

Складання формули сполуки за відомими ступенями окиснення елементів

Вивчення параграфа допоможе вам:

- розрізняти валентність і ступінь окиснення;
- визначати ступені окиснення елементів у сполуках за їх формулою;
- складати формули бінарних сполук за відомими ступенями окиснення.

Наука не стоїть на місці, а весь час розвивається. Учені відкривають нові закони, обґрунтовують теорії, формулюють нові поняття. Через сторіччя після введення англійським хіміком Е. Франклендом поняття валентності Дж. Кемпбел увів поняття ступеня окиснення. Нині воно є уживанішим, ніж валентність, бо, на відміну від неї, вказує також полярність хімічних зв'язків у речовині.

ПОНЯТТЯ СТУПЕНЯ ОКИСНЕННЯ. Вам відомо, що полярні ковалентні та йонні зв'язки наявні між атомами з різною електронегативністю.

Ступінь окиснення — умовний заряд атома, обчислений на основі припущення, що всі хімічні зв'язки в речовині — йонні.

Як бачимо з визначення, для бінарних сполук з йонним зв'язком заряд іона та ступінь окиснення за величиною і зарядом збігаються. Щоб не плутати їх, заряди йонів позначають після символу хімічного елемента вгорі справа й першим записують арабською цифрою числове значення заряду йона, а другим — знак заряду. Ступінь окиснення позначають над символом хімічного елемента посередині й першим записують знак заряду, а другим — його числове значення. Наприклад, у записі $\text{Na}^{+1}_2\text{S}^{-2}$ позначено заряди йонів, а в записі $\text{Na}^{+1}_2\text{S}^{-2}$ — ступені окиснення.



Зверніть увагу на те, що у формулах хімічні символи елементів із позитивними зарядами йонів і позитивними ступенями окиснення записують першими (трапляються винятки).

Щодо бінарних сполук неметалічних елементів, у молекулах яких зв'язок полярний ковалентний і йони відсутні, припускаються умовності, узяті за основу визначення ступеня окиснення. Уявляють, що спільні електронні пари переходять повністю до більш електронегативного атома, і такому атому присвоюють негативний ступінь окиснення, числове значення якого дорівнює сумі зміщених електронних пар. Атомам іншого елемента, навпаки, присвоюють позитивне числове значення ступеня окиснення.



Зауважимо, що **ступінь окиснення розраховують на один атом.**

Хоча ступінь окиснення — величина умовна, вона виявилася зручною при поясненні перебігу хімічних реакцій, знаходженні коефіцієнтів, тобто написанні рівнянь реакцій.

А як бути з атомами елементів, що утворюють двохатомні молекули простих речовин, адже кожний атом має одну й ту саму електронегативність?

Застосовуючи до таких молекул поняття ступеня окиснення, спільну електронну пару ділять порівну між обома атомами. І тоді кожний атом здобуває стільки електронів, скільки він мав до утворення зв'язку. Розглянемо це на прикладі азоту, молекулярна формула якого — N_2 . Але спочатку напишемо електронну формулу атома Нітрогену.

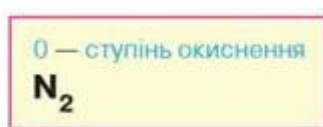
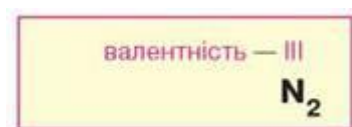


Як бачимо, атом Нітрогену має на зовнішньому енергетичному рівні п'ять електронів, серед яких три неспарені. Тож у молекулі азоту Нітроген утворює три ковалентні зв'язки, і його валентність у цій сполуці дорівнює трьом: $N \equiv N$.

Зміщення спільних електронних пар не відбувається, вони рівновіддалені від ядер обох атомів:



Тому ступінь окиснення Нітрогену в молекулі азоту N_2 нульовий, тоді як обидва атоми — тривалентні.



У простих речовин із двохатомними молекулами валентність і ступінь окиснення не збігаються.

Що ж до складних речовин, то в більшості випадків валентність і ступінь окиснення мають однакові числові значення.

ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ОКИСНЕННЯ АТОМІВ. Визначати ступені окиснення, складати формули речовин за відомими ступенями окиснення вам допоможуть подані правила.

- 1. Ступінь окиснення елемента у простій речовині дорівнює нулю.
- 2. Металічні елементи у сполуках із неметалічними завжди мають **позитивний** ступінь окиснення. (Це тому, що їх електронегативність мала й електрони зміщуються до атомів неметалічних елементів.)
- 3. Неметалічні елементи у сполуках із металічними мають завжди **негативний** ступінь окиснення. (Причину пояснено у правилі 2.)

- 4. Гідроген у сполуках має ступінь окиснення **+1** (за винятком бінарних сполук із металічними елементами).
- 5. Оксиген у сполуках має ступінь окиснення **-2** (за винятком сполуки з Флуором OF_2 , гідроген пероксиду H_2O_2 та деяких інших сполук).
- 6. Величина ступеня окиснення атома у складній речовині здебільшого дорівнює кількості валентних електронів, що взяли участь в утворенні хімічного зв'язку.
- 7. Алгебраїчна сума ступенів окиснення всіх атомів у сполуці дорівнює **нулю**.
- 8. У бінарній сполуці позитивний ступінь окиснення має елемент із меншою електронегативністю.
- 9. Атоми багатьох хімічних елементів виявляють змінні ступені окиснення.
- 10. Максимальний позитивний ступінь окиснення елемента здебільшого дорівнює номеру групи в періодичній системі, у якій розташований елемент.

Наприклад, щоб визначити ступінь окиснення Мангану за формулою Mn_2O_7 , скористаємося правилами 2, 5 та 7. Відповідь: **+7**.

Для визначення ступенів окиснення елементів за формулою CCl_4 послідовно використаємо правила 8, 6, 7. Відповідь: **C+4Cl⁻¹**.

СКЛАДАННЯ ФОРМУЛИ РЕЧОВИН ЗА ВІДОМИМИ СТУПЕНЯМИ ОКИСНЕННЯ.

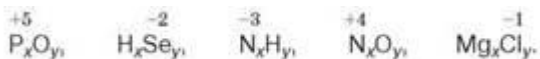
З'ясуємо, як скласти формулу сполуки за відомими ступенями окиснення елементів на прикладі ферум(III) оксиду. Запишемо символи обох елементів і над ними позначимо ступені окиснення. Міркуємо так. Ступінь окиснення Феруму, як у всіх металічних елементів, позитивний і дорівнює валентності III, отже, **+3**. Ступінь окиснення Оксигену **+3** згідно з розглянутими правилами дорівнює **-2**. Робимо запис: $\text{Fe}^{+3}\text{O}^{-2}$. Знайдемо найменше спільне кратне для чисел 3 та 2, це 6. Розділимо число 6 на 3, одержимо число 2 — індекс Феруму. Розділимо число 6 на 2, одержимо число 3 — індекс Оксигену. Установлені індекси запишемо у формулу: $\text{Fe}_2^{+3}\text{O}_3^{-2}$.

Попрацюйте групами

Визначте ступені окиснення елементів у бінарних сполуках:



Складіть формули бінарних сполук за відомими ступенями окиснення елементів:



Стисло про основне

- Ступінь окиснення — це умовний заряд атома в сполуці, обчислений на основі припущення про те, що сполука складається тільки з іонів.
- Ступінь окиснення може набувати позитивного, негативного та нульового значень.

- При визначенні ступенів окиснення послуговуються рядом електронегативності. Елементи з більшим значенням електронегативності у сполуках мають від'ємні значення ступенів окиснення.
- За відомими ступенями окиснення можна складати формули речовин, а за формулами речовин — визначати ступені окиснення елементів.

Сторінка ерудита

Визначення ступеня окиснення у сполуках трьох і більше елементів також здійснюють із дотриманням розглянутих правил.

Приклад 1. Визначити ступінь окиснення Сульфуру в сульфатній кислоті H_2SO_4 .

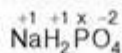
Розв'язання
Записуємо ступені окиснення над кожним символом формули H_2SO_4 . Складемо алгебраїчне рівняння суми ступенів окиснення елементів у сполуці. Розв'язуємо його.

$$\begin{aligned} 2 \cdot (+1) + 1 \cdot (x) + 4 \cdot (-2) &= 0 \\ 2 + x - 8 &= 0 \\ x &= 6 \end{aligned}$$

Відповідь: H_2SO_4 .

Приклад 2. Визначити ступінь окиснення Фосфору в натрій дигідрогенортофосфаті NaH_2PO_4 .

Розв'язання
1. Записуємо у формулі NaH_2PO_4 над символами хімічних елементів відомі ступені окиснення, а невідомий позначаємо x .



2. Записуємо алгебраїчне рівняння суми ступенів окиснення елементів у формулі NaH_2PO_4 і розв'язуємо його.

$$\begin{aligned} 1 \cdot (+1) + 2 \cdot (+1) + 1 \cdot (x) + 4 \cdot (-2) &= 0 \\ 1 + 2 + x - 8 &= 0 \\ x &= 5 \end{aligned}$$

Відповідь: NaH_2PO_4 .

Знаємо, розуміємо

1. Сформулюйте означення ступеня окиснення.
2. Який ступінь окиснення мають атоми в двохатомних молекулах простих речовин? Поясніть чому.
3. Наведіть приклади атомів із позитивним, негативним та нульовим значеннями ступеня окиснення.
4. Як визначити ступінь окиснення хімічного елемента за формулою бінарної сполуки?

Застосовуємо

65. Визначте ступені окиснення елементів у за сполуках формулами:

CO, CO₂, BaH₂, CrO₃, CrO, Cr₂O₃.

66. Випишіть елементи, що в поданих прикладах мають однакові ступені окиснення:

H₂O, BaO, HBr, Na₂O, Al₂S₃.

67. Користуючись рядом електронегативності та знаннями про будову електронної оболонки атомів і хімічний зв'язок, складіть формули бінарних сполук:

- а) Алюмінію з Бромом;
- б) Гідрогену з Йодом.

68. За формулами сполук визначте, у якій із них Нітроген має найнижчий, а у якій – найвищий ступінь окиснення:

NO, N₂O, NO₂, N₂, N₂O₅, N₂O.

Джерело: <https://uahistory.co/pidruchniki/yaroshenko-chemistry-8-class-2016/21.php>