

Завдання III етапу Всеукраїнської олімпіади юних хіміків

10 клас

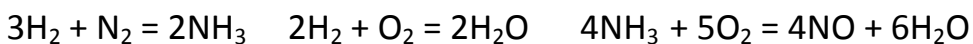
2014 рік

1. Гази X, Y, Z – прості речовини. Газ X взаємодіє з газом Y під час нагрівання під тиском за наявності каталізатора з утворенням газу A. Суміш газів X і Z вибухає з утворенням рідини B, в якій газ A добре розчиняється. В разі пропускання суміші газів A і Z над платиновим каталізатором під час нагрівання утворюються рідина B і газ C. Реакція цієї суміші з надлишком газу Z спричинює утворення 22,2%-го розчину рідини D в рідині B. Внаслідок взаємодії рідини D з газом A утворюється кристалічна речовина E. Нагрівання останньої зумовлює утворення рідини B та газу F, який за сильного нагрівання перетворюється на суміш газів Y і Z в об'ємному відношенні 2:1.

- ✓ визначте невідомі речовини;
- ✓ складіть рівняння відповідних реакцій.

Розв'язок

X – H₂, Y – N₂, Z – O₂, A – NH₃, B – H₂O, C – NO, D – HNO₃, E – NH₄NO₃, F – N₂O.



2. Вважається грубою помилкою написання рівняння реакції взаємодії металу з нітратною кислотою з утворенням водню. Проте є виняток: при розчиненні найактивніших металів (лужних і лужноземельних) в дуже розведеної нітратній кислоті водень виділяється.

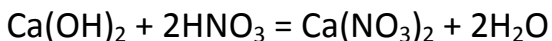
- Обґрунтуйте це явище;
- Напишіть рівняння реакцій, що можуть відбуватись при розчиненні кальцію в нітратній кислоті різної концентрації.

Розв'язок.

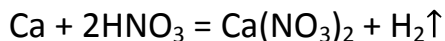
Лужні і лужноземельні метали здатні взаємодіяти безпосередньо з водою, що входить до складу дуже розведеного розчину нітратної кислоти, наприклад:



Луг, що утворюється, реагує з кислотою в розчині:



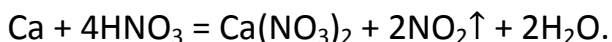
Сумарне рівняння реакції:



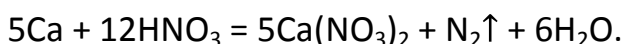
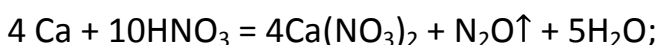
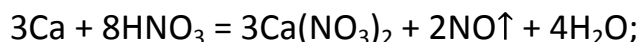
Частина металу відновлює нітратну кислоту до солі амонію:



З концентрованою нітратною кислотою кальцій реагує з утворенням нітроген (IV) оксиду:



Нітратна кислота середнього ступеня розведення відновлюється до оксидів нітрогену з нижчим ступенем окиснення або до молекулярного азоту:

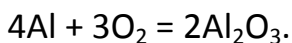
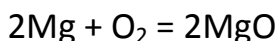


Зразок сплаву магнію з алюмінієм масою 1.50г спалили на повітрі й отримали продукти реакції масою 2,56г. Інший такий самий зразок спалили в чистому кисні й отримали продукти реакції масою 2,62г.

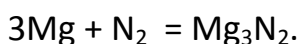
- Напишіть рівняння відповідних реакцій;
- Обчисліть склад сплаву та продуктів згоряння у відсотках.

Розв'язок

З киснем метали утворюють оксиди:



Під час згоряння на повітрі магній частково сполучається також з азотом:



Позначимо масу магнію у сплаві – x г,

тоді маса алюмінію буде – $(15 - x)$ г.

Враховуючи молярні маси вихідних та отриманих сполук, маса продуктів взаємодії магнію та алюмінію з O_2 становитиме:

$$(40/24)x + (204/108)(1,5 - x) = 2,62\text{г}.$$

Розв'язавши це рівняння, отримаємо масу магнію $x = 0,96\text{г}$ (0,04моль).

Маса алюмінію становитиме:

$$1,50\text{г} - 0,96\text{г} = 0,54\text{г} \text{ (0,02моль)}.$$

Склад вихідного сплаву такий:

64%Mg і 36%Al (за масою).

Під час спалювання сплаву у кисні утворюється 0,04моль MgO (1,60г) і 0,01 моль Al_2O_3 (1,02г).

Склад продукту згоряння: 61% MgO і 39% Al₂O₃ (за масою).

Можна також врахувати, що оксиди магнію і алюмінію за зазначених умов сполучаються між собою з утворенням алюмінату магнію, проте склад подібного твердого продукту коректно виразити через вміст окремих оксидів.

Під час спалювання зразка сплаву на повітрі утвориться стільки саме Al₂O₃ (1,02г), а решту маси (2,56г – 1,02г = 1,54г) можна розглядати як суміш, що складається з мас оксиду і нітриду магнію (містить 0,04 моль Mg).

Якщо кількість речовини MgO позначити через x моль, то дістанемо рівняння:

$$40x + 100(0,04 - x)/3 = 1,54, \text{ звідки}$$

$$x = 0,031 \text{ моль (1,24г MgO).}$$

Маса Mg₃N₂ становитиме

$$1,54\text{г} - 1,24\text{г} = 0,30\text{г}.$$

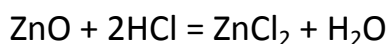
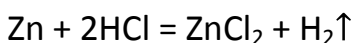
Склад продукту згоряння:

48%Mg, 12% Mg₃N₂ і 40% Al₂O₃ (за масою).

4. На розчинення суміші цинку і цинк оксиду витрачено 100,8мл хлоридної кислоти з масовою часткою гідрогенхлориду 36,5% і густиною 1,19г/см³. При цьому виділилось 8,96л газу (н.у.). Знайдіть масові частки цинку і цинк оксиду в суміші.

Розв`язок

Складаємо рівняння реакцій:

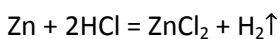


Знаходимо масу хлоридної кислоти:

$$m(\text{HCl}) = 1,19 \cdot 100,8 \cdot 0,365 = 43,78 \text{ г}.$$

Знаходимо масу цинку і хлоридної кислоти:

$$x \text{ г} \quad y \text{ г} \quad 8,96\text{л}$$



$$65 \text{ г} \quad 73\text{г} \quad 22,4\text{л}$$

$$\frac{x}{65} = \frac{8,96}{22,4}$$

$$x = \frac{65 \cdot 8,96}{22,4} = 26\text{г}$$

$$\frac{y}{73} = \frac{8,96}{22,4}$$

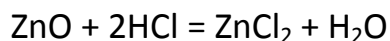
$$y = \frac{73 \cdot 8,96}{22,4} = 29,2\text{г}$$

Знаходимо масу хлоридної кислоти, яка вступила в реакцію з цинк оксидом:

$$m(\text{HCl}) = 43,78 \text{ г} - 29,2\text{г} = 14,58\text{г}$$

Знаходимо масу цинк оксиду:

$$x \text{ г} \quad 14,58\text{г}$$



$$81 \text{ г} \quad 73\text{г}$$

$$\frac{x}{81} = \frac{29,2}{73}$$

$$y = \frac{81 \cdot 29,2}{73} = 16\text{г}$$

Відповідь: 26гцинку і 16г цинк оксиду або 60% цинку і 40% цинк оксиду .

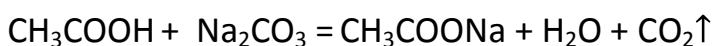
5.В пробірках без етикеток дано речовини: оцтову кислоту (9%-ий розчин), питтєву соду, амонію карбонат, етанол (96%-ий розчин), кухонну сіль, цукор. Складіть найкоротший план визначення цих речовин. Пробувати на смак речовини не можна.

Розв`язок

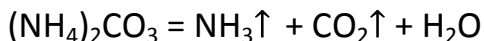
В звичайному стані оцтова кислота і етанол – рідини, амонію карбонат, кухонна сіль і цукор – тверді кристалічні речовини в великій масі білого кольору. Найкоротший шлях визначення оцтової кислоти і етанолу – за специфічним запахом оцту і етанолу.

В пробірки з цими речовинами насипаємо невелику кількість натрій карбонату:

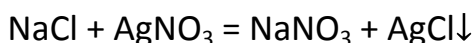




Пробірки з амоній карбонатом, цукром і кухонною сіллю нагріваємо. Пробірка з цукром плавиться, з пробірки, де знаходиться амоній карбонат, чуємо різкий запах амоніаку:



Пробірка з кухонною сіллю при нагріванні не змінюється. Щоб переконатись, що в пробірці знаходиться кухонна сіль, розчиняємо її у воді і доливаємо кілька краплин аргентум нітрату:



Спостерігаємо утворення білого сирнистого осаду аргентум нітрату.

6.Тести

1. Вкажіть відновник, що використовують при добуванні металів у промисловості:

- а) дигідрогенсульфід; б) натрій сульфід;
в) амоніак; г) кокс.

2. Виберіть речовину, яку використовують для лабораторного добування гідрогенхлориду:

- а) розчин NaCl; б) кристалічний NaCl;
в) Cl₂; г) кристалічний KClO₃.

3. Виберіть речовину, що використовують для лабораторного добування карбон (IV) оксиду:

- а) кам'яне вугілля; б) кальцій карбід;
в) метан; г) мармур.

4. Виберіть елемент, що має найбільшу електронегативність:

- а) Флуор; б) Хлор; в) Бром; г) Йод.

5. Виберіть твердження, яке характеризує особливість взаємодії нітратної кислоти з металами:

а) концентрація кислоти та активність металу впливають на продукти реакцій;

б) магній та цинк у реакціях з цією кислотою утворюють оксиди;

в) усі метали у реакціях з кислотою виділяють водень;

г) мідь реагує лише із дуже розведеною кислотою.

6. Виберіть твердження щодо газу XH_3 з густиною за воднем 8,5:

а) речовина X_2 є основною складовою повітря;

б) важчий за повітря;

в) молярна маса X_2 дорівнює 14 г/моль;

г) не має запаху.

7. Вкажіть атом елемента, який має електронну будову йона Cl^- :

а) Na;

б) Ar;

в) Mg;

г) Ne.

8. Обчисліть кількість речовини в 1л рідкої води (моль):

а) 1,00; б) **55,56** в) 18,00 г) 22,4.

9. Вкажіть частинки, що існують у водному розчині амоніаку:

а) молекули б) молекули та йони в) **йони** г) колоїдні частинки.

10. Підберіть коефіцієнти в рівнянні реакції та підрахуйте їх суму:



а) 19; б) 23 в) **29**; г) 32.

