



МОН, LV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ
И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Областен кръг, 11 февруари 2023 г.

Учебно съдържание XI - XII клас

Примерни решения и оценка на задачите

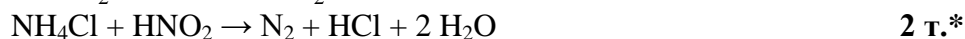
Важно за проверителите! Освен представените примерни решения, за вярно се приема и всяко друго решение, което е логично обосновано и води до същия (числов или фактологичен) резултат.

При непълни отговори (например неизравнени уравнения) могат да се присъждат и по-малко от предвидените точки.

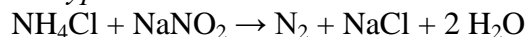
Задача 1 (25 точки)



Хлоридните йони, Cl^- , получени от електролитната дисоциация на KCl и NaCl във водния разтвор, участват във взаимодействието:



*Точките (3 т.) се присъждат и за записано сумарно химично уравнение вместо горните две уравнения:



2. Означаваме в първата проба:

$$x \text{ mol NH}_4\text{Cl} (M = 53,49 \text{ g/mol})$$

$$y \text{ mol NaCl} (M = 58,44 \text{ g/mol})$$

$$z \text{ mol KCl} (M = 74,55 \text{ g/mol})$$

$$53,49 \times x + 58,44 \times y + 74,55 \times z = 1,015 \quad \text{ур. 1} \quad 1 \text{ т.}$$

$$n(\text{AgCl}) = m(\text{AgCl})/M(\text{AgCl}) = 1,890/143,32 = 1,319 \times 10^{-2} \text{ mol} \quad 1 \text{ т.}$$

$$\Rightarrow y + z = 1,319 \times 10^{-2} \quad \text{ур. 2} \quad 1 \text{ т.}$$

От втората проба:

$$n(\text{N}_2) = pV/RT = 46,25 \times 10^{-6} \times 0,730 \times 13553 \times 9,807 / (8,314 \times 290,15)$$

$$n(\text{N}_2) = 1,860 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad 1 \text{ т.}$$

$$x = (1,860 \times 10^{-3} / 0,998) \times 1,015 = 1,892 \times 10^{-3} \text{ mol NH}_4\text{Cl} \quad 1 \text{ т.}$$

От ур. 1

$$58,44 \times y + 74,55 \times z = 1,015 - 53,49 \times 1,892 \times 10^{-3}$$

$$58,44 \times y + 74,55 \times z = 0,9138 \quad \text{ур. 3}$$

От системата уравнение, съставена от ур. 2 и ур.3, получаваме:

$$y = 4,315 \times 10^{-3} \text{ mol NaCl} \quad 1 \text{ т.}$$

$$z = 8,875 \times 10^{-3} \text{ mol KCl} \quad 1 \text{ т.}$$

3. $w(\text{NH}_4\text{Cl}) = (1,892 \times 10^{-3} \times 53,49 / 1,015) \times 100 = 9,97 \%$ 1 т.

$$w(\text{NaCl}) = (4,315 \times 10^{-3} \times 58,44 / 1,015) \times 100 = 24,84 \%$$
 1 т.

$$w(\text{KCl}) = (8,875 \times 10^{-3} \times 74,55 / 1,015) \times 100 = 65,19 \%$$
 1 т.

4. **KCl:**

Катодна реакция: $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \times 1\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$ (или $2 \text{H}^+ + 2 \times 1\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$) **1 т.**

Анодна реакция: $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \times 1\text{e}^-$ **1 т.**

Обща реакция: $2 \text{Cl}^- + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{OH}^-$ **1 т.**

MgSO₄:

Катодна реакция: $4 \text{H}_2\text{O} + 4 \times 1\text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2 + 4 \text{OH}^-$ **1 т.**

(или $4 \text{H}^+ + 4 \times 1\text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2$)

Анодна реакция: $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 2 \times 2\text{e}^-$ **1 т.**

(или $4 \text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \times 2\text{e}^-$)

Обща реакция: $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$ **1 т.**

5. Сумарното уравнение на редокс процеса при електролиза на разтвора на двете соли:

$2 \text{KCl} + 2 \text{MgSO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{H}_2 + \text{O}_2 + \text{Cl}_2 + \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MgSO}_4$ **1 т.**

или **$2 \text{Cl}^- + 2 \text{Mg}^{2+} + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{H}_2 + \text{O}_2 + \text{Cl}_2 + \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Mg}^{2+}$**

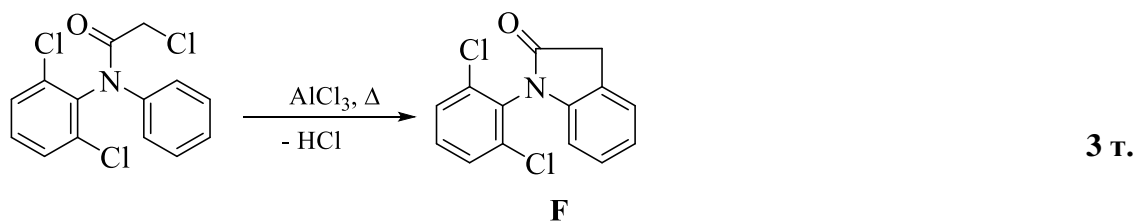
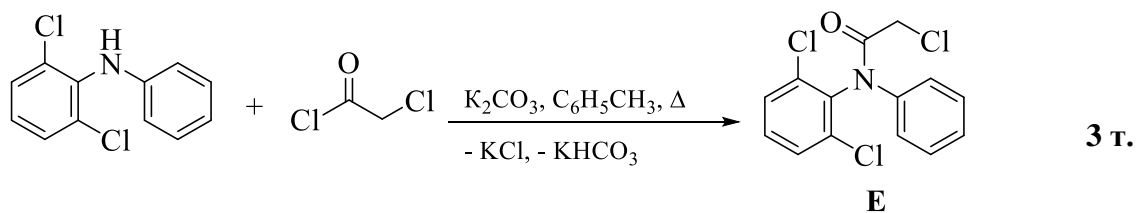
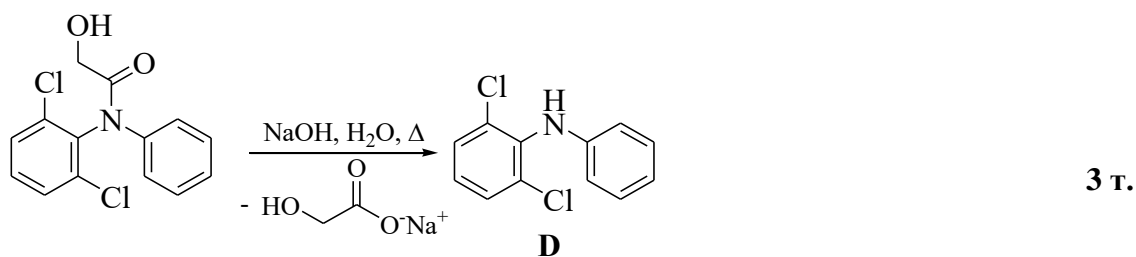
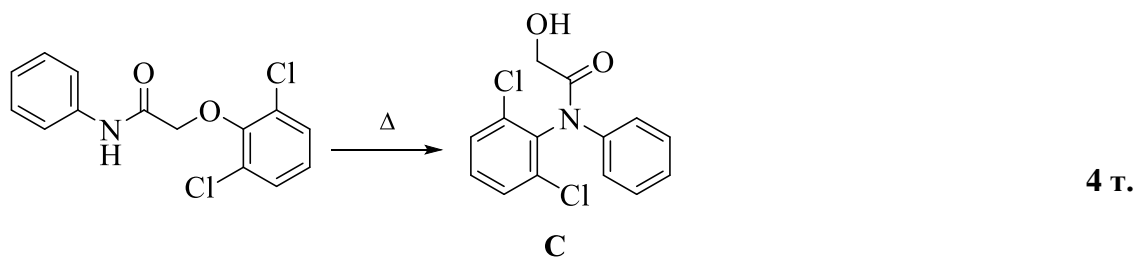
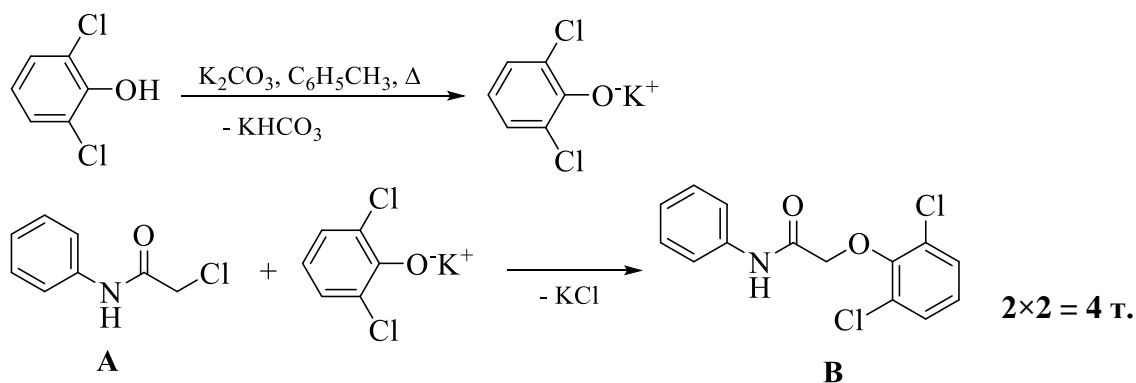
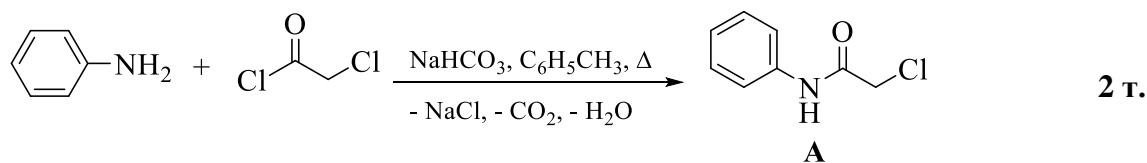
След електролиза в разтвора **отсъства KCl**, **1 т.**

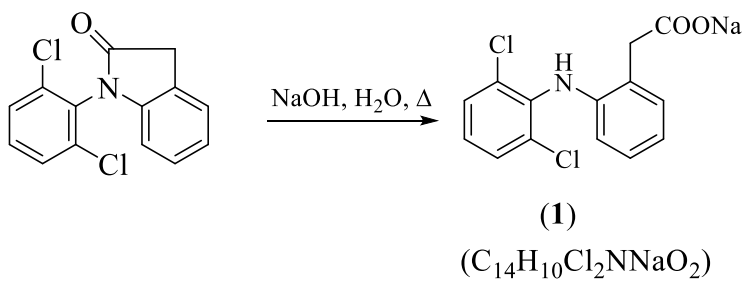
а количеството на **MgSO₄ намалява 2 пъти**. **1 т.**

6. Ако вместо MgSO₄ се използва K₂SO₄, след проведената електролиза количеството на **K₂SO₄ няма да се промени**. **1 т.**

Задача 2 (25 точки)

1.



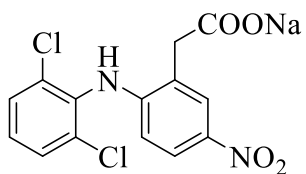


2 т.

Съединението **F** е цикличен амид (лактам).

1 т.

2. Продукт на мононитриране на **(1)**:



3 т.

Задача 3 (25 точки)

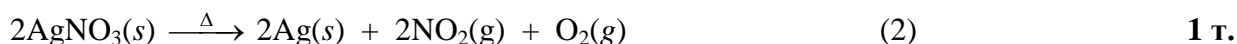
1. Термичното разлагане на нитрати на еднозарядни метали протича по две схеми:

а) за алкални нитрати:



$$n(\text{MeNO}_3) = 2n_{(1)}(\text{O}_2) \quad 1 \text{ т.}$$

б) за сребърен нитрат (и за живак(II) нитрат, но той не е еднозаряден):



$$n(\text{AgNO}_3) = n(\text{Ag}) = n_{(2)}(\text{NO}_2) = 2n_{(2)}(\text{O}_2) \quad 1+1+1=3 \text{ т.}$$

Газовата смес от накаляването се състои от азотен диоксид NO_2 и кислород O_2 .

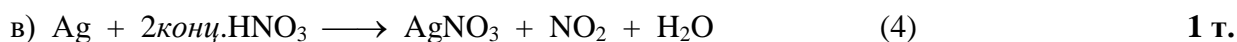
При пропускане през вода O_2 преминава без промени, а NO_2 взаимодейства с водата: 1 т.



Във вода се разтваря само твърдият продукт от реакция (1) – алкалният нитрит: 1 т.



Неразтворимият във вода продукт от реакция (2) е сребро, което се разтваря в конц. HNO_3 :



$$n(\text{Ag}) = n_{(4)}(\text{NO}_2) \quad 1 \text{ т.}$$

и се отделя същият газ от газовата смес, от термичното разлагане, който се поглъща във водния разтвор – азотен диоксид.

2. Тъй като при взаимодействието на NO_2 с вода се получават киселини (HNO_3 и HNO_2), рН на водния разтвор след поглъщане на газа от термичното разлагане ще се понижи. 1 т.

$$3. \quad \text{От: } V_{(4)}(\text{NO}_2) = 4,54 \text{ L}, \quad n_{(4)}(\text{NO}_2) = \frac{4,54 \text{ L}}{22,71 \text{ L/mole}} = 0,20 \text{ mol} \quad 1+1=2 \text{ т.}$$

$$n(\text{Ag}) = n_{(4)}(\text{NO}_2) = 0,20 \text{ mol}; \quad n(\text{AgNO}_3) = 0,20 \text{ mol} \quad 1 \text{ т.}$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 0,20 \text{ mol} \times 169,874 \text{ g/mol} = 33,97 \text{ g} \quad 1 \text{ т.}$$

$$m(\text{MeNO}_3) = 54,19 - 33,97 = 20,22 \text{ g} \quad 1 \text{ т.}$$

От това, че при пропускане на газовата смес от термичното разлагане през вода, тя намалява два пъти и като обем, и като състав, и от възможния ѝ състав следва, че обемът на кислород от разлагането на алкалния нитрат е равен на обема му от разлагането на сребърния нитрат: 1 т.

$$n_{(1)}(\text{O}_2) = n_{(2)}(\text{O}_2) = \frac{1}{2} n(\text{Ag}) = 0,10 \text{ mol} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$n(\text{MeNO}_3) = 2n_{(1)}(\text{O}_2) = 0,20 \text{ mol} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$m(\text{MeNO}_3) = 0,20 \text{ mol} \times (M(\text{Me}) + 62,004 \text{ g/mol}) = 20,22 \text{ g} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$M(\text{Me}) = 39,10 \text{ g/mol}, \quad \Rightarrow \text{Me} - \text{K}; \quad \text{MeNO}_3 - \text{KNO}_3 \quad \mathbf{1+1+1=3 \text{ т.}}$$

Задача 4 (25 точки)

1. $w(\text{C}) = \frac{0,0674 \times 12,011}{44,009 \times 0,0250} \times 100 = 73,6\% \text{ C}$ 2 т.

$w(\text{H}) = \frac{0,0276 \times 2 \times 1,008}{18,015 \times 0,0250} \times 100 = 12,4\% \text{ H}$ 2 т.

$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = \frac{73,6}{12,011} : \frac{12,4}{1,008} : \frac{14,0}{15,999} = 6,13 : 12,3 : 0,875 = 7,01 : 14,1 : 1 = 7 : 14 : 1$ 1 т.

Молекулната формула на **A** е **C₇H₁₄O** и отговаря на зададената молна маса. 1 т.

$M(\text{A}) = 7 \times 12,011 + 14 \times 1,008 + 1 \times 15,999 = 114,19 \text{ g/mol}$

