



60-95-55-09
(45.11)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Ушаковой Анастасии Георгиевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход 14¹² - 14¹⁵

Дата

«02» марта 2025 года

Подпись участника

Ушаковой

Чисовик

Зад 1: Формула органического соединения имеет вид $C_xH_yO_z$. Зная число нейтронов и электронов, составим систему из 2х уравнений:

$$\begin{cases} 6x + y + 8z = 32 \quad (1) \\ 6x + 8z = 26 \quad (2) \end{cases}$$

$\Rightarrow C_2H_4O_2$

$$(1) - (2): 6x + y + 8z - 6x - 8z = y = 32 - 26 \quad +$$

$$y = 4$$

94

Т.к. $x \in \mathbb{N}$; $z \in \mathbb{N}$; по меньшей мере установим, что $x \geq 2$ удовлетворяет условию задат.: $\begin{cases} 6 \cdot 2 + 4 + 8 \cdot 2 = 32 \\ 6 \cdot 2 + 8 \cdot 2 = 26 \end{cases}$

(То есть формула имеет вид $C_2H_4O_2$ соответствует веществам: $HOOC-CH_2-COOH$ (маллиформат) $\rightarrow$ число электронов, участвующих в образовании химических связей $= 16$)

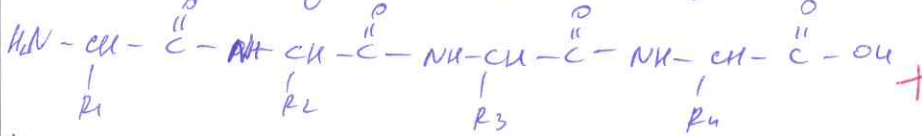
Тога исковое соединение: $C_2H_4O_2$ - $HOOC-CH_2-COOH$ - уксусная (этановая) кислота. Структурная формула: $CH_3-C(=O)-OH$ - уксусная (этановая) кислота. Число связей в молекуле $= 1+1+1+1+2+1+1 = 8$. Для образования связей требуется 2 электрона. $\Rightarrow$ число электронов, участвующих в образовании химических связей: $8 \cdot 2 = 16$ электронов.

Зад 2: селенка 1: в этой селенке находится ~~олеум~~ олеум. Т.к. олеум - это раствор SO_3 в H_2SO_4 , то при выверкивании излуча на воздухе, SO_3 будет переходить в газовой (самостоятельно) в результате испарения и при этом ~~образует серную кислоту~~ образует серную кислоту, которая после испарения SO_3 нашла возможность при H_2O в воздухе в результате чего ~~появилась серная кислота~~ появилась серная кислота (иногда в виде тумана).

селенка 3: в этой селенке находится концентрированная фосфорная кислота, так как она является очень гигроскопичным веществом. Из-за того, что она очень гигроскопична, то после отсушения в ней излуча и возвращение ее на воздух, конц. фосфорная кислота начнет поглощать в себя пары воды, в результате чего влажность воздуха и температура начнет постепенно понижаться.

селенка 2: в этой селенке находится хлороформ, который является жидким веществом при комнатной температуре.

Зад 3: Пусть цепочка А - тетраметилен, тогда он имеет вид:

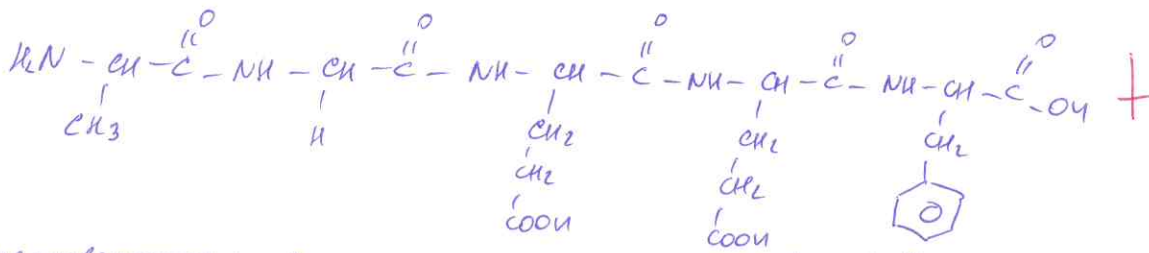


Исходя из данных в условии задачи о взаиморасположении цепочки с функциональными группами и карбоксильными группами, можно установить, что:

$R_1 = CH_2$
 $R_2 = H$
 $R_3 = CH_2CH_2COOH$
 $R_4 = CH_2-\text{цикл}$
Посчитаем МР такой цепочки:
Заметим, что $(H_2N-CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C})$ повторяется; $M(H_2N-CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}) = 55 \text{ г/моль}$
 $\Rightarrow M(\text{цепочки}) = M(H_2N-CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}) \cdot 4 + M(CH_2) + M(OH) + M(R_1) + M(R_2) + M(R_3) + M(R_4) = 422 \text{ г/моль}$
Значит, молекулярная масса цепочки А имеет МР $= 551 \text{ г/моль}$, значит, количество аминокислот в исходном полипептиде > 4 .
Мост $= 551 - 422 = 129 \text{ г/моль}$; Если в цепочке присутствует всего 1 аминокислотный остаток, то $M(R_5) = 129 - M(H_2N-CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}) = 129 - 56 = 73 \text{ г/моль}$

Данная мономерная масса соответствует молекулярной массе $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{COOH}$,
образованной в составе полимера А ввиду ещё присутствия остатков этого
исходного мономера.

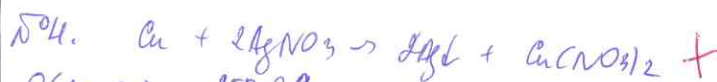
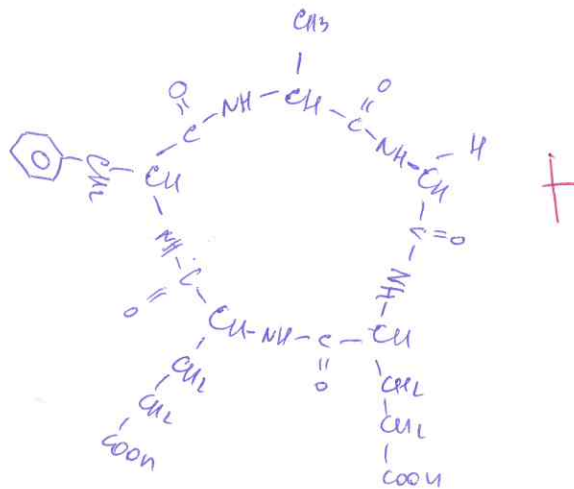
Тога летим А имам такву структуру!



Посиговарительность аммиака в летнее: $U(A) = 597 \text{ г/ком}$

Фенилаланин - Глутаминовое амиды - Глутаминовое амиды - Фенилаланин

Рядом с ней чтобы перенос не реагировал с фенилгидрохиноном, у него не должно быть свободной ММ-конца, тогда он улетит и не будет мешать.



$$V(\text{AgNO}_3) = \frac{255 \cdot 0,2}{170 \text{ g/mol}} = 0,3 \text{ l/mol}$$

$$\frac{2}{\pi} \frac{100}{64} = 1.5625 \text{ cm}$$

Пусть преобразовано Δx дом АНОЗ. Тогда преобразовано Δx дом Б и Вигерина.

Тогда $\text{Дост. (ANOVA)} = (0,3 - 2x) \text{ млн}$

$$\text{mou. (AgNO}_3) = (0,3 - 2x) \cdot 170 + (51 - 340x) \cdot 1$$

$$m(\text{kon. p. pa}) = 255 + x \cdot 64 - 2x \cdot 108 = (255 - 192x) \text{ r} +$$

$$w(\text{AgNO}_3) \text{ об. п. п.} = \frac{97 - 340x}{295 - 152x} = 0,071$$

$$51 - 340x = 18,105 - 10,792x$$

$$32,895 = 329,208x$$

$$x = 0, (\text{до } \pi)$$

$$D_{\text{prop}}(\text{Cu}) = 0,1 \text{ mm}$$

$$V_{\text{эф}}(15) \approx 0,1 \text{ км/ч} \cdot 2 = 0,2 \text{ км/ч}$$

масса $m(\text{Cu})_{\text{гор.}}$ = 0,64 г = 6,4 г

$$m(\text{Ag})_{\text{осп.}} = 0,1 \cdot 2 \cdot 108 = 21,6 \text{ г}$$

Таким образом, мы можем написать $100 - \text{мол.}(\text{Cu}) + \text{мол.}(\text{Ag}) =$

Дано: Пусть $m(A) = a \text{ г/моль}$
 $m(B) = b \text{ г/моль}$

① Так как через смесь пропускают избыток соды, то и испаря, и объем смеси газовой уменьшается на 10%, то можно считать, что с ней прореагировало только 1 газ и его объемная доля в смеси составила 10% (0,1)

т.е. газ Б добавляется в газ А для создания инертной атмосферы, но инертно предполагается, что газ Б - инертный и не взаимодействует с КСл, тогда $\varphi(A) = 0,1$
 $\varphi(B) = 0,9$

По уравнению Клапейрона-Менделеева: $pV = \frac{m}{M} RT$
 $p = \frac{m}{M} \frac{RT}{V} = \rho$
 $\rho = \frac{pRT}{M}$

Найдем $M_{\text{ср. (смесь газов)}}$ в смеси КСл: $\rho = \frac{pRT}{M_1}$
 $M_1 \text{ (ср. атт газ)} = \varphi(A) \cdot m(A) + \varphi(B) \cdot m(B) =$
 $= 40,502$

$0,1 \cdot a + 0,9 \cdot b = 40,502 (*)$

В конечном итоге смесь газов по клапейру предполагается осталась только газ Б.

По уравнению Клапейрона-Менделеева найдем M_2 : $\rho = \frac{pRT}{M(B)}$
 $b = m(B) = \frac{\rho RT}{p}$
 $b = m(B) = \frac{1,656 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,3} = 39,36 \text{ г/моль}$
 $\approx 40 \text{ г/моль} = m(\text{Ar})$

Газ Б - Ar, и Б действительно является инертным газом

Представим найденные a и b в (*): $0,1 \cdot a + 0,9 \cdot 40 = 40,502$
 $a = \frac{40,502 - 0,9 \cdot 40}{0,1} = 45,02 \text{ г/моль} \approx 45 \text{ г/моль}$

т.е. газ А реагирует с КСл, по формуле предполагаем, что А - алкин, тогда $\text{С}_2\text{К}_5\text{NH}_2$

М соответствующий алкин с молекулярной формулой: $\text{С}_2\text{К}_5\text{NH}_2$

Тогда газ А: $\text{СН}_3-\text{СН}_2-\text{NH}_2$ или $\text{СН}_3-\text{NH}-\text{СН}_3$ (правильный расчет для обоих аминов)

② $pV = nRT$
 $(\text{Газовый смес}) = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 2,445}{8,314 \cdot 298} = 0,1 \text{ моль}$, тогда $\varphi(\text{СН}_3-\text{СН}_2-\text{NH}_2) = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ моль}$

$\varphi(\text{КСл}) = 0,2 \cdot 0,15 = 0,03 \text{ моль}$ и $\varphi_{\text{прод}}(\text{КСл}) = 0,01 \text{ моль}$

$\text{СН}_3-\text{СН}_2-\text{NH}_2 + \text{КСл} \rightarrow \text{СН}_3\text{СН}_2\text{NH}_3^+\text{Сл}^-$

$\varphi_{\text{ост}}(\text{КСл}) = 0,03 - 0,01 = 0,02 \text{ моль}$

$\varphi(\text{СН}_3\text{СН}_2\text{NH}_3^+\text{Сл}^-) = 0,01 \text{ моль}$

$\text{С}_{\text{ос}}(\text{КСл}) = \frac{0,02 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 0,1 \text{ моль/л}$

$\text{С}(\text{СН}_3\text{СН}_2\text{NH}_3^+\text{Сл}^-) = \frac{0,01 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 0,05 \text{ моль/л}$

Дано: $\varphi(\text{NaHSO}_3) = \frac{2,06}{104} = 0,0198 \text{ моль}$

$\text{С}(\text{NaHSO}_3) = \frac{0,02}{0,8} = 0,025 \text{ моль/л}$

Пусть $K_{\text{дис}}(\text{HSO}_3^-) = \frac{[\text{H}^+][\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} = K_1$

$K_{\text{дис}}(\text{HSO}_3^-) = \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_3^{2-}]}{[\text{HSO}_3^-]} = K_2$

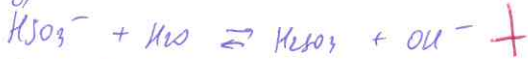
возможно протекание двух процессов:

1) Диссоциация HSO_3^- : $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$

$K = \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_3^{2-}]}{[\text{HSO}_3^-]} = K_2 = K_{\text{дис}}(\text{HSO}_3^-) = 6,2 \cdot 10^{-8}$

2) Гидролиз: (он образован слабой кислотой и сильным основанием).
(по окислению)

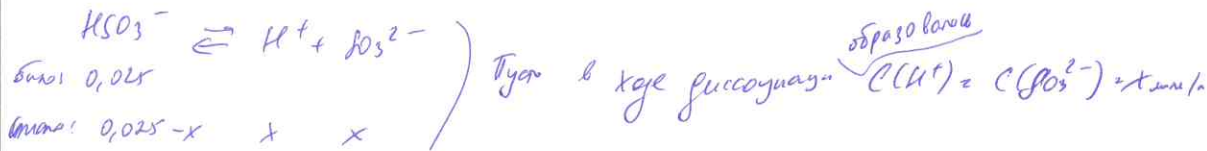
кислота



$$K_f = \frac{[\text{KHSO}_3] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{KSO}_3^-]} = \frac{[\text{KHSO}_3] \cdot [\text{OH}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{KHSO}_3^-] \cdot [\text{H}^+]} = \frac{K_w}{K_{\text{дисс.}}(\text{KHSO}_3)} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 7,14 \cdot 10^{-13}$$

Запомним, что K_f много меньше K_2 (на порядок), значит обратный процесс, т.е. в хлориде будет протекать процесс - диссоциация KSO_3^- .
т.е. в хлориде будет протекать процесс в растворе образование ионов H^+ , то есть кислая среда.

$$c(\text{KSO}_3^-) = c(\text{KHSO}_3) = 0,025 \text{ моль/л}$$



$$K_{\text{дисс.}}(\text{KSO}_3^-) = K_2 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{SO}_3^{2-}]}{[\text{KSO}_3^-]} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$\frac{x \cdot x}{0,025 - x} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

Т.е. x - очень маленькое число, то им можно пренебречь в знаменателе $0,025 - x \approx 0,025$

$$\text{Тога: } x^2 = 0,025 \cdot 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$x = \sqrt{0,025 \cdot 6,2 \cdot 10^{-8}} = 3,937 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л} = c(\text{H}^+) = c(\text{SO}_3^{2-})$$

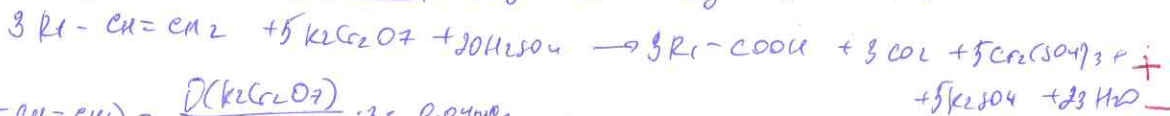
$$\text{pH} = -\lg(c(\text{H}^+)) = -\lg(3,937 \cdot 10^{-5}) = 4,4$$

$$\text{п.4.1: } K(\text{C}_2\text{O}_4) = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ моль/л}$$

Т.к. C и D - изомеры алкенов, то кон-во атомов углерода в них ≥ 4 (у этилена и пропилена изомеров нет).

Рассмотрим алкен, в котором атомы углерода при двойной связи связаны с разным числом заместителей, а на другом C атома в катюне из этих групп.

1) ~~Рассмотрим алкен, в котором атомы углерода при двойной связи связаны с разным числом заместителей, а на другом C атома в катюне из этих групп.~~ Вещество имеет вид: $\text{R}_1 - \text{C} = \text{C} \text{H}_2$

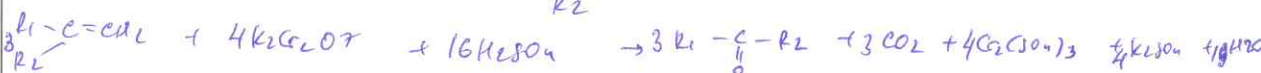


$$K(\text{R}_1 - \text{C} = \text{C} \text{H}_2) = \frac{K(\text{C}_2\text{O}_4)}{5} \cdot 3 = \frac{0,01 \cdot 3}{5} = 0,006 \text{ моль/л}$$

$$M(\text{R}_1 - \text{C} = \text{C} \text{H}_2) = \frac{8,4}{0,006 \text{ моль/л}} = 1400 \text{ г/моль}$$

$M \neq 2 \Rightarrow$ такой алкен не возможен. (2 - количество целых чисел)

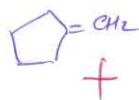
2) Вещество имеет вид: $\text{R}_1 - \text{C} = \text{C} \text{H}_2$



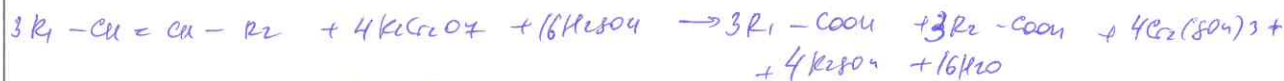
$$D(R_1-C=CH_2) = \frac{D(K_2Cr_2O_7)}{4} \cdot 3 = \frac{0,04 \text{ моль}}{4} \cdot 3 = 0,03 \text{ моль}$$

Чистовик

$$M(R_1-C=CH_2) = \frac{2,46 \text{ г}}{0,03 \text{ моль}} = 82 \text{ г/моль} +$$

Такой молярной массы соответствует алкен:  +

3) Вещество имеет вид: $R_1-CH=CH-R_2$



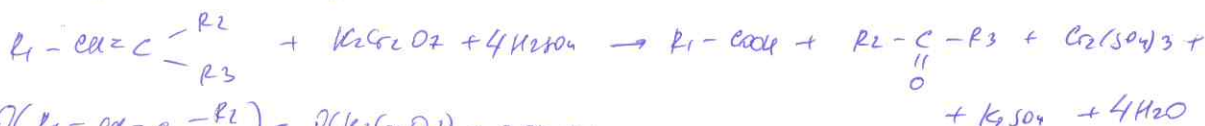
$$D(R_1-CH=CH-R_2) = \frac{D(K_2Cr_2O_7)}{4} \cdot 3 = \frac{0,04 \text{ моль}}{4} \cdot 3 = 0,03 \text{ моль}$$

$$M(R_1-CH=CH-R_2) = \frac{2,46 \text{ г}}{0,03 \text{ моль}} = 82 \text{ г/моль}$$

Такой молярной массы соответствует алкен:



4) Вещество имеет вид: $R_1-CH=C(R_2)-R_3$



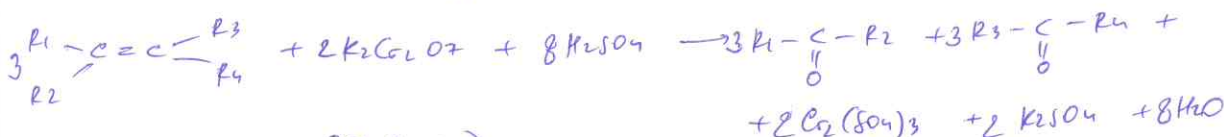
$$D(R_1-CH=C(R_2)-R_3) = \frac{D(K_2Cr_2O_7)}{4} = 0,04 \text{ моль}$$

$$M(R_1-CH=C(R_2)-R_3) = \frac{2,46 \text{ г}}{0,04 \text{ моль}} = 61,5 \text{ г/моль}$$

$M \neq 82 \Rightarrow$ такой алкен не существует.

Все алкены, в которых один атом C при двойной связи связан с 2 заместителями, а другой с 2-мя заместителями (например, попарными изомерами галогеноалканами), имеют молярную массу вещества, которая получается делением на 2, такой алкен не существует.

5) Вещество имеет вид: $R_1-CH=C(R_2)-R_3$



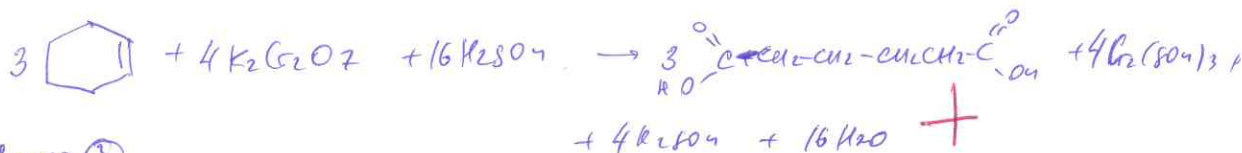
$$D(R_1-CH=C(R_2)-R_3) = \frac{D(K_2Cr_2O_7)}{2} \cdot 3 = \frac{0,04 \text{ моль}}{2} \cdot 3 = 0,06 \text{ моль}$$

$$M(R_1-CH=C(R_2)-R_3) = \frac{2,46 \text{ г}}{0,06 \text{ моль}} = 41 \text{ г/моль} +$$

М(алкена) не может быть целым числом $\Rightarrow$ такой алкен не существует.

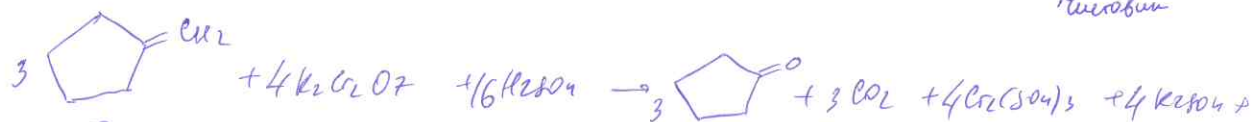
Вывод, вытекающий из вышеизложенного: молярная масса вещества такого вида (где R-заместитель) должна быть кратна 2, так как при делении на 2 получается целое число, которое является молярной массой. Если же не делится на 2, то такой алкен не существует.

Рассмотрев все возможные алкены можно прийти к выводу, что вещества, соответствующие алкенам 2 и 3 удовлетворяют условиям задачи. Рассмотрим окисление этих веществ.



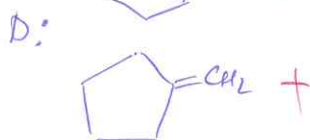
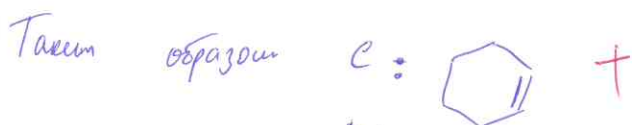
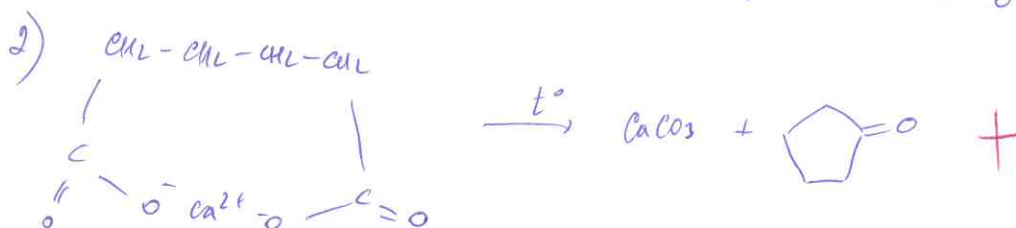
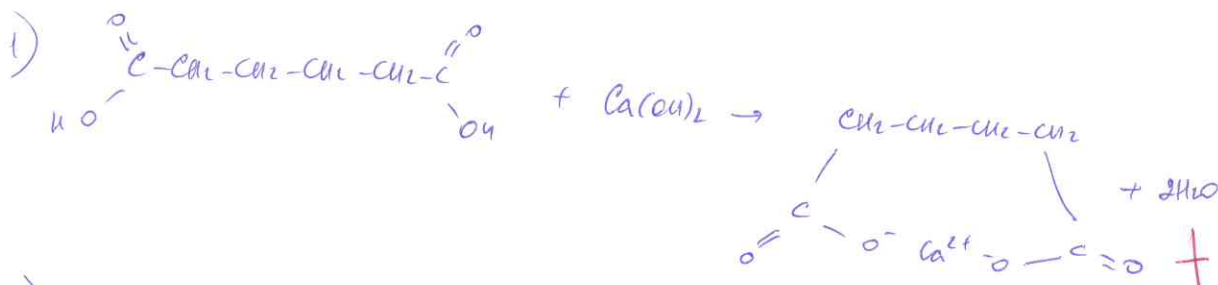
алкен 3

Митович

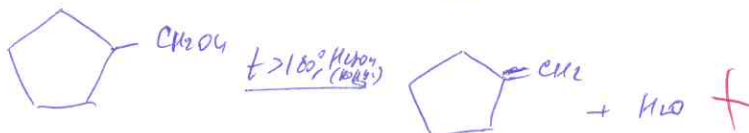
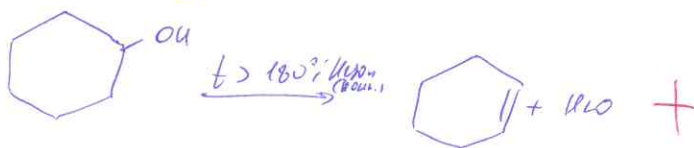


англ. 2)

Фактически, (описание разных веществ) где HNO_3 является исходным веществом, K2Cr2O7



Реакции дегидратации:



Зад. 1 По алюмосиликату Al2Si3O10(OH)2 найти степень окисления элемента X: заряд $(\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2) = 3 \cdot (+3) + 3 \cdot (+4) + (-2) \cdot 10 + (-1) \cdot 2 = -1$ +
Тогда степень окисления (X) = заряд $(\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2) \cdot (-1) = 1$

Исходно
По условию, после обработки образца минерала перелет КС, после добавления в растворитель р-ра H_2SO_4 и охлаждения, в осадок выпадает вещество вида: $\text{КС} \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ +

$$w(x) = \frac{M(x)}{m(\text{КС} \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O})} \Rightarrow \frac{w(x)}{w(y)} = \frac{M(x)}{M(y)} = \frac{M(x)}{29} = 1,625 +$$

Степень окисления
 $x = +1$
Соль В

$$M(x) = 29 \cdot 1,625 = 47 \text{ г/моль} +$$

поша $x = K +$

Тогда минерал имеет вид: $\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ~~и др.~~

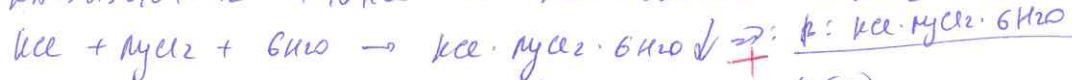


предположим, что после охлаждения раствора выпадает аморфное вещество

$$w(K) = \frac{39}{m(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})} = \frac{39}{474} = 8,22\% \approx 8,22\% \Rightarrow \text{предположение верно.}$$

$$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \downarrow$$



№5:

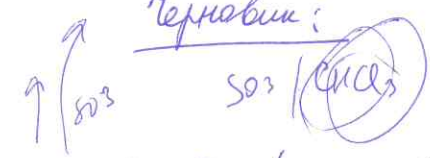
A и B:

пусть

$$\varphi(A) = 0,1$$

$$\varphi(B) = 0,9$$

Черновик:



$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$P = \frac{PRT}{M}$$

$$M = \frac{PRT}{P}$$

$$M_1 = \frac{1,656 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,3} = 40,502 \text{ г/моль}$$

$$M = \frac{PRT}{P} \Rightarrow \text{или } A + 0,9 \cdot B = 40,502$$

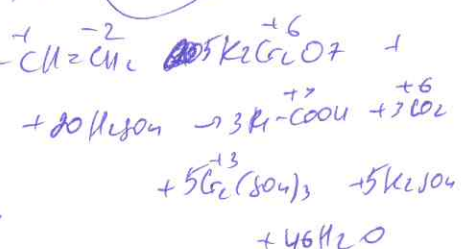
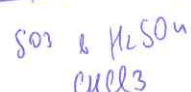
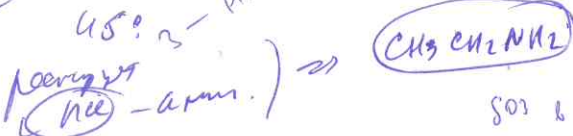
П.к. все дан в условии, но из стандартной табл. масс, чтобы найти в ней реакцию, остается (B)

$$M_2(\text{смен}) = \frac{1,634 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,3} = 40 \text{ г/моль} = A$$

$$\text{или } \frac{0,9}{1 - \frac{0,9}{2} - \frac{MCH_3}{MCH_3POH}} = 40,502$$

$$0,1 \cdot A + 0,9 \cdot 40 = 40,502$$

$$A = 45,02$$



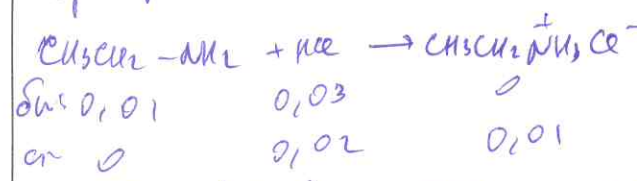
$$D(\text{смен}) = \frac{PV}{RT} = \frac{2,445 \cdot 101,3}{8,314 \cdot 298} = 0,1 \text{ моль}$$

$$D(Ap) = 0,03 \text{ моль}$$

$$D(\text{аммиак}) = 0,01 \text{ моль}$$

$$D(K_2Cr_2O_7) = 0,15 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ моль}$$

При пропускании отн. количества кол-ва газа, V не изм.

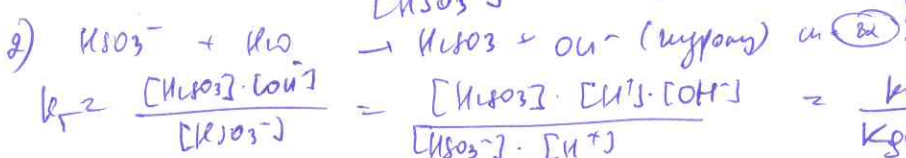
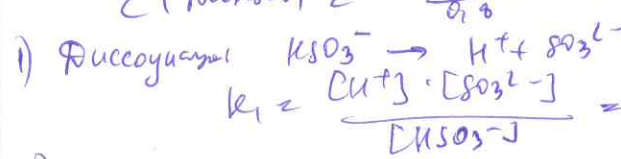


$$c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+\text{Cl}^-) = \frac{0,01}{0,2} = 0,05 \text{ M}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ M}$$

$$\text{№6: } D(\text{NaHSO}_3) = \frac{8,06}{10^4} = 0,02 \text{ моль}$$

$$c(\text{NaHSO}_3) = \frac{0,02}{0,8} = 0,025 \text{ M}$$



$K_f \ll K_{\text{дисс.}}$)) итд диссоциация. едн. - моляр (M)

$$x = 3,937 \cdot 10^{-5} \text{ pH}_2 = \frac{0,015 \cdot 0,015 \cdot x}{K_{\text{дисс.}}(\text{HSO}_3^-)} = \frac{6,2 \cdot 10^{-8} \cdot x}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 4,4$$

Черновик.

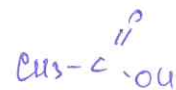


$$\begin{cases} 6x + y + 8z = 32 \\ 6x + 8z = 28 \end{cases} \Rightarrow y = 4$$

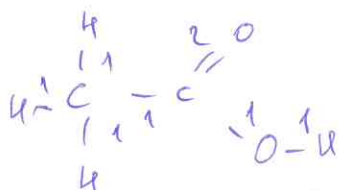


$C_2H_4O_2$: уксусная кислота

$$\begin{aligned} 6 \cdot 2 + 4 + 8 \cdot 2 &= 32 \\ 6 \cdot 2 + 8 \cdot 2 &= 28 \end{aligned}$$



или $H-C(=O)-OH$ (гидроксикарбонил)



$$1+2+1+1+2+1+1 = 8$$

$$9 \cdot 2 = 18$$

№2 H_2PO_4 — ипрасоминант — будет пометить карбид H_2O
 H_2PO_4 — 3 (Q - выделение)

Олеум

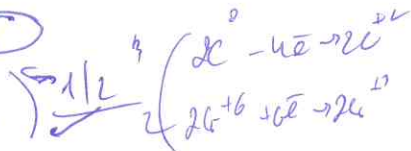
хлороформ — $CHCl_3$ — более легкая смесь — скисло от наплет и испарение в результате из производства охлаждения.

№1 хлороформ — 1

олеум (раствор SO_3 в H_2SO_4) — 2

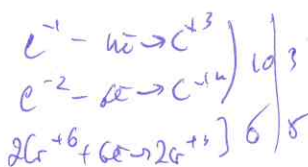
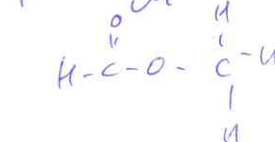
№3 H_2PO_4 — 3

$CHCl_3$
 SO_3 в H_2SO_4



№5.1 А и Б

$$PV = \frac{m}{M} RT$$



№3.1. Тупой это тетрапептид

