



21-07-57-71

(44.9)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

+1 мес. *Ласть*

Место проведения Москва.
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по химии.
профиль олимпиады

Воропаева Кирилла Львовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Вышел: 13:22 *ЛС*

Пришел: 13:32 *ЛС*

Дата

«02» марта 2025 года

Подпись участника

К. Воропаева

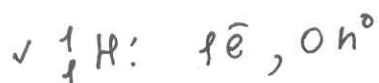
21-07-57-71

(44.9)

Задача 4.5.

Числовик.

①



• Пусть в веществе X находятся a атомов C, b атомов O и c атомов H.

• Тогда:

$$\begin{cases} 6a + 8b + c = 40 \\ 6a + 8b = 34 \end{cases} \Rightarrow c = 40 - 34 = 6$$

$$\checkmark 6a + 8b = 34 \quad 1:2$$

$$3a + 4b = 17. \text{ — диофантово уравнение.}$$

$$a = \frac{17}{3} - \frac{4}{3}b, \text{ учтём, что } a \in \mathbb{N}, b \in \mathbb{N}.$$

b	a	комментарий
1	4(3)*	не подходит
2	3	подходит!
3	1(6)	не подходит
4	0(3)	не подходит
5	-1	не подходит

$\Rightarrow$ дальше проверять нет смысла.

• Тогда единственным возможным X может быть:



* Продолжение на стр 2!

* , где цифра в скобках обозначает бесконечно повторяющуюся цифру. (пример: $4,(3) \equiv 4,333333\dots$)

Анализ
бен/пропанол

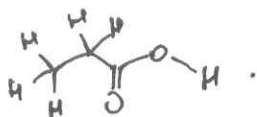
1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100

Задача 1.5 (продолж.)

Чистовик

②

✓ определим число e^- , участвующих в образовании связей:



• На каждую хим. связь приходится по $2e^-$,
(на двойную связь будет приходиться $4e^-$!).

✓ Тогда: $\sum N e^- = 11 \cdot 2 = 22 e^-$.

Задача 2.4

✓ Нетрудно догадаться, что в 3 силежке находится H_2SO_4 (конц.), т.к. при опускании термометра в H_2SO_4 на кончике щупа остается немного серной кислоты. На воздухе щупа своей гигроскопичности H_2SO_4 быстро хватается пары H_2O (находятся в воздухе) щупа из-за чего ~~температура~~ температура повышается. X

✓ Вазелиновое масло - очень вязкая субстанция, поэтому когда она остается на кончике щупа, то она очень долго будет стечать с него, поэтому температура не будет меняться $\Rightarrow$ вазелиновое масло во 2-ой силежке. X

✓ бензол, ~~когда~~ когда будет оставаться на кончике щупа будет испаряться (постепенно) $\Rightarrow$ термометр будет охлаждаться (т.к. ~~испарение~~ $\Delta_{\text{исп}} H > 0$) когда весь бензол с щупа испарится, то ~~температура~~ температура термометра станет комнатной. Тогда бензол в 1 силежке. X

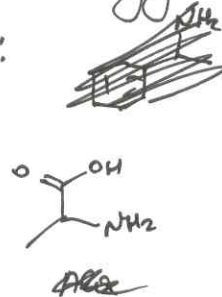
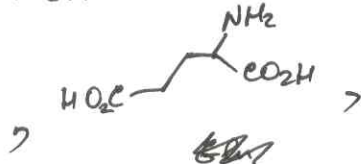
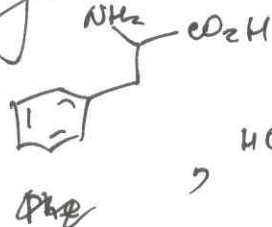
21-07-57-71
(44,9)

Числовик.

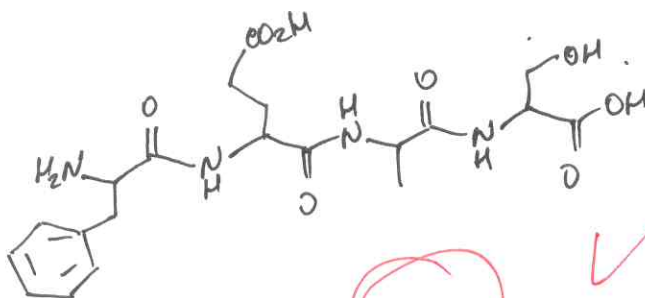
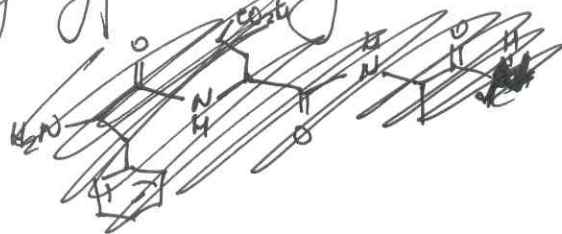
(3)

Задача 3.2

- ✓ сразу договоримся, что пептид, как и обычно, будем записывать от N-конца к С-концу.
- ✓ С-концевой аминокислотой будет серин.
- ✓ Последовательность N-конца:



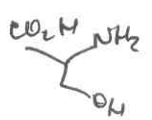
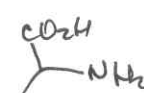
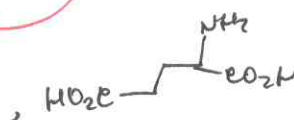
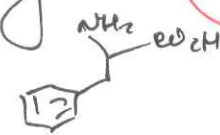
- ✓ Структура пептида:



но этот пептид

не проходит по М.

Тогда:



Брутто: $C_8H_{11}NO_2$
Малати 165 г/моль

$C_5H_9NO_4$
147 г/моль

$C_3H_7NO_2$
89 г/моль

$C_3H_7NO_3$
105 г/моль

✓ Укажем, что при образовании пептидной связи образуется вода (-18 г/моль)

Продолж. на 13 стр!

Частовик

(4)

Задача 4.9

$$n_{\text{Fe}} = \frac{20}{56} = 0,357 \text{ моль}$$

$$n_{\text{CuSO}_4} = \frac{280 \cdot 0,2}{160} = 0,35 \text{ моль}$$

Пусть растворилось x моль Fe. Тогда:

$$n_{\text{Fe}} = (0,357 - x) \text{ моль}$$

$$n_{\text{Cu}} = x \text{ моль}$$

$$n_{\text{CuSO}_4} = (0,35 - x) \text{ моль}$$

$$n_{\text{FeSO}_4} = x \text{ моль}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 280 - 64x + 56x = (280 - 8x) \text{ г}$$

$$\text{Тогда: } \omega_{\text{CuSO}_4} = 0,069 = \frac{(0,35 - x) \cdot 160}{280 - 8x}$$

$$1,0784 \cdot 10^{-3} = \frac{0,35 - x}{280 - 8x}$$

$$\text{Откуда } x = 0,0485 \text{ моль. } x = 0,23 \text{ моль}$$

$$\begin{aligned} \text{Тогда: } m_{\text{гвзд}} &= 20 - 56x + x \cdot 64 = 20 + 8x = \\ &= 20 + 8 \cdot 0,23 = 21,84 \text{ г} \end{aligned}$$

Задача 5.1

Менделеев (АД)

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

$$p = \frac{gRT}{M}$$

$$M_{\text{He}} = \frac{gRT}{p} = \frac{1,536 \cdot 8,314 \cdot (30 + 273,15)}{101,325} = 38,2 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{неон}} = \frac{1,609 \cdot 8,314 \cdot (30 + 273,15)}{101,325} = 40 \text{ г/моль} - \text{Ar}$$

Продолжить на стр 5!

21-07-57-71
(44.9)

Чистовик

5

Задача 5.1 (продолж.)

- Р-у 1 газовой см. ↓ на 20%. $\Rightarrow$ газа с $M = 40 \text{ г/моль}$
по объему $\frac{4}{5}$, а другого газа $\frac{1}{5}$.
- Тогда: $38,2 = \frac{4}{5} \cdot 40 + \frac{1}{5} \cdot x$, где x — молярная масса 2-ого газа.
 $x = 34 \text{ г/моль}$ — подходит MeNH_2 .

- Тогда А — MeNH_2
Б — Аг.



$$n_{\text{MeNH}_2} = \frac{1,243 \cdot 101,325 \cdot 0,2}{8,314 (30 + 273,15)} = 9,884 \cdot 10^{-3} \text{ моль} \approx$$

$$\approx 1 \cdot 10^{-2} \text{ моль} \equiv 0,01 \text{ моль}.$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,25 \cdot 0,12 = 0,03 \text{ моль}.$$

- В ~~исход~~ когда р-н завершится!

$$n_{\text{MeNH}_3^+ \text{Cl}^-} = 0,01 \text{ моль}$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,02 \text{ моль}.$$

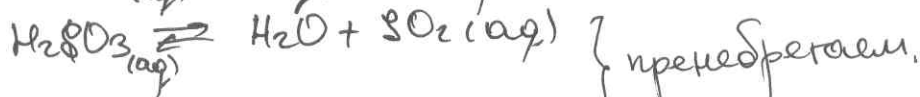
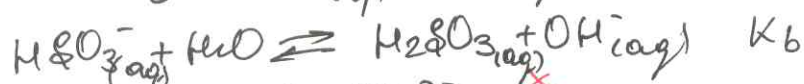
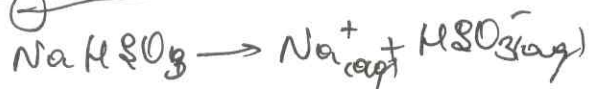
$$C_{\text{MeNH}_3^+ \text{Cl}^-} = \frac{0,01}{0,25} = 0,04 \text{ M}$$

$$C_{\text{HCl}} = \frac{0,02}{0,25} = 0,08 \text{ M}.$$

Чистовик

6

Задача 6.4



$$c^{\circ} \text{NaHSO}_3 = \frac{3,12}{1 \cdot 10^4} = 0,03 \text{ M}$$

~~Видим, что~~

$$K_b = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 7,14 \cdot 10^{-13}$$

✓ Видим, что $K_b \ll K_{a2} \Rightarrow$ преобладает процесс диссоциации $\Rightarrow$ среда слабощелочная.

✓ Электронейтральность:

$$[\text{H}^+] + [\text{HSO}_3^-] + 2[\text{SO}_3^{2-}] = [\text{Na}^+] + [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}^+] + \frac{c^{\circ}[\text{H}^+] \cdot K_{a1} + 2K_{a1}K_{a2} \cdot c^{\circ}}{[\text{H}^+]^2 + [\text{H}^+] \cdot K_{a1} + K_{a1}K_{a2}} = c^{\circ} + \frac{K_w}{[\text{H}^+]}$$

$$[\text{H}^+] + \frac{0,03[\text{H}^+] \cdot 1,4 \cdot 10^{-2} + 2 \cdot 1,4 \cdot 10^{-2} \cdot 6,2 \cdot 10^{-8} \cdot 0,03}{[\text{H}^+]^2 + 1,4 \cdot 10^{-2}[\text{H}^+] + 1,4 \cdot 10^{-2} \cdot 6,2 \cdot 10^{-8}} = 0,03 + \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]}$$

Откуда (с помощью калькулятора):

$$[\text{H}^+] = 0,016 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log 0,016 = 1,796$$

$$* \text{ где } c^{\circ} \equiv c^{\circ} \text{NaHSO}_3.$$

Чистовик

8

Задача 8.5

✓ По степеням окисления:



$$x + 3 + 3 \cdot 4 - 8 \cdot 2 = 0$$

$$x = +1$$

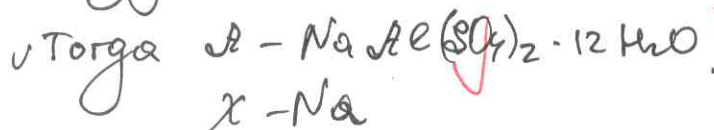
✓ Тогда X может быть либо щ.м., либо Te^{+1} , Sn^{+1} , Ga^{+1} (*).

✓ Т.к. это минерал, то X , скорее всего либо Na , либо K .

✓ Выпадать при р-ии с серной кислотой и при последующем охлаждении могут квасы.

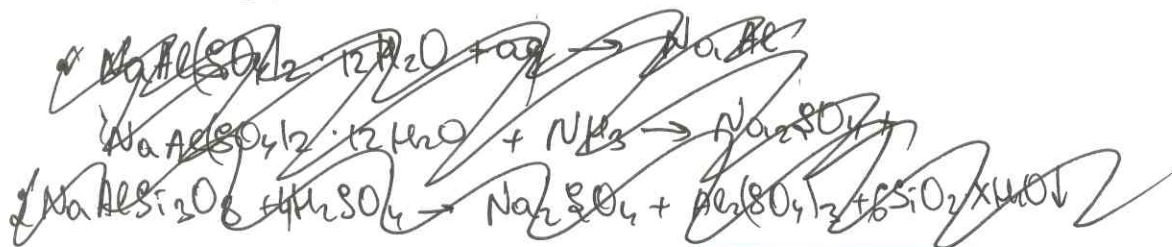
✓ Тогда: $\omega_x = \frac{x}{x + 27 + 96 \cdot 2 + 18 \cdot 12} = 0,0502$.

Отсюда $x = 22,99$ /моль - Na ✓



✓ В, скорее всего, кристалл $(Na_3[AlF_6])$

Проверим: $\frac{\omega_{Na}}{\omega_{Al}} = \frac{23 \cdot 3}{27} = 2,5556$ - подходит! ✓



«Продолж. на стр 3!»

* - маловероятно.

21-07-57-71
(44.9)

Задача 8.4 (продолж.)

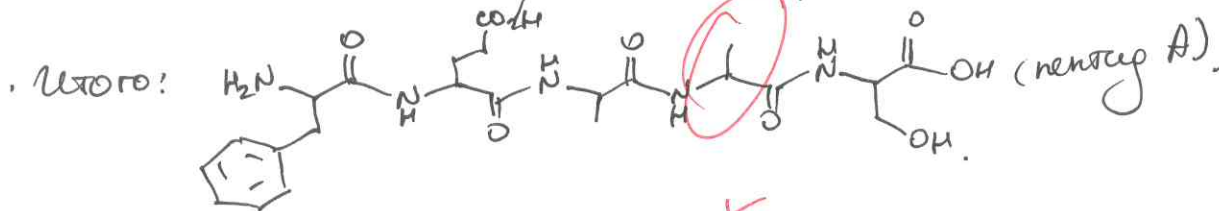
листовик

(13)

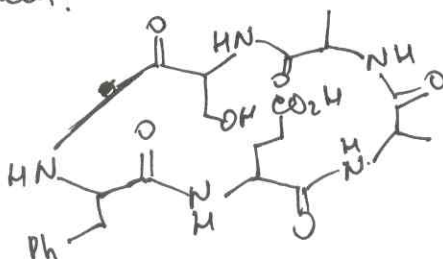
• Если каждая α/α^* присутствует по 1 разу, то
Ментиды = $185 + 147 + 88 + 105 - 18 \cdot 3 = 452 \text{ г/моль}$.

Мост = $523 - 452 = 71 \text{ г/моль}$.

М ак-ты = $71 + 18 = 89 \text{ г/моль}$ - Ala.

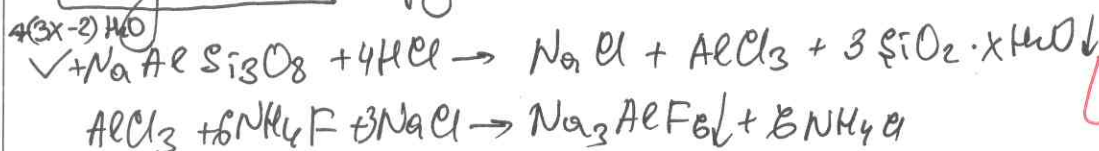


✓ Единственный возможный вариант, чтобы PhNCS не реагировал с пептидом - это чтобы пептид был циклическим:



(+)

Задача 8.5 (продолж.)

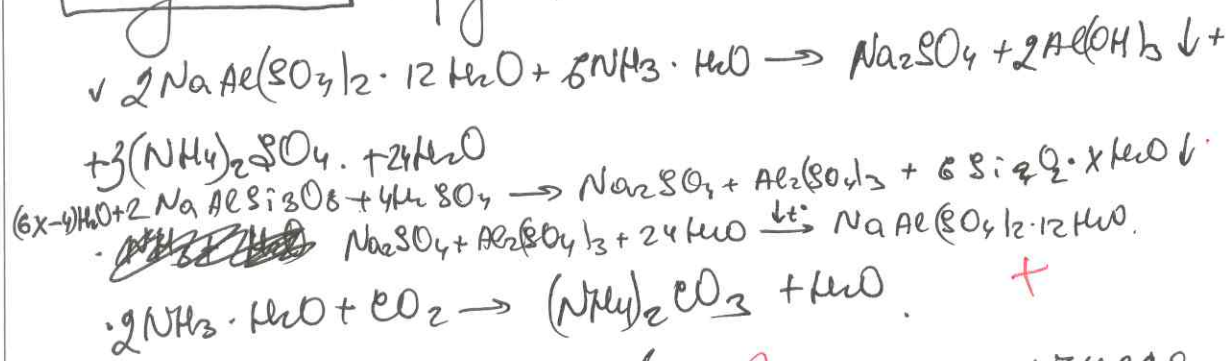


* α/α^* - оптический

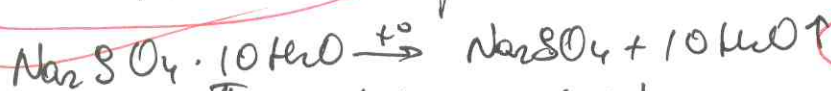
Задача 8.5 (продолж.)

Честовик

9

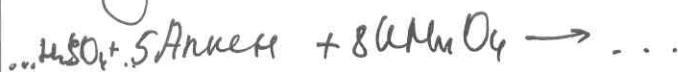


Во всех этих превращениях получается Na_2SO_4 , который при выпаривании дает $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ~~выпадает~~.



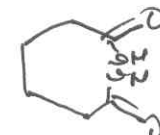
Продолж. на стр 13!

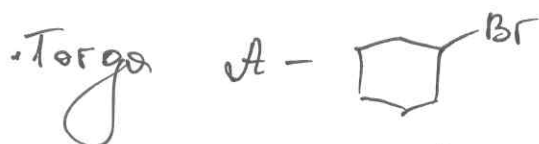
Задача 7.3



Тогда: $\frac{1,64}{(\text{Малкина}) \cdot 5} = \frac{0,2 \cdot 0,15}{8}$

откуда Малкина = 82 г/моль. - подходит C_6H_{10} .

Тогда с 4 Д:  и  (не подходит, т.к. у  в 2 стадии негде получить  или наоборот.)

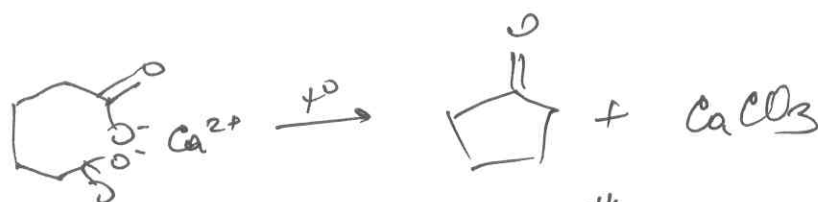
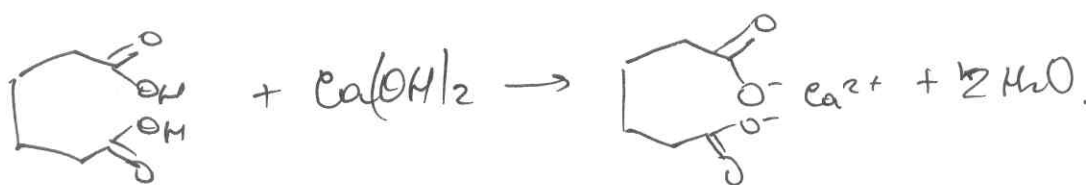
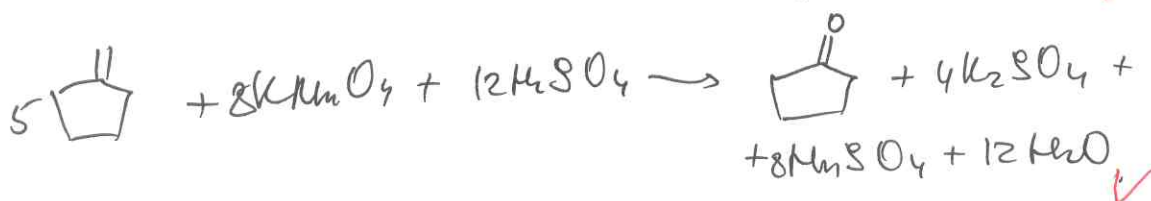
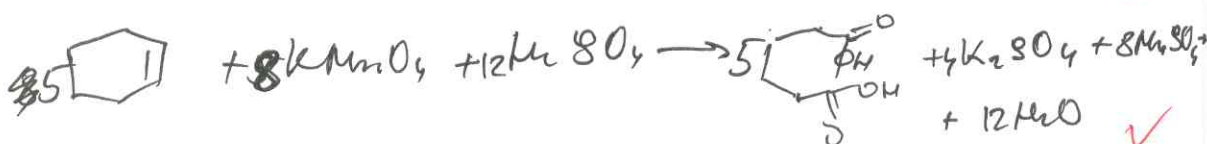


Продолжение на стр. 11!

Чистовик

(11)

Задача 7.3 (продолж.)



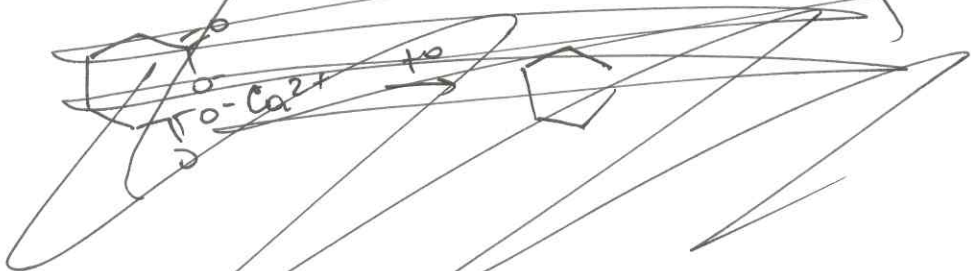
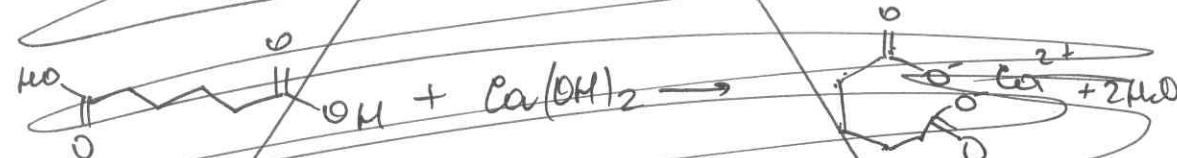
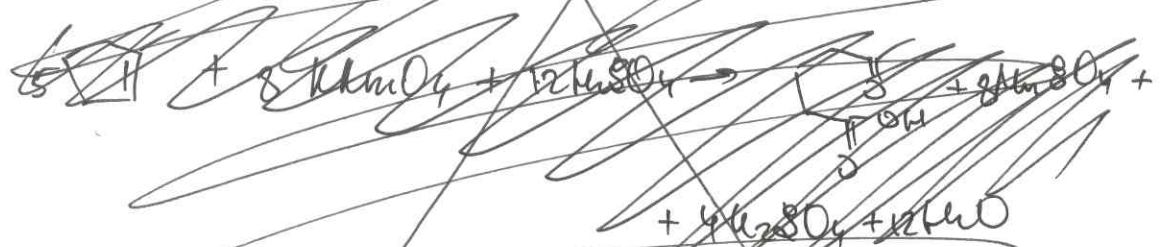
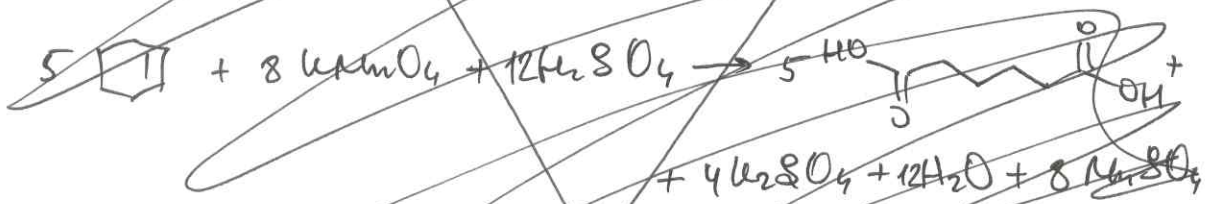
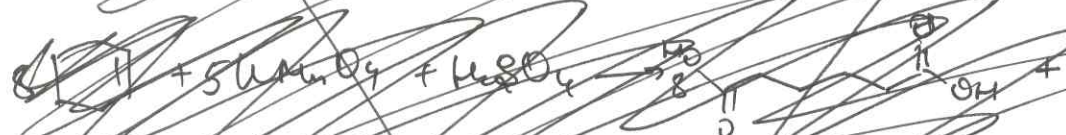
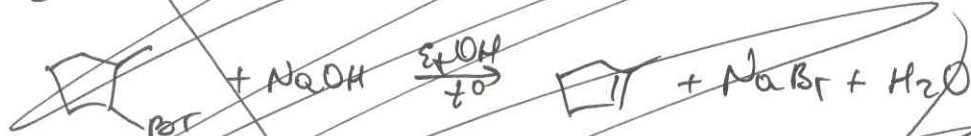
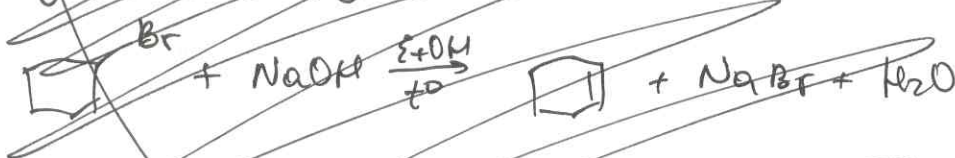
(можно было исп. Th^{IV} соли - р-ие Вульфика)

Черновик

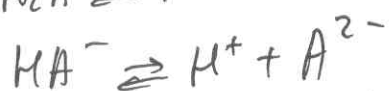
Чистовик

10

Задача 73 (продолж.)



Черновик



$$K_{a1} = \frac{[H^+] \cdot [HA^-]}{[H_2A]}$$

$$K_{a2} = \frac{[H^+] \cdot [A^{2-}]}{[HA^-]}$$

$$C^0 = [HA^-] + [H_2A] + \cancel{[A^{2-}]}$$

$$C^0 = [HA^-] \cdot \left(1 + \frac{[H^+]}{K_{a1}} + \frac{K_{a2}}{[H^+]} \right)$$

$$C^0 = [HA^-] \cdot \left(\frac{K_{a1}[H^+] + \cancel{[H^+]^2} + K_{a2}K_{a1}}{\cancel{K_{a1}} [H^+]} \right)$$

Miss Stone

7

✓ Введено при осуществлении мероприятий по борьбе с терроризмом

При взаимодействии оксидов K_2MnO_4 / H_2SO_4 образ-
но получ. след. про-:



✓ Всего 2 стадии превращения и одного
прод. существования в другой ~~на~~ ~~в~~ ~~на~~
измен. либо о молекулярной реакции, либо о скорости
продуктов окисления. При молекулярной реакции
высвоб. в-ва

