

### Завдання III етапу Всеукраїнської олімпіади юних хіміків

9 клас

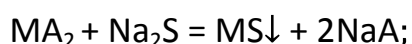
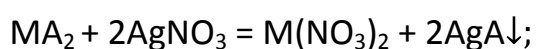
2014 рік

1. Дві наважки солі, яка складається з двовалентного металу та одновалентного неметалу, масою по 8,09г розчинили у двох склянках води. Внаслідок цього утворився зелений розчин. До першої склянки додали надлишок розчину аргентум нітрату, до другої – натрій сульфід. В обох склянках випали осади масою 13,91г і 3,36г відповідно. Визначте склад солі.

Розв`язок.

Позначимо метал символом М, його відносну атомну масу –  $m$ , аніон – літерою А, а його відносну атомну масу –  $a$ .

Запишемо рівняння реакцій:



Молярні маси сполук:

$$M(MA_2) = (m + 2a)$$

$$M(AgA) = (108 + a)$$

$$M(MS) = (m + 32)$$

Виходячи з пропорцій

$$(m + 2a) : 2(108 + a) = 8,09 : 13,91 \text{ та}$$

$(m + 2a) : (m + 32) = 8,09 : 3,36$ , можна скласти систему рівнянь з двома невідомими.

Розв`язавши її, знайдемо, що

$$m = 58,70$$

$$a = 80.$$

Тоді М – нікель (Ni),

А – бром (Br).

Вихідна сіль – нікель бромід ( $NiBr_2$ ).

2. Під час нагрівання звичайної води виділяються бульбашки розчиненого в ній повітря. Розчинність основних компонентів повітря (окремих газів у чистому вигляді за температури  $0^{\circ}C$  і тиску 1 атм) у 100мл води становить: азоту – 2,33мл, кисню – 4,89 мл, аргону – 5,2мл, вуглекислого газу – 171,3мл. Вміст цих газів у повітрі становить: азоту – 78%, кисню – 21%, аргону – 0,97%, вуглекислого газу – 0,03% (за об'ємом).

• Знайдіть склад газу (у відсотках за об'ємом), який виділяється з води, насиченої повітрям за температури  $0^{\circ}C$ .

Розв`язок.

Розчинність газів змінюється пропорційно їхньому парціальному тиску, тобто для сумішей газів – пропорційно вмісту окремих компонентів.

У разі розчинення повітря в 100мл води розчиниться:

$$2,33 \cdot 0,78 = 1,821 \text{ мл } N_2$$

$$4,89 \cdot 0,21 = 1,03 \text{ мл } O_2$$

$$5,2 \cdot 0,0097 = 0,05 \text{ мл } Ar$$

$$171,3 \cdot 0,003 = 0,05 \text{ мл } CO_2.$$

Всього 2,95мл газів: 61,7%  $N_2$ , 34,9%  $O_2$ , 1,7%Ar, 1,7%  $CO_2$  (за об'ємом).

3. Газ  $X_2$  синтезують у лабораторії двома методами. За першим із них чорно-фіолетові кристали речовини А прожарюють, внаслідок чого крім газу  $X_2$  утворюються також речовини Б і В. За другим методом прожарюють білі кристали речовини Г за наявності речовини Б. Якщо речовину Г прожарювати за цих умов без речовини Б, газ  $X_2$  не виділяється.

- Назвіть усі речовини, якщо відомо, що газ  $X_2$  міститься в повітрі;
- Напишіть рівняння відповідних реакцій;
- Які ще методи одержання газу  $X_2$  ви знаєте?

Розв'язок.

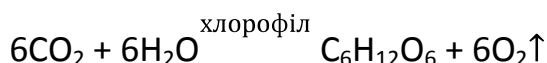
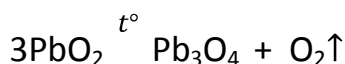
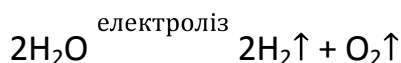
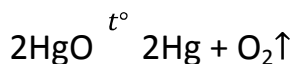
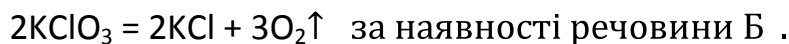
Газом  $X_2$ , який входить в склад повітря і отримується прожарюванням, може бути  $N_2$  або  $O_2$ .

Знаючи лабораторні методи отримання цих газів, дійдемо висновку, що чорно-фіолетовими кристалами може бути лише  $KMnO_4$  (речовина А), тоді  $X_2$  – це  $O_2$ .



Оскільки  $MnO_2$  є каталізатором розкладання  $KClO_3$ , то речовини Б –  $MnO_2$ , В –  $KMnO_4$ , Г -  $KClO_3$ .

Рівняння реакцій:



4. Бінарна сполука А містить 59, 94% елемента Х. Суміш сполуки А з вуглецем сильно прожарили в середовищі хлору. При цьому одним із продуктів реакції виявилась рідина Б, яка містить 25,24% елемента Х. 1г

рідини Б повільно взаємодіє з 0,335г металу Y з утворенням єдиного продукту реакції – сполуки В чорного кольору.

- Про які речовини йдеться?
- Відповідь підтвердьте розрахунками, напишіть рівняння відповідних реакцій;
- Які ступені окиснення мають елементи X і Y у сполуці В?

Розв'язок.

Рідина Б, яка утворюється внаслідок прожарювання суміші сполуки А з вуглецем у середовищі хлору, - це хлорид елемента Х.

Визначаємо елемент Х. Нехай формула хлориду  $XCl_n$ , тоді

$$0,2524 = \frac{X}{X+35,45n}$$

За  $n = 4$  отримуємо  $M_x = 47,9$ , отже, Х – титан. Знаючи це, так само можна розрахувати формулу сполуки А – це  $TiO_2$ .

Встановимо формулу сполуки В. Очевидно, що цій формулі відповідає  $Y_x(TiCl_4)_z$  або  $Y_nTiCl_4$  ( $n = x/z$ ).

За масою отриманої сполуки БУ ( $1 + 0,335 = 1,335$ г) і масою металу Y можна обчислити відсотковий вміст елемента Y:

$$0,335/1,335 = 0,2509 = 25,09\%.$$

Звідси  $0,2509 = \frac{nY}{189,69+nY}$ , де 189,69 – молярна маса титану тетрахлориду.

$$\text{Маємо } 47,59 + 0,2509nY = nY$$

$$0,7491nY = 47,59.$$

За  $n = 1$  отримуємо  $M_y = 63,5$ г/моль, отже, це Cu.

Рівняння реакцій:



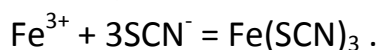
Металічна мідь відновлює Ti(IV) до Ti(III), а сама при цьому окиснюється до Cu(I).

5. В п'яти пронумерованих пробірках містяться речовини: купрум (II) сульфат, ферум (III) хлорид, ферум (II) сульфат, натрій карбонат, барій хлорид. Складіть найкоротший план розпізнавання цих речовин.

Розв'язок

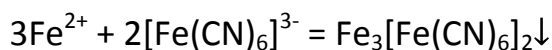
Речовини можна розрізнити за кольором. Пробірка з ферум (III) хлоридом буро-коричневого кольору, що характерно для йонів  $Fe^{3+}$ . Щоб

переконатись, що це насправді йони  $\text{Fe}^{3+}$ , доливаємо калій роданіду, утворюється роданід заліза темно - червоного кольору:

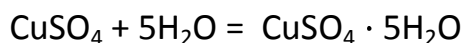


Інша пробірка, де очевидно знаходиться ферум (II) сульфат, буде світло-зеленого кольору.

Додаємо в цю пробірку кілька краплин червоної кров`яної солі  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , утворюється темно-синій осад:



Залишилось визначити пробірки з купрум (II) сульфатом, натрій карбонатом, барій хлоридом. Доливаємо в кожен з цих пробірок води. В пробірці, де був купрум (II) сульфат, розчин набуває голубого кольору. Утворюються гідратовані йони міді:



До двох пробірок з прозорими розчинами натрій карбонату і барій хлориду доливаємо розчину хлоридної кислоти. У пробірці з натрій карбонатом спостерігаємо бурхливе виділення вуглекислого газу:



$\text{BaCl}_2 + \text{HCl}$  – реакція не відбувається.

## 6. Тести

1. Виберіть вид частинок, що завжди містяться у водних розчинах кислот:

- а) йони металу;                      б) гідроксид-йони;  
в) **йони гідроксонію;**              г) катіони.

2. Визначте масу солі, яку розчинили у 100 г води, для приготування розчину з масовою розчиненої речовини 0,2:

- а) 20 г;              **б) 25 г;**              в) 10 г;              г) 15 г.

3. Виберіть хімічний елемент, який більше здатний віддавати електрони, ніж приєднувати:

- а) Нітроген;              б) Оксиген;  
в) Неон;                      **г) Натрій.**

4. Виберіть тип хімічного зв'язку у сполуках, що мають високу розчинність у воді:

- а) йонний та ковалентний полярний;**
- б) ковалентний неполярний та полярний;
- в) металічний;
- г) йонний та ковалентний неполярний.

5. Виберіть чинник, який покладено в основу класифікації реакцій на реакції розкладу, сполучення, заміщення та обміну:

- а) природа реагуючих речовин;
- б) величина теплового ефекту реакції;
- в) зміна чи незмінність ступенів окиснення елементів;
- г) зміна кількості та складу речовин.**

6. Виберіть чинник, від якого залежить швидкість хімічної реакції між твердою та рідкою речовинами:

- а) тиск;                      б) концентрація;
- в) ступінь подрібнення твердої речовини;**
- г) температура.

7. Вкажіть зміну швидкості розчинення металу у кислоті з часом:

- а) збільшується;                      **б) зменшується;**
- в) змінюється неоднозначно;                      г) не змінюється.

8. Виберіть прізвище вченого, який сформулював принцип динамічної рівноваги:

- а) Д.І. Менделєєв;                      **б) Ле Шательє;**

в) Авогадро;

г) С. Арреніус

9. Вкажіть визначення окисно-відновної реакції:

а) реакція, в якій беруть участь тільки складні речовини;

**б) реакція, при протіканні якої змінюються ступені окиснення елементів у сполуках;**

в) реакція, протікання якої супроводжується тепловим ефектом;

г) реакція, яка протікає в розчинах.

10. Виберіть пару реагентів, які взаємодіють за окисно-відновним механізмом:

а) кислота та луг;      б) нерозчинний гідроксид та кислота;

в) основний оксид та кислота;      **г) метал та кислота.**