

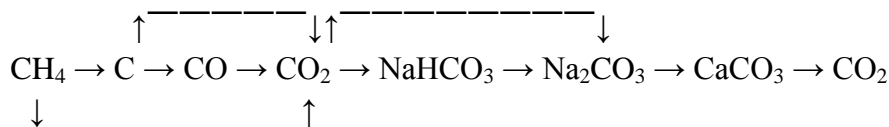
РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАВДАНЬ ДИСТАНЦІЙНОГО (ЗАОЧНОГО) ТУРУ
Всеукраїнської олімпіади з хімії 2020 рік

1. Наведіть назви (за номенклатурою) для наступних речовин: HgS, KHSO₄, N₂O, Mn(OH)₂, HNO₃, H₂SO₃, KOH та Zn. Вкажіть класи неорганічних сполук, до яких належать речовини. Які з наведених кислот та основ є сильними? **(8 балів)**

Розв'язок

Речовина	Назва	Клас сполук
HgS	ртуть(II) сульфід	середня сіль
KHSO ₄	калій гідросульфат	кисла сіль
N ₂ O	азот(I) оксид	несолетворний оксид
Mn(OH) ₂	манган(II) гідроксид	нерозчинна основа
HNO ₃	нітратна кислота	кисневмісна кислота (<u>сильна</u>)
H ₂ SO ₃	сульфітна кислота	кисневмісна кислота
KOH	калій гідроксид	луг, розчинна основа (<u>сильна</u>)
Zn	цинк	проста речовина, метал

2. Складіть рівняння хімічних реакцій, що відповідають схемі перетворень. **(10 балів)**



Розв'язок

- 2.1 $\text{CH}_4 = \text{C} + 2\text{H}_2$ (піроліз)
- 2.2 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2.3 $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$ (недостача кисню)
- 2.4 $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ (надлишок кисню)
- 2.5 $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ (каталітичне окиснення)
- 2.6 $\text{CO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHCO}_3$ (надлишок CO₂)
- 2.7 $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 2.8 $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (нагрівання)
- 2.9 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$
- 2.10 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

3. Наведіть електронні конфігурації для атомів таких хімічних елементів: Li, O, Mg, S, Al, Cl та Fe. Які прості катіони та аніони можуть утворювати наведені атоми у складі йонних сполук? **(6 балів)**

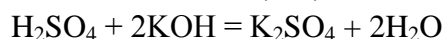
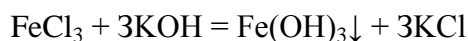
Розв'язок

- 3.1 Li – 1s²2s¹; O – 1s²2s²2p⁴; Mg – 1s²2s²2p⁶3s²; S – 1s²2s²2p⁶3s²3p⁴;
Al – 1s²2s²2p⁶3s²3p¹; Cl – 1s²2s²2p⁶3s²3p⁵; Fe – 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶4s²3d⁶.
- 3.2 Li⁺, O²⁻, Mg²⁺, S²⁻, Al³⁺, Cl⁻, Fe²⁺ і Fe³⁺.

4. До розчину, що містить суміш хлориду Феруму (III) та сірчаної кислоти, спочатку додали надлишок гідроксиду Калію, а потім — надлишок нітрату Барію. Які іони залишилися в розчині? Напишіть рівняння реакцій. **(9 балів)**

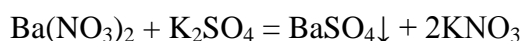
Розв'язок

- 1). KOH реагує і з FeCl₃, і з H₂SO₄:



Після цих реакцій в розчині залишаються KCl, K₂SO₄ та надлишковий KOH, що не прореагував.

- 2). Ba(NO₃)₂ реагує тільки з K₂SO₄:

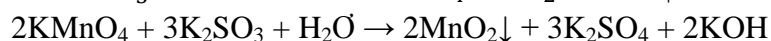
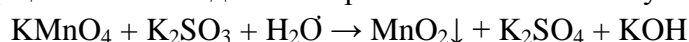


У розчині залишаються KCl, KOH, KNO₃ та надлишковий Ba(NO₃)₂, тобто іони K⁺, Ba²⁺, Cl⁻, OH⁻, NO₃⁻.

5. Яка маса перманганату Калію буде необхідна для окиснення сульфїту Калію масою 8 г, що знаходиться у нейтральному розчині? **(10 балів)**

Розв'язок

1). У нейтральному середовищі перманганат калію реагує з сульфїтом калію з утворенням оксиду марганцю (IV). Запишемо рівняння реакції та розставимо стехіометричні коефіцієнти за методом електронно-іонного балансу:



2). Відповідно до стехіометрії реакції кількості речовин перманганату Калію та сульфїту Калію відносяться:

$$\frac{n_{\text{K}_2\text{SO}_3}}{3} = \frac{n_{\text{KMnO}_4}}{2}$$

3). Відповідно розрахуємо масу перманганату Калію, що необхідно для реакції окиснення 8 г сульфїту Калію:

$$m_{\text{KMnO}_4} = n_{\text{KMnO}_4} \cdot M_{\text{KMnO}_4} = \frac{2}{3} \cdot n_{\text{K}_2\text{SO}_3} \cdot M_{\text{KMnO}_4} = \frac{2}{3} \cdot \frac{m_{\text{K}_2\text{SO}_3}}{M_{\text{K}_2\text{SO}_3}} \cdot M_{\text{KMnO}_4} = \frac{2}{3} \cdot \frac{8}{158} \cdot 158 = 5.33 \text{ г.}$$

6. У реакції A + B = 2C вихідні речовини практично повністю перетворюються на продукт за 1 годину при температурі суміші 25°C. Як зміниться швидкість цієї реакції, якщо збільшити температуру до 40°C? Відомо, що температурний коефіцієнт даної реакції дорівнює 3.3. **(8 балів)**

Розв'язок

Залежність швидкості багатьох хімічних реакцій від температури описується правилом Вант-Гоффа, яке можна записати у вигляді формули:

$$\frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}},$$

де v_1 і v_2 – це швидкість реакції при температурі T_1 і T_2 , відповідно, а γ – це температурний коефіцієнт реакції.

Із даних задачі знаходимо:

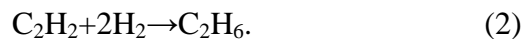
$$\frac{v_2}{v_1} = 3.3^{\frac{40-25}{10}} = 3.3^{1.5} = 6$$

Таким чином, швидкість даної реакції збільшиться в 6 разів.

7. Суміш 3 л пропену, 2 л ацетилену та 15 л водню пропустили над платиновим катализатором, гідрування пройшло кількісно. Розрахуйте щільність по повітрю нової газової суміші. **(15 балів)**

Розв'язок

1). Запишемо рівняння реакцій гідрування пропену та ацетилену у присутності платинового катализатора:



2). По закону об'ємних відносин об'єми газів співвідносяться відповідно стехіометрії реакцій. Тоді гідрування проводили у надлишку водню, а, відповідно, пропен та ацетилен відновлювались повністю. Тоді у суміші після гідрування містилось:

$$V'_{C_3H_8} = V_{C_3H_6} = 3\text{л},$$

$$V'_{C_2H_6} = V_{C_2H_2} = 2\text{л},$$

$$V'_{H_2} = 15\text{л} - 2V_{C_2H_2} - V_{C_3H_6} = 15\text{л} - 2 \cdot 2 - 3 = 8\text{л}.$$

3). Сумарний об'єм суміші після гідрування дорівнює:

$$V = V'_{C_3H_8} + V'_{C_2H_6} + V'_{H_2} = 3 + 2 + 8 = 13\text{л}.$$

4). Розрахуємо молярну масу газової суміші після гідрування, враховуючи об'ємні частки (φ) окремих газів у цій суміші:

$$M_{\text{газ.сум.}} = M_{C_3H_8} \cdot \varphi_{C_3H_8} + M_{C_2H_6} \cdot \varphi_{C_2H_6} + M_{H_2} \cdot \varphi_{H_2} =$$

$$= 44 \cdot \frac{3}{13} + 30 \cdot \frac{2}{13} + 2 \cdot \frac{8}{13} = 16 \text{ г/моль}.$$

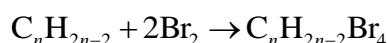
5). Розрахуємо щільність по повітрю ($D_{\text{пов.}}$):

$$D_{\text{пов.}} = \frac{M_{\text{газ.суміші}}}{M_{\text{пов.}}} = \frac{M_{\text{газ.суміші}}}{29} = \frac{16}{29} = 0.552.$$

8. Маса нерозгалуженого алкіну, що містить потрійний зв'язок при першому атомі вуглецю, у результаті повного бромовання змінилась з 6.8 г до 38.8 г. Встановіть структуру вихідного алкіну. **(12 балів)**

Розв'язок

Збільшення маси відбувається за рахунок приєднання бромів. Алкін містить потрійний зв'язок, відповідно, при повному бромованні приєднує дві молекули бромів. Загальна формула алкіну C_nH_{2n-2} , тоді можна записати відповідне рівняння хімічної реакції:



Змінення маси складає $38.8 \text{ г} - 6.8 \text{ г} = 32 \text{ г}$. Молярна маса молекули бромів дорівнює 160 г/моль, відповідно в реакцію вступило $\frac{32 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0.2 \text{ моль}$. Виходячи з стехіометрії реакції, кількість речовини алкіну, що вступило в реакцію дорівнює 0.1 моль, що відповідає 6.8 г. Молярна маса алкіну дорівнює $\frac{6.8 \text{ г}}{0.1 \text{ моль}} = 68 \text{ г/моль}$. Виходячи з загальної формули вуглеводню, отримуємо наступне рівняння:

$$12n + 2n - 2 = 68$$

$$14n = 70$$

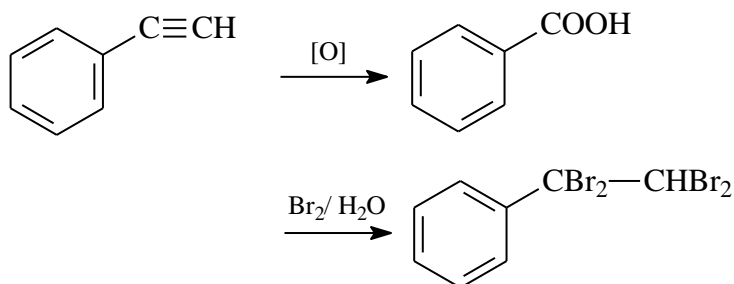
$$n = 5$$

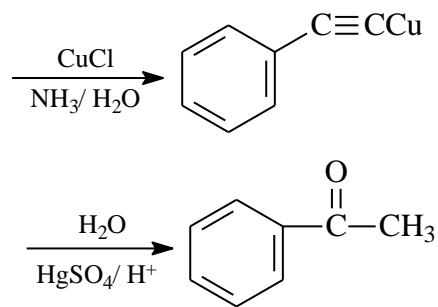
Молекулярна формула алкіну C_5H_8 . Виходячи з умов задачі, алкін є нерозгалужений та містить потрійний зв'язок при першому атомі вуглецю, тоді структурна формула алкіну виглядає наступним чином:



9. Вуглеводень, який має молекулярну формулу C_8H_6 , внаслідок окиснення утворює бензойну кислоту, знебарвлює бромну воду, дає осад при взаємодії з аміачним розчином хлориду одновалентної міді, при гідратації в присутності сульфату гідраргіриму утворює кетон. Визначте будову вуглеводню, дайте йому назву та напишіть рівняння всіх зазначених реакцій. **(10 балів)**

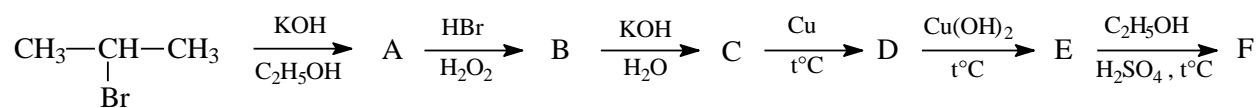
Розв'язок





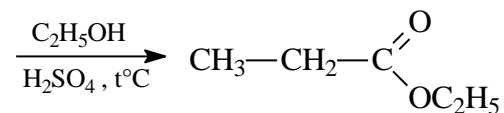
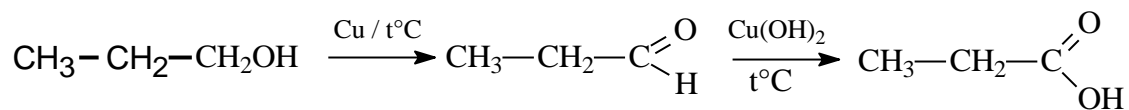
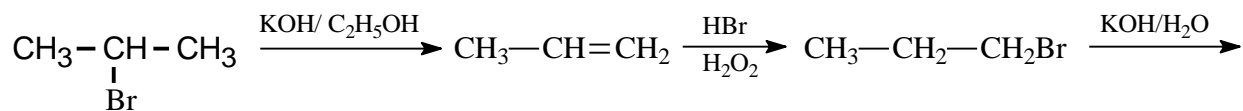
Вихідний вуглеводень – фенілацетилен.

10. Напишіть рівняння всіх реакцій в ланцюжку перетворень, наведіть назви вихідної сполуки та речовин А – F:



(12 балів)

Розв'язок



Вихідна сполука – 2-бромпропан,

А – пропен, В – 1-бромпропан, С – 1-пропанол, D – пропаналь, Е – пропанова (пропіонова) кислота, F – етилпропаноат.