

## 10 клас

## Розв'язки

**1. Back-to-School.**

1. Розчин амоніаку:

$$n(\text{NH}_3) = 3.2 \cdot 0.200 = 0.64 \text{ (моль)};$$

$$m(\text{NH}_3) = 0.64 \cdot (14.01 + 3 \cdot 1.008) = 10.90 \text{ (г)};$$

$$V(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 10.90 / 0.10 / 0.957 = 113.9 \text{ (мл)}.$$

2. Розчин амоній хлориду:

$$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0.8 \cdot 0.150 = 0.12 \text{ (моль)};$$

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0.12 \cdot (14.01 + 4 \cdot 1.008 + 35.45) = 6.419 \text{ (г)}.$$

3. Розчин сульфату заліза(III):

$$n(\text{Fe}^{3+}) = 0.025 \cdot 0.100 = 0.0025 \text{ (моль)};$$

$$\begin{aligned} M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}) &= \\ &= 2 \cdot (4 \cdot 1.008 + 14.01) + 2 \cdot 55.85 + 4 \cdot (32.06 + 4 \cdot 16.00) + 24 \cdot (16.00 + 2 \cdot 1.008) = \\ &= 964.41 \text{ (г} \cdot \text{моль}^{-1}); \end{aligned}$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}) = 0.0025 \cdot 964.41 / 2 = 1.206 \text{ (г)}.$$

4. Розчин комплексону:

$$n(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2) = 0.05 \cdot 0.250 = 0.0125 \text{ (моль)};$$

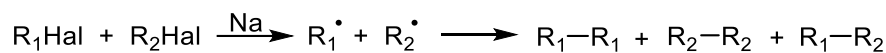
$$\begin{aligned} M(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) &= \\ &= 10 \cdot 12.01 + 14 \cdot 1.008 + 2 \cdot 14.01 + 8 \cdot 16.00 + 2 \cdot 22.99 + 2 \cdot (16.00 + 2 \cdot 1.008) = \\ &= 372.24 \text{ (г} \cdot \text{моль}^{-1}); \end{aligned}$$

$$m(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0.0125 \cdot 372.24 = 4.653 \text{ (г)}.$$

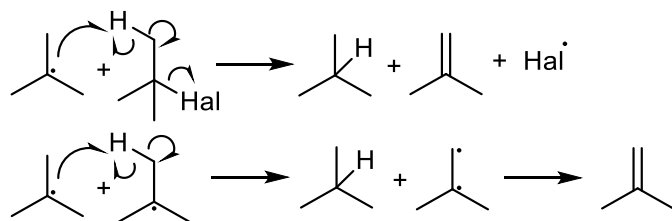
**2. Алкановий синтез.**

1. Вюрц Шарль Адольф.

2. У силу високої реакційної здатності алкільні радикали  $R_1$  і  $R_2$  реагують один з одним у довільному порядку.



3. Зближення реакційних центрів вільних третинних радикалів стерично ускладнено. Радикал буде поводити себе як «основа» по відношенню до атому водню, що призведе до елімінування атому галогену та диспропорціонування.

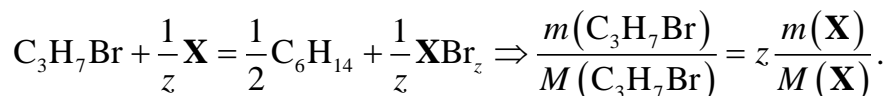


4. Масова частка вуглецю у невідомому бромалкані:

$$w(\text{C}) = n \frac{M(\text{C})}{M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Br})} = \frac{12.01n}{12.01n + 1.008(2n+1) + 79.9} = 0.2930 \Rightarrow n = 3.$$

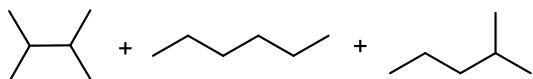
Брутто-формула невідомого бромалкану –  $\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$ .

Реакція Вюрца за участю бромпропану та металу X:



За  $z = 2$  отримуємо  $M(\text{X}) \approx 65 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$ , тобто невідомий метал X – Zn.

Сполука  $\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$  має два ізомери, але жодної інформації щодо структури бромпропану немає, тому можливими продуктами реакції Вюрца є три сполуки.



5. У ході реакції Вюрца утворилися дві солі, тому B – змішаний галогенід:

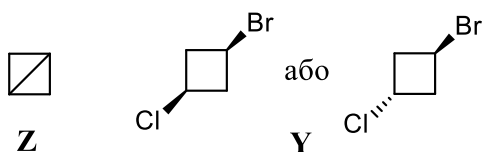
$$\frac{M(\text{Na}) + M(\text{Hal})}{M(\text{Na}) + M(\text{Hal}')} = 1.76 \Rightarrow M(\text{Hal}) = 17.48 + 1.76M(\text{Hal}') \Rightarrow \text{Hal} = \text{Br}, \text{Hal}' = \text{Cl}$$

Оскільки продуктом внутрішньомолекулярної реакції є біциклічна сполука, логічним буде припущення, що сполука Y є циклічною –  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{ClBr}$ , тоді:

$$w(\text{C})_Y = n \frac{M(\text{C})}{M(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{ClBr})} = \frac{12.01n}{12.01n + 1.008(2n-2) + 35.45 + 79.9} = 0.2835 \Rightarrow n = 4$$

Брутто-формули сполук Y та Z –  $\text{C}_4\text{H}_6\text{ClBr}$  та  $\text{C}_4\text{H}_6$ , відповідно.

6. Будова речовин Z та Y з урахуванням геометричних ізомерів:



### 3. Най-найякісніший аналіз.

1. Виходячи з рівняння Менделєєва-Клапейрона отримуємо наступне:

$$P = \frac{1}{M} \frac{m}{V} RT \Rightarrow M = d \frac{RT}{P} \Rightarrow M = 34.08 \frac{\Gamma}{\text{моль}}$$

Якщо кислота B двохосновна, молярна маса невідомого елемента складе  $32.06 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$ , що відповідає сірці. A –  $\text{Na}_2\text{S}$ , B –  $\text{H}_2\text{S}$ .

2. Сіль **1** має блакитний колір у розчині, утворює чорний нерозчинний у кислотах сульфід, забарвлює полум'я у зелений колір, із розчином солі  $\text{Ba}^{2+}$  дає білий осад (див. про сіль **5**). **1** –  $\text{CuSO}_4$ .

Сіль **2** має зелений колір у розчині, відповідний сульфід гідролізується з виділенням  $\text{H}_2\text{S}$ , утворює білий осад з  $\text{Ag}^+$ . **2** –  $\text{CrCl}_3$  ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  каталізує окиснення амоніаку).

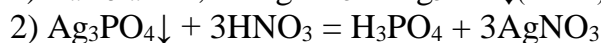
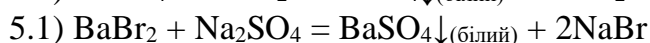
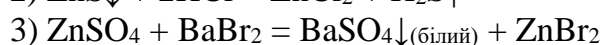
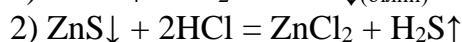
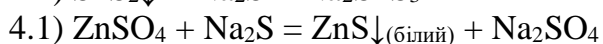
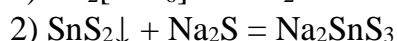
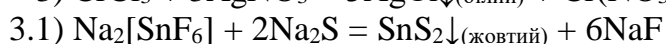
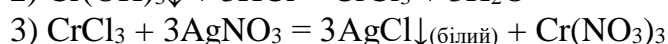
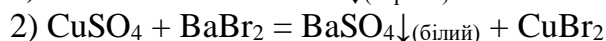
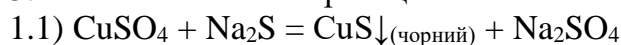
Сіль **3** утворює жовтий сульфід, зі складом, відповідно до масової частки сірки, –  $\text{SnS}_2$ . Жовте забарвлення полум'я свідчить про наявність натрію, а за масовою часткою фтору визначаємо формулу. **3** –  $\text{Na}_2[\text{SnF}_6]$ .

Сіль **4** утворює білий сульфід, а відповідний мінерал має назву сфалерит –  $\text{ZnS}$ , з розчином солі  $\text{Ba}^{2+}$  утворює білий осад (див. про сіль **5**). **4** –  $\text{ZnSO}_4$ .

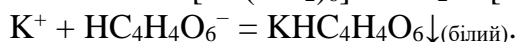
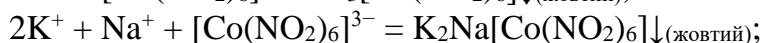
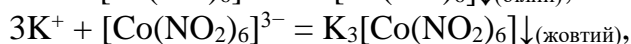
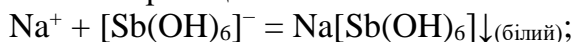
Сіль **5** утворює білий осад з  $\text{SO}_4^{2-}$  та жовтуватий з  $\text{Ag}^+$ . Беручи до уваги діапазон молярних мас визначаємо формулу. **5** –  $\text{BaBr}_2$  (297.13 г/моль).

Сіль **6** утворює жовтий осад з  $\text{Ag}^+$ , який розчинний за присутності  $\text{HNO}_3$ , забарвлює полум'я у фіолетовий колір. **6** –  $\text{K}_x\text{H}_{3-x}\text{PO}_4$ , де  $x = 1, 2$  або  $3$ .

3. Рівняння хімічних реакцій:

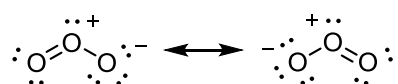


4. Якісні реакції на катіони  $\text{Na}^+$  та  $\text{K}^+$ :



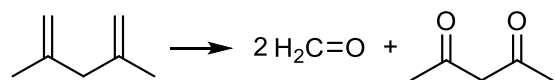
#### 4. Ред-Окс озоноліз.

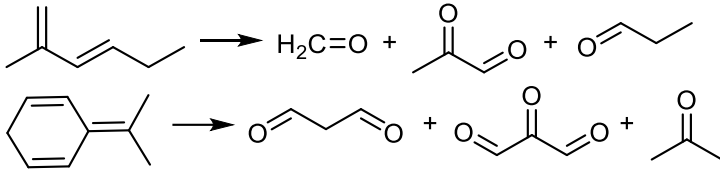
1. Структури Льюїса для молекули озону:



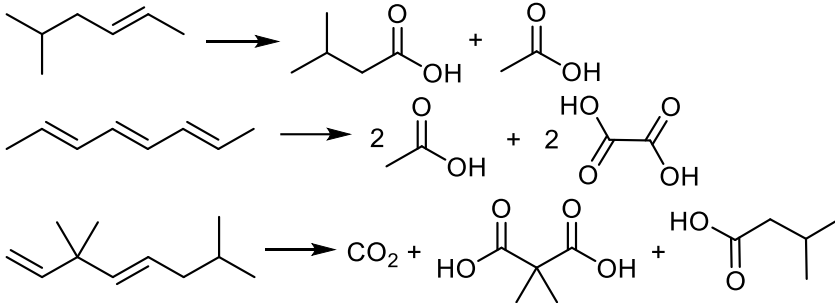
2. Відновне розщеплення: *a*, *в*, *д* та *е*. Окисне розщеплення: *б* та *г*.

3. Продукти відновного озонолізу:

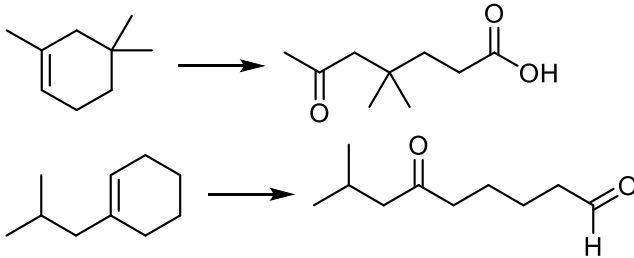




#### 4. Продукти окисного озонлізу:



#### 5. Будова вихідних молекул C<sub>9</sub>H<sub>16</sub> та C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>:



### 5. Термохімія 15.

1. Амоніак є сполукою азоту (Нітрогену), що входить до складу 15 групи «довгої» (довгоперіодної) Періодичної таблиці елементів.

2. Ентальпія утворення простих речовин за визначенням дорівнює нулю.

Для розрахунку  $\Delta_f H^\circ$  складних речовин використовуємо один із наслідків закону Гесса, що оперує відповідними ентальпіями (кДж·моль<sup>-1</sup>).

$$1) \Delta_5 H^\circ = 2\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(r)}) = -483.6 \quad \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(r)}) = -241.8$$

$$2) \Delta_3 H^\circ = 2\Delta_f H^\circ(\text{HCl}_{(r)}) = -183.6 \quad \Delta_f H^\circ(\text{HCl}_{(r)}) = -91.8$$

$$3) \Delta_6 H^\circ = 6\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(r)}) - 4\Delta_f H^\circ(\text{NH}_3_{(r)}), \\ 6(-241.8) - 4\Delta_f H^\circ(\text{NH}_3_{(r)}) = -1266.0 \quad \Delta_f H^\circ(\text{NH}_3_{(r)}) = -46.2$$

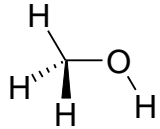
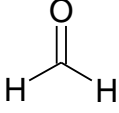
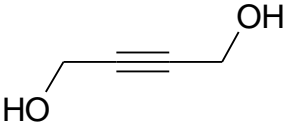
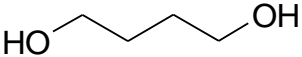

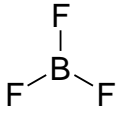
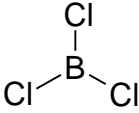
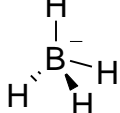
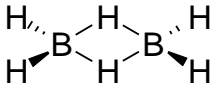
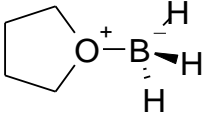
$$4) \Delta_4 H^\circ = \Delta_f H^\circ(\text{NH}_4\text{Cl}_{(тв)}) - \Delta_f H^\circ(\text{NH}_3_{(r)}) - \Delta_f H^\circ(\text{HCl}_{(r)}) \\ \Delta_f H^\circ(\text{NH}_4\text{Cl}_{(тв)}) + 46.2 + 91.8 = -176.2 \quad \Delta_f H^\circ(\text{NH}_4\text{Cl}_{(тв)}) = -314.2$$

$$5) \Delta_1 H^\circ = 2\Delta_f H^\circ(\text{NaNH}_2_{(тв)}) - 2\Delta_f H^\circ(\text{NH}_3_{(r)}) \\ 2\Delta_f H^\circ(\text{NaNH}_2_{(тв)}) + 2 \cdot 46.2 = -145.2 \quad \Delta_f H^\circ(\text{NaNH}_2_{(тв)}) = -118.8$$

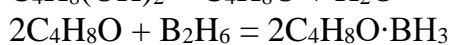
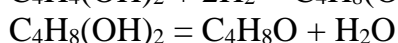
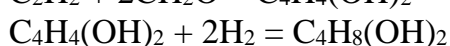
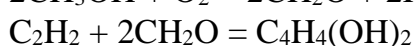
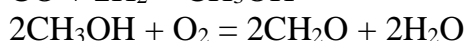
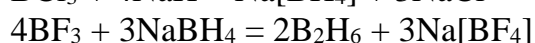
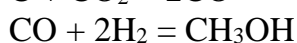
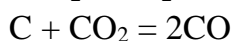
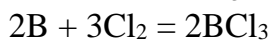
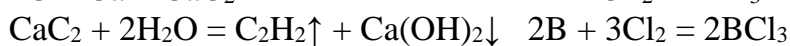
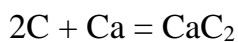
$$6) \Delta_2 H^\circ = 2\Delta_f H^\circ(\text{NH}_3_{(r)}) + \Delta_f H^\circ(\text{NaCl}_{(тв)}) - \Delta_f H^\circ(\text{NH}_4\text{Cl}_{(тв)}) - \Delta_f H^\circ(\text{NaNH}_2_{(тв)}) \\ -2 \cdot 46.2 + \Delta_f H^\circ(\text{NaCl}_{(тв)}) + 314.2 + 118.8 = -70.8 \quad \Delta_f H^\circ(\text{NaCl}_{(тв)}) = -411.4$$

### 6. Тут є різне.

1. Зашифровані речовини: **A** – C, **B** – CaC<sub>2</sub>, **C** – C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, **D** – CO, **E** – CH<sub>3</sub>OH, **F** – CH<sub>2</sub>O, **G** – C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>, **H** – C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>(OH)<sub>2</sub>, **I** – C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O, **J** – B, **K** – BF<sub>3</sub>, **L** – BCl<sub>3</sub>, **M** – NaBH<sub>4</sub>, **N** – B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, **X** – C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O·BH<sub>3</sub>.

A	B	C	D	E
C	$C \equiv C^-$	$H \equiv H$	$C \equiv O^+$	
F	G	H	I	J
				B
K	L	M	N	X
				

2. Рівняння хімічних реакцій для зазначених перетворень:



3. Бензен можна отримати з ацетилену:  $3C_2H_2 = C_6H_6$ .

## 7. Якісні речовини.

1. Схема перетворень відображається у довільній формі.

2. Зашифровані речовини зведені у нижченаведеній таблиці.

R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>2</sub> *
KMnO <sub>4</sub>	KI	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NaI
P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>
I <sub>2</sub>	I <sub>2</sub> ·(C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ) <sub>n</sub>	K[I <sub>3</sub> ]	S	SO <sub>2</sub>

3. Рівняння хімічних реакцій зведені у нижченаведеній таблиці.

№	Перетворення	Рівняння хімічної реакції
1	$R_1(\text{фіол.}) + R_2 + H_2SO_4 \rightarrow P_1 \downarrow (\text{бур.})$	$2KMnO_4 + 10KI + 8H_2SO_4 = 5I_2 \downarrow + 2MnSO_4 + 6K_2SO_4 + 8H_2O$
2	$P_1 \downarrow (\text{бур.}) + R_3(\text{орг.}) \rightarrow P_2 \downarrow (\text{тем.-син.})$	$I_2 \downarrow + nC_6H_{10}O_5 = I_2 \cdot (C_6H_{10}O_5)_n \downarrow$
3	$P_1 \downarrow (\text{бур.}) + R_2 \rightarrow P_3(\text{черв.-кор.})$	$I_2 \downarrow + KI = K[I_3]$
4	$P_2 \downarrow (\text{тем.-син.}) + R_4 \rightarrow R_2^*$	$I_2 \cdot (C_6H_{10}O_5)_n \downarrow + 2Na_2S_2O_3 = 2NaI + Na_2S_4O_6 + nC_6H_{10}O_5$

5	$\mathbf{P}_1\downarrow(\text{бур.}) + \mathbf{R}_4 \rightarrow \mathbf{R}_2^*$	$\text{I}_2\downarrow + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$
6	$\mathbf{P}_3(\text{черв.-кор.}) + \mathbf{R}_4 \rightarrow \mathbf{R}_2^*$	$\text{K}[\text{I}_3] + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + \text{KI}$
7	$\mathbf{R}_4(\text{надл.}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{надл.}) \rightarrow$ $\rightarrow \mathbf{P}_4\downarrow(\text{жовт.}) + \mathbf{P}_5\uparrow(\text{зап.})$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{S}\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

4. Знебарвлення фіолетового розчину, утворення білого осаду.

