



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Друшлякова Анастасия Александровна**

Класс: **11**

Технический балл: **85**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

9134326	8	1	16	20	20	20 формально придраться не к чему, но совешенно непонятно, как пришли к правильным ответам	84
---------	---	---	----	----	----	---	----

Буданова А.А.

N1.

используем

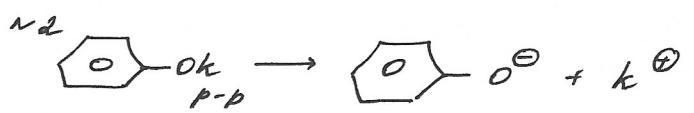
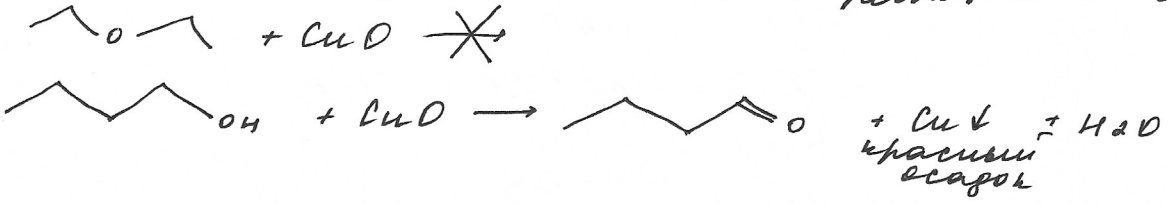
Пусть соединенные имеют состав $C_aH_bO_c$. Тогда число электронов в молекуле равно $6a + b + 8c = 42$, число нейтронов равно $6a + 8c = 32$. $\Rightarrow b = 10$, $6a + 8c = 32$. Подберем наибольшие a и c , учитывая что a и c - целые числа:

- $a = 1 \quad c = \frac{32 - 6a}{8} = 3,25$
- $a = 2 \quad c = 2,5$
- $a = 3 \quad c = 1,75$
- $a = 4 \quad c = 1$

\Rightarrow Изомерные соединенные имеют формулу $C_4H_{10}O$. Т.к. они принадлежат к разным классам, одно из них - простой эфир, второе - спирт, например: $C_2H_5-O-C_2H_5$ и



Распознаем вещества по реакции с CuO .



$pH = 11 \Rightarrow [H^+] = 10^{-11} M$

$K_{дис} (C_6H_5OH) = \frac{[H^+] \cdot [C_6H_5O^-]}{[C_6H_5OH]} = \frac{[H^+]^2}{[C_6H_5OH]} = \frac{(10^{-11})^2}{[C_6H_5OH]} = 10^{-10}$

$\Rightarrow [C_6H_5OH] = \frac{(10^{-11})^2}{10^{-10}} = 10^{-12} M$

$\Rightarrow C (C_6H_5OK) = C (C_6H_5O^-) + C (C_6H_5OH) = 10^{-11} + 10^{-12} = 1,1 \cdot 10^{-11} M$

Дивели: $1,1 \cdot 10^{-11} M$

N3 *числовик*

Дано:

$$V = 1,00 \text{ л}$$

$$T = 303 \text{ К}$$

$$\frac{h(B)}{h(A)} = \frac{1,86}{1}$$

$$p_{\Sigma}^{\text{ж}} = 1 \text{ атм}$$

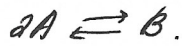
$$M(\text{смеси}) = 75,9 \text{ г/моль}$$

$$\vec{k} = 5,00 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$$

A, B - ?

\vec{k} - ?

Решение:



$$Vp = nRT \Rightarrow h(\text{смеси}) = \frac{V \cdot p_{\Sigma}^{\text{ж}}}{RT} = \frac{1 \cdot 1}{0,082 \cdot 303} = 0,4025 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow n(A) + n(B) = n(A) + 1,86 \cdot n(A) = 2,86 \cdot n(A) = 0,4025 \text{ моль}$$

$$n(A) = \frac{0,4025}{2,86} = 0,141 \text{ моль}$$

$$n(B) = 1,86 \cdot 0,141 = 0,262 \text{ моль}$$

$$N(A) = \frac{0,141}{0,4025} = 0,35$$

$$N(B) = \frac{0,262}{0,4025} = 0,65$$

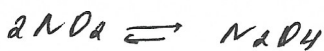
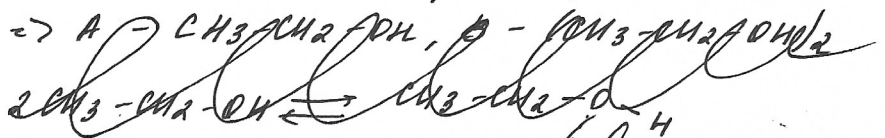
$$\Rightarrow M(A) \cdot 0,35 + M(B) \cdot 0,65 = 75,9$$

Т.к. B образуется при димеризации A, $M(B) = 2 \cdot M(A)$.

$$\Rightarrow 0,35 \cdot M(A) + 2 \cdot 0,65 \cdot M(A) = 75,9$$

$$M(A) = \frac{75,9}{0,35 + 2 \cdot 0,65} = 46 \text{ г/моль,}$$

$$M(B) = 46 \cdot 2 = 92 \text{ г/моль.}$$



Так как достигнута равновесие, $v^{\rightarrow} = v^{\leftarrow}$, т.е. $k^{\rightarrow} \cdot [A]^2 = k^{\leftarrow} \cdot [B]$

$$[A] = \frac{0,141}{1} = 0,141 \text{ М}$$

$$[B] = 0,262 \text{ М}$$

$$\Rightarrow \frac{k^{\leftarrow}}{k^{\rightarrow}} = \frac{k^{\rightarrow} \cdot [A]^2}{[B]} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,141^2}{0,262} =$$

$$= 3,8 \cdot 10^{-5} \text{ мин}^{-1}$$

Ответ: $A - \text{NO}_2, B - \text{N}_2\text{O}_4$
 $\vec{k} = 3,8 \cdot 10^{-5} \text{ мин}^{-1}$

Дано:
 $m(\text{сиртов}) = 15,9 \text{ г}$
 $T = 453 \text{ К}$
 $V(\text{смеси продуктов}) = 11,15 \text{ л}$

$C(\text{KMnO}_4) = 0,4 \text{ М}$ - состав исходной смеси - ?

$\omega(\text{сиртов в исходной смеси}) = ?$
 $V_{\text{р-ра}}(\text{KMnO}_4) = ?$

Решение:

$V_p = nRT$

$n(\text{смеси продуктов}) = \frac{V_p}{RT} = \frac{11,15 \cdot 1}{0,082 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$

$M(\text{смеси сиртов}) = \frac{m(\text{сиртов})}{n(\text{сиртов})} = \frac{15,9}{0,3} = 53 \text{ г/моль}$

$\approx 53 \text{ г/моль}$

$\Rightarrow M(1 \text{ сирта}) > 53, M(2 \text{ сирта}) < 53$

$\Rightarrow 2 \text{ сирта} - \text{это } \text{CH}_3\text{-OH или } \text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$

Т.к. метанол не способен к внутримолекулярной дегидратации, 2-й сирта - это этанол.

Три дегидратации 1-го сирта образует газобразный продукт \Rightarrow 1-й сирта - это пропанол (или изопропанол)

$M(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = 60 \text{ г/моль} > 53$

\Rightarrow возможный состав исходной смеси - этанол и пропанол.

~~Пусть $N(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = x, N(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = 1-x$
 $\Rightarrow 46x + 60(1-x) = 53$~~

Пусть $N(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = x, N(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = 1-x$
 $\Rightarrow 46x + 60(1-x) = 53$

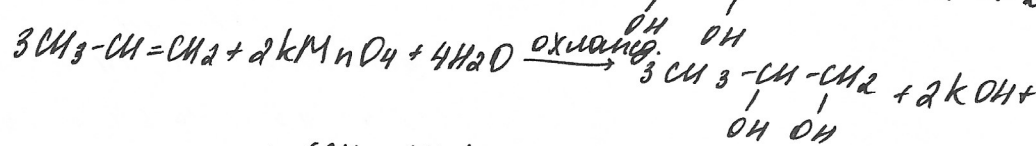
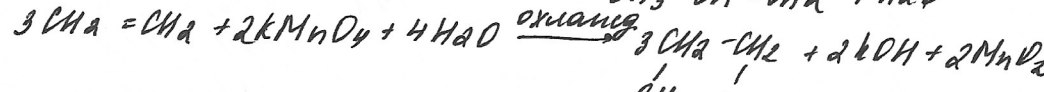
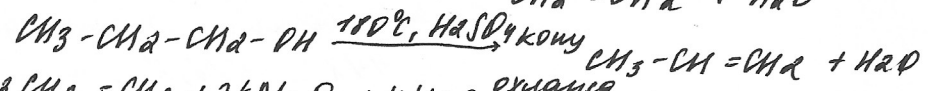
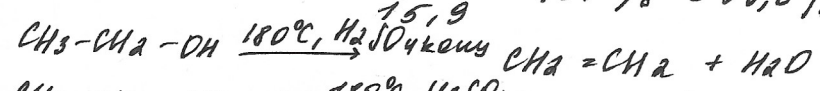
$x = \frac{53-60}{46-60} = 0,5$

$\Rightarrow n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 0,5 \cdot 0,3 = 0,15 \text{ моль}$

$n(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = (1-0,5) \cdot 0,3 = 0,15 \text{ моль}$

$\omega_{\text{вех}}(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = \frac{0,15 \cdot 46}{15,9} \cdot 100\% = 43,4\%$

$\omega_{\text{вех}}(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = \frac{0,15 \cdot 60}{15,9} \cdot 100\% = 56,6\%$



$n(\text{KMnO}_4) = \frac{n(\text{CH}_2=\text{CH}_2)}{3} \cdot 2 + \frac{n(\text{C}_3\text{H}_6)}{3} \cdot 2 = \frac{0,3}{3} \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}$

$V_{\text{р-ра}}(\text{KMnO}_4) = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л}$

ответ: 43,4%; 56,6%; 0,5 л.

числовые

н5
Дано:
m(вещ (CuS)) = 9,6 г
m(р-ра (HNO3)) = 120 г
ω(HNO3) = 63%
m(р-ра (H2SO4)) = 142,7 г
ω(H2SO4) = 98%

Решение:
n(CuS) = $\frac{9,6}{96} = 0,1$ моль
1-й стакан: n(HNO3) = $\frac{120 \cdot 0,63}{63} = 1,2$ моль
 $CuS + 10HNO3 \xrightarrow{t^{\circ}C} Cu(NO3)_2 + H_2SO_4 + 8NO_2 \uparrow + 4H_2O$
HNO3 - в избытке.

Δm(вещ. - ?
m(Na2CO3 · 10H2O) - ?

m(стакана) после р-и = m(сосуда) + m(CuS) + m(HNO3) -
- m(NO2) = m(сосуда) + 9,6 + 120 - 0,1 · 8 · 46 =
= m(сосуда) + 92,8 г

2-й стакан: n(H2SO4) = $\frac{142,7 \cdot 0,98}{98} = 1,427$ моль
 $CuS + 4H_2SO4 \rightarrow CuSO_4 + 4SO_2 \uparrow + 4H_2O$

⇒ H2SO4 - в избытке.

m(стакана) после р-и = m(сосуда) + m(CuS) + m(р-р (H2SO4)) -
- m(SO2) = m(сосуда) + 9,6 + 142,7 - 0,1 · 4 · 64 =
= m(сосуда) + 126,7 г

⇒ после реакций масса второго стакана
больше массы первого на m(сос.) + 126,7 -
- m(сос.) - 92,8 = 33,9 г.

После р-и в 1-м стакане останется
1,2 - 0,1 · 10 = 0,2 моль HNO3 и 0,1 моль H2SO4.
 $2HNO_3 + Na_2CO_3 \cdot 10H_2O \rightarrow 2NaNO_3 + CO_2 \uparrow + 11H_2O$

$H_2SO_4 + Na_2CO_3 \cdot 10H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + CO_2 \uparrow + 11H_2O$

Пусть добавим 0,1 моль Na2CO3 · 10H2O.

Тогда m(стакана) после добавл. Na2CO3 · 10H2O =
= m(сос.) + m(Na2CO3 · 10H2O) + 92,8 - m(CO2) =
= m(сос.) + 286 · 0,1 + 92,8 - 0,1 · 44 = 117 г < 126,7 г.
+ m(сос.) + m(сос.)

⇒ n(Na2CO3 · 10H2O) > 0,1.

Пусть добавим x моль Na2CO3 · 10H2O.

⇒ m(стакана) после дод. = 117 + m(сос.) + 286 · x -
- 44x = 126,7 г + m(сос.)

$$x = \frac{126,7 - 117}{286 - 44} = 0,04 \text{ моль}$$

⇒ добавим 0,14 моль Na2CO3 · 10H2O или
0,14 · 286 = 40,04 г в первый стакан.

Ответ: Δm = 33,9 г

m(Na2CO3 · 10H2O) = 40,04 г.

числовик

№6 Неизвестные соединения А-Е: $\text{D} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
А - $\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{OH}$ Е - $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

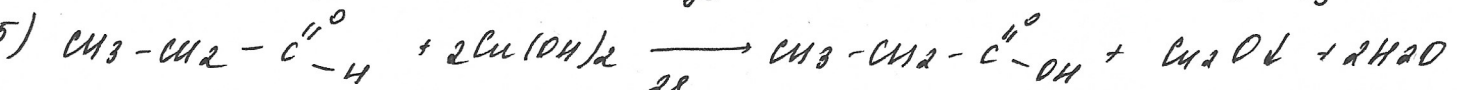
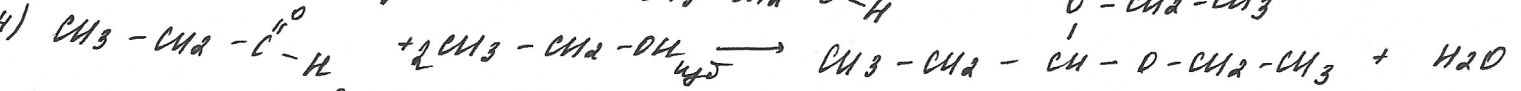
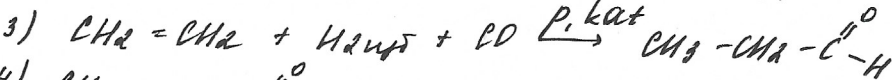
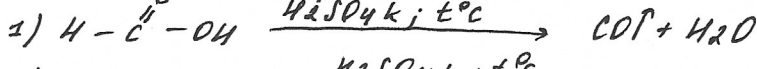
Б - $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$

В - CO

Г - $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$

Д - $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{H}$

Уравнения реакций:



$\text{D}_{\text{O}_2} (\text{смеси CO и CH}_2 = \text{CH}_2) = \frac{28}{32} = 0,875$

$n(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{21,6}{144} = 0,15 \text{ моль}$

$\Rightarrow m(\text{D}) = 0,15 \cdot 58 = 8,7 \text{ г}$

Ответ: $m(\text{D}) = 8,7 \text{ г}$.

N4

$m(\text{смптв}) = 15,92$

$V(\text{кпогунмоб}) = 11,15\text{ л}$

$T = 453\text{ К}$

$P = 1\text{ атм}$

состав нек. смеси - ?

$W(\text{смптв}) - ?$

решение

Ищем

$V_p = n_{\Sigma} RT$

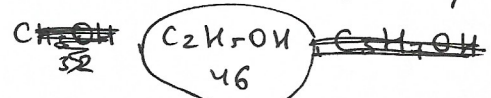
$n_{\Sigma} = \frac{V_p}{RT} = \frac{11,15 \cdot 1}{0,082 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$

$\Rightarrow M(\text{средн смптв}) = 53 \text{ г/моль}$

$n_1 > 53$

$M(2) = a \text{ г/моль}$

$M_2 < 53 \Rightarrow$



$x + y = 0,3$
 $\frac{46x}{0,3} + \frac{ay}{0,3} = 53 \Rightarrow 46x + ay = 15,9$

- $M(1) = 60 \text{ (} C_3H_8O \text{)}$
- $74 \text{ (} C_4H_{10}O \text{)}$
- $88 \text{ (} C_5H_{12}O \text{)}$
-

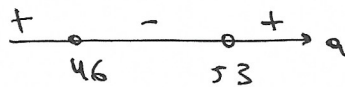
$46x + a(0,3 - x) = 15,9$

$46x + 0,3a - ax = 15,9$

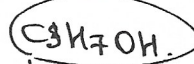
$(46 - a)x = (15,9 - 0,3a)$

$x = \frac{(15,9 - 0,3a)}{46 - a} > 0$

$a_1 = 53 \quad a_2 = 46$



Возможный состав смеси: C_2H_5OH и



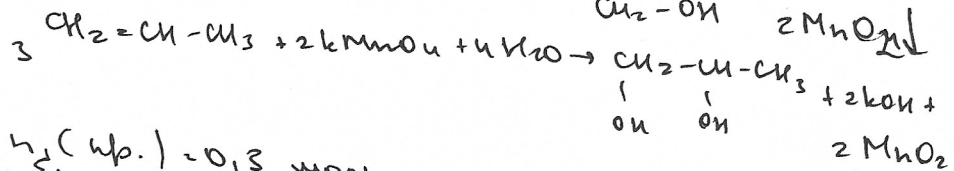
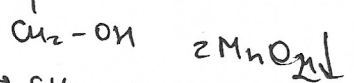
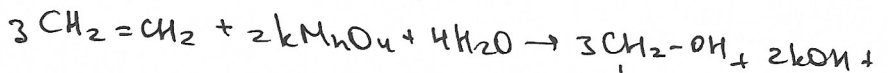
(проценты можно рассчитать)

$n(C_2H_5OH) = 0,15 \text{ моль (50\%)}$

$n(C_3H_7OH) = 0,15 \text{ моль (50\%)}$

$w(C_2H_5OH) = \frac{0,15 \cdot 46}{15,9} = 100\% = 43,4\%$

$w(C_3H_8O) = \frac{0,15 \cdot 60}{15,9} = 100\% = 56,6\%$



$n_{\Sigma}(\text{кп.}) = 0,3 \text{ моль}$

$\Rightarrow n(KMnO_4) = \frac{0,3}{3} \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}$

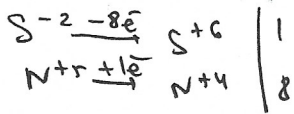
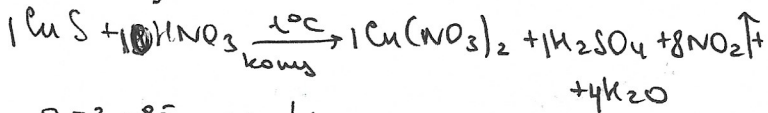
$V(\text{р-ра } KMnO_4) = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л}$

$c = \frac{n}{V} \quad V = \frac{n}{c}$

уравнение

$n(CuS) = 0,1 \text{ моль}$

$n(HNO_3) = 1,2 \text{ моль}$

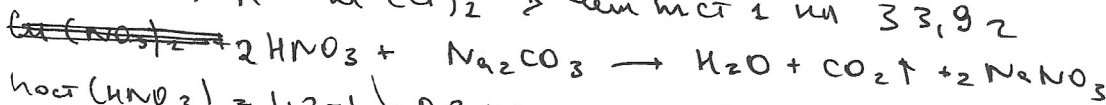


HNO_3 - в избытке, весь CuS прореагирует.

$n(NO_2) = 8 \cdot n(CuS) = 0,8$

масса $m_1 = m(CuS) + m_{p-n}(HNO_3) - m(NO_2)$
 $= 9,6 + 120 - 0,8 \cdot 46 = 92,8 \text{ г}$

\Rightarrow масса $p-n$ $m(Cu)_2 \geq$ чем мст \approx или $33,9 \text{ г}$

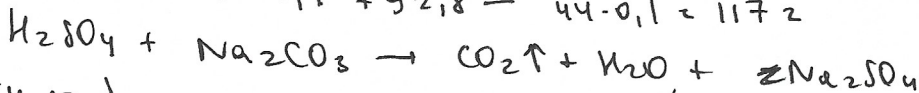


мст $(HNO_3) = 112 - 1 = 0,2 \text{ моль}$

Пусть $n(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = x \text{ моль} \Rightarrow n(\text{CO}_2) = x \text{ моль}$

$m_{ст} = 92,8 + x \cdot 286 - 44x = 126,7$
 $x = \frac{126,7 - 92,8}{286 - 44} = 0,14 \text{ моль}$

мстак. = $286 \cdot 0,1 + 92,8 - 44 \cdot 0,1 = 117 \text{ г}$



$n(CH_2SO_4)_{\text{век}} = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow n(Na_2CO_3) \leq 0,1 = x$

мстак. = $117 + 286x - 44x = 126,7 \text{ г}$

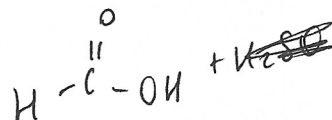
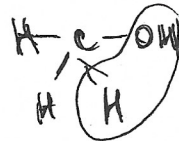
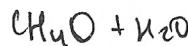
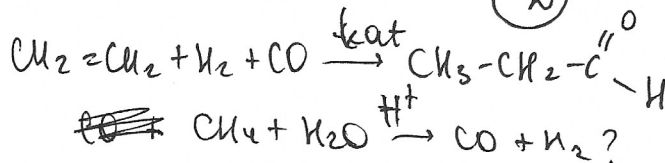
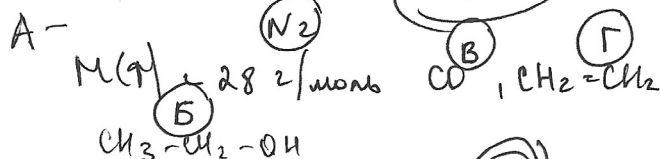
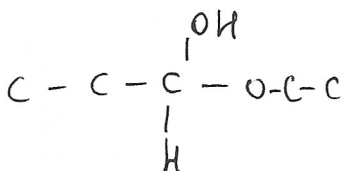
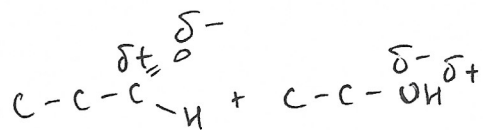
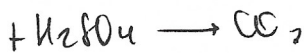
$x = 0,04 \text{ моль} \Rightarrow$ масса $г. (0,04 + 0,1) \cdot 286 = 40,04 \text{ г}$

N6

$M(r) = 28 \text{ г/моль}$



~~$n(H) = 0,075 \text{ моль}$~~



Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
ученицы 11 класса государственного бюджетного нетипового
общеобразовательного учреждения Самарской области "Самарский
региональный центр для одаренных детей"
города Самара, ул. Черемшанская, 70
Друшляковой Анастасии Александровны

Апелляция.

Прошу пересмотреть выставленные технические баллы (84 балла) за мою работу заключительного этапа по химии, поскольку считаю, что баллы за задание №2 выставлены некорректно.

В моей работе в задании №2 верно рассчитана концентрация протонов, написаны уравнения диссоциации фенолята калия и фенола, написана формула константы диссоциации фенола, но за задание выставлено 0 баллов.

Дата 23.03.2022г



(подпись)