



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения МОСКВА
город

+1 мес. *Жет*

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по ХИМИИ
профиль олимпиады

Илларионовской ЕКАТЕРИНЫ СЕРГЕЕВНЫ
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

14.15 вошла *Жет*
Принят: 14.19 *Жет*

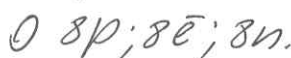
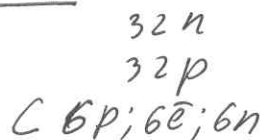
Дата
« 2 » МАРТА 2025 года

Подпись участника
Емме

100

ЧИСЛОВИК

$$\text{№1.4. } 32\bar{e} \quad M(X) = 32 + 28 = 60 \text{ г/моль}$$



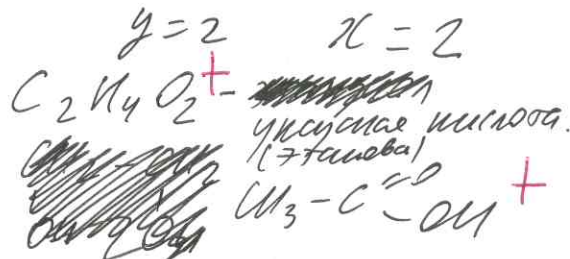
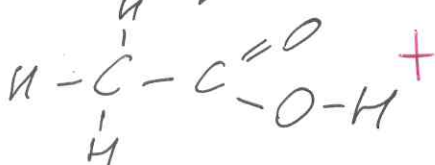
Поскольку в атомных кислородах и углеродах ~~число электронов~~ равно числу ^{нейтронов} ~~протонов~~; а в атоме водорода нейтральность, то разница в количестве нейтронов и электронов равна числу атомов водорода в соединении X.

$$\text{Количество атомов H в } X = 32 - 28 = 4 \quad +$$

Формула X: $C_x H_4 O_y$. Подбором: $y = 1 \quad x = 3, 33 \dots$

$$M(X) = 12x + 4 + 16y = 60$$

$$12x + 16y = 56$$



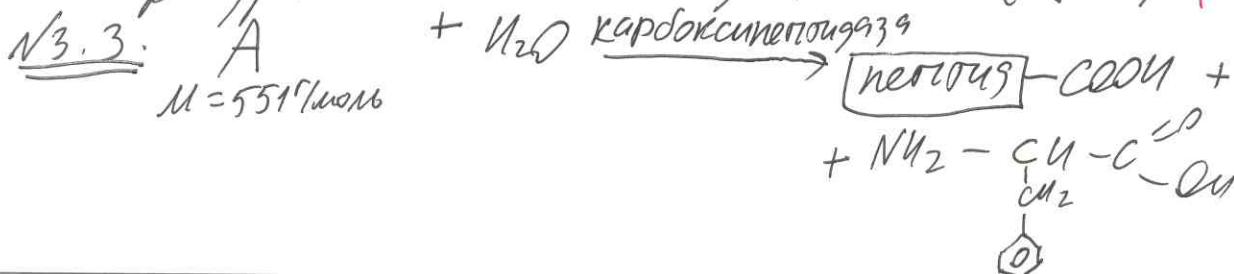
8 связей; число $\bar{e}$, участвующих в образовании химической связи = $8 \cdot 2 = 16 \quad +$

Отвеч: $C_2 H_4 O_2$ - уксусная (этановая) кислота; 16 $\bar{e}$.

№2.3. ① Хлороформ $+ -$ он летучий, быстро испаряется, это эндотермический процесс с поглощением энергии - температура падает, а, когда весь хлороформ испаривается с поверхности воды, температура возвращается к комнатной.

② H_3PO_4 (85%) $+ -$ фосфорная кислота, не летучая, она достаточно гигроскопична, чтобы не покидаясь воде испаряться. Наблюдается равновесие между гидратацией и испарением. Температура постоянная $+ -$

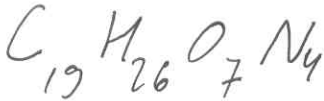
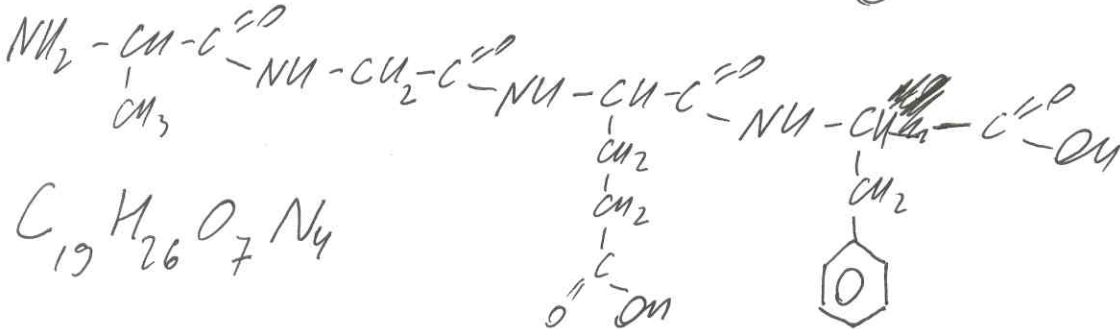
③ Олеум - серная кислота H_2SO_4 $+ -$ гигроскопична, забирала воду из окружающего воздуха. Это экзотермический процесс с выделением энергии. Температура постоянно повышается. $(Q > 0) \quad +$



Чистовик

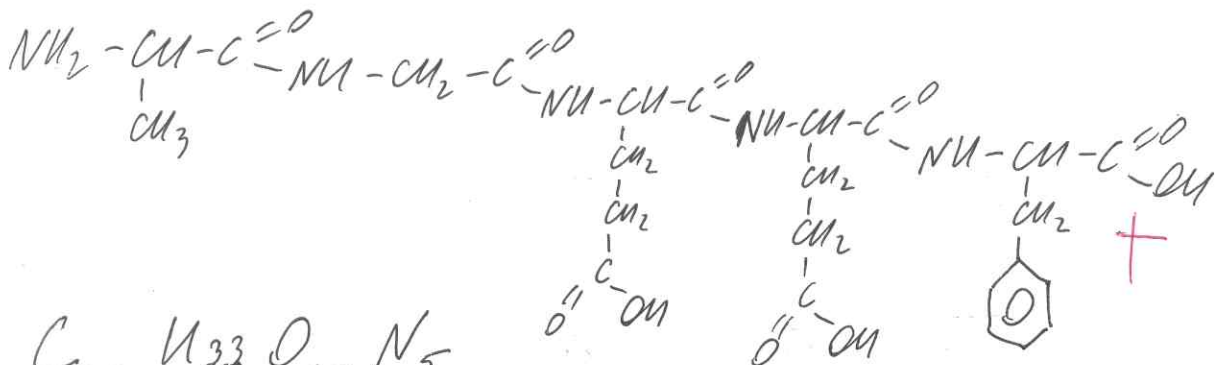
В тионидионных, полученных изопропанолом в реак-
ции пептида А с фенилизотиоцианатом, радикалы:
1) аланина; 2) глицина; 3) глутаминовой кислоты. +

~~аланин-глицин-глутаминовое~~ фенилаланин
кислота



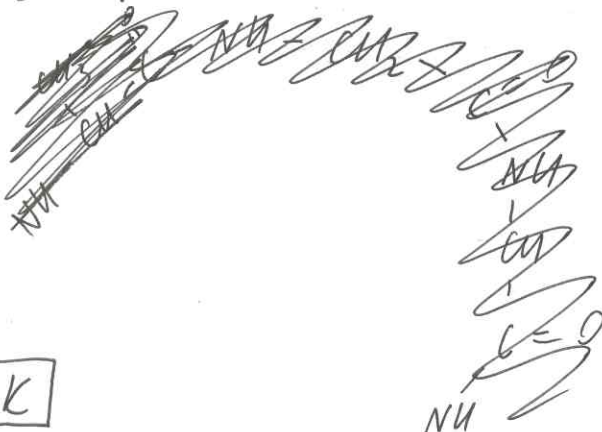
$M(\text{C}_{19} \text{H}_{26} \text{O}_7 \text{N}_4) = (19 \cdot 12 + 26 + (7 \cdot 16) + (4 \cdot 14)) = 228 + 26 + 112 + 56 = 422 \text{ г/моль} < M(A) \text{ и } 551 - 422 = 129 \text{ г/моль},$
следовательно, в составе А есть еще одна
аминокислота. Это глутаминовая кислота.

аланин-глицин-глутаминовое-глутаминовое-фенилаланин
кислота кислота



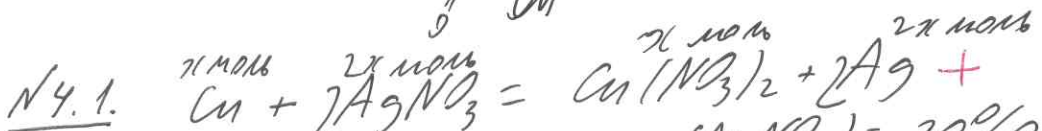
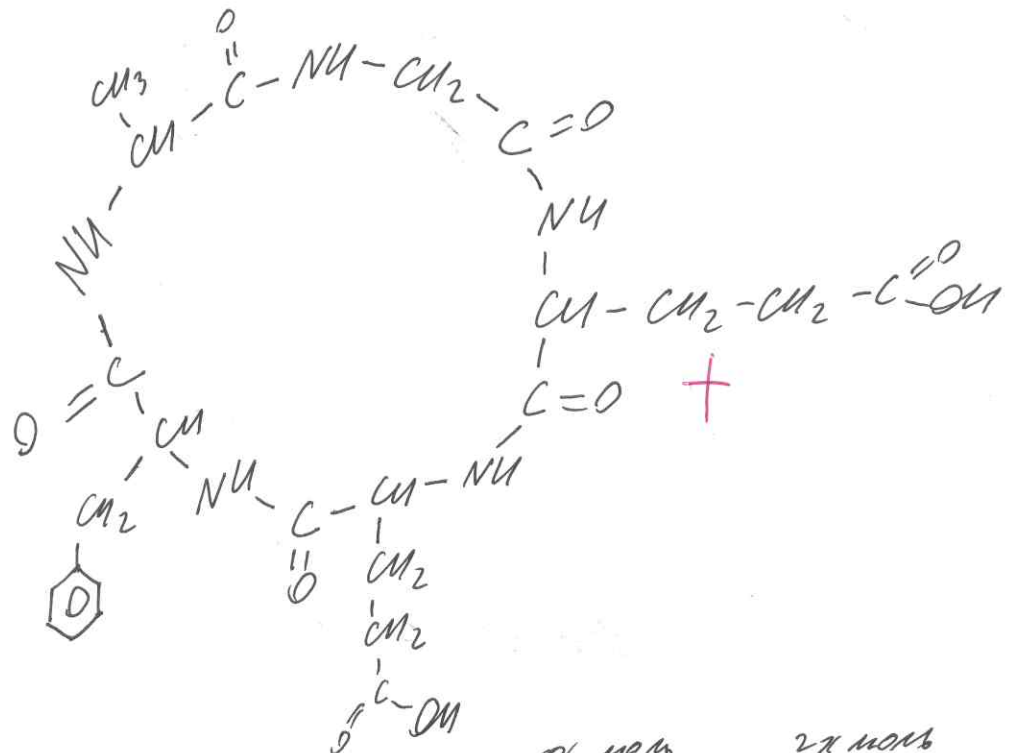
$M(\text{C}_{24} \text{H}_{33} \text{O}_{10} \text{N}_5) = 24 \cdot 12 + 33 + 160 + 70 = 551 \text{ г/моль}.$

С фенилизотиоцианатом не будет реагировать
циклический пептид, имеющий такой же аминокис-
лотный состав:



Чистовик

Чистовик.



$m(\text{p-ра AgNO}_3) = 255 \text{ г}$; $\omega(\text{AgNO}_3) = 20\%$

$m(\text{AgNO}_3)_{\text{изр.}} = 255 \cdot 0,2 = 51 \text{ г.}$ $\uparrow$

$\Delta m \text{ проволоки} = m(\text{Ag}) - m(\text{Cu}) = 216 \text{ г} - 64x = (152x) \text{ г}$

м р-ра уменьшилась на $(152x) \text{ г}$ и стала равна $(255 - 152x) \text{ г}$.

$0,071 = \frac{51 - 340x}{255 - 152x}$ $51 - 340x = 18,105 - 10,792x$ $\uparrow$
 $329,208x = 32,895$; $x = 0,1$.

$m \text{ проволоки (после)} = 100 + 152x = 115,2 \text{ г.}$ $\uparrow$

Ответ: 115,2 г.

№5.3. $M_{\text{ам}} = \frac{pRT}{p} = \frac{1,656 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,3} = 40,5 \text{ г/моль}$ $\uparrow$

$M(B) = \frac{pRT}{p} = \frac{1,634 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,3} = 40 \text{ г/моль}$ - аргон Ar. $\uparrow$

$M_{\text{ам}} = \chi_1 M_1 + \chi_2 M_2$. $\chi_1 = 0,1$; $\chi_2 = 0,9$

$40,5 = 0,1 \cdot M(A) + 0,9 \cdot 40$ $40,5 = 0,1 M(A) + 36$

$0,1 M(A) = 4,5$; $M(A) = 45 \text{ г/моль}$ $\Rightarrow$ А - этиламин $\uparrow$
 $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$



$V_{\text{р-ра HCl}} = \frac{m}{\rho} = \frac{4,21}{1,02} = 4,12 \text{ л}; c(\text{HCl}) = 0,15 \text{ моль/л}; n(\text{HCl}) = 0,15 \cdot 4,12 = 0,618 \text{ моль}$

$pV = nRT; n_{\text{ам}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 2,445}{8,314 \cdot 298} = 0,1 \text{ моль}$

$n(\text{этиламина}) = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ моль}$

$n(\text{HCl})_{\text{прореаг}} = 0,01 \text{ моль}; n(\text{HCl})_{\text{осб.}} = 0,02 \text{ моль}$

$c(\text{HCl}) = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ моль/л}; c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3\text{Cl}) = \frac{0,01}{0,2} = 0,05 \text{ моль/л}$

Отвѣт: А - этиламин; Б - аргон; $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ моль/л}; c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3\text{Cl}) = 0,05 \text{ моль/л}$

$c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3\text{Cl}) = 0,05 \text{ моль/л}$

№ 6.1. $\text{NaHSO}_3; n = 2,08 \text{ г}; n(\text{NaHSO}_3) = \frac{2,08}{104} = 0,02 \text{ моль}$

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

$V(\text{H}_2\text{O}) = 0,8 \text{ л}$



$K_{\text{гидр}} = \frac{[\text{H}_2\text{SO}_3] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{HSO}_3^-]} = \frac{[\text{H}_2\text{SO}_3] \cdot 10^{-14}}{[\text{HSO}_3^-] [\text{H}^+]} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 7,14 \cdot 10^{-13}$

$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}; [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]}$

$K_{\text{дис}} \cdot [\text{H}_2\text{SO}_3] = \frac{[\text{HSO}_3^-] [\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} = 1,4 \cdot 10^{-2}$

$\Rightarrow 0,714 \cdot 10^{-12} = 7,14 \cdot 10^{-13}$

$K_{\text{дис}} > K_{\text{гидр}} \Rightarrow$ преобладающим процессом является диссоциация. среда кислая, $\text{pH} < 7$.

Рассчитаем pH:

	$\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$		
исх. конц. - з	0,025	0	0
равн. конц. - з	$0,025 - x$	x	x
$K[\text{H}^+] =$	$\frac{x \cdot x}{0,025 - x}$	$= 6,2 \cdot 10^{-8}$	

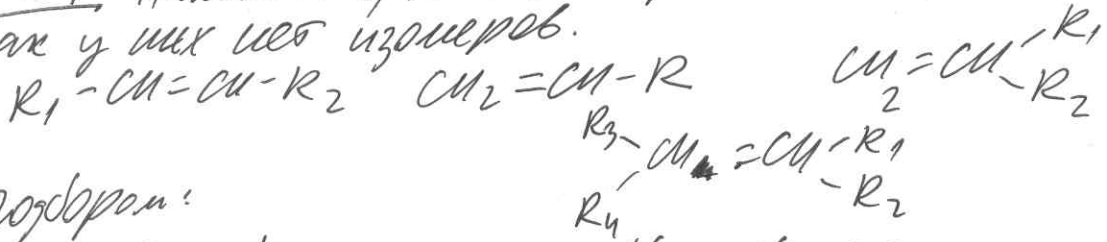
УЧСООБЩА Приблизительно $\frac{x^2}{0,025} = 6,2 \cdot 10^{-8}$

$$x^2 = 0,155 \cdot 10^{-8}; x = 0,394 \cdot 10^{-4} = 3,94 \cdot 10^{-5} +$$

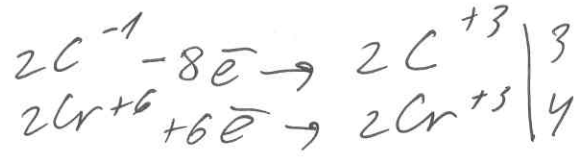
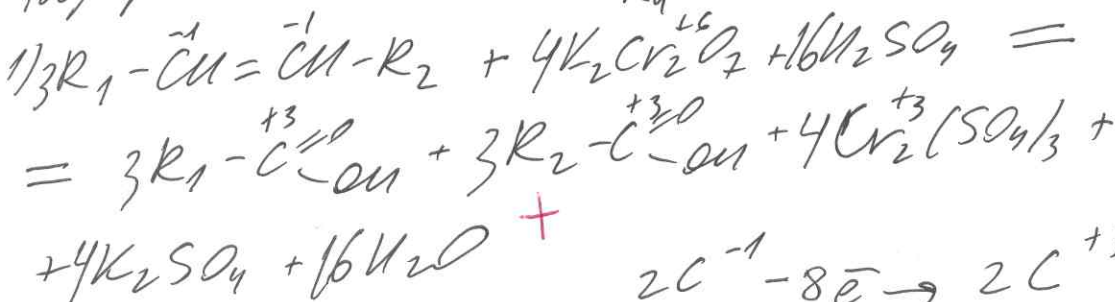
$$pH = -\lg[H^+] = -\lg(3,94 \cdot 10^{-5}) = -(\lg 3,94 + \lg 10^{-5}) = -\lg 3,94 - (-5) = 4,4 +$$

Отвеш. 4,4.

№7.4. Алкены: 1) Этилен и пропен не похороже, тем как у них нет изомеров.



Породом:



$$V(p-p K_2Cr_2O_7) = 0,4 л.$$

$$C(K_2Cr_2O_7) = 0,1 моль/л.$$

$$V(K_2Cr_2O_7) = 0,1 \cdot 0,4 = 0,04 моль +$$

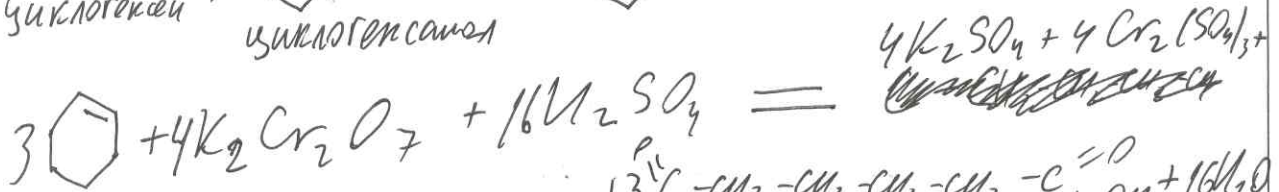
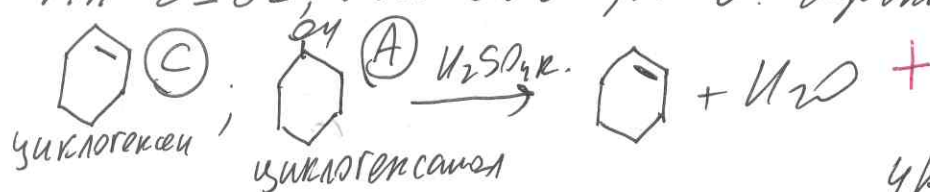
$$V(алкена) = \frac{0,04 \cdot 3}{4} = 0,03 моль; m(алкена) = 2,46 г.$$

$$M(алкена) = \frac{2,46}{0,03} = 82 г/моль +$$

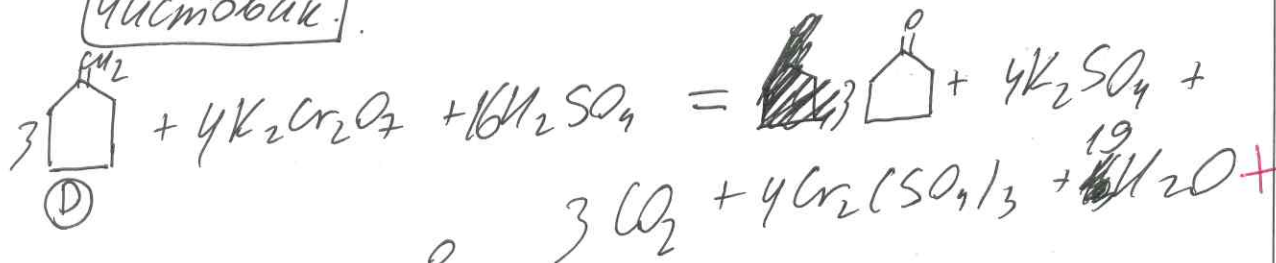
$M(C_nH_{2n}) = 82 г/моль. 14n = 82 n = 5,857... -$
не подходит. Близко к числу 6.

Рассмотрим циклоалкены: C_nH_{2n-2}

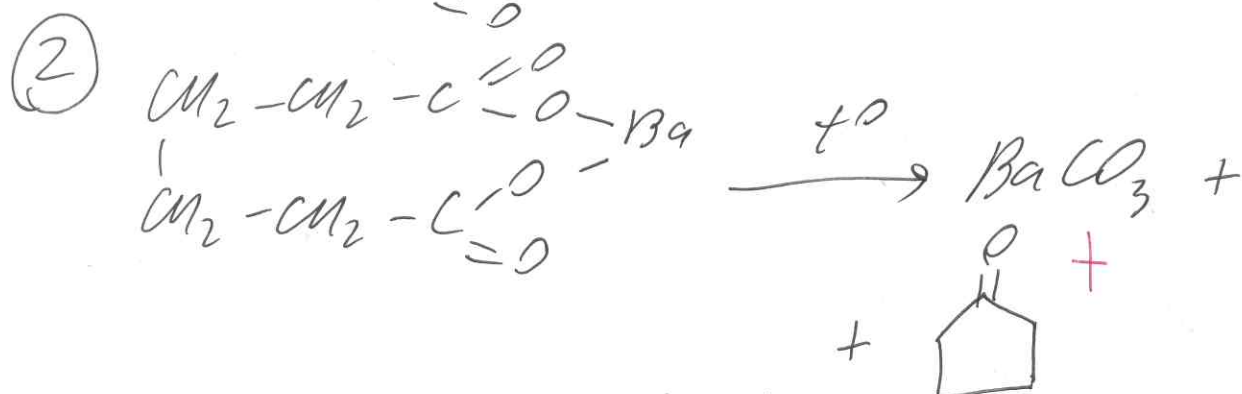
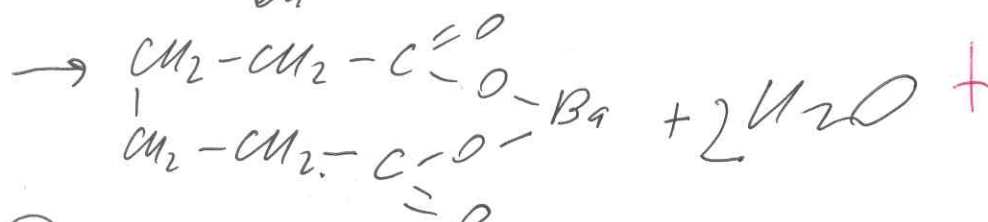
$$14n - 2 = 82; 14n = 84; n = 6. Циклогексен$$



[Чистовик.]



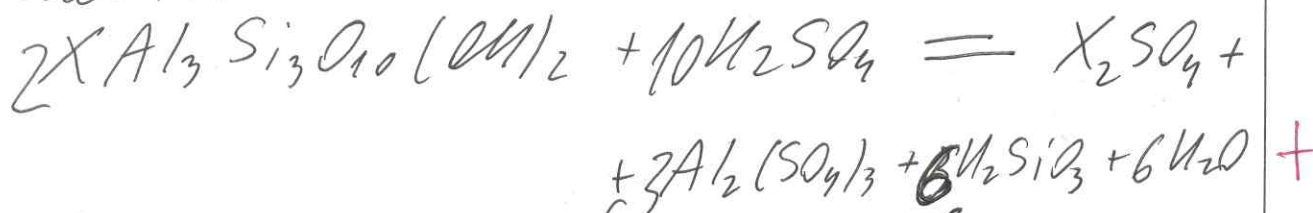
Получение  из адиптиновой кислоты в 2 стадиях:



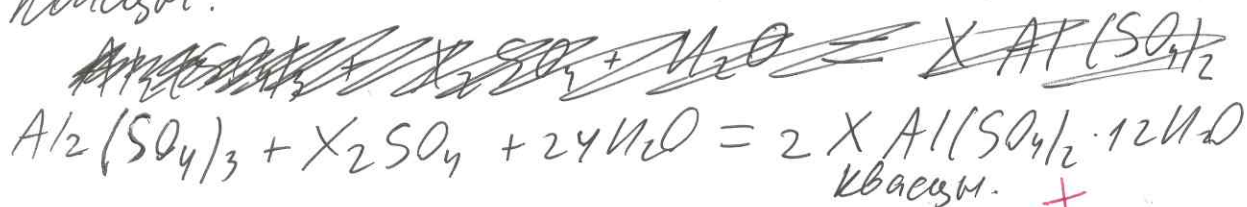
№8.2. $\text{XAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$.

$$-2 \cdot 10 - 2 \cdot 1 + 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + x \cdot 1 = 0$$

$x = +1$. $\Rightarrow$ ст.о. (X) = +1. Т.к. у X растворимые сульфат и хлорид, а степень окисления X = +1, можно предположить, что X - щелочной металл.



• При охлаждении образуется тройная соль-квасцы:



• Продолжение в следующем листе. соль А.

[ЧИСТОВИК]

$$0,0822 = \frac{M(X)}{M(X) + 27 + 96 \cdot 2 + 12 \cdot 18}$$

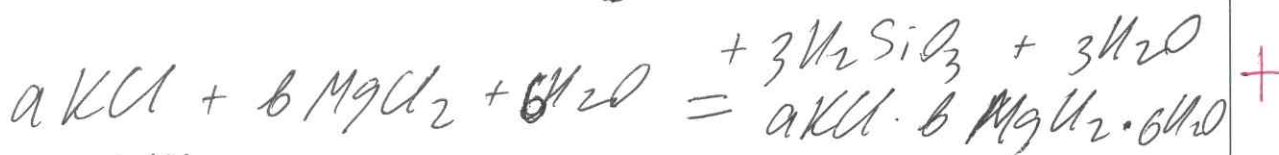
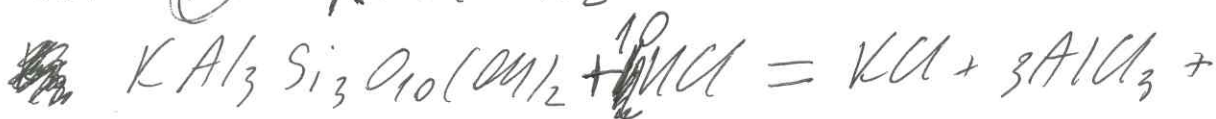
$$M(X) = 0,0822 \cdot (M(X) + 435)$$

$$M(X) = 0,0822 M(X) + 35,757$$

$$0,9178 M(X) = 35,757$$

$$M(X) = \frac{35,757}{0,9178} = 39 \text{ г/моль} \Rightarrow \textcircled{X} \text{ калий}$$

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



$$\frac{w(\text{K})}{w(\text{Mg})} = 1,625.$$

$$\frac{m(\text{K})}{m(\text{Mg})} =$$

$$\frac{m(\text{K})}{m(\text{гидратированного хлорида})}$$

$$\frac{m(\text{K})}{m(\text{Mg})} = 1,625$$

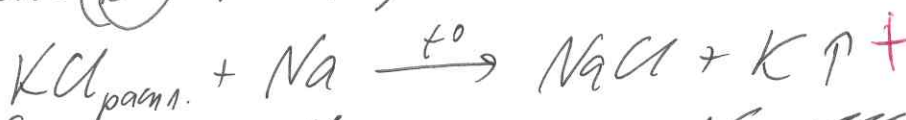
$\frac{m(\text{K})}{m(\text{гидратированного хлорида})}$

$$\frac{m(\text{K})}{m(\text{Mg})} = 1,625. \quad m(\text{K}) = 39 \text{ а г}$$

$$m(\text{Mg}) = 24 \text{ б г}$$

$$\frac{39 \text{ а}}{24 \text{ б}} = 1,625. \quad \frac{а}{б} = \frac{1,625 \cdot 24}{39}; \frac{а}{б} = 1.$$

соль (В) $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$



образуется металл калий K, ~~который~~

при реакции с кислородом: $\text{K} + \text{O}_2 = \text{KO}_2$

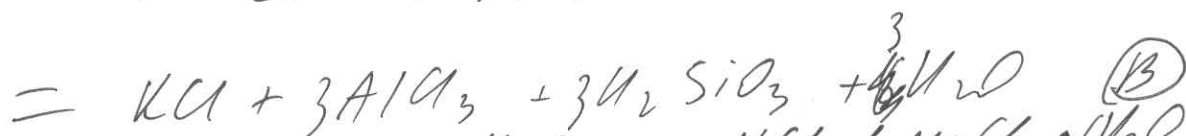
образуется надпероксид калия. Реакция сопровождается вспышкой и плавлением.

ЧИСТОВЫК.

$$3K + P = K_3 P + \text{просвиз кэме.}$$

ЧЕРНОВИК. $m(X) = 0,0822 m(X) + 35,757$
 $0,9178 m(X) = 35,757$

$m(X) = \frac{35,757}{0,9178} = 38,955 \text{ г. / моль} -$
 КСМО К.

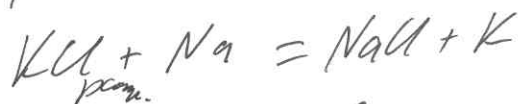


$\frac{m(K)}{m(Mg)} = 1,625 \quad \frac{39}{24} = 1,625 \quad \frac{a}{b} = \frac{24 \cdot 1,625}{39} = 1$

$39a = 1,625 \cdot 24b$

$a = \frac{1,625 \cdot 24b}{39} \quad | :6$

$\frac{a}{b} = \frac{1,625 \cdot 24}{39}$



$\frac{m(K)}{m(Mg)}$

$\frac{m(K)}{m(Mg)}$

$\frac{m(K)}{m(Mg)} = 1,625$

$\frac{m(K)}{m(Mg)}$

$\frac{m(K)}{m(Mg)}$

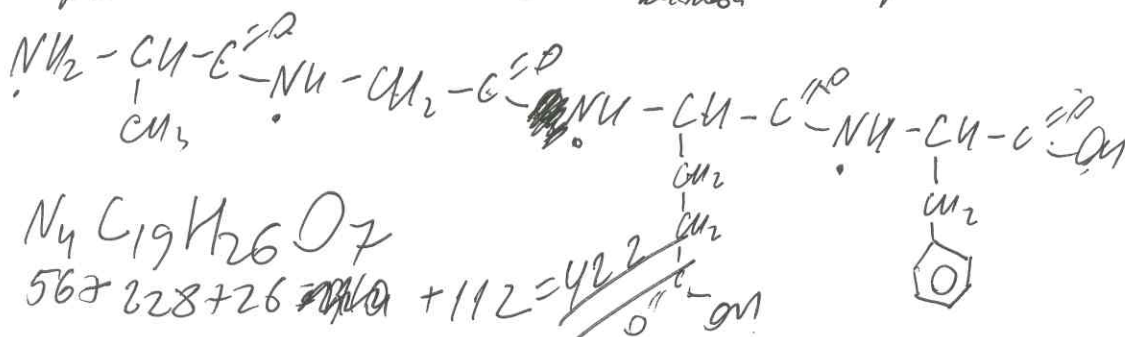
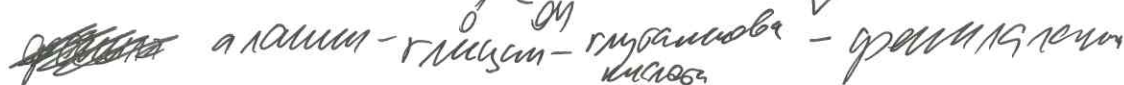
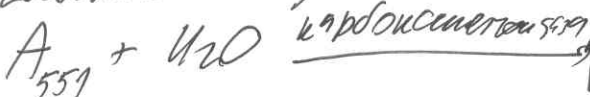
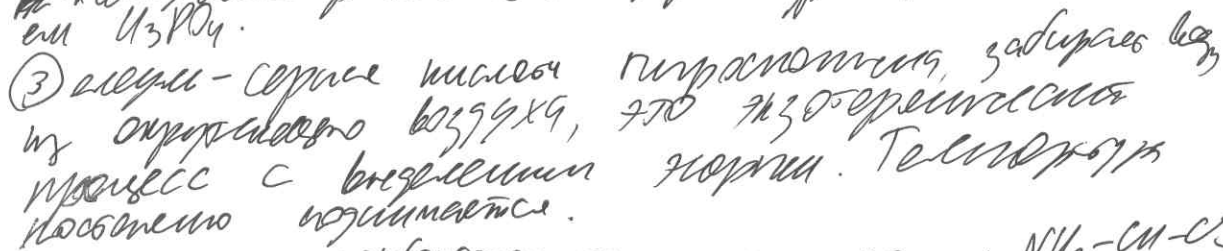
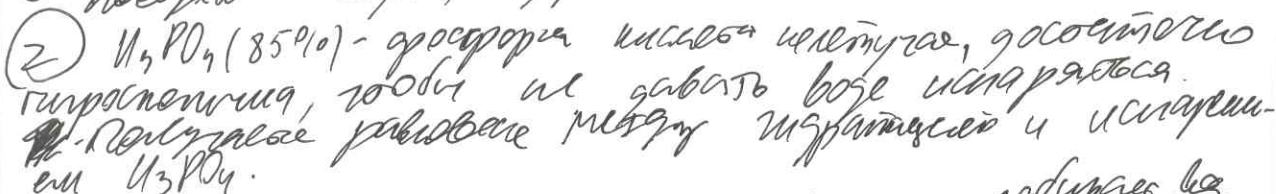
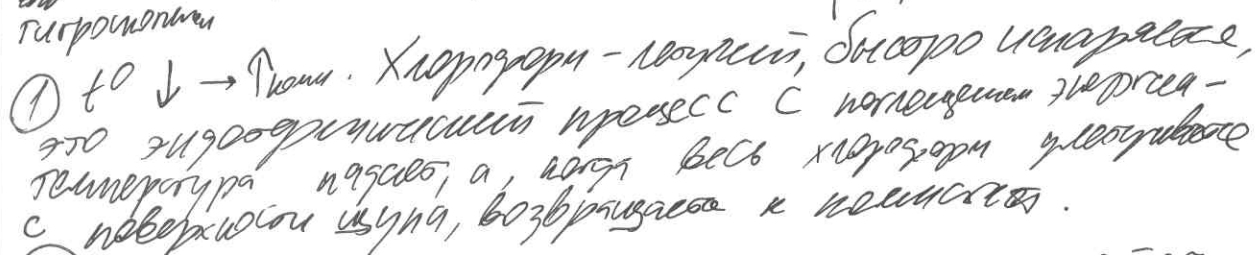
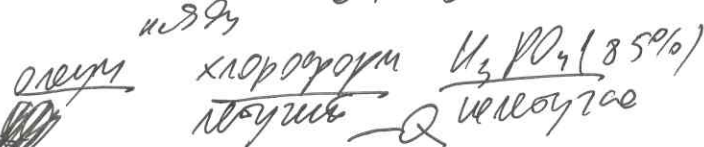
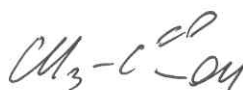
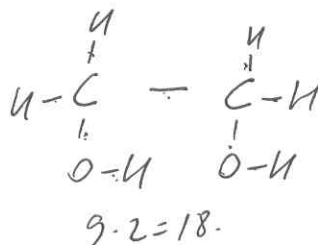
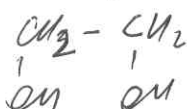
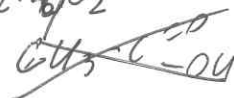
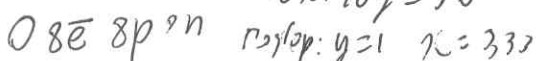
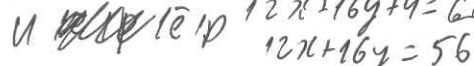
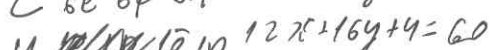
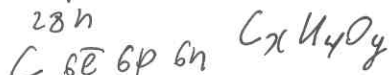
$\frac{m(K)}{m(Mg)} = 1,625$

Черневик

$$32\bar{0} \quad 32 - 28 = 4$$

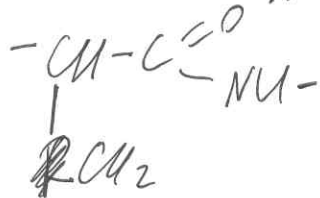
32 p $32 + 28 = 60 \text{ r/sec}$

28 h



ЦЕРКОВЬ

551-422-129
AK.

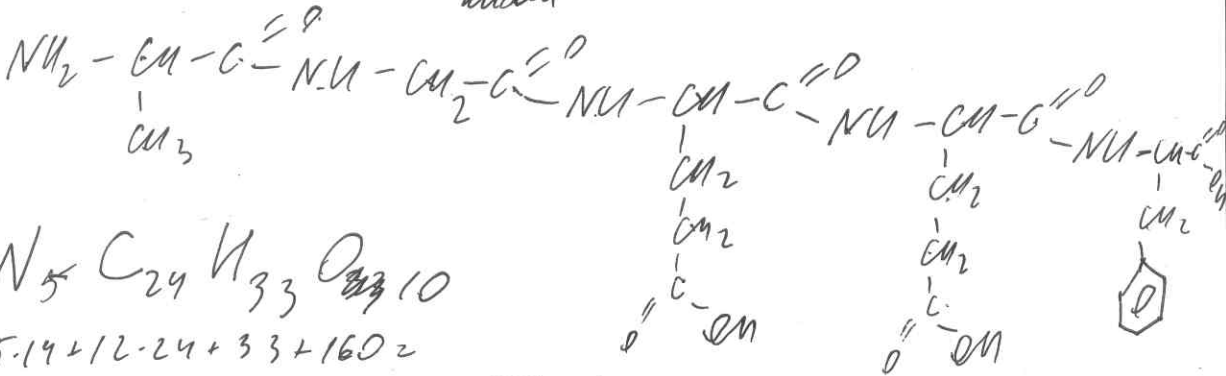


$$M(K) = 129 - 56 = 73\% \text{ max}$$

Групповая К-09

~~Доклад~~ ПАКХ ~~доклад~~

аппарат - глущит - глумительские - глумительские - грешники
книжки кинески

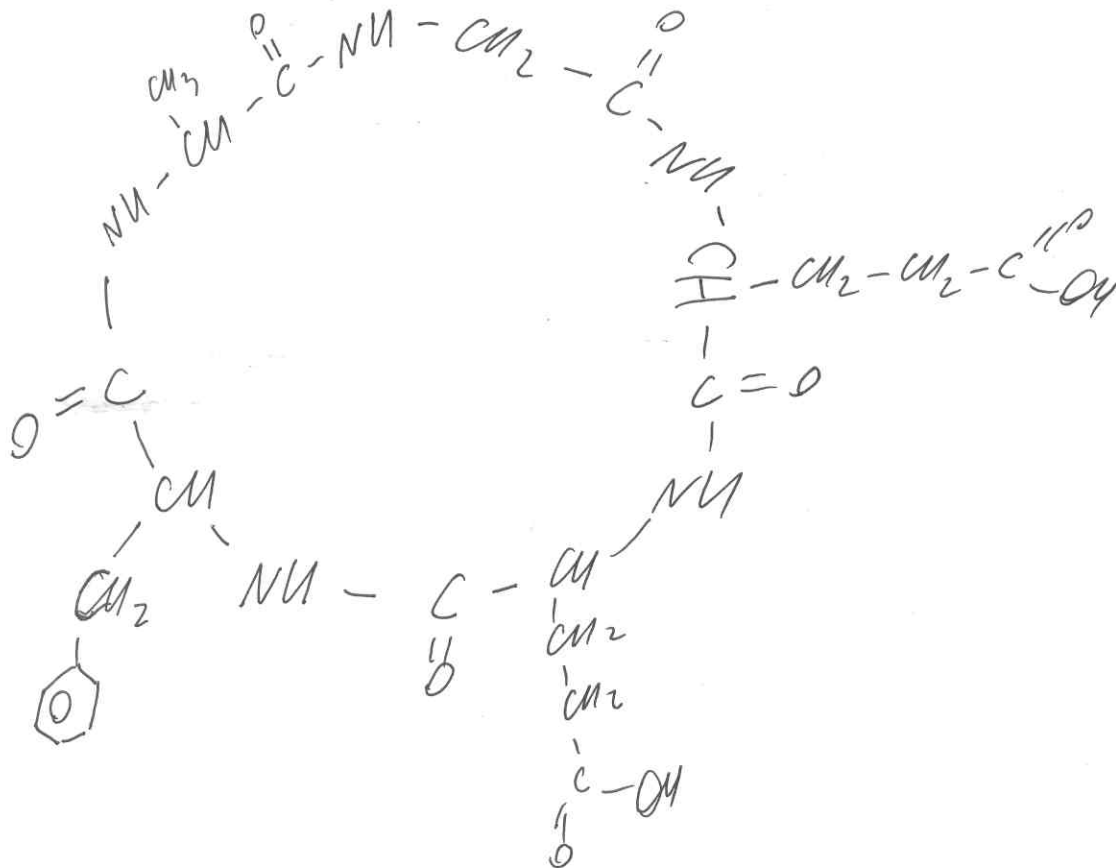


$$N_5 C_{24} H_{33} O_{10}$$

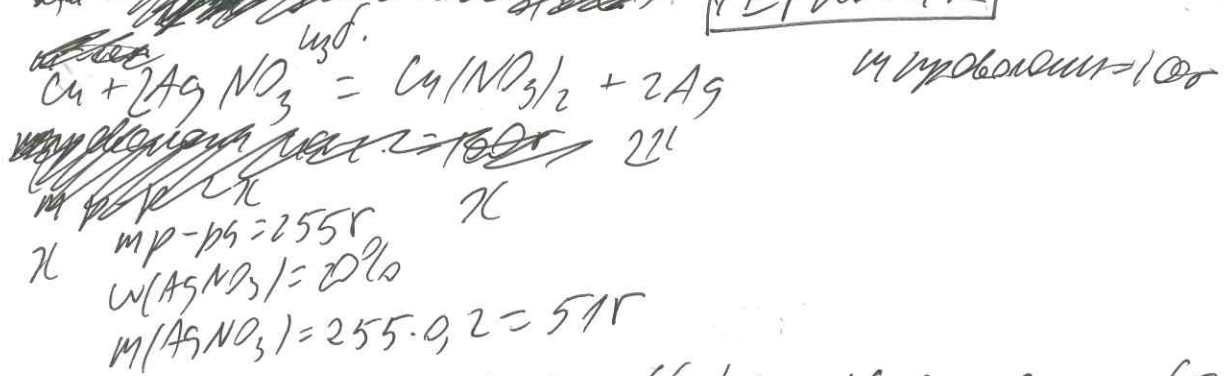
$$5.14 + 12.24 + 33 + 1602$$

$$= 70 + 288 + 193 = 551 \text{ / mch}$$

Умз.



~~УЧЕБНИК~~ ЧЕРНОВИК



$\Delta \text{м.проболонит} = \text{м}(\text{Ag}) - \text{м}(\text{Cu}) = 216 \text{ г} - 64 \text{ г} = 152 \text{ г}$

$0,071 = \frac{51 - 340 \text{ г}}{255 - 152 \text{ г}}$ $51 - 340 \text{ г} = 18,105 - 10,792 \text{ г}$

$329,208 \text{ г} = 32,895 \text{ г}$ $\text{н} = 0,1 \text{ моль}$

$\text{м.проболонит} = 100 + 152 \text{ г} = 100 + 15,2 = 115,2 \text{ г}$

5.3. $pV = nRT$ $p = \frac{F}{S}$ $R = 8,314$

$p \cdot \frac{m}{p} = \frac{m}{M} RT \cdot \frac{pM}{p} = \frac{mRT}{M}$ $V = \frac{m}{\rho}$ $T = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$

$\frac{p}{p} = \frac{RT}{M}$ $\mu = \frac{pRT}{p}$ $p_1 = 1,656$

$M_{\text{см}} = \frac{1,656 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,3} = \frac{4102,859232}{101,3}$ $p_2 = 1,634$

$V = 2,445 \text{ л}$ $p = 1 \text{ ат} = 101,3$

$V_{\text{н}} = 0,2 \text{ л}$ $p_{\text{пр}} = 0,15 \text{ М}$

$\mu = 40,5 \text{ г/моль}$ $\text{СН}_4 = 0,15 \text{ М}$

$M(B) = \frac{1,634 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,3} = \frac{4048,352648}{101,3}$ $\text{н} = 10\%$

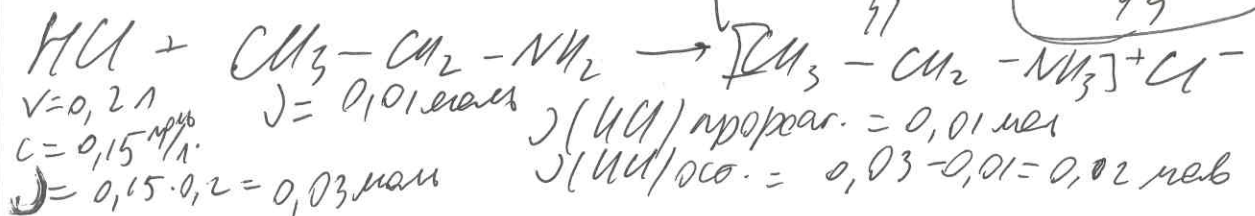
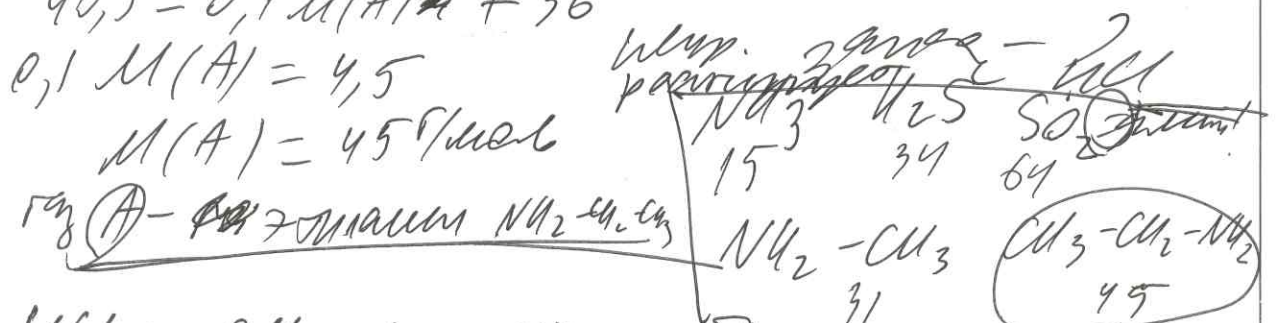
$\mu = 40 \text{ г/моль}$ арг. Аг. $\text{масса } \mu(A) = 10\%$

$M_{\text{см}} = \mu_1 M_1 + \mu_2 M_2 = 0,1 \cdot M(A) + 0,9 \cdot 40$ $\mu(B) = 90\%$

$40,5 = 0,1 M(A) + 36$

$0,1 M(A) = 4,5$

$M(A) = 45 \text{ г/моль}$



~~№~~ Черновик

$$pV = JKT$$

$$J = \frac{101,3 \cdot 2,445}{8,314 \cdot 298} = \frac{247,6785}{2,477 \cdot 10^3} \quad \text{②}$$

$$101,3 \cdot 2,445 = J \cdot 8,314 \cdot 298;$$

$$C(\text{HCl}) = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ моль/л}$$

$$\text{③ } 0,1 \text{ моль} \quad \text{④ } (0,1 \text{ моль/л}) \cdot 0,1 = 0,01 \text{ моль}$$

В р-ре остаток HCl и соль.

$$J(\text{CH}_3 - \text{CH}_2^{\text{NH}_3} \text{Cl}) = 0,01 \text{ моль}; \quad C = \frac{0,01}{0,2} = 0,05 \text{ моль/л}$$

⑤



$$M = 2,08 \text{ г}$$

$$J = \frac{2,08}{104} = 0,02 \text{ моль}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 0,8 \text{ л}; \quad C(\text{NaHSO}_3) = \frac{0,02}{0,8} = 0,025 \text{ моль/л}$$

Сначала происходит растворение: $\text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{HSO}_3^-$



$$K_{\text{гидр}} = \frac{[\text{H}_2\text{SO}_3] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{HSO}_3^-]} = \frac{[\text{H}_2\text{SO}_3] \cdot 10^{-14}}{[\text{HSO}_3^-] \cdot [\text{H}^+]} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} \quad \text{③}$$

$$K_w = [\text{OH}^-] \cdot [\text{H}^+] = 10^{-14} \quad [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]}$$

$$\text{④ } 0,714 \cdot 10^{-12} = 7,14 \cdot 10^{-13}$$



$$K_{\text{дисс}} \text{ H}_2\text{SO}_3 = \frac{[\text{H}^+] [\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} = 1,4 \cdot 10^{-2}$$

~~⑤~~ ~~7,14 \cdot 10^{-13}~~ ~~0,714~~ ~~10^{-12}~~ $K_{\text{дисс}} > K_{\text{гидр}} \Rightarrow$ преобладает

ионным процессом является диссоциация; среда кислая, $\text{pH} < 7$.

Рассчитаем точную pH:

~~УСЛ~~ [ЧЕРНОВИК]

10.10.17

$$UO_2^{2+} \rightleftharpoons U^{4+} + SO_3^{2-}$$

исх. конц.	0,025	0	0
равн. конц.	0,025-x	x	x

$$K[U^{4+}] = \frac{x \cdot x}{0,025-x} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

Продолжаем
 x^2
 проверять.

$$= 6,2 \cdot 10^{-8}$$

Приближенно $x^2 \approx 0,025 \cdot x$ или можно считать

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

$$x^2 = 0,155 \cdot 10^{-8}$$

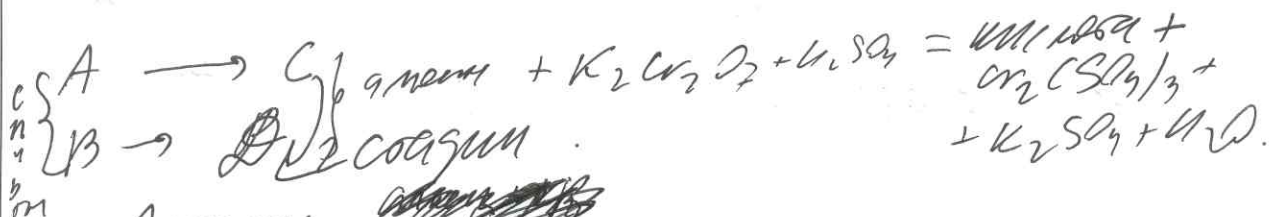
$$x = 0,394 \cdot 10^{-4} = 3,94 \cdot 10^{-5}$$

$$pH = -\lg[U^{4+}] =$$

$$= -\lg(3,94 \cdot 10^{-5})$$

$$= -(\lg 3,94 + \lg 10^{-5})$$

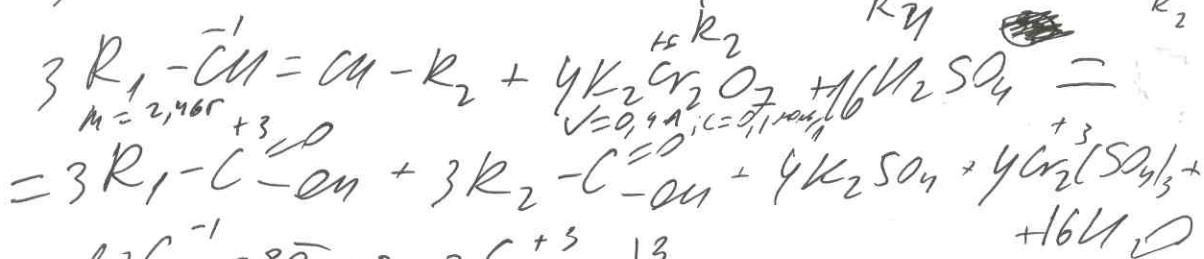
$$= -(0,6 - 5) = 4,4$$



1) Элементы и группы не меняются, т.е. у нас 10 электронов.



Разбавим:



$$n(K_2Cr_2O_7) = 0,1 \cdot 0,9 = 0,09 \text{ моль}$$

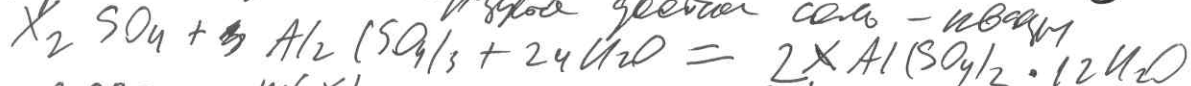
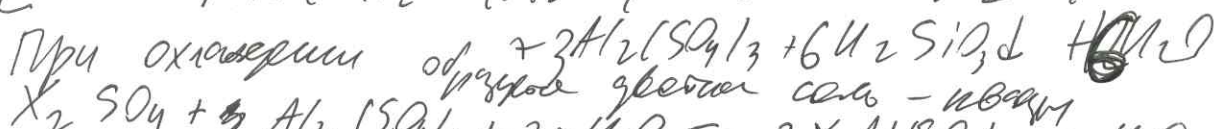
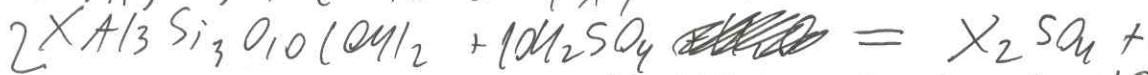
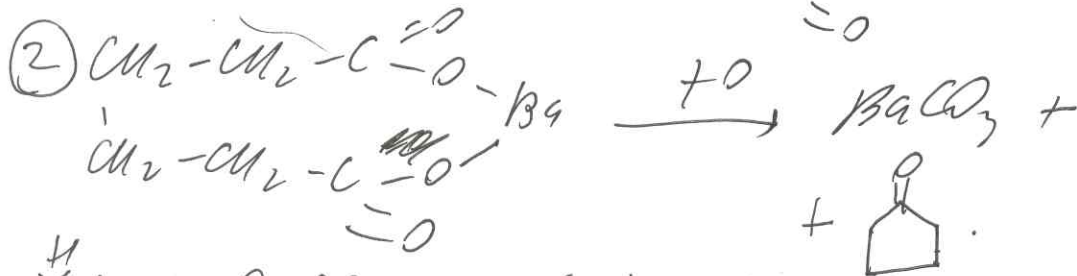
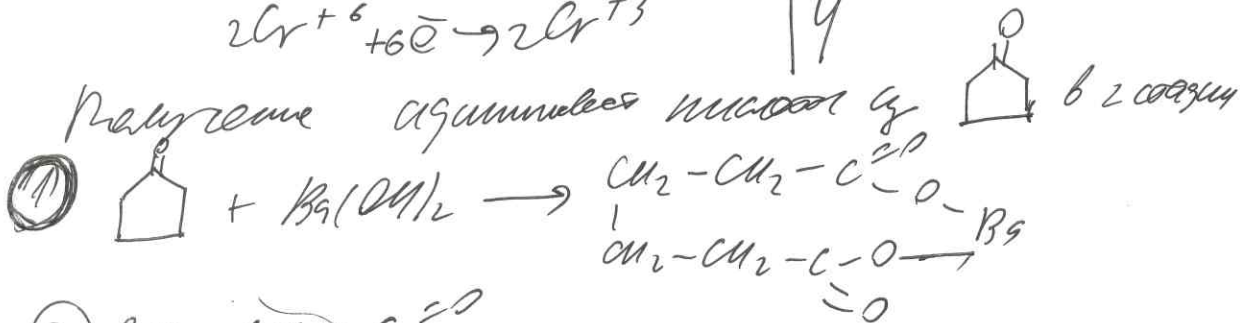
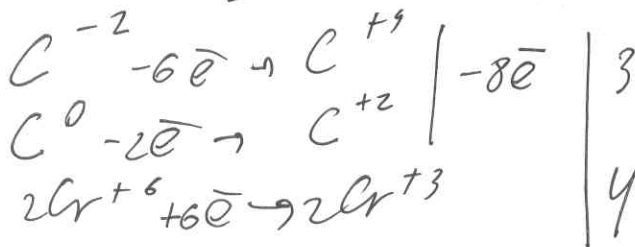
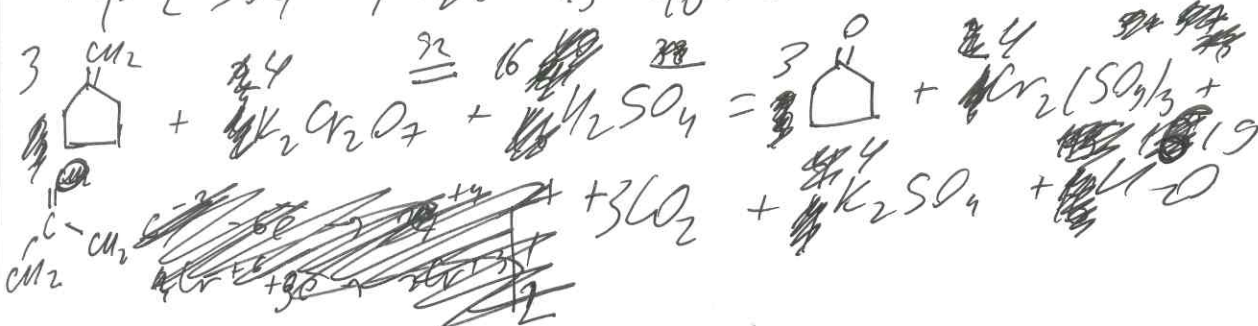
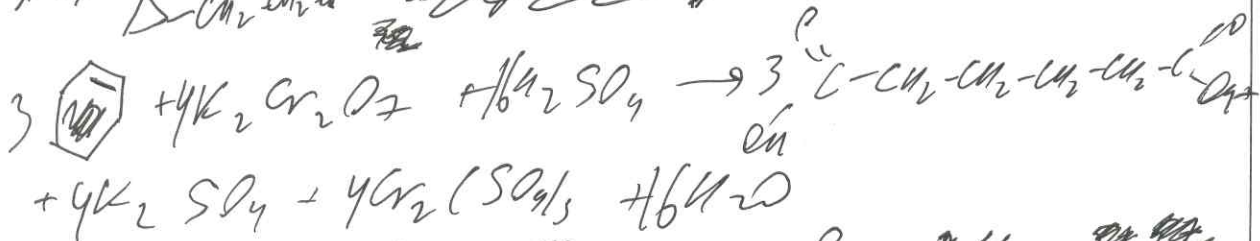
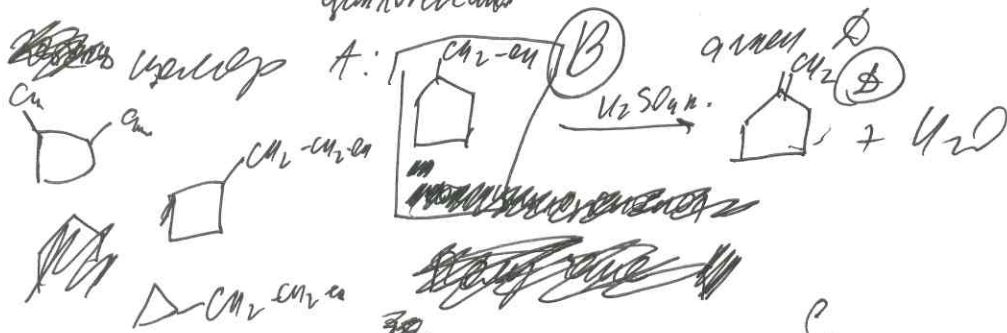
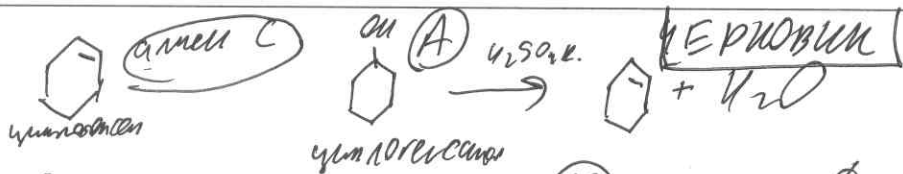
$$n(\text{амин}) = \frac{0,09 \cdot 3}{4} = 0,03 \text{ моль}; m(\text{амин}) = 2,468$$

$$M(\text{амин}) = \frac{2,46}{0,03} = 82 \text{ г/моль амин } C_4H_{11}N$$

$$12n + 2m = 14n$$

$$14n = 82 \cdot n = \frac{82}{14} = 5,857... - \text{не подходит}$$

Рассмотрим циклоамин: $C_4H_8N_2$ $14n - 2 = 82 \cdot \frac{14n - 2}{14}$



$$0,0822 = \frac{m(X)}{m(X) + 27 + 96 \cdot 2 + 12 \cdot 18}$$