



82-18-36-89
(64.3)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Красноярск
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов 2024
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Журкиной Марии Игоревны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Время: 18:56
Вернулось: 18:59

Дата
« 3 » марта 2024 года

Подпись участника

Мур

Чистовик

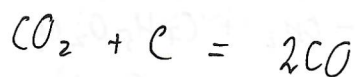
Задание 1.5

шугалиновая к-та: $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$ имеет две $-\text{COOH}$ группы и всего одну $-\text{NH}_2$, следовательно имеет более кислую среду и самый низкий pH ✓лизин: $\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$ имеет две $-\text{NH}_2$ группы и одну $-\text{COOH}$, значит среда более щелочная и самый высокий pH ✓аланин: $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$ имеет равное кол-во $-\text{NH}_2$ и $-\text{COOH}$ групп, pH средний (ближе к нейтральной) ✓

Ответ: банка N1 - аланин; N2 - шугалиновая к-та; N3 - лизин

Задание 2.1

$$D_0(\text{H}_2) = 21,2 \quad M = 21,2 \cdot 2 = 42,4 \text{ г/моль}$$



$$(28 D_0(\text{CO}) + 44 D_0(\text{CO}_2)) / (D_0(\text{CO}) + D_0(\text{CO}_2)) = 42,4$$

$$28 D_0(\text{CO}) + 44 D_0(\text{CO}_2) = 42,4 D_0(\text{CO}) + 42,4 D_0(\text{CO}_2)$$

$$14,4 D_0(\text{CO}) = 1,6 D_0(\text{CO}_2)$$

$$D_0(\text{CO}_2) = 9 D_0(\text{CO})$$

лист 1 из 7

Аннотация

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	10	12	8	14	10	16	18	94	

Пусть прореагировало x моль CO_2 , тогда:

$$J(\text{CO}_2) = J_0(\text{CO}_2) - x$$

$$J(\text{CO}) = J_0(\text{CO}) + 2x$$

$$J(\text{CO}_2) + J(\text{CO}) = 1,5 (J_0(\text{CO}_2) + J_0(\text{CO}))$$

$$10J_0(\text{CO}) + x = 15J_0(\text{CO}) \quad \boxed{x = 5J_0(\text{CO})}$$

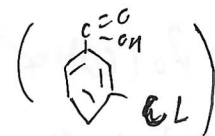
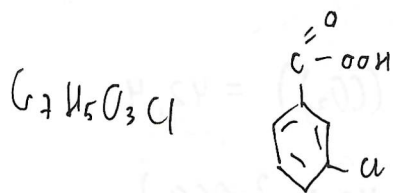
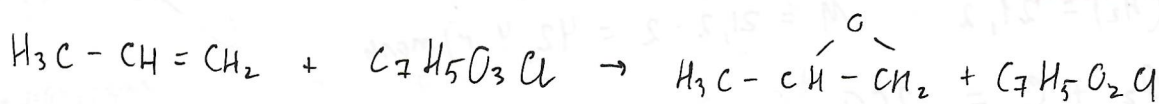
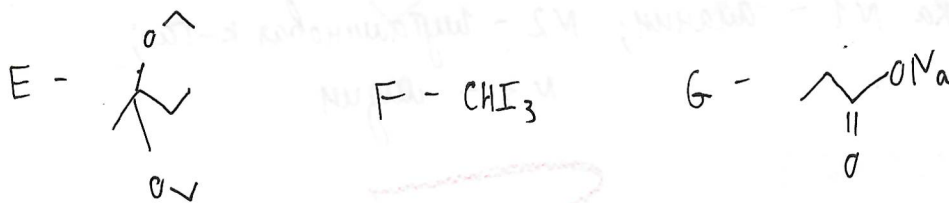
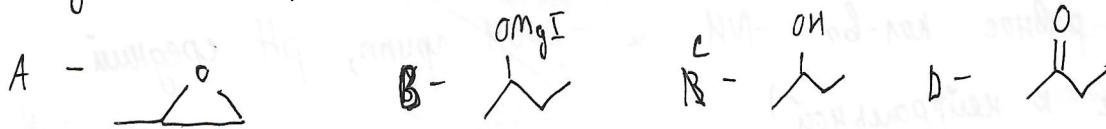
$$J_0(\text{CO}_2) = J_0(\text{CO}_2) - 5J_0(\text{CO}) = 9J_0(\text{CO}) - 5J_0(\text{CO}) = 4J_0(\text{CO})$$

$$J(\text{CO}) = J_0(\text{CO}) + 10J_0(\text{CO}) = 11J_0(\text{CO})$$

$$\bar{M} = \frac{11J(\text{CO}) + 4J_0(\text{CO}_2)}{J(\text{CO}) + J(\text{CO}_2)} = \frac{28 \cdot 11 + 4 \cdot 44}{11 + 4} = 32,27 \frac{\text{г/моль}}{\text{моль}}$$

$$D(\text{H}_2) = 32,27 : 2 = 16,135$$

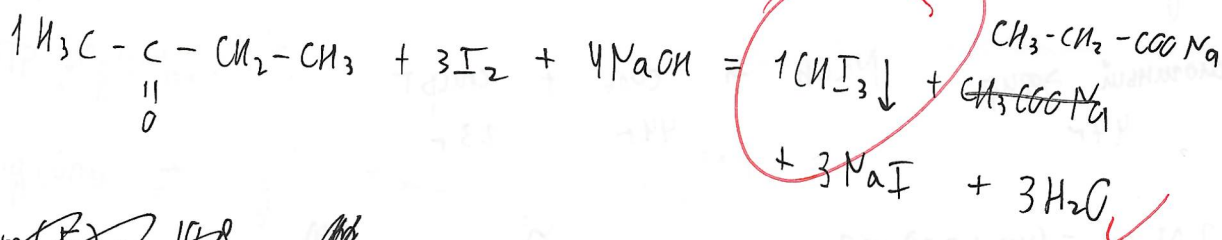
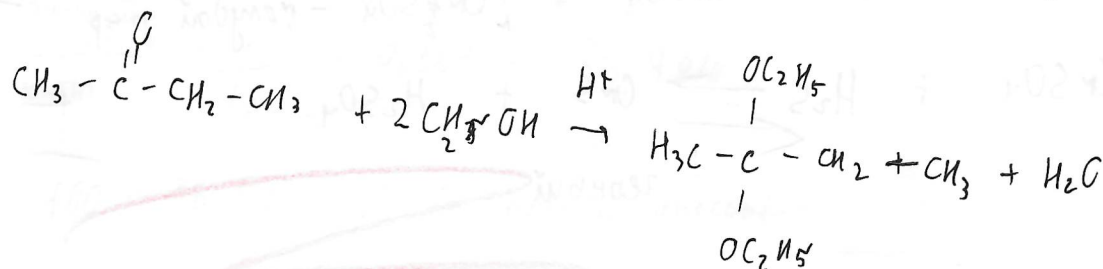
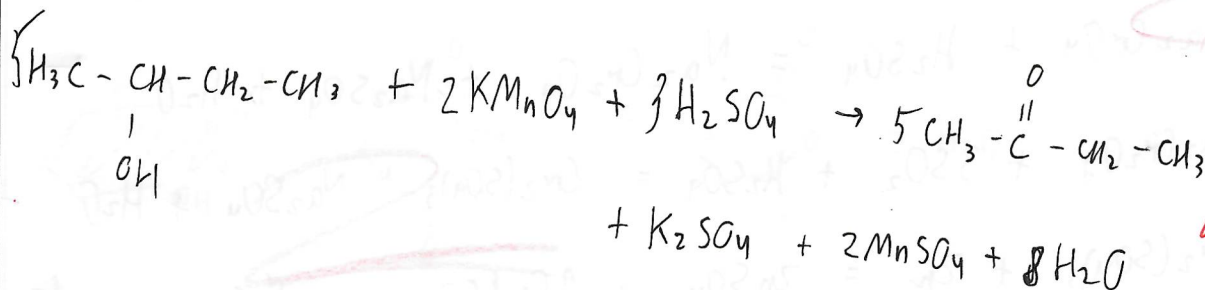
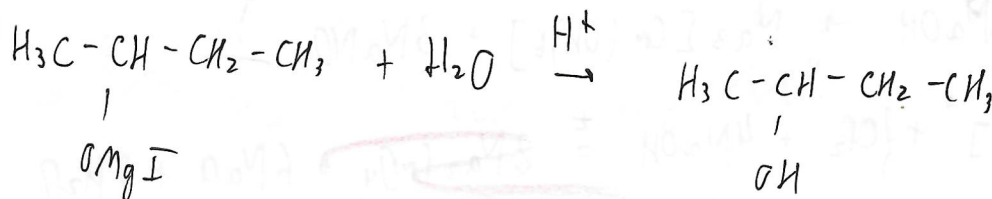
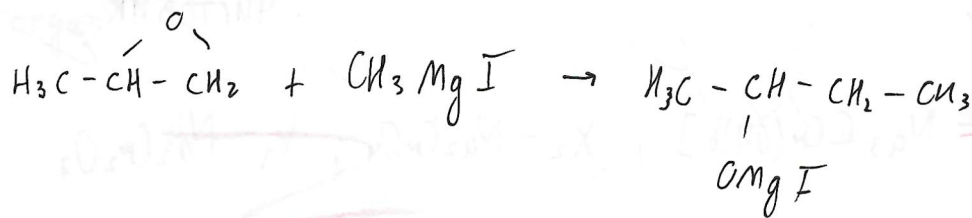
Задача № 7.1



m-хлорбензойная

82-18-36-89
(64.3)

ЧИСТОВИК



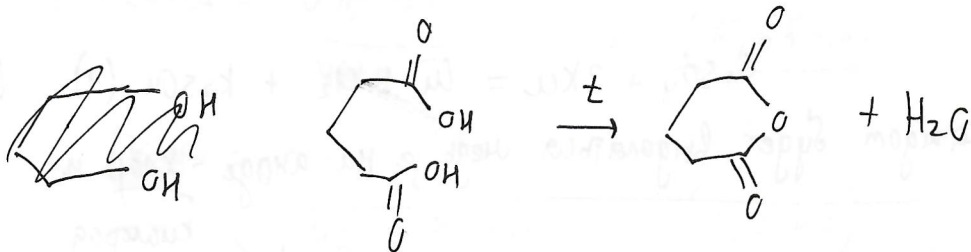
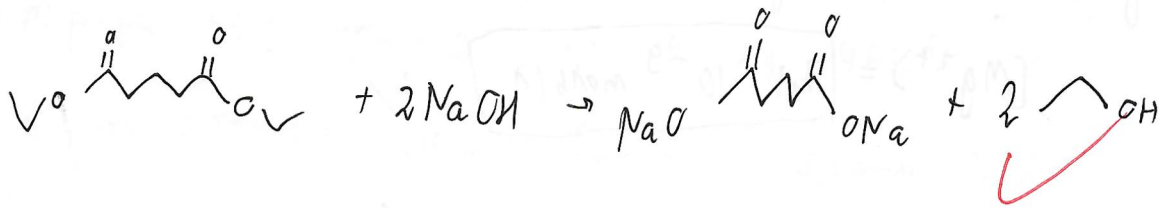
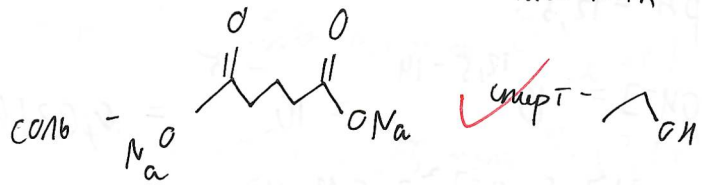
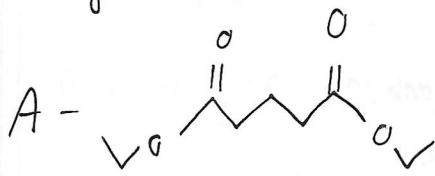
$$m(\text{F}) = \frac{10,8}{72} = \dots$$

$$V(\text{F}) = \frac{m}{M} = \frac{10,8}{72} = 0,15 \text{ моль}$$

$$V(\text{F}) = V\text{CHI}_3$$

$$m(\text{CHI}_3) = 0,15 \cdot 0,75 \cdot 394 = \underline{44,325 \text{ г.}}$$

Тогда:

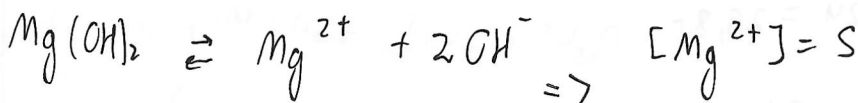


$$\frac{m \text{ анигринг}}{m \text{ к-ты}} = \frac{114}{132} = 0,864 = 86,4\%$$

100 - 86,4 = 13,6% потеря массы

Задача 5.1

ПР (Mg(OH)₂) = 7,1 · 10⁻¹²



ПР = [Mg²⁺] [OH⁻]² ⇒ [OH⁻]² = (2S)²

ПР (Mg(OH)₂) = S · (2S)² = 7,1 · 10⁻¹² ✓

[OH⁻] = 2S

ПР = [Mg²⁺] [2Mg²⁺]² = 4 [Mg²⁺]³

[Mg²⁺] = $\sqrt[3]{\frac{ПР}{4}}$ = $\sqrt[3]{1,775 \cdot 10^{-12}}$ = 1,21 · 10⁻⁴ моль/л ✓

S (Mg²⁺) = 1,21 · 10⁻⁴ моль/л

[OH⁻] = 2 · 1,21 · 10⁻⁴ = 2,42 · 10⁻⁴

pH = 14 + lg [OH⁻] = 14 - 3,62 = 10,38 ✓

$$c_{pH} = 12,5:$$

$$[OH^-] = 10^{12,5-14} = 10^{-1,5} = 0,0316 \text{ моль/л}$$

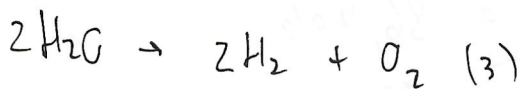
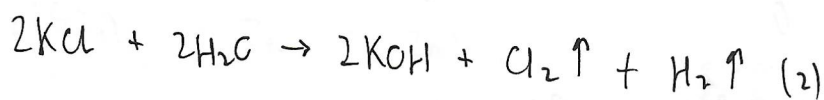
$$[Mg^{2+}] [OH^-]^2 = \Sigma[Mg^{2+}] \cdot 0,001 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

$$[Mg^{2+}] = \boxed{7,1 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}}$$

Задача 8.4



сначала на каждом электроде выделяется медь, а на аноде - хлор и кислород



$$m(Cu) = 9,6 \text{ г}$$

$$v(Cu) = \frac{9,6}{64} = 0,15 \text{ моль} = v(CuSO_4)$$

$$m(CuSO_4) = v \cdot M = 0,15 \cdot 160 = 24 \text{ г}$$

$$m(KCl) = 53,8 - 24 = 29,8 \text{ г}$$

$$v(KCl) = \frac{m}{M} = \frac{29,8}{74,5} = 0,4 \text{ моль}$$

После р-ции (1) остается еще $0,4 - 0,3 = 0,1$ моль KCl

После р-ции (1) на аноде выделяется $0,15$ моль Cl_2 ;

по р-ции (2) - еще $0,05$ моль Cl_2 ; а на катоде - $0,05$ моль H_2

Затем эл-лиз H_2O : на аноде x моль O_2 , на катоде $2x$ моль H_2

$$(0,15 + 0,05 + x) / (0,05 + 2x) = \frac{2}{3}$$

$$(0,2 + x) \cdot 3 = (0,05 + 2x) \cdot 2$$

$$x = 0,5 \text{ моль}$$

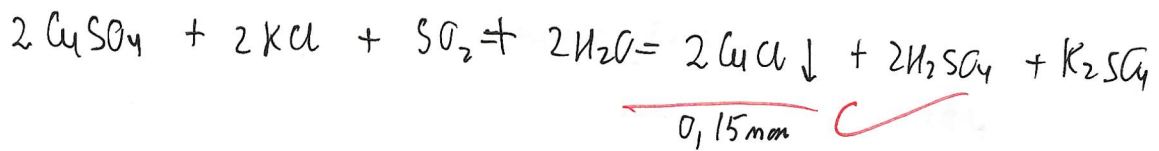
Итого в р-ции выдешлось 9,6 г Cu, ~~0,5~~ 0,5 моль O₂ (16 г);
 0,15 + 0,05 моль = 0,2 моль Cl₂ (14,2 г); 1,05 моль H₂ (2,1 г)

м р-ра: 53,8 + 450 - 9,6 - 14,2 - 16 - 2,1 = 461,9 г

в р-ре останется 0,15 моль K₂SO₄ и 0,1 моль KOH:

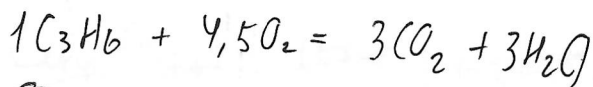
$w(K_2SO_4) = \frac{0,15 \cdot 174}{461,9} = 0,0565$ (5,65%)

$w(KOH) = \frac{0,1 \cdot 56}{461,9} = 0,0121$ (1,21%)



$m(CuCl) = 0,15 \cdot (64 + 35,5) = 14,9 г$

Задача 4.4



$Q_{гор}(C_3H_6) = (393,5 \cdot 3 + 241,8 \cdot 3) - (-20,4) = 1926,3$ кДж/моль

$Q_{гор}(C_3H_6) = (53,5 \cdot 3 + 3 \cdot 43) - (142,7 + 4,5 \cdot 34,7) = -9,35$ моль · К

после р-ции осталось 25,5 моль O₂

$Q_1 = 34,7 \cdot 25,5 \Delta t$

$Q_2 = -9,35 \cdot 1 \cdot \Delta t$

$Q_1 + Q_2 = Q$

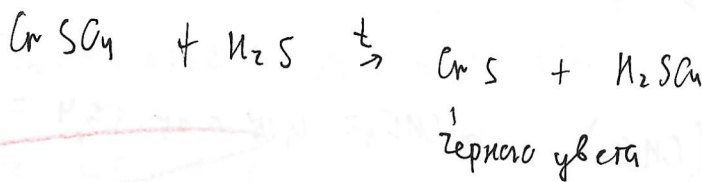
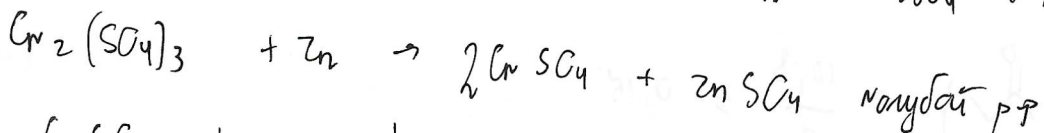
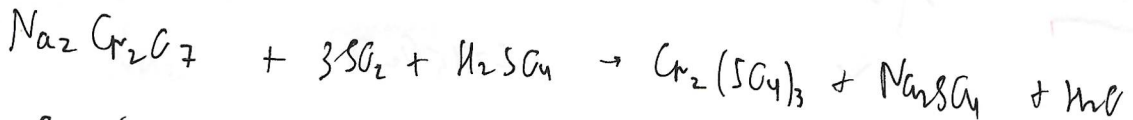
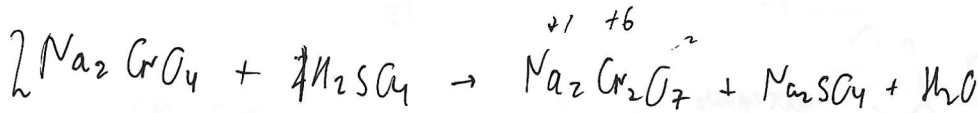
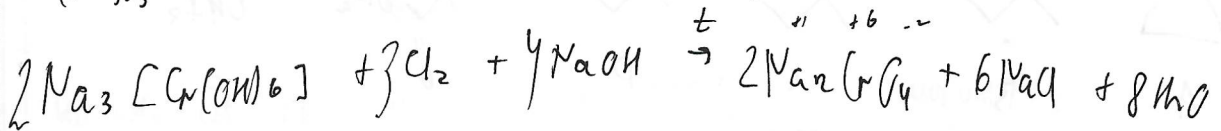
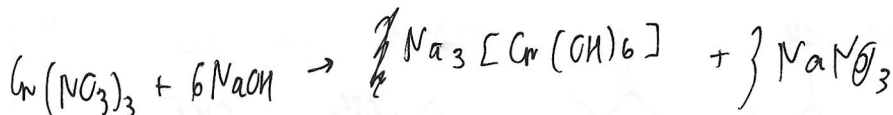
$875,5 \Delta t = 1926,3 \cdot 10^3$

$\Delta t \approx 2200$

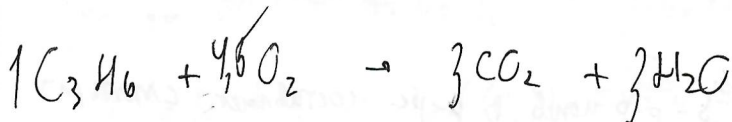
$T_{max} = 2200 + 298 = 2498 K = 2225^\circ C$

мст 7 м 7

Черновик ~6.5



3284



Q сгор $(3\text{H}_6 = (3 \cdot 393,5 \cdot 3 + 3 \cdot 241,8) - (-29,4) = 1926,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

~~Сгор $(\text{C}_3\text{H}_6) = (53,5 \cdot 3 + 3 \cdot 43) - (147,7 + 4,5 \cdot 34,7) = -9,35 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$~~

поше рунм 25,5 моль O_2 остался $Q = 6 \cdot 393,5 + 6 \cdot 241,8 -$

$Q_1 = 34,7 \cdot 25,5 \Delta t$

$Q_2 = -9,35 \cdot 1 \cdot \Delta t$

$Q_1 + Q_2 = Q$

$875,5 \Delta t = 1926,3 \cdot 10^3$

$\Delta t = 2200,22 \approx 2200$

$T_{\text{max}} = 298 + 2200 = 2498 \text{ K}$

$2(-29,4) = 3852,6 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$
 $(2\text{O}_2 = (T - 298))$

$1926300 = (T - 298)(3 \cdot 53,5 + 3 \cdot 24,8 +$

$25,5 \cdot 34,7$

$T \approx 1088 \text{ K}$

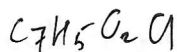
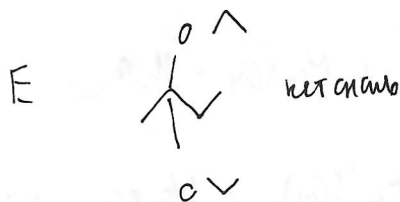
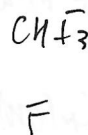
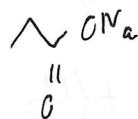
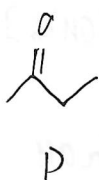
$T \approx 1386 \text{ K}$

$119,75 T - 1417,75 = 1926300$

лист 1 из 4

ЧЕРНОВИК

№ 7



$$n(\text{кетон}) = \frac{10,8}{72} = 0,15$$

$$n(\text{кетон}) = n(\text{CH}_3) \quad m(\text{CH}_3) = 0,15 \cdot 0,75 \cdot 39,4 = 44,325$$

№ 5

$$PP(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

здесь: $s = ?$

S-р-р ионов в р-ре составляет столько/л



$$[\text{Mg}^{2+}] = s$$

$$PP = [\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^-]^2$$

$$[\text{OH}^-]^2 = (2s)^2$$

$$PP(\text{Mg}(\text{OH})_2) = s \cdot (2s)^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

$$[\text{OH}^-] = 2s = 2 \cdot 121 \cdot 10^{-6} = 242 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 3,616 = 10,384$$

$$\lg(-\lg(x))$$

$$pOH = -\lg[\text{OH}^-] = 3,616$$

$$pH = 12,5 \rightarrow pOH = 1,5$$

$$pOH = -\lg[\text{OH}^-]$$

$$-\log_{10}(x) = 1,5$$

$$1,5 = -\lg[x]$$

$$= 31,623$$

$$10^{-1,5} = 0,0316 \text{ моль/л}$$

$$\text{Или, } 0,176 =$$

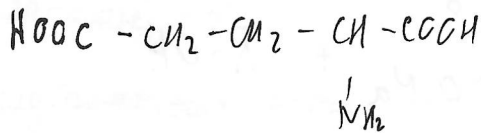
$$[\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 = [\text{Mg}^{2+}] \cdot 0,001 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = 7,1 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$$

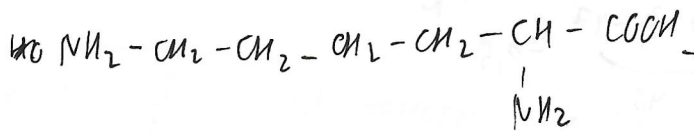
мин 2 ч 30

Терявик

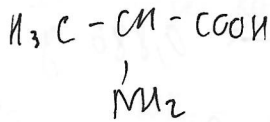
, где кат. группы



шутливая N₂



дуги N₃
2 NH₂ группы



первая амина N₁

N₂

$$D_0(\text{H}_2) = 21,2 \quad \bar{M} = 42,4 \quad \text{2,2,2}$$

$$\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$$

$$(28 V_0(\text{CO}) + 44 V_0(\text{CO}_2)) / (V_0(\text{CO}) + V_0(\text{CO}_2)) = 42,4$$

$$28 V_0(\text{CO}) + 44 V_0(\text{CO}_2) = 42,4 V_0(\text{CO}) + 42,4 V_0(\text{CO}_2)$$

$$14,4 V_0(\text{CO}) = 1,6 V_0(\text{CO}_2) \quad V_0(\text{CO}_2) = 9 V_0(\text{CO})$$

~~$$9 V_0(\text{CO}) + 18 V_0(\text{CO}) = 27 V_0(\text{CO})$$~~

Пусть прореаг. x моль CO₂, тогда:

$$V_{\text{CO}_2} = V_{\text{CO}_2} - x \quad V_{\text{CO}} = V_0(\text{CO}) + 2x$$

$$V_{\text{CO}_2} + V_{\text{CO}} = 1,5 (V_0(\text{CO}) + V_0(\text{CO}_2))$$

$$10 V_0(\text{CO}) + x = 1,5 V_0(\text{CO}) \quad x = 0,5 V_0(\text{CO})$$

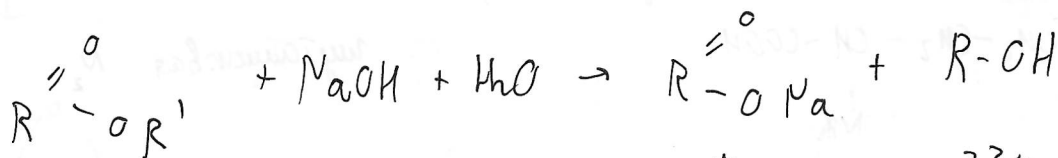
$$V_0(\text{CO}_2) = V_0(\text{CO}_2) - 0,5 V_0(\text{CO}) = 9 - 0,5 = 8,5 V_0(\text{CO})$$

$$V_{\text{CO}} = V_0(\text{CO}) + 10 V_0(\text{CO}) = 11 V_0(\text{CO})$$

$$\bar{M} = \frac{28 V_{\text{CO}} + 44 V_0(\text{CO}_2)}{V_{\text{CO}} + V_0(\text{CO}_2)} = \frac{28 \cdot 11 + 44 \cdot 8,5}{11 + 8,5} = 32,27$$

$$D(\text{H}_2) = 32,27 : 2 = 16,135 \text{ или } 3 \text{ и } 4$$

Зерновик



47 г • $n_{NaOH} = \frac{(44+23)-47}{46} = 0,15$ моль

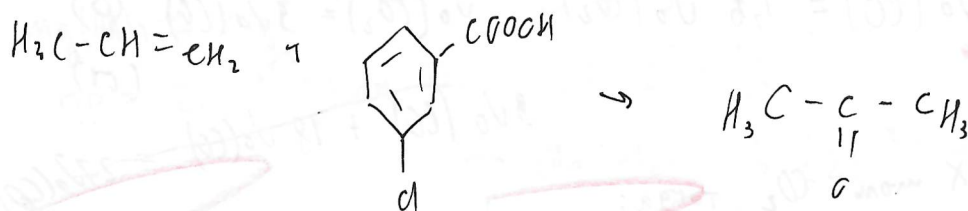
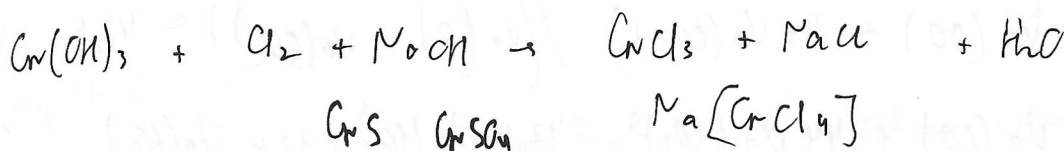
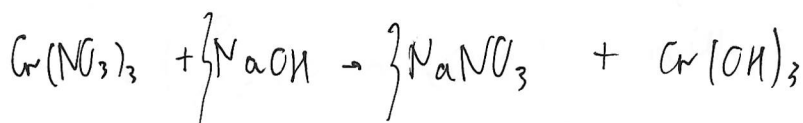
~~$\frac{32 \times 12}{47} = 0,68$~~

~~$\frac{44}{47} = 0,936$~~ $\frac{39}{44} = 0,886$ г

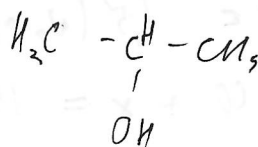
• $M_{смпт} = \frac{23}{0,15} = 153 \rightarrow \text{NaOH}$

~~$\frac{172}{17} = 10,117$~~ $\frac{172}{23} = 7,478$ г • $M_{ком} = \frac{44}{0,15} = 293$ г

гидрат = 176
M(A) = 188

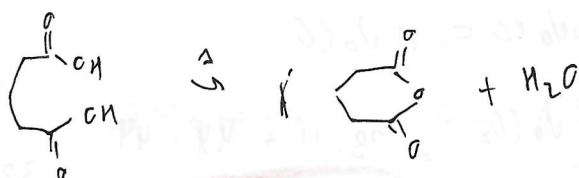
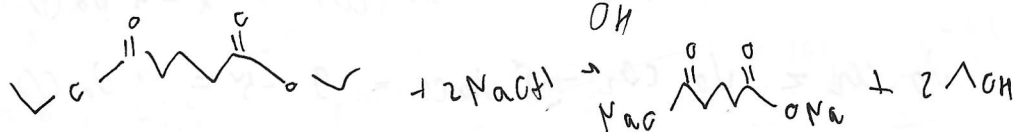


↓ CH_3MgI



• $\text{SH} - \text{TS} = -\text{Q}$

• подходящий



$\frac{114}{132} = 0,86$

86,9%

от исход

13,6% потеря

лист 4 из 4

В вышеуказанном решении
отказать.

Оценка 94 балла
Эва
Феликс

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Атомосов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовниченко
от участника заключительного этапа по
предмету «Химия»
Марии Игоревны Муркиной

апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат
заключительного этапа, а именно 94 балла, поскольку считаю, что
в задании № 6.5 (вариант 1) реакцией $\text{CrSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{CrS} + \text{H}_2\text{SO}_4$
можно успешно получить нужное вещество (CrS), надо только следить
за тем, чтобы он не окислился воздухом. И несмотря на то, что химическое
равновесие может смещаться в сторону реагентов, получить CrS на практике
вполне возможно. Прошу засчитать данную реакцию как верную, так как в
ходе реакции искомое вещество определенно образуется.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на
результаты олимпиады школьников «Атомосов» и осознаю, что мой индивидуальный
предварительный результат может быть изменен, в том числе в сторону
уменьшения количества баллов.

22.03.2024

Мур