

8 клас

Задача 1 (8 балів)

Деякий газ *A*, який є простою речовиною, реагує з воднем в присутності каталізатора, утворюючи речовину *B*, яка виявляє основні властивості. *B* можна в декілька стадій перетворити в безбарвну рідину *V*, яка проявляє вже кислотні властивості. При взаємодії надлишку *B* з *V* утворюється біла тверда речовина *Г*, яка розкладається при помірному (150°C) нагріванні з виділенням газу *Д*. Газ *Д* реагує з *E* (продуктом взаємодії речовини *B* та металічного натрію), утворюючи при цьому сіль *Ж*, добре розчинну у воді, яка містить 64,6 мас.% Нітрогену. Про які речовини йде мова? Напишіть рівняння відповідних реакцій, вказавши умови їх проведення.

Розв'язок

- Нехай газ *A* – N₂, тоді $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$ (*B*)
 - Перетворюємо NH₃ в кислоту HNO₃ в три стадії:
 - 1-а стадія: $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$ (каталізатор-платина)
 - 2-а стадія: $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$
 - 3-я стадія: $4NO_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4HNO_3$ (*B*)
 - $NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$ (*Г*)
 - Розкладаємо речовину *Г* при $t = 150^\circ C$
 $NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2H_2O$, тобто газ *Д* – N₂O
 - $2Na + 2NH_3 \rightarrow 2NaNH_2 + H_2$, речовина *E* – амід натрію NaNH₂
 - $NaNH_2 + N_2O \rightarrow NaN_3 + H_2O$ або $2NaNH_2 + N_2O \rightarrow NaN_3 + NaOH + NH_3$,
- отже сіль *Ж* – азид натрію NaN₃: $w(N) = \frac{14 \cdot 3}{14 \cdot 3 + 23} \times 100\% = 64,6\%$

Речовини: *A* – N₂, *B* – NH₃, *B* – HNO₃, *Г* – NH₄NO₃, *Д* – N₂O, *E* – NaNH₂, *Ж* – NaN₃.

Задача 2 (8 балів)

Сполука містить Гідроген (масова частка становить 6,33%), Карбон (масова частка – 15,19%), Оксиген (масова частка – 60,76%) та ще один елемент, число атомів якого в молекулі дорівнює числу атомів Карбону. Визначте, що це за сполука, до якого класу речовин вона відноситься та як поводить себе при нагріванні (напишіть відповідне рівняння реакції).

Розв'язок

- Обчислюємо масову частку невідомого елемента:
 $w(X) = 100 (w(H) + w(C) + w(O)) = 100 (6,33 + 15,19 + 60,76) = 17,72\%$
- Обчислюємо атомну масу невідомого елемента:

$$\frac{w(X)}{Ar(X)} = \frac{w(C)}{Ar(C)} = n(X) = n(C)$$

$$\frac{17,72}{Ar(X)} = \frac{15,19}{12}, \text{ звідси } Ar(X) = \frac{17,72 \cdot 12}{15,19} = 14, \text{ отже невідомий елемент – нітроген N.}$$

- Визначаємо співвідношення компонентів у сполуці:

$$H : C : O : N = \frac{w(H)}{Ar(H)} = \frac{w(C)}{Ar(C)} = \frac{w(O)}{Ar(O)} = \frac{w(N)}{Ar(N)} = \frac{6,33}{1} = \frac{15,19}{12} = \frac{60,76}{16} = \frac{17,72}{14} = 6,33 : 1,266 : 3,798 : 1,266 = 5 : 1 : 3 : 1$$

- Отже, молекулярна формула речовини NH₅CO₃, або амоній гідрокарбонат NH₄HCO₃ (кисла сіль аміаку і карбонатної кислоти)
- Перетворення встановленої сполуки при нагріванні: $NH_4HCO_3 \leftrightarrow NH_3 \uparrow + CO_2 \uparrow + H_2O$

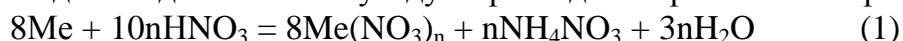
8 клас

Задача 3 (12 балів)

Наважку невідомого активного металу масою 13 г розчинили у дуже розведеному розчині нітратної кислоти. До одержаного розчину при нагріванні додали надлишок розчину лугу, в результаті чого одержали 1,12 л газу (н.у.). Визначте який метал розчинили у нітратній кислоті. Обґрунтуйте відповідь розрахунками та напишіть рівняння згаданих реакцій.

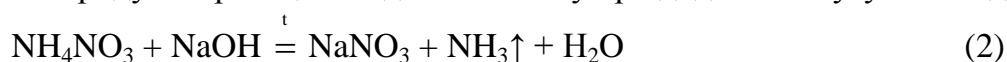
Розв'язок

1) Рівняння взаємодії невідомого металу з дуже розведеним розчином нітратної кислоти:



де n – ступінь окиснення металу у рівнянні (1).

2) З отриманих продуктів реакції з виділенням газу при додаванні лугу взаємодіє NH_4NO_3 :



3) Із рівнянь реакцій знаходимо молярну масу невідомого металу:

$$M(Me) = \frac{22.4}{1.12 \cdot 8} \cdot 13n = 32,5n \text{ (г/моль)}$$

- 4) При $n = 1$ $M(Me) = 32,5$ (г/моль) – немає змісту;
 При $n = 2$ $M(Me) = 32,5 \times 2 = 65$ (г/моль);
 При $n = 3$ $M(Me) = 32,5 \times 3 = 97,5$ (г/моль) – немає змісту.

Отже, невідомий метал – **цинк (Zn)**

Задача 4 (12 балів)

Сполука, одержана при згорянні 6 г невідомої речовини X в кисні, повністю поглинається у $38,57 \text{ см}^3$ 37% го розчину натрій гідроксиду ($d=1,4 \text{ г/см}^3$). При цьому масова частка лугу в утвореному розчині зменшилася вдвічі. Вкажіть, яку речовину було спалено, якщо розчин, утворений після поглинання продуктів спалювання, може хімічно зв'язати 11,2 л вуглекислого газу (н.у.)

Розв'язок

1) Маса вихідного розчину: $1.40 \times 38.57 = 54$ г;

2) Знайдемо кількість молів натрій гідроксиду у вихідному розчині:

$$0.37 \times 54 = 20 \text{ грамів NaOH що відповідає } 0,5 \text{ моль NaOH;}$$

3) За умовою задачі розчин натрій гідроксиду після реакції хімічно зв'язує 11.2 л CO_2 (0,5 моль).

Слід розглянути два варіанти хімічної взаємодії реагентів із утворенням середньої або кислої солі:



Реагенти $NaOH$ і CO_2 взаємодіють у співвідношенні 1:1, що відповідає рівнянню(2). Отже кількість $NaOH$ в розчині натрій гідроксиду (0.5 моль) не змінилася після поглинання продукту спалювання речовини X .

4) Оскільки, згідно з умовою задачі масова частка натрій гідроксиду в розчині зменшилась вдвічі, то це означає, що продукт згоряння невідомої речовини не прореагував з гідроксидом натрію, а лише розчинився у розчині.

5) Так, як масова частка натрій гідроксиду в розчині зменшилась удвічі, то маса поглинутого продукту з

8 клас

горяння невідомої речовини дорівнює масі розчину, а саме 54 г.

6) Отже при згорянні 6 грамів невідомої речовини X утворилось 54 г продукту, який містить $m(O)=54 - 6= 48$ (г).

7) Знайдемо масу кисню, яка без залишку реагує з 1 г речовини X :

6 г речовини (X) реагує із – 48 г Оксигену

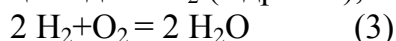
1 г речовини (X) реагує із – Z г Оксигену

$Z=48/6=8$ (г).

8) Еквівалент – це така масова кількість речовини, яка у певній хімічній реакції може витіснити, заміщати, або приєднувати 1 вагову частину водню, 8 вагових частин кисню або еквівалентну кількість якогось іншого елемента.

Якщо, 8 в.ч. кисню приєднують 1 в.ч. речовини X , то Еквівалент цієї речовини дорівнює одиниці. Це – Гідроген.

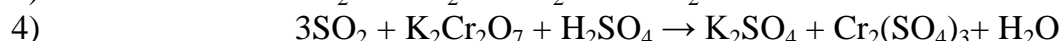
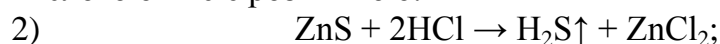
9) Отже речовина, яку спалили - це водень H_2 (гідроген), а продукт згоряння - вода H_2O :

**Задача 5 (20 балів)**

Суміш цинку і сірки прожарили без доступу повітря, а одержані продукти реакції обробили надлишком соляної кислоти. В результаті виділився газ, при спалюванні якого в надлишку кисню утворюється новий газ (здатний відновити 104,8 г калій дихромату, підкисленого сульфатною кислотою) та 24 г нерозчинного залишку. Визначте склад вихідної суміші цинку й сірки (у мас. %).

Розв'язок

Якщо у надлишку був цинк, після обробки соляною кислотою повинен залишитися хлорид цинку, який є розчинний. Тому у надлишку - сірка, яка залишається після обробки кислотою і не є розчинною.



5) $n(K_2Cr_2O_7) = 104,8 / 294 = 0,356$ моль; $n(SO_2) = 0,356 * 3 = 1,068$ моль; $n(H_2S) = 1,068$ моль;

$n(ZnS) = 1,068$ моль; $n(Zn) = n(S(\text{що, прореагувала})) = 1,068$ моль.

6) $m(Zn) = 65,4 \times 1,068 = 69,8$ г; $m(S(\text{що, прореагувала})) = 32 \times 1,068 = 34,2$ г; $m(S) = 34,2 + 24 = 58,2$ г.

7) $\omega(Zn) = (69,8 / (69,8 + 58,2)) \times 100\% = 54,53\%$; $\omega(S) = 45,47\%$

Задача 6 (20 балів)

Густина суміші двох газів за повітрям становить 1,048 (н.у.). Після взаємодії між цими газами утворилася нова бінарна газова суміш, густина якої за повітрям збільшилася до 1,310 (н.у.). При пропусканні другої газової суміші через баритову воду її об'єм зменшився вдвічі, а густина залишку (проста речовина) за воднем становила 16,000. Визначте якісні та кількісні (в об'ємних %) склади вихідної газової суміші та суміші після реакції. Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.

8 клас

Розв'язок

1) Виходячи з умови задачі можна визначити молярну масу газу, який не прореагував з баритовою водою:

$$M_1 = D(\text{H}_2) \times 2 = 16,000 \times 2 = 32,000 = 32 \text{ (г/моль)}.$$

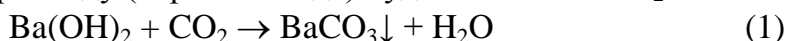
Ця молярна маса відповідає газу кисню – O_2 .

2) В продуктах реакції інший газ складає рівно половину суміші продуктів, отже, молярна маса другого газу:

$$M_2 = 1,310 \times 29 \times 2 - 32,000 = 43,980 = 44 \text{ (г/моль)},$$

що може відповідати таким газам, як CO_2 , N_2O і C_3H_8 .

3) Розчин барій гідроксиду (баритова вода) буде поглинати CO_2 :



Виходячи з цього можна зробити висновок, що в суміші після реакції є такі гази як CO_2 і O_2 – за умови надлишку O_2 у вихідній суміші.

4) На основі вищесказаного можна зробити висновок, що вихідна газова суміш складалась із CO і O_2 у співвідношенні 1 : 1 (50% до 50%):

$$D_{\text{пов.}}(\text{суміші } 2) = \frac{M_{\text{CO}_2} \varphi_{\text{CO}_2} + M_{\text{O}_2} \varphi_{\text{O}_2}}{M_{\text{пов.}}} = \frac{44x + 32(1-x)}{29} = 1,31$$

$x = \varphi(\text{CO}_2) = 0,5$ (або 50%); $1-x = \varphi(\text{O}_2) = 0,5$ або 50%.

5) Отже реакція між газами відбувається за рівнянням:



На основі вищесказаного можна зробити висновок, що вихідна газова суміш складалась із CO і O_2 у співвідношенні 2 : 3 (40% до 60%):

$$D_{\text{пов.}}(\text{суміші } 1) = \frac{M_{\text{CO}} \varphi_{\text{CO}} + M_{\text{O}_2} \varphi_{\text{O}_2}}{M_{\text{пов.}}} = \frac{28x + 32(1-x)}{29} = 1,048$$

$x = \varphi(\text{CO}) = 0,4$ (або 40%); $1-x = \varphi(\text{O}_2) = 0,6$ або 60%.

5–6) Інакше: згідно з рівнянням (2) 2 моля CO взаємодіють із 1 молем O_2 при цьому утворюється 2 моля CO_2 , але у суміші газів після реакції залишилися ще 2 моля O_2 , бо після реакції співвідношення газів становило 1 : 1.

Тоді число молів CO до реакції дорівнює 2, а число молів O_2 $2+1=3$. Отже мольне співвідношення суміші газів до реакції становило 2 : 3, що в об'ємних відсотках становить 40 % CO і 60 % O_2 .

7) Перевіримо висновки.

Якщо вихідна суміш містила 40 л CO та 60 л O_2 , то, відповідно до рівн. (2), утвориться 40 л CO_2 , прореагує 20 л O_2 , а залишиться $60-20=40$ л O_2 .

Співвідношення у суміші після реакції становить 1 до 1 (50% : 50%), які було отримано в результаті розв'язку.