# Окисні та відновні властивості неметалів (2 год)

F, O, N, Cl, Br, I, S, C, Se, H, P, As, B, Si

Електронегативність зменшується

У межах одного періоду зі збільшенням порядкового номера неметалічні властивості хімічних елементів посилюються. У межах однієї підгрупи зі збільшенням порядкового номера неметалічні властивості хімічних елементів послаблюються.

# Асоціативний ряд

- Окисник - Одержує електрони
- О - О

- Відновник - Віддає електрони
- В - В

# 1. Окисні властивості неметалів

- **Взаємодія неметалів з металами**

$$2Mg + O_2 = 2\overset{+2\ -2}{MgO} \quad \text{(магній оксид)}$$

$$Ca + Cl_2 = \overset{+2\ -1}{CaCl_2} \quad \text{(кальцій хлорид)}$$

$$4Al + 3C = \overset{+3\ -4}{Al_4C_3} \quad \text{(алюміній карбід)}$$

$$Fe + S = \overset{+2\ -2}{FeS} \quad \text{(ферум(II) сульфід)}$$

- У наведених рівняннях реакцій продуктами є бінарні сполуки, назви аніонів у них закінчуються на -ид (-ід).

# Складання формул бінарних сполук

- Формули та назви бінарних сполук складають за такими загальними правилами номенклатури:
- ♦ зазвичай першим пишуть символ менш електронегативного елемента (з позитивним ступенем окиснення), а після нього — більш електронегативного (з негативним ступенем окиснення);
- ♦ першим називають у називному відмінку менш електронегативний елемент (елемент з позитивним ступенем окиснення);
- ♦ якщо елемент проявляє змінну валентність, її зазначають у назві римською цифрою;
- ♦ другою зазначають у називному відмінку назву більш електронегативного елемента (з негативним ступенем окиснення), тобто неметалічного, додаючи при цьому суфікси -ид або -ід.

- З’ясуємо, чому взаємодія магнію з киснем є окисно-відновною реакцією:

$$2\overset{0}{Mg} + \overset{0}{O_2} = 2\overset{+2}{Mg}\overset{-2}{O}$$

- Відбулася зміна ступенів окиснення Магнію та Оксигену.
- Отже, це окисно-відновна реакція. Напишемо її електронний баланс, визначимо окисник і відновник:

$$\begin{array}{l|c|c|l}
\overset{0}{Mg} - 2\bar{e} \rightarrow \overset{+2}{Mg} & 2 & & 2 \text{ відновник, процес окиснення} \\
 & & 4 & \\
\overset{0}{O_2} + 4\bar{e} \rightarrow 2\overset{-2}{O} & 4 & & 1 \text{ окисник, процес відновлення}
\end{array}$$

# А як змінилася будова електронних оболонок атомів Магнію та Оксигену в утвореній сполуці?

- Як бачимо, зовнішні енергетичні рівні обох атомів набули завершеної конфігурації: Магнію — за рахунок віддавання двох електронів, Оксигену — за рахунок їх приєднання. Окисно-відновні процеси в інших наведених рівняннях взаємодії неметалів із металами розгляньте, попрацювавши групами.

| Хімічний елемент | Розподіл електронів по орбіталях | | | | | | Електронна структура |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1*s* | 2*s* | 2*p* | 3*s* | 3*p* | 3*d* | |
| Na | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑ | | | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ |
| Mg | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑↓ | | | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ |
| Al | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑↓ | ↑ | | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ |
| Si | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑↓ | ↑ ↑ | | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ |
| P | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑↓ | ↑ ↑ ↑ | | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ |
| S | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑ ↑ | | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ |
| Cl | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑ | | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ |
| Ar | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ |

# Взаємодія неметалів із неметалами як окисно-відновний процес

- За певних умов неметали взаємодіють між собою, утворюючи сполуки з ковалентним хімічним зв’язком, які називають за зазначеними вище правилами номенклатури.
- Щоб не помилитися, щоразу, розглядаючи взаємодію неметалів і складаючи рівняння, необхідно керуватись рядом електронегативності.

| Група | I A | II A | III B | IV B | V B | VI B | VII B | VIII B | VIII B | VIII B | I B | II B | III A | IV A | V A | VI A | VII A | VIII A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Період | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | H 2,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | He - |
| 2 | Li 0,98 | Be 1,57 | | | | | | | | | | | B 2,04 | C 2,55 | N 3,04 | O 3,5 | F 3,98 | Ne - |
| 3 | Na 0,93 | Mg 1,31 | | | | | | | | | | | Al 1,61 | Si 1,90 | P 2,19 | S 2,58 | Cl 3,16 | Ar - |
| 4 | K 0,82 | Ca 1,00 | Sc 1,36 | Ti 1,54 | V 1,63 | Cr 1,66 | Mn 1,55 | Fe 1,83 | Co 1,88 | Ni 1,91 | Cu 1,90 | Zn 1,65 | Ga 1,81 | Ge 2,01 | As 2,18 | Se 2,55 | Br 2,96 | Kr - |
| 5 | Rb 0,82 | Sr 0,95 | Y 1,22 | Zr 1,33 | Nb 1,6 | Mo 2,16 | Tc 2,1 | Ru 2,2 | Rh 2,28 | Pd 2,20 | Ag 1,93 | Cd 1,69 | In 1,78 | Sn 1,96 | Sb 2,05 | Te 2,1 | I 2,66 | Xe 2,60 |
| 6 | Cs 0,79 | Ba 0,89 | * | Hf 1,3 | Ta 1,5 | W 1,7 | Re 1,9 | Os 2,2 | Ir 2,20 | Pt 2,28 | Au 2,54 | Hg 1,9 | Tl 1,8 | Pb 1,8 | Bi 1,9 | Po 2,0 | At 2,2 | Rn - |
| 7 | Fr 0,7 | Ra 0,9 | ** | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | Uut | Uuq | Uup | Uuh | Uus | Uuo |
| Лантаноїди | * | La 1,1 | Ce 1,12 | Pr 1,13 | Nd 1,14 | Pm 1,13 | Sm 1,17 | Eu 1,2 | Gd 1,2 | Tb 1,1 | Dy 1,22 | Ho 1,23 | Er 1,24 | Tm 1,25 | Yb 1,1 | Lu 1,27 | | |
| Актиноїди | ** | Ac 1,1 | Th 1,3 | Pa 1,5 | U 1,38 | Np 1,36 | Pu 1,28 | Am 1,13 | Cm 1,28 | Bk 1,3 | Cf 1,3 | Es 1,3 | Fm 1,3 | Md 1,3 | No 1,3 | Lr 1,291 | | |

# Взаємодія з киснем

$C + O_2 = CO_2$ (карбон(IV) оксид)

$\overset{0}{C} + \overset{0}{O_2} = \overset{+4}{C}\overset{-2}{O_2}$

$\overset{0}{C} - 4\bar{e} \rightarrow \overset{+4}{C}$ відновник, процес окиснення

$\overset{0}{O_2} + 4\bar{e} \rightarrow 2\overset{-2}{O}$ окисник, процес відновлення

- До реакції атоми Карбону й Оксигену перебувають у вигляді простих речовин зі ступенями окиснення 0. В утвореному оксиді Карбон є менш електронегативним і має ступінь окиснення +4, тоді як більш електронегативний Оксиген має ступінь окиснення -2.

# Взаємодія із воднем

- В атома Сульфуру до завершення зовнішнього енергетичного рівня не вистачає двох електронів, а в атома Гідрогену — одного.

$$H_2 + Cl_2 = 2HCl$$ (гідроген хлорид, або хлороводень)

$$H_2 + S = H_2S$$ (гідроген сульфід, або сірководень)

- За рахунок утворення Сульфуром двох спільних електронних пар із двома атомами Гідрогену зовнішній енергетичний рівень електронної оболонки атома Сульфуру стає завершеним. Оскільки Сульфур більш електронегативний, то спільні електронні пари зміщуються в бік його атома і зв’язок, що утворився, є ковалентним полярним:

- Унаслідок реакції ступені окиснення елементів зазнали змін:

$$\overset{0}{H_2} + \overset{0}{S} = \overset{+1}{H_2}\overset{-2}{S}$$

$$\overset{0}{H_2} - 2\bar{e} \rightarrow 2\overset{+1}{H}$$ відновник, процес окиснення

$$\overset{0}{S} + 2\bar{e} \rightarrow \overset{-2}{S}$$ окисник, процес відновлення

- ***Взаємодія неметалів із воднем належить до окисно-відновних реакцій. Утворюються леткі (газоподібні чи рідкі) бінарні сполуки.***

# 2. Відновні властивості водню й вуглецю в реакціях з оксидами металічних елементів

- Відновні властивості водню й вуглецю в їх реакціях з оксидами металічних хімічних елементів можна передати загальною схемою:

$$\overset{+n\ -2}{\mathbf{MeO}} + \overset{0}{\mathbf{Неметал}} \rightarrow \overset{0}{\mathbf{Метал}} + \overset{+m\ -2}{\mathbf{НемеO}}$$

# Приклад 1.
# Відновлення вуглецем (відновлення відбувається за високої температури)

$$Fe_2O_3 + 3C = 2Fe + 3CO$$

$$FeO + C = Fe + CO$$

$$Cu_2O + C = 2Cu + CO$$

$$ZnO + C = Zn + CO$$

$$MnO_2 + 2C = Mn + 2CO$$

# Приклад 2.
# Відновлення воднем

$$Fe_2O_3 + 3H_2 = 2Fe + 3H_2O$$

$$MoO_3 + 3H_2 = Mo + 3H_2O$$