ацетиленом)
Найдем кол-во терминальных связей тройных

связей: $\nu(\text{HC} \equiv \text{C}) = \nu(\text{Ag}^+) = 2\nu(\text{Ag}_2\text{O}) = 0,17 \text{ моль}$
это больше чем всего тройных связей \Rightarrow ~~смесь содержит $0,2 = 2,403 =$~~
~~это меньше, чем общее кол-во тройных связей \Rightarrow~~
одни из алканов в смеси не являются терминальными

Также из этого можно сделать вывод, что оба алкена содержат только одну тройную связь (скажем блуждающий углевод алкена, реагирующего с $[Ag(NH_3)_2]$ он тоже дает бел осадок)

Тогда, формулы алкенов можно записать как $C_n H_{2n-2}$ и $C_{n+1} H_{2n}$; где $C_n H_{2n-2}$ - терминальный, $C_{n+1} H_{2n}$ - нет.

$$V(C_n H_{2n-2}) = 0,6 \text{ моль.}$$

Пусть $V(C_{n+1} H_{2n}) = x$; т.е. смесь 0,6 моль $C_n H_{2n-2}$ и x моль $C_{n+1} H_{2n}$

$$0,6 \cdot (12n + 2n - 2) + x(12(n+1) + 2n) = 0,6(14n - 2) + x(12n + 2n + 12) = 8,4n - 1,2 + 14nx + 12x = 29,6$$

$$\begin{cases} 8,4n + 14nx + 12x - 1,2 = 29,6 \\ 0,6 + x = 2,4 \end{cases} \Rightarrow x = 1,8 \text{ моль}$$

$$8,4n + 14nx + 12x - 1,2 = 29,6$$

$$n(8,4 + 14x) + 12x - 1,2 = 29,6$$

$$n(8,4 + 14x) + 12x - 1,2 = 29,6 \Rightarrow n = \frac{30,8 - 12x}{8,4 + 14x}$$

Кол-во терминальных тройных связей равно их общей кол-ву \Rightarrow оба алкена терминальные и ни один из них не является ациклическим.

Предположим, что оба алкена содержат только 1 тройную связь \Rightarrow их формулы можно записать, как $C_n H_{2n-2}$ и $C_{n+1} H_{2n}$. Пусть смесь состоит из x моль $C_n H_{2n-2}$ и $0,6-x$ моль $C_{n+1} H_{2n}$

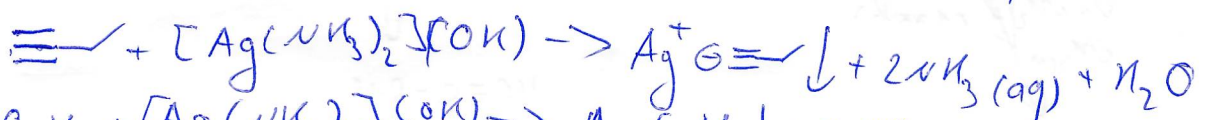
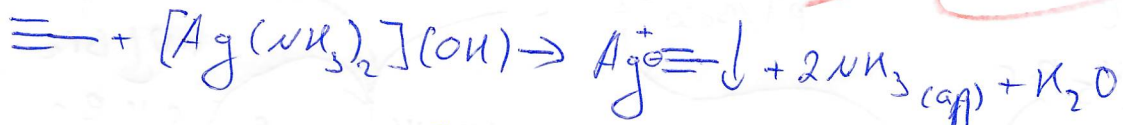
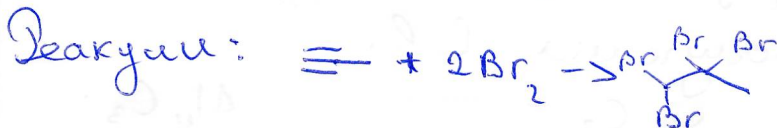
$$\begin{aligned} & \text{Тогда общая масса смеси:} \\ & x(12n + 2n - 2) + (0,6 - x)(12n + 12 + 2n) = x + 12 \\ & = x(14n - 2) + (0,6 - x)(14n + 12) = 29,6 \Rightarrow \\ & \Rightarrow x(14n - 2) + 0,6(14n + 12) - x(14n + 12) = \\ & = x(14n - 2 - 14n - 12) + 0,6(14n + 12) = -14x + 0,6(14n + 12) \\ & = 29,6 \Rightarrow 14x = \frac{0,6(14n + 12) - 29,6}{14}; 0 < x < 0,6; n \geq 2 \end{aligned}$$

Этим 2 условиям удовлетворяет только пара:

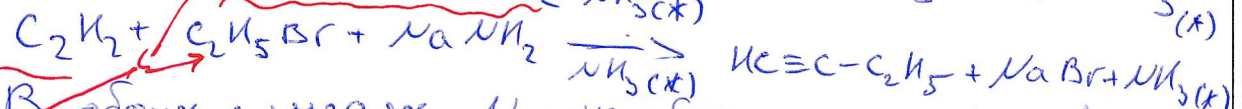
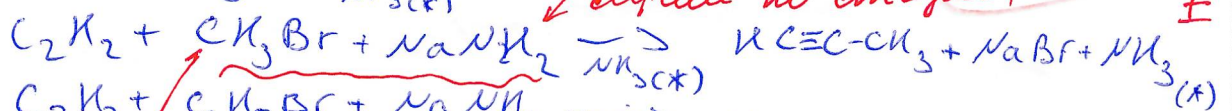
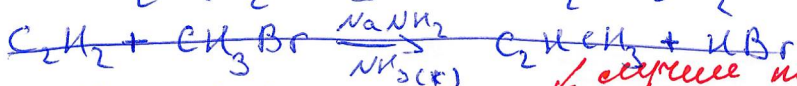
$$n = 3; x = 0,2 \Rightarrow \text{смесь состоит из } 0,2 C_3 H_4 \text{ и } 0,4 \text{ моль } C_4 H_6 +$$

97-26-20-92
(55.13)

Смесь: 0,2 моль \equiv и 0,4 моль \equiv
(C₃H₄) (C₄H₆)



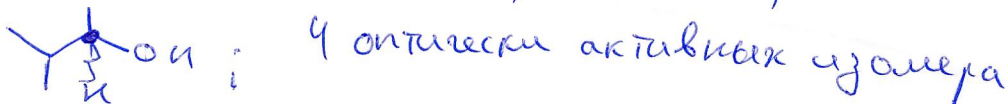
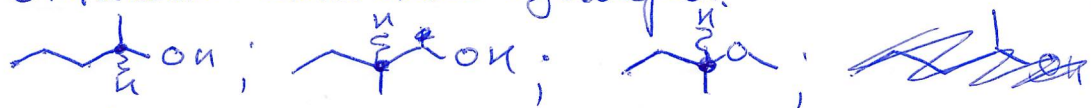
Способы получения!



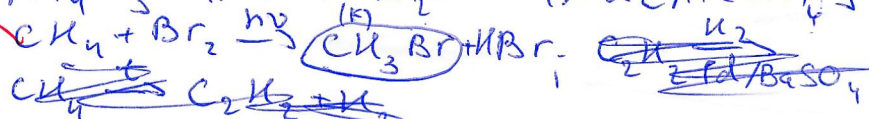
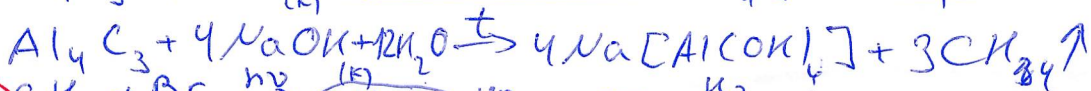
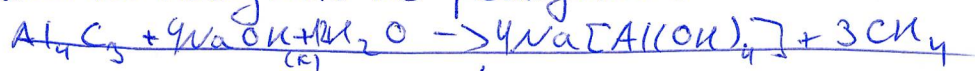
В обоих случаях NaNH₂ берется строго 1 экв!

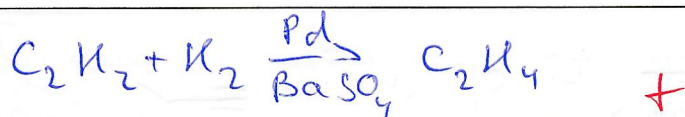


Оптически активные изомеры:

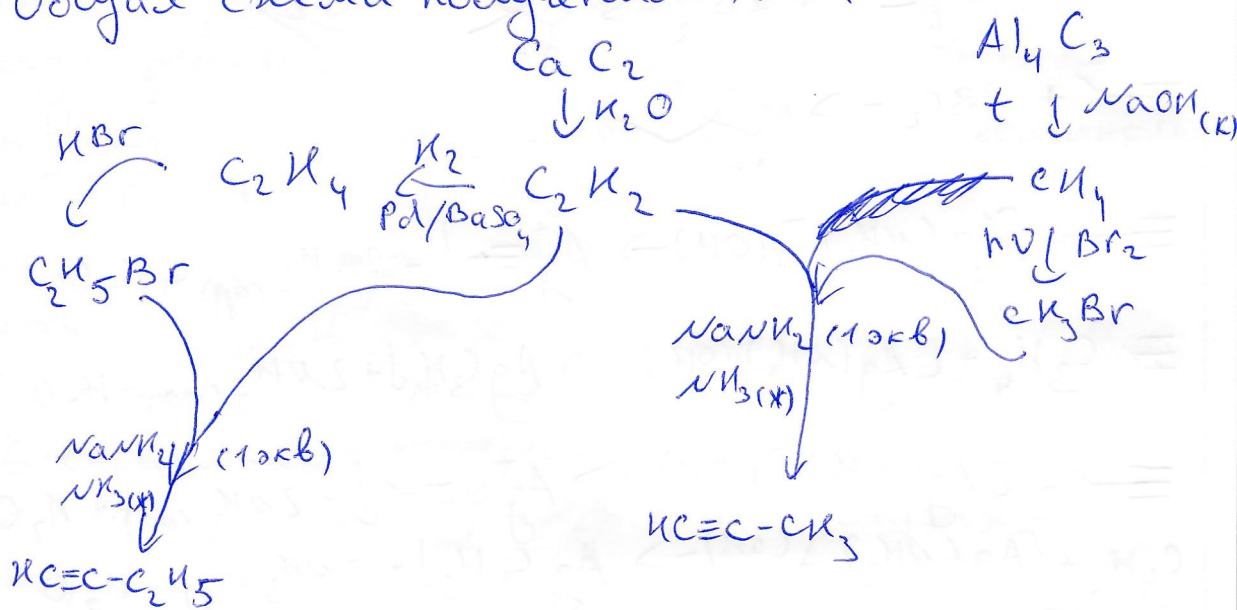


В дополнение к задане w7: CCl₃Br и C₂H₅Br можно получить по реакциям

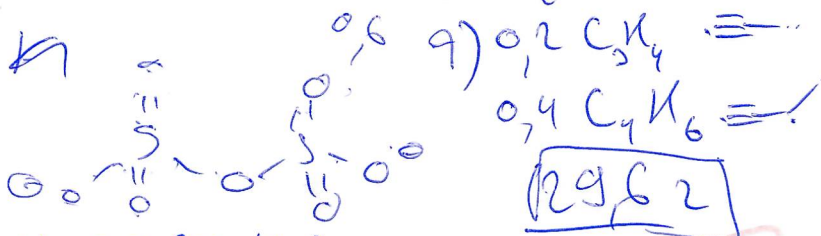
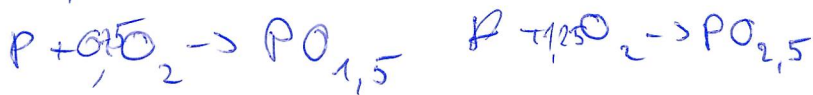




Общая схема получения в-в:



Черковик

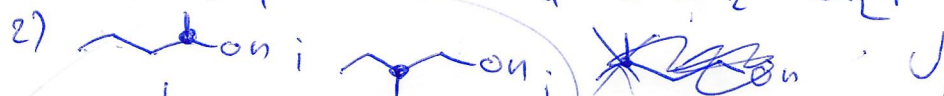
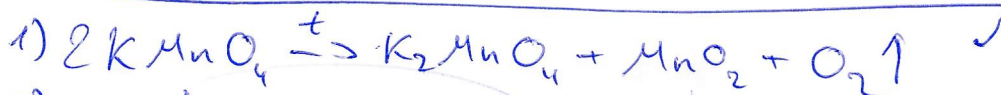


4n+11-2 = 2n+12-2

29,6 = -14x + 0,6(14n+12)

14x = 0,6(14n+12) - 29,6

x =



3) ✓



V = 5 · 10⁻³ c = 0,025 [M⁻³] = 2,777 · 10⁻³

5) C_p = 0,01 [M_{p-rod} = 477,8824] n = 2,56 Δp =

C_pV_p = C₀V₀ => C₀ = 2M

Δn = 0,44995 (O₂)

pV = nRT
ΔpV = ΔnRT
Δn = Δp $\frac{V}{RT}$

6) n(p) = 0,5 моль



w(K₂KPO₃) = 11,6%

w(K₃PO₄) = 6,6056%

P⁷³ = 0,3511

P⁷⁵ = 0,1489

=> 0,3511 моль K₂KPO₃
0,1489 K₃PO₄

В вышеуказанной
оценке отказать.
Оценка 98 баллов.
Иван
Гулько

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника заключительного этапа по
профилю «химия» Гулько Константина
Юрьевича

апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно (98) баллов, поскольку считаю, что в задании № 7 мне не засчитали баллы за реакцию, написанную в суммарном уравнении. В задании не указано расписать стадийный способ получения вещества.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников «Ломоносов» и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

Дата 23.03.2024



(подпись)