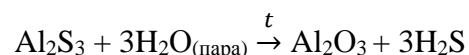
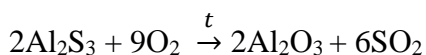
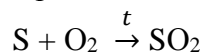
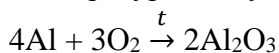


1. Для добування алюміній сульфід у молодий співробітник хімічної лабораторії вирішив нагріти суміш порошків алюмінію та сірки на повітрі. Чому цей процес не можна проводити на повітрі? Напишіть рівняння побічних реакцій, які при цьому можуть відбуватися. Запропонуйте газове середовище, в якому можна добути алюміній сульфід із простих речовин.

Розв'язок:

При взаємодії алюмінію із сіркою ($2Al + 3S \rightarrow Al_2S_3$) виділяється значна кількість теплоти (ендотермічний процес). У повітрі містяться кисень і водяна пара, тому за високої температури можуть відбуватися наступні процеси:

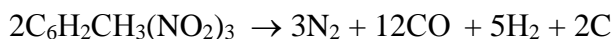


Для того, щоб уникнути цих побічних реакцій потрібно проводити добування алюміній сульфід із простих речовин у атмосфері благородних газів (He, Ar), або осушеному CO₂.

2. У металевий контейнер об'ємом 500 мл спочатку помістили тринітротолуен (тротил), а потім його закрили і вакуумували (відкачали повітря). При вибуховому розкладі тротилу температура всередині контейнера зросла до 2000 °С, а тиск сягнув 500 атм, що призвело до руйнування ємності. Обчисліть масу тротилу, який помістили в контейнер. Візьміть до уваги, що при вибуховому розкладі тротилу утворюється карбон (II) оксид, водень, азот і сажа.

Розв'язок:

При вибуховому розкладі тринітротолуену має місце наступна реакція:



Використовуємо рівняння Менделєєва-Клапейрона для оцінки кількості газів, виділення яких призвело до руйнування

$$v = \frac{PV}{RT} = \frac{500 * 101330 * 0,5 * 10^{-3}}{8,314 * 2273} = 1,34 \text{ моль}$$

Згідно рівняння розкладу



2 моль	<u>20 моль газів</u>
--------	----------------------

X моль	<u>1,34 моль</u>
--------	------------------

Отже кількість моль тринітротолуену становить $X = 0,134$ моль, а його маса

$$m(C_6H_2CH_3(NO_2)_3) = 0,134 * 227 \text{ г/моль} = 30,4 \text{ г.}$$

3. У якому випадку виділиться більше теплоти — у результаті згоряння 1 кг суміші метану з киснем чи згоряння 1 кг суміші етану з киснем, якщо кожна суміш містить речовини у стехіометричному співвідношенні? Відомо, що під час згоряння 1 моль метану виділяється 890 кДж теплоти, а 1 моль етану 1550 кДж теплоти. Відповідь обґрунтуйте розрахунками.

Розв'язок:

Знаходимо кількість теплоти, що виділяється при згорянні 1 кг стехіометричної суміші метану і кисню згідно із наступним термохімічним рівнянням реакцій:

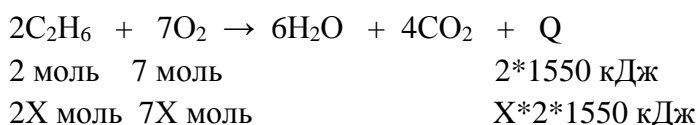


1 моль	2 моль	890 кДж
--------	--------	---------

X моль	2X моль	X*890 кДж
--------	---------	-----------

Знаходимо значення X на основі даних про масу суміші $X \cdot 16 + 2X \cdot 32 = 1000$
 $X = 12,5$ моль. Що відповідає виділеному теплу $890 \cdot 12,5 = \mathbf{1125 \text{ КДж}}$

Схожі розрахунки здійснюємо для знаходження теплоти, що виділяється при згорянні 1 кг стехіометричної суміші етану і кисню:



Знаходимо значення X на основі даних про масу суміші $2X \cdot 30 + 7X \cdot 32 = 1000$
 $X = 3,521$ моль. Що відповідає виділеному теплу $2 \cdot 1550 \cdot 3,521 = \mathbf{10915 \text{ КДж}}$

Зроблені розрахунки показали, що при згорянні стехіометричної суміші метану з киснем виділиться більше теплоти.

4. Бінарна сполука X утворена елементами A та B . Масова частка елемента B у сполуці X становить 79,77 %. Під час нагрівання кристалогідрату цієї сполуки утворюється водяна пара та інший газ. Він є сполукою Гідрогену з елементом B , а масова частка B у ній становить 97,26 %. Розчин цього газу має кислотні властивості. Установіть формулу сполуки X . Для чого використовують сполуку X у хімічній промисловості?

Розв'язок:

Сполука Гідрогену з елементом B має наступний вигляд BH_n , де значення n відповідає валентності елемента B . Отже масова частка елемента B у сполуці BH_n можна виразити наступним чином:

$$w(B) = \frac{M(B)}{M(B) + n} = 0,9726$$
$$M(B) = \frac{n \cdot 0,9726}{1 - 0,9726}$$

Для $n = 1$ молярна маса B становить $M(B) = 35,5$ г/моль, отже даний елемент – Хлор.

За умови $n = 2$ молярна маса становить $M(B) = 71$ г/моль, а при $n = 3$ та $n = 4$ - $M(B) = 106,5$ г/моль та $M(B) = 142$ г/моль, відповідно.

Враховуючи те, що розчин HCl має кислотні властивості, елемент B – **Хлор**.

Сполука Хлору з елементом A має наступний вигляд ACl_m , а масову частку елемента Cl у сполуці X можна виразити наступним чином:

$$w(\text{Cl}) = \frac{n \cdot 35,5}{n \cdot 35,5 + M(A)} = 0,7977$$
$$M(A) = \frac{35,5 \cdot n \cdot (1 - 0,7977)}{0,7977}$$

Для $n = 1$ молярна маса A становить $M(A) = 9$ г/моль, що відповідає – Берилію.

За умови $n = 2$, $n = 3$ та $n = 3$ - $M(A)$ становить 18, 27 та 36 г/моль, відповідно.

Отже сполука X – це **AlCl_3** , а її кристалогідрат $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.



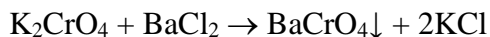
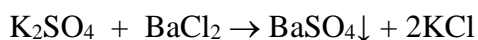
Хлорид алюмінію використовують як каталізатор процесів ізомеризації при переробці нафти та при реакціях органічного синтезу, як наприклад реакція Фріделя-Крафтса (алкілювання та ацилювання ароматичних сполук).

5. У воді розчинили суміш калій сульфату та калій хромату масою 69,9 г. До одержаного розчину додали надлишок розчину барій хлориду. Осад, що утворився, відфільтрували,

промили і обробили надлишком хлоридної кислоти. Одержали твердий залишок, маса якого дорівнювала масі вихідної суміші. Визначте маси солей у вихідній суміші.

Розв'язок:

При додаванні хлориду до розчину, що містить калій сульфат та калій хромат, в осад випадають наступні солі:



При додаванні до осаду надлишку хлоридної кислоти розчиняється тільки BaCrO_4 .

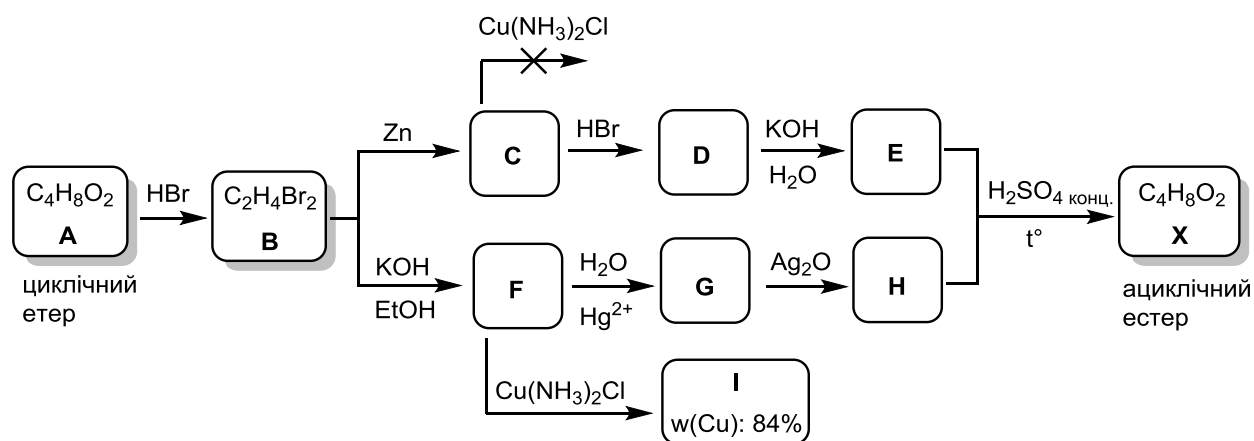


Таким чином маса BaSO_4 становить 69,9 г, а його $\nu(\text{BaSO}_4) = 69,9/233 = 0,3$ моль.

Приймаючи до уваги, що $\nu(\text{BaSO}_4) = \nu(\text{K}_2\text{SO}_4)$, отримуємо

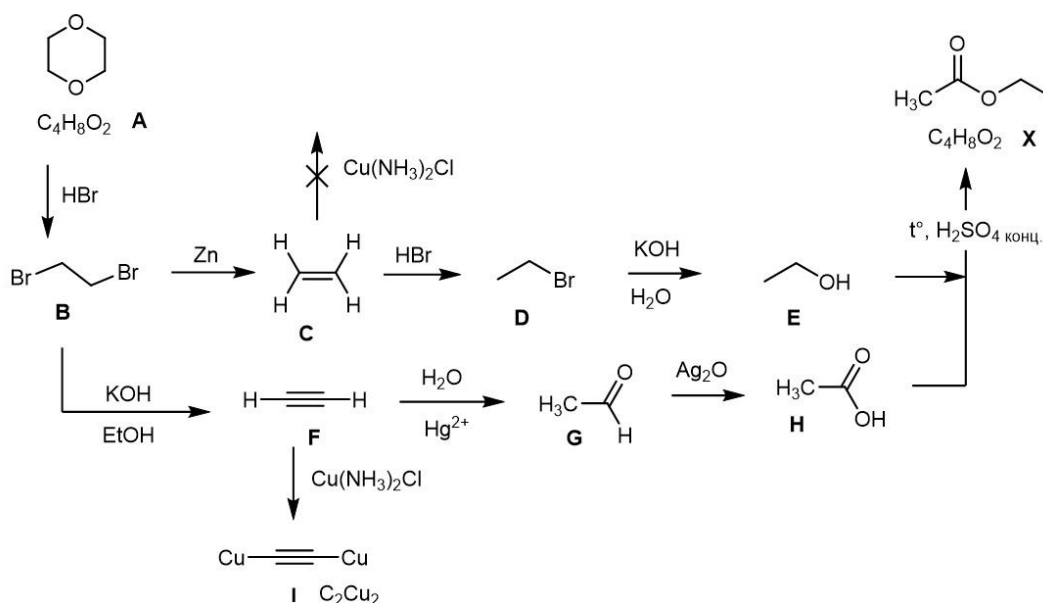
$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,3 \text{ моль} * 174 \text{ г/моль} = \mathbf{52,2 \text{ г}}$$
, а $m(\text{K}_2\text{CrO}_4) = 69,9 - 52,2 = \mathbf{17,7 \text{ г}}$.

6. Напишіть хімічні рівняння, які відповідають наступним перетворенням:



Назвіть речовини А–Х.

Розв'язок:



Речовини: А - 1,4-діоксан, В - 1,2-диброметан, С - етен, D - брометан, Е- етанол, F - етин, G - етаналь, Н – етанова кислота, І – ацителенід міді (I), X - етилетаноат.

7. Суміш метану, етилену та ацетилену об'ємом 560 мл (н. у.) знебарвлює 40 мл 5 %-го розчину бром у тетраклорометані (густина розчину 1,6 г/см³). Для поглинання вуглекислого газу, що утворюється при повному згорянні даної суміші вуглеводнів, потрібно 400 мл розчину натрію гідроксиду із концентрацією лугу 0,2 моль/л. При поглинанні вуглекислого газу утворюється середня сіль. Визначте об'ємні частки газів у вихідній суміші.

Розв'язок:

Розраховуємо загальну кількість суміші газів в молях:

$$\frac{0,560 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,025 \text{ моль або } 25 \text{ ммоль} \quad (1 \text{ моль} = 1000 \text{ ммоль})$$

Знаходимо кількість етилену та ацетилену що прореагували з бромом. Розраховуємо кількість бром за умовами задачі, що прореагував з етиленом та ацетиленом:

$$M(\text{Br}_2) = 160 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{Br}_2) = 40 \text{ мл} \times 1,6 \text{ г/см}^3 \times (5 \% \div 100 \%) = 3,2 \text{ г}$$

$$v(\text{Br}_2) = \frac{3,2 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0,02 \text{ моль або } 20 \text{ ммоль}$$

Нехай в суміші газів міститься **X ммоль етилену**.

Згідно з рівнянням реакції, з етиленом прореагувало X ммоль бром.

Тоді, з ацетиленом буде взаємодіяти залишок бром в кількості (20-X) ммоль.

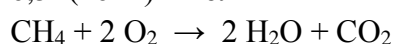
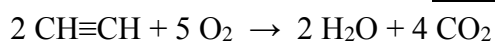
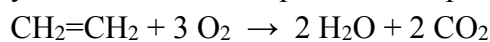
Згідно з рівнянням реакції, (20-X) ммоль бром прореагувало **0,5×(20-X) ммоль ацетилену**.



Таким чином, можна знайти кількість метану в суміш газів:

$$25 - X - 0,5 \times (20-X) = 25 - X - 10 + 0,5X = \mathbf{15-0,5X \text{ (ммоль) метану}}$$

Знаходимо кількість вуглекислого газу, що утворюється при повному згорянні даної суміші вуглеводнів згідно з рівняннями реакцій:



$$v(\text{CO}_2) = 2X + (20-X) + (15-0,5X) = 2X + 20 - X + 15 - 0,5X = \mathbf{35+0,5X \text{ (ммоль)}}$$

Знаходимо кількість вуглекислого газу, що поглинається розчином натрію гідроксиду.

Кількість натрію гідроксиду за умовами задачі становить:

$$v(\text{NaOH}) = 0,400 \text{ л} \times 0,2 \text{ моль/л} = 0,08 \text{ моль} = 80 \text{ ммоль}$$

Знаходимо кількість вуглекислого газу за рівнянням реакції:



$$v(\text{CO}_2) = \frac{1 \text{ моль} \times 80 \text{ ммоль}}{2 \text{ моль}} = 40 \text{ ммоль}$$

Таким чином, розв'язуючи рівняння:

$$35 + 0,5X = 40; \quad 0,5X = 5; \quad X = 10;$$

знаходимо кількість етилену (X ммоль) – 10 ммоль;

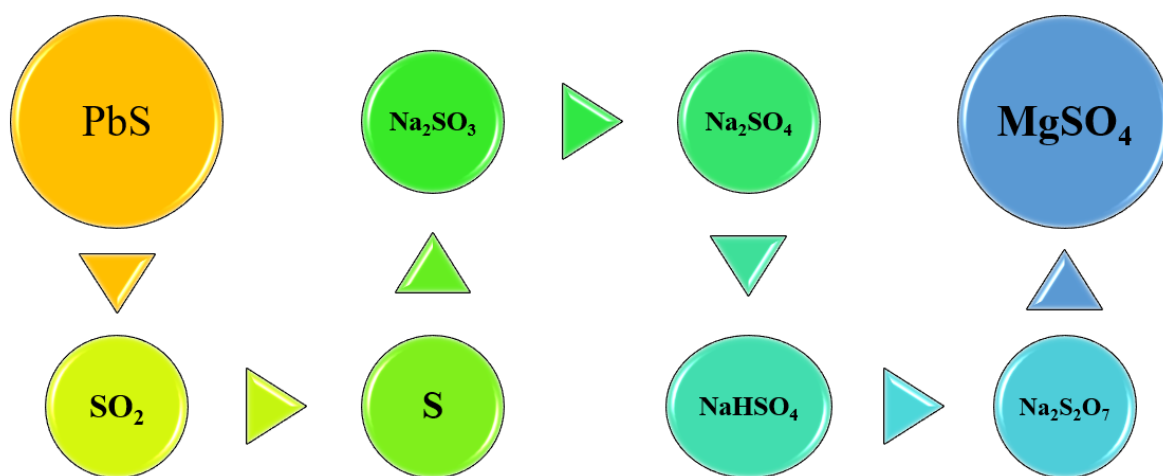
кількість ацетилену (0,5×(20-X) ммоль) – 5 ммоль;

кількість метану (15-0,5X ммоль) – 10 ммоль;

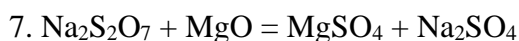
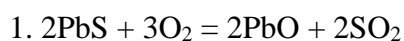
Відомо, що 1 моль будь-якого газу займає однаковий об'єм, який становить 22,4 л (н.у.).

Тому, можемо розрахувати об'ємні частки газів у вихідній суміші: для етилену $10 \div 25 = 0,4$; для ацетилену $5 \div 25 = 0,2$; для метану $10 \div 25 = 0,4$;

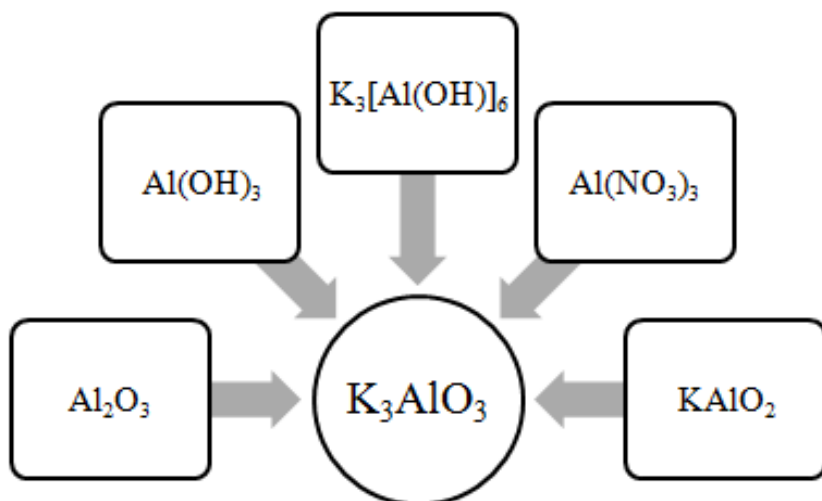
8. Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:



Розв'язок:

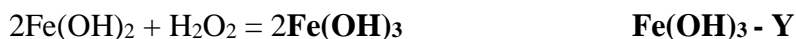
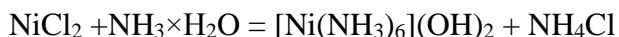
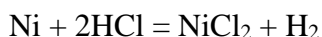
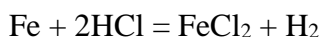


9. Напишіть рівняння реакцій за участю вказаних сполук Алюмінію, під час яких утворюється калій ортоалюмінат, і вкажіть умови, за яких відбувається кожна реакція:



- 1) $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{K}_2\text{CO}_3$ (сплавлення) = $2\text{K}_3\text{AlO}_3 + 3\text{CO}_2$
- 2) $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{KOH}$ (сплавлення) = $\text{K}_3\text{AlO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ (нагрівання) = $\text{K}_3\text{AlO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4) $4\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 12\text{KOH}$ (нагрівання) = $4\text{K}_3\text{AlO}_3 + 12\text{NO}_2 + 3\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- 5) $\text{KAlO}_2 + 2\text{KOH}$ (нагрівання) = K_3AlO_3

10. За легендою, буддійська статуя «Залізна людина» була виготовлена з метеоритного заліза, що не піддається корозії. Якісним аналізом виявлено в залізі домішку нікелю. Зразок метеоритного заліза масою 10 г розчинили в надлишку концентрованої хлоридної кислоти. До одержаного розчину додали надлишок концентрованого розчину амоніаку до повного осадження зеленкуватої речовини X. Цей осад обробили розчином гідроген пероксиду, внаслідок чого він перетворився на бурий осад Y. Термічним розкладом речовини Y добули червоний порошок Z масою 11,84 г. Установіть масові частки металів у метеоритному залізі. Складіть рівняння здійснених реакцій, укажіть формули речовин X, Y та Z.



$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 11,84 \text{ г}, \quad n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 11,84/160 = 0,074 \text{ моль},$$

$$n(\text{Fe}) = 0,074 \times 2 \text{ моль} = 0,148 \text{ моль} \quad m(\text{Fe}) = 8,288 \text{ г} \quad W(\text{Fe}) = 8,288/10 \times 100 \% = \mathbf{82,88 \%}$$

$$W(\text{Ni}) = 100 \% - 82,88 \% = \mathbf{17,12 \%}$$