



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

+1 мет В.Мусин
+1 мет В.Мусин

всего В^{те} - 1401 МДГ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов”
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Мерсвайт Елизавета Павловна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«02» марта 2025 года

Подпись участника

Е.М.

06-67-13-58

(44.3)

Задача N1

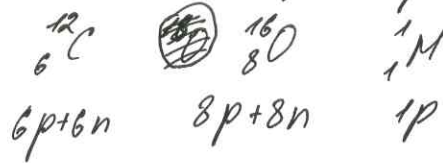
$$N_e = 40$$

$$N_n = 34$$



$$M(B-ва) = N_p + N_n = 40 + 34 = 74$$

$$N_e = N_p$$



Разница в количестве протонов и нейтронов
составляет атомный водород:

$$y = 40 - 34 = 6$$



$$M(B-ва) = 12x + 6 \cdot 1 + 16z = 74$$

$$12x + 16z = 68 \quad 1:4$$

$$3x + 4z = 17$$

Подбор. Пусть $z = 2$

Тогда $3x + 8 = 17$

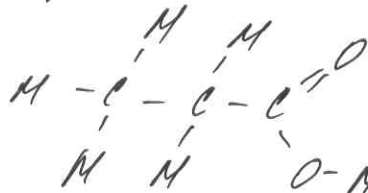
$$3x = 9$$

$$x = 3$$

$C_3 H_6 O_2$ - это либо пропановая

кислота, либо сложный эфир метилпропановой, метил

структура пропановой кислоты



$$N_{св} = 11$$

$$N_e, cв = N_{св} \cdot 2 = 22$$

электрона

или

1) бензол - это легколетучий растворитель, он
быстро испаряется.

Уксусная < 0, характерный процесс.

Затем температура быстро становится
комнатной.

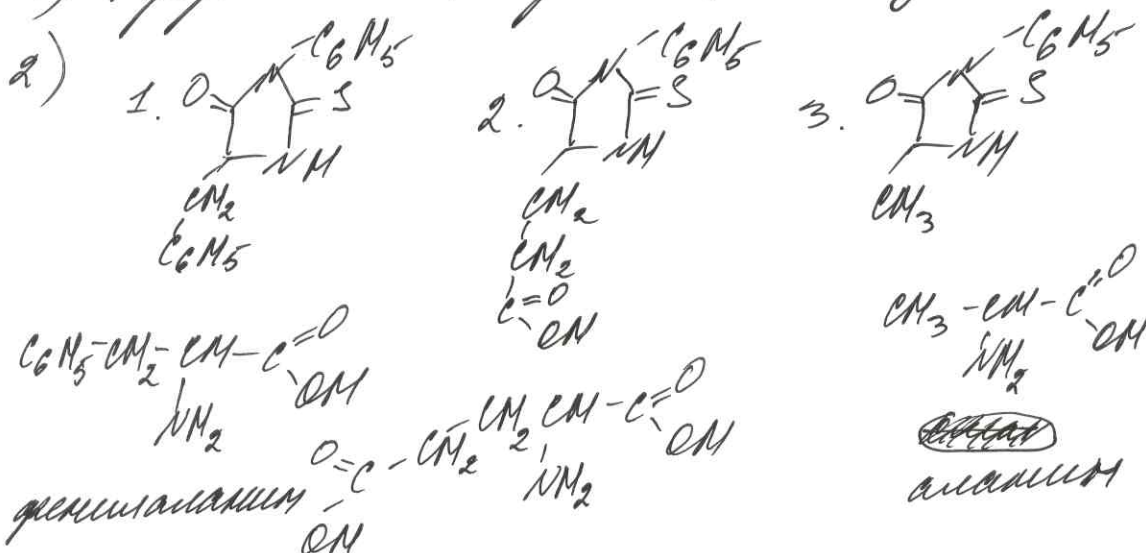
(1)

№ 2 (продолжение)

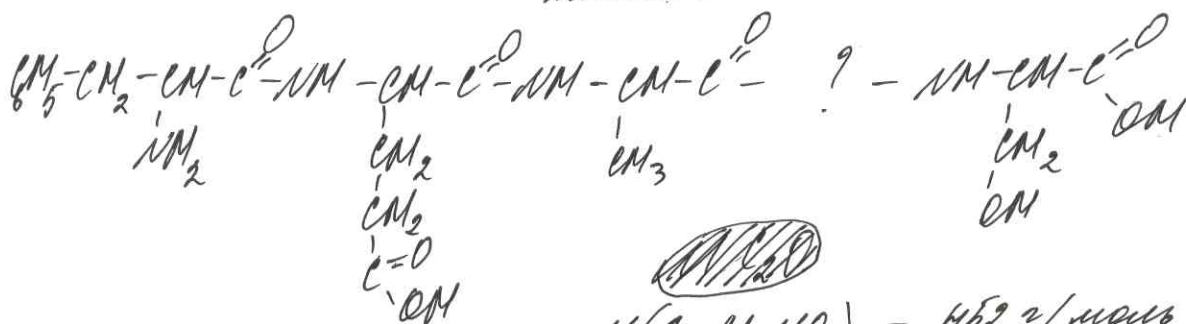
- 2) Вакуумное масло - нестужее и нешироко-
литное вещество, с миним. вязкостью и температурой не изменяется.
- 3) Концентрированная серная кислота - не-
стужее, но очень широколитное вещество.
Идет гидратация с разбавлением.

$$M(A) = \underline{523} \text{ г/моль}$$

- 1) + окислитель $\Rightarrow$ серым C^4 ионы



муташирова
кинога



$$M(C_{20}N_{27}O_46) = 452 \text{ г/моль}$$

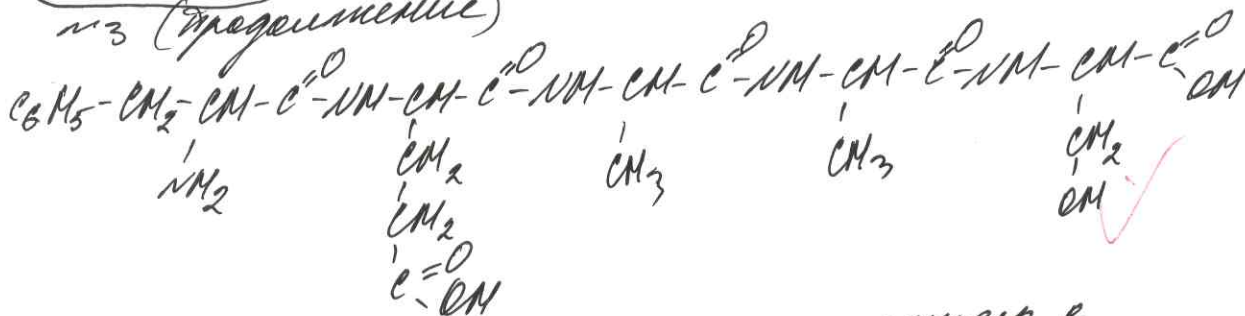
$$M(\text{неудовлетворено киндига}) = M(A) - M(CMNO) =$$

$$= 712 / \text{мес} - \text{анализ}$$

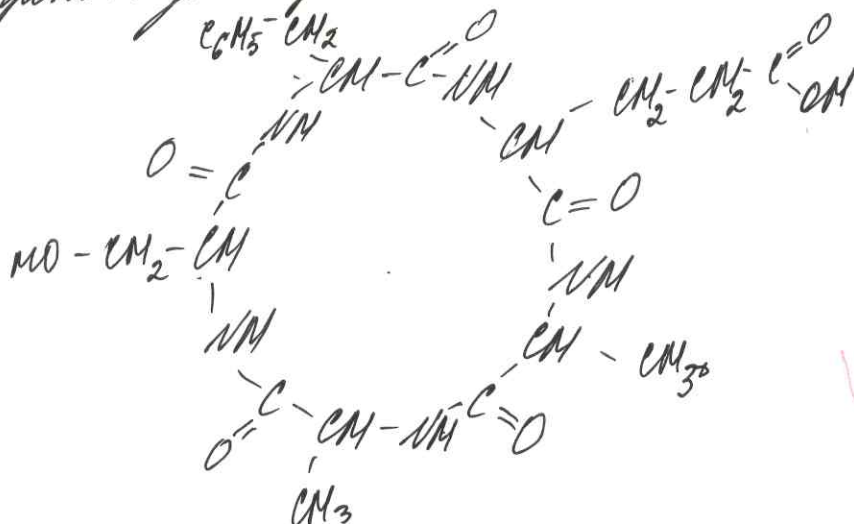
Полимеризуемость: фенилаланины - мутационно-
вая группа - аланины - аланины - серин

③

из (предложение)



Структура пептида кератинового и
фенилаланина:



пестия не реализиран с женски из-
точувателни так как у него не е
"N" комуна

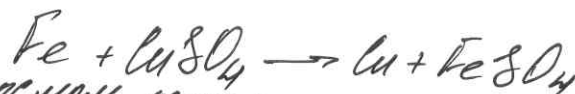
$$m(\text{abgegebene Fe}) = 20 \text{ u}$$

$$m_{p-ka}(CuSO_4)_{\text{мис.}} = 280 \text{ г}$$

Wück. (CuSO_4) = 0,2

В ком. (CuSO_4) = 0,069

$m(\text{свободн})_{\text{ком.}} = 9$



книжка книжка книжка книжка

$$\Delta m(\text{vortex}) = 64\pi - 56\pi = 8\pi$$

$$m_{\text{исп.}}(\text{CuSO}_4) = 280 \cdot 0,2 = 56 \text{ г}$$

$$D_{\text{рек}}(\text{CuSO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{56}{160} = 0,35$$

$$\rho_{\text{кром}}(\text{CuSO}_4) = 0,35 - \text{гс моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4)_{\text{ком.}} = 160(0,35 - x)$$

м р-ка (CuSO_4) кол-во = 280-8г

$$W_{\text{к.м.}}(\text{CuSO}_4) = \frac{160(0,35 - x)}{280 - 8x} = 0,069$$

$\kappa = 0,23 \text{ мкмб}$

Числовик

и (Продолжение)

$$m(\text{свои}) = 20 + 0,23 \cdot 8 = 21,842$$

• № 5 Числовик см. | Ответ: 21,842

ст. 8 и 10

• № 6 Числовик см. ст. 10 и 12

• № 7 Числовик см. ст. 12, 14 и 16

• № 8 Числовик см. ст. 17 и 19

~~Черновик №5~~

Чистовик №6

$$c(\text{MCl}) = \frac{0,02}{0,25} = 0,08 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

№6 ~~Черновик~~ Чистовик

$$m(\text{NaMSO}_3) = 3,12 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ мл} = 1 \text{ л}$$

$$K_{\text{дис.}}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1,4 \cdot 10^{-2}$$

$$K_{\text{дис.}}(\text{HSO}_3^-) = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$pM = 7$$

$$pM < 7$$

$$pM > 7$$

Максимальное значение:



с гидросульфит-анионом происходит 2 процесса:

1) гидролиз:



$$K_{\text{гидролиза}} = \frac{[\text{H}_2\text{SO}_3][\text{OH}^-]}{[\text{MSO}_3^-]}$$

$$K_w = 10^{-14}$$

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] \quad [\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]}$$

$$K_{\text{гидролиза}} = \frac{[\text{H}_2\text{SO}_3] K_w}{[\text{MSO}_3^-][\text{H}^+]}$$

$$K_{\text{дис.}}(\text{H}_2\text{SO}_3) = \frac{[\text{MSO}_3^-][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]}$$

$$K_{\text{гидролиза}} = \frac{K_w}{K_{\text{дис.}}(\text{H}_2\text{SO}_3)} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= 0,71 \cdot 10^{-12} = 7,1 \cdot 10^{-13}$$

2) диссоциация MSO_3^- :

$$K_{\text{дис.}}(\text{MSO}_3^-) = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$K_{\text{гидролиза}} < K_{\text{дис.}}(\text{MSO}_3^-)$$

Раз $K_{\text{диссоциации}}(\text{MSO}_3^-)$ больше чем $K_{\text{гидролиза}}$, гидролиз не идет, идет диссоциация с M^+ , среда кислая, $pM < 7$

$$V(\text{NaMSO}_3) = \frac{3,12 \text{ г}}{104} = \frac{312}{104} = 0,03 \text{ моль}$$

$$c(\text{NaMSO}_3) = \frac{V}{V} = \frac{0,03}{1} = 0,03 \text{ М}$$

(10)

Найт диссоциации MSO_3^- :

~~Сернистый~~



нб чиселок

исход. с	0,03	0	0
равновес. с	0,03-x	x	x

$$K_{\text{дис.}}(\text{MSO}_3^-) = \frac{x \cdot x}{0,03-x} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

Пренебрежам x в знаменателе

$$\frac{x^2}{0,03} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$x = \sqrt{6,2 \cdot 10^{-8} \cdot 0,03} = 4,31 \cdot 10^{-5} = [\text{M}^+]$$

$$\text{pM}_{\text{p-ра}} = -\lg[\text{M}^+] = -\lg(4,31 \cdot 10^{-5}) = 4,37$$

~~Сернистый~~

Чиселок н7

A и B $\xrightarrow{\text{KMnO}_4}$ C и D

и окислитель
и окислитель
и окислитель
m = 1,642

$\xrightarrow{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4}$

продукт 1
продукт 2
б2
стадии.

исходные
исходные
исходные

$$V(\text{KMnO}_4) = 200 \text{ мл} = 0,2 \text{ л}$$

$$c(\text{KMnO}_4) = 0,1 \text{ М}$$

$$n(\text{KMnO}_4) = c \cdot V = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ моль}$$

Анализ:

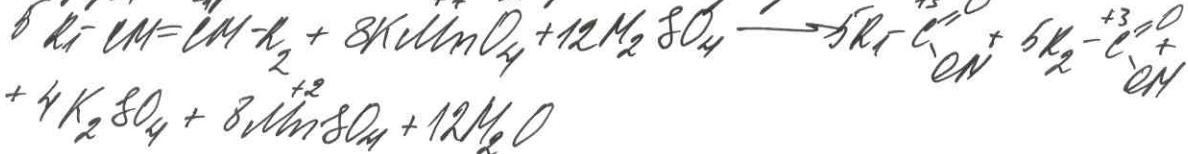
$$R_1 - \text{CM} = \text{CM} - R_2$$

$$R_1 - \text{C} = \text{CM} - R_3$$

$$R_1 - \text{C} = \text{CM}_2$$

$$R_1 - \text{C} = \text{CM}_2$$

Будем решать методом подбора:



$$5 | 2\text{C}^{-1} - 8\text{e}^- \rightarrow 2\text{C}^{+3}$$

$$8 | \text{Mn}^{+7} + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{+2}$$

~~Чертовик №7~~

0,032

0,02

Чистовик №7

$$\rho(\text{актена}) = \frac{0,032}{8} \cdot 5 = 0,02 \text{ моль}$$

$$M(\text{актена}) = \frac{m}{\nu} = \frac{1,64}{0,02} = 82 \text{ г/моль}$$

~~Чертовик~~

$$C_n H_{2n} \cdot M = 12n + 2n = 82$$

$$14n = 82$$

$n = 5,857$ не подходит, так как это нецелое число.

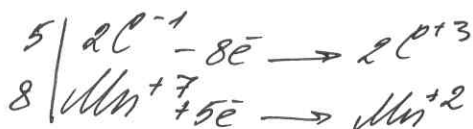
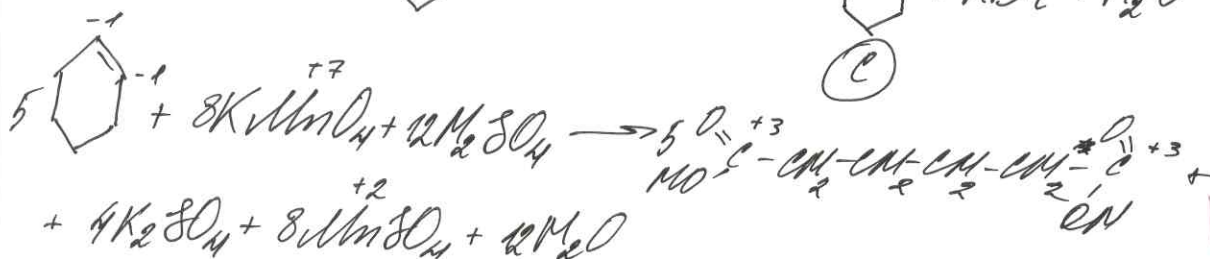
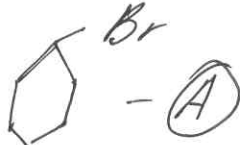
Предположим, что это циклоалкен:

$$C_n H_{2n-2} \cdot M = 12n + 2n - 2 = 82$$

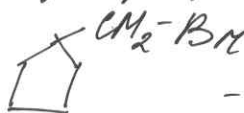
$$14n = 84$$

$$n = 6$$

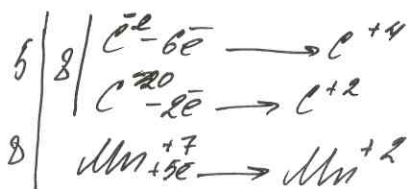
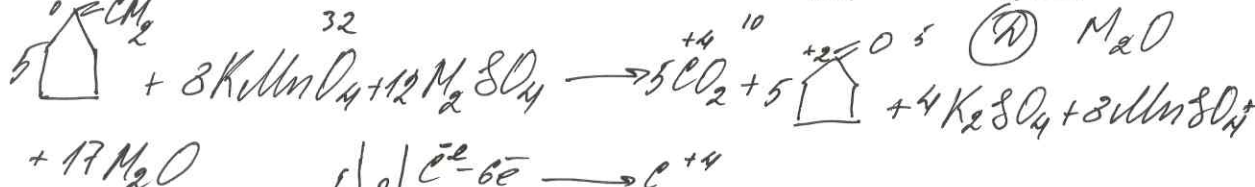
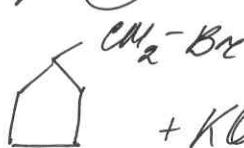
А - это бромциклогексан.



Аналогичный пример (B):



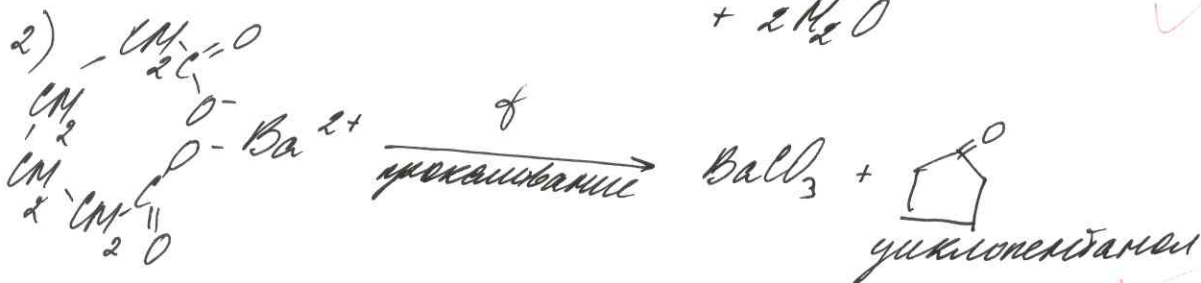
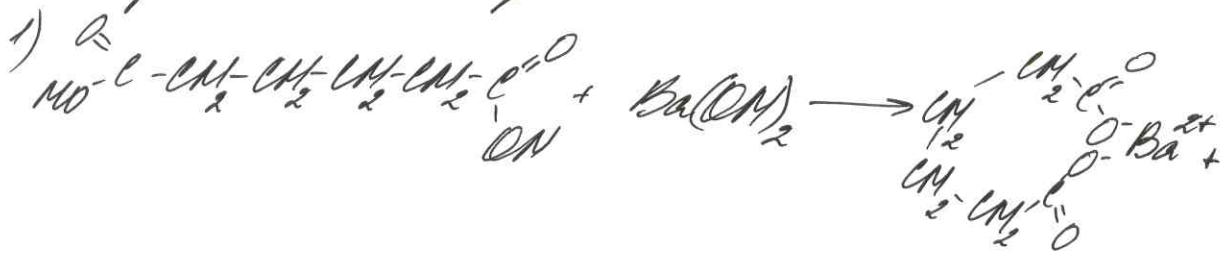
(B)



(14)

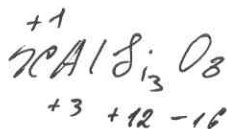
Черновик №7

В ОВР для Cu и N совпадают коэффициенты
переходим в левую часть:

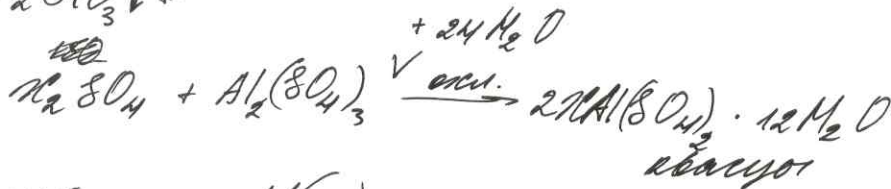
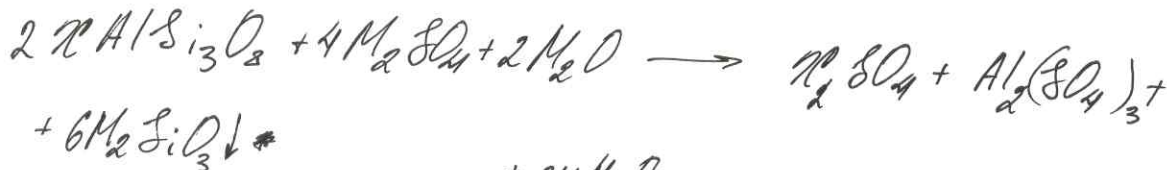


Черновик №8

1) соль А
 $W(\text{K}) = 0,0502$



Так как K^{+1} , а его заряды и заряды равновесны, можно предположить, что это кремнистый Me .



$$W(\text{K}) = \frac{M(\text{K})}{M(\text{K}) + 27 + 96 \cdot 2 + 18 \cdot 12} = 0,0502$$

435

$$M(\text{K}) = 23 \text{ г/моль} \quad M(\text{Na}) = 23 \text{ г/моль}$$

$$\frac{\text{K}}{\text{K} + 435} = 0,0502 \quad \text{формула (K) - Na}$$

$$0,0502(\text{K} + 435) = 7 \quad \text{соль (A) - NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$$

$$0,0502\text{K} - \text{K} = -435$$

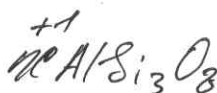
алюмосиликатные кислоты.

*)

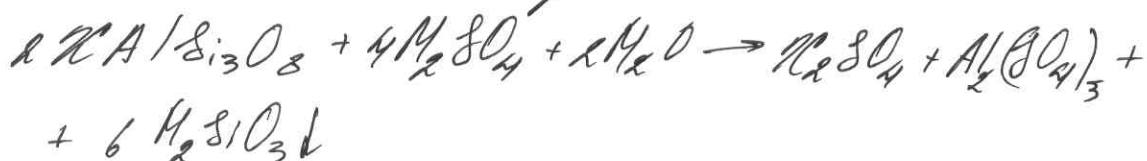
(16)

№3 Чистовик

1) соль А



$W(\text{K}) = 0,0502$ Так как K^+ , а его сульфат и нитрат растворимы, можно предположить, что это сульфат K_2SO_4

 ~~K_2SO_4~~ 

$$W(\text{K}) = \frac{M(\text{K})}{M(\text{K}) + 435} = 0,0502$$

$$M(\text{K}) = 23 \text{ г/моль} \quad M(\text{Na}) = 23 \text{ г/моль}$$

Элемент K - Naсоль (А) - $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

алюмосиликатовые квасцы

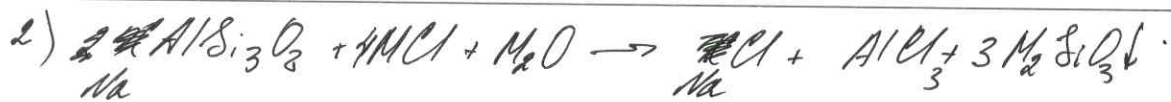


$$\frac{W(\text{Na})}{W(\text{Al})} = 2,555 \quad W(\text{Na}) = \frac{x \cdot M(\text{Na})}{M(\text{соед. В})}$$

$$W(\text{Al}) = \frac{y \cdot M(\text{Al})}{M(\text{соед. В})}$$

$$\frac{W(\text{Na})}{W(\text{Al})} = \frac{x \cdot M(\text{Na})}{y \cdot M(\text{Al})}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{W(\text{Na})}{W(\text{Al})} \cdot \frac{M(\text{Al})}{M(\text{Na})}$$



$$\frac{w(\text{Na})}{w(\text{Al})} = 2,555$$

$$w(\text{Na}) = \frac{x \cdot M(\text{Na})}{M(\text{соль B})}$$

$$w(\text{Al}) = \frac{y \cdot M(\text{Al})}{M(\text{соль B})}$$

Черновик!

$$\frac{w(\text{Na})}{w(\text{Al})} = \frac{x \cdot M(\text{Na})}{y \cdot M(\text{Al})} \cdot \frac{M(\text{соль B})}{M(\text{соль B})}$$

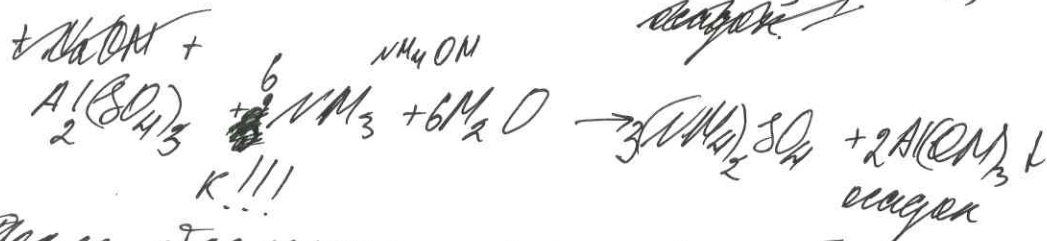
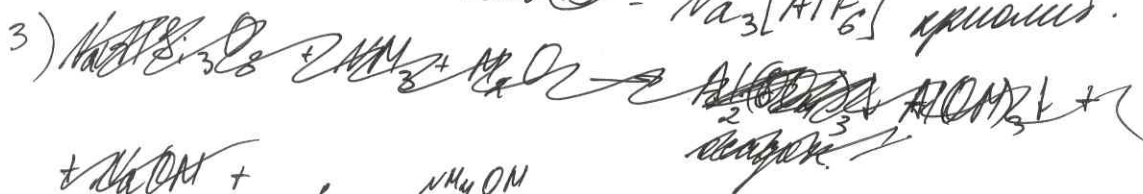
$$\frac{w(\text{Na})}{w(\text{Al})} = \frac{x \cdot M(\text{Na})}{y \cdot M(\text{Al})}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{w(\text{Na})}{w(\text{Al})} \cdot \frac{M(\text{Al})}{M(\text{Na})}$$

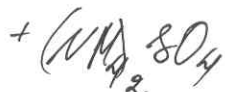
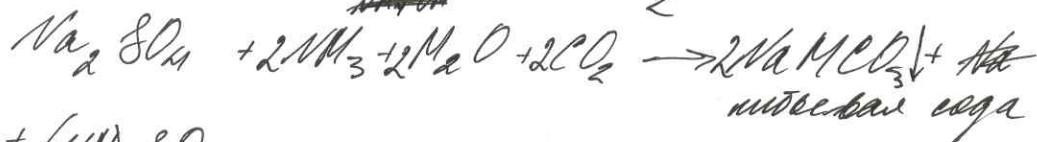
$$\frac{x}{y} = 2,555 \cdot \frac{27}{23} \approx 2,9 \approx 3$$



соль (B) - $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ криолит.



После отгонения воды в растворе находится
 со Na_2SO_4 и NH_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

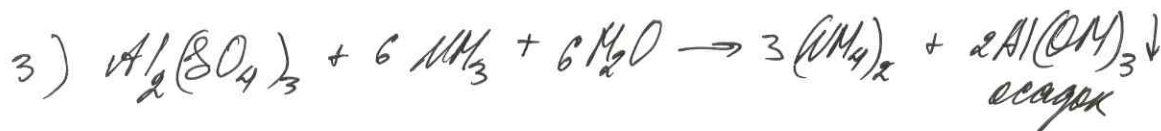


$$\frac{x}{y} = 3$$

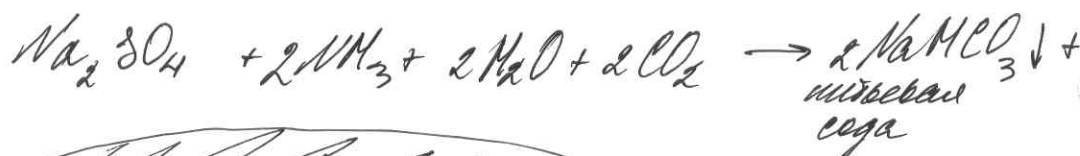
Мистовик 18



соль (B) - кристалл



После отделения осадка в растворе находится Na_2SO_4 , NH_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$



Черников ИИ

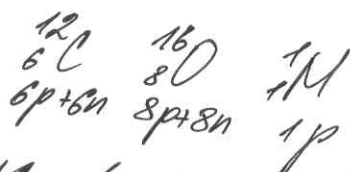
$$N_e = 40$$

$$N_n = 34$$



$$M(b-ba) = N_p + N_n = 40 + 34 = 74$$

$$N_p = N_e$$



Разница в количестве протонов и нейтронов обусловлена тем, что атомов водорода

$$y = 40 - 34 = 6$$



$$M(b-ba) = 12x + 6 \cdot 1 + 16z = 74$$

$$12x + 16z = 68$$

$$3x + 4z = 17$$

Подбор. Пусть $x = 1$

Тогда $3 \cdot 1 + 4z = 17$

$$3z = 14$$

не целое число, не подходит.

Пусть $x = 2$

Тогда $3 \cdot 2 + 4z = 17$

$$3z = 11$$

$$x = 3$$

$C_3 M_6 O_2$ — это либо пропановая кислота, либо шестивалентный амин, который имеет такую структуру пропановой кислоты:



$$N_{cb} = 11$$

$$N_{e,cb} = N_{cb} \cdot 2 = 11 \cdot 2 = 22$$

электронов

Черновик

N2

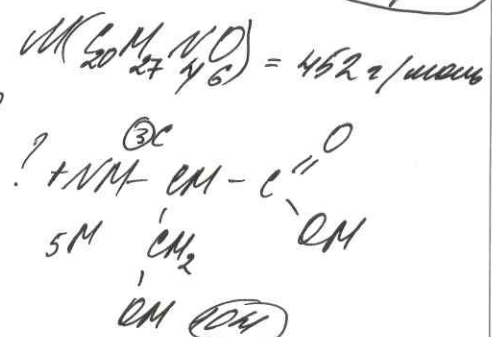
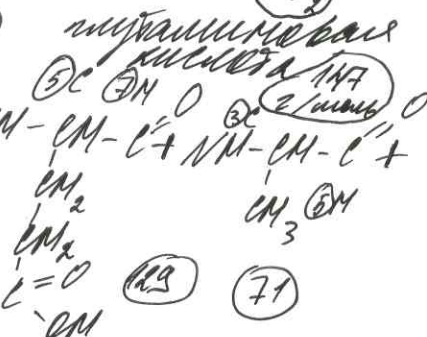
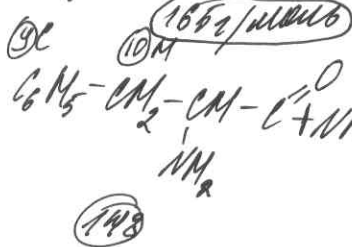
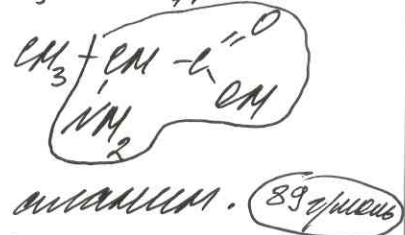
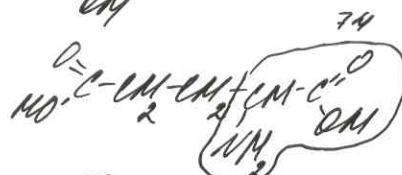
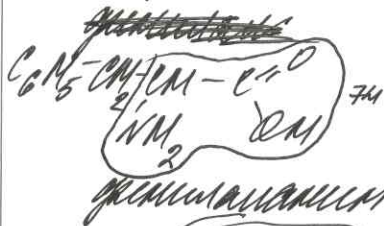
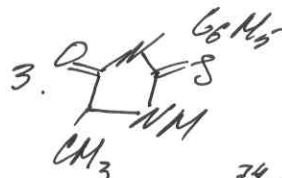
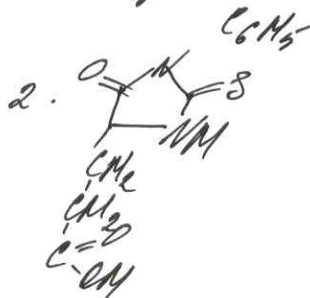
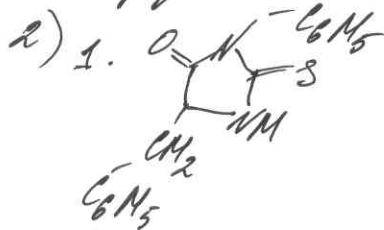
- 1) Бензол - это не универсальный растворитель, он достаточно избирателен. Растворения < 0 , эндотермический процесс! Затем температура быстро становится комнатной.
- 2) Вазелиновое масло - нейтральное вещество, не растворяется. С ним ничего не происходит и температура не изменяется.
- 3) Концентрированная серная кислота - нейтральное вещество, но очень окислительное, идет взаимодействие с разбавленным.

N3

$$M(A) = 523 \text{ г/моль}$$

1) + окислитель $\longrightarrow$ серым - "C" атому

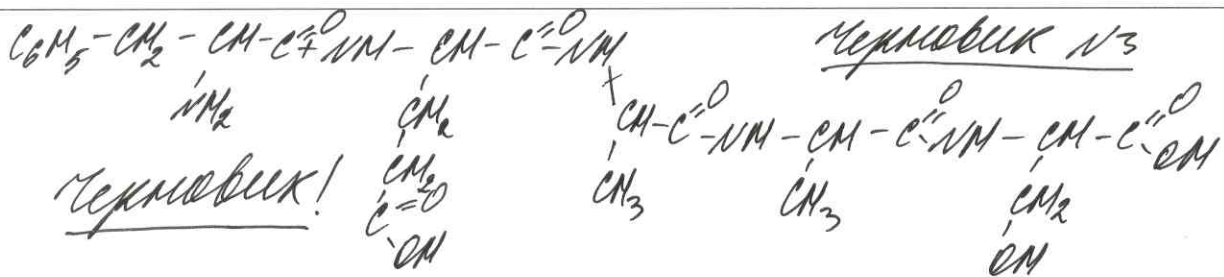
105 г/моль



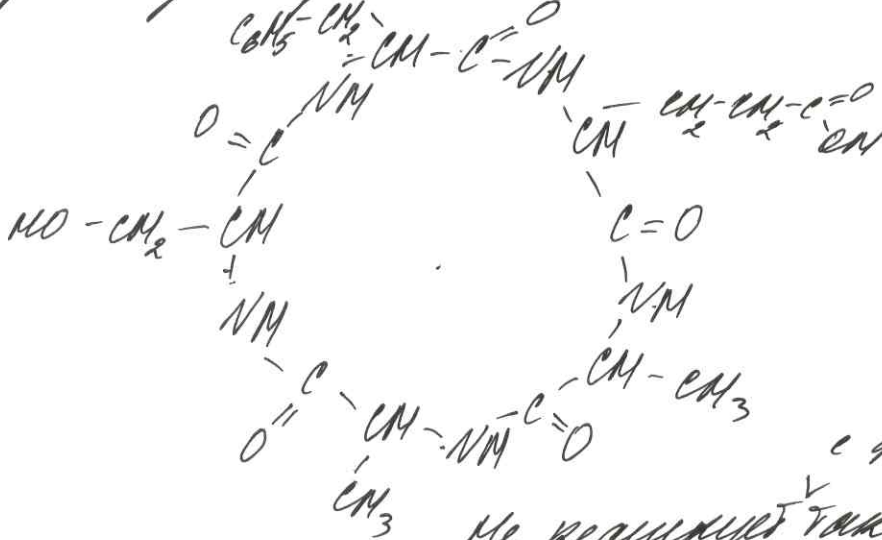
$$M(\text{предельная кислота}) = M(A) - M(C_{20}H_{27}N_4O_6) = 523 - 452 = 71 \text{ г/моль}$$

Порядок: диметиланилин - сульфаниловая кислота - анилин - серая анилин - серый

(4)



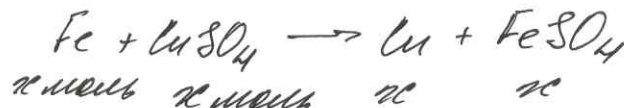
Структура пентона перемешивающего
двухкомпонентного:



ИИ Черновик

не реализует так у него нет
"N"-канала.

$m(\text{взвешивания Fe}) = 20 \text{ г}$
 $m \text{ р-ра } (\text{CuSO}_4) = 280 \text{ г}$
 $w(\text{CuSO}_4)_{\text{иск.}} = 0,2$
 $w(\text{CuSO}_4)_{\text{ком.}} = 0,069$
 $m(\text{взвешивания ком.}) = ?$



$$\Delta m = 64\pi - 56\pi = 8\pi$$

$$m_{\text{new}}(\text{CuSO}_4) = 280 \cdot 0,2 = 56 \text{ г}$$

$$V(\text{CuSO}_4)_{\text{нск}} = \frac{m}{M} = \frac{56}{160} = 0,35 \text{ моль}$$

$$V(\text{CuSO}_4)_{\text{ком.}} = 50,35 - n \text{ мл}$$

$$m(\text{CuSO}_4)_{\text{rem}} = 160(0,35 - 20)$$

$$m_{p-ka}(CuSO_4)_{ком} = 280 - 270$$

$$W(\text{CuSO}_4)_{\text{ккм}} = \frac{160(0,35 - 7\%) }{230 - 8\%} = 0,069$$

$$0,069(280 - 8\pi) = 56 - 160\pi$$

$$19,32 - 0,552x = 56 - 160x$$

$$160\pi - 0,552\pi = 56 - 19,32$$

15g

$$159, 443 \pi = 36, 68$$

$\boxed{r = 0,23}$ мм

6

Черновик №1

$$m(\text{воздух})_{\text{см.}} = 20 + 0,23 \cdot 8 = 21,84 \text{ г}$$

Ответ: 21,84

~~Черновик №1~~Чистовик №1

А (газ с нейтральной молекулой) и Б (инертная атмосфера)

$$\rho_{\text{см}} = 1,536 \text{ г/л}$$

$$p = 1 \text{ атм } p = 101,3 \text{ Па}$$

$$\varphi = 30^\circ T = 303 \text{ К}$$

V ↓ на 20%

$$\rho_{\text{газо}} = 1,609 \text{ г/л}$$

А и Б - ?

$$V_{\text{см.}} = 1,243 \text{ л}$$

$$p = 101,3 \text{ Па}$$

$$T = 303 \text{ К}$$

$$V(\text{HCl})_{\text{р.}} = 250 \text{ мл} = 0,25 \text{ л}$$

$$c(\text{HCl}) = 0,12 \text{ М}$$

$$c(\text{вещество}) - ?$$

$$1) M_{\text{ср}} = \frac{\rho_{\text{см.}} \cdot R \cdot T}{p} = \frac{1,536 \cdot 8,314 \cdot 303}{101,3}$$

$$= 38,2 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Б}) = \frac{\rho_{\text{газо}} \cdot R \cdot T}{p} = \frac{1,609 \cdot 8,314 \cdot 303}{101,3}$$

$$= 40 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{А}) = 40 \text{ г/моль}$$

Газ Б - Аз (инертная атмосфера)

$$V(\text{А}) = 0,2 V_{\text{общ.}} \quad \varphi(\text{А}) = 0,2$$

$$V(\text{Б}) = 0,8 V_{\text{общ.}} \quad \varphi(\text{Б}) = 0,8$$

$$M_{\text{ср.}} = \varphi_1 M_1 + \varphi_2 M_2$$

$$38,2 = 0,2 M(\text{А}) + 0,8 \cdot 40$$

$$38,2 - 32 = 0,2 M(\text{А})$$

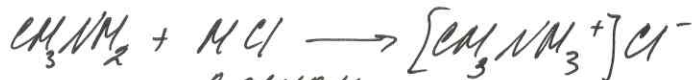
$$M(\text{А}) = 31 \text{ г/моль} \quad M(\text{СМNM}_2) = 31 \text{ г/моль}$$

Газ А - СМNM_2 - метиламин (газ с нейтральной молекулой)

$$2) pV = \nu RT \quad \nu_{\text{см.}} = \frac{p V_{\text{см.}}}{RT} = \frac{101,3 \cdot 1,243}{8,314 \cdot 303} = 0,05 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{СМNM}_2) = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{HCl}) = c \cdot V = 0,12 \cdot 0,25 = 0,03 \text{ моль (избыток)}$$



$$\begin{array}{ccc} 0,01 \text{ моль} & 0,01 \text{ моль} & \\ \nu([\text{СМNM}_3^+] \text{Cl}^-) = & 0,01 \text{ моль} & \end{array}$$

$$\nu(\text{HCl}) = 0,03 - 0,01 = 0,02 \text{ моль}$$

$$c([\text{СМNM}_3^+] \text{Cl}^-) = \frac{\nu}{V} = \frac{0,01}{0,25} = 0,04 \text{ моль/л}$$

(8)