

Тема: Хімічний зв'язок. Будова речовини. Йонний зв'язок.

У природі рідко коли можна зустріти атоми у вільному стані. Найчастіше вони утворюють велику кількість сполук з іншими атомами. Причина стійкості молекул полягає в тому, що між сполученими атомами в молекулі виникає хімічний зв'язок, в утворенні якого головну роль відіграють електрони зовнішнього рівня.

Основна причина утворення зв'язку між атомами — їх прагнення утворити стійку електронну конфігурацію зовнішнього енергетичного рівня. Таким рівнем можна вважати восьми-електронний завершений рівень ns^2np^6 , наприклад у інертних елементів. Завершений рівень характеризується високою міцністю і стійкістю. У процесі хімічної взаємодії атоми прагнуть перетворити зовнішній енергетичний рівень так, щоб він став завершеним.

У процесі утворення хімічного зв'язку атоми перебудовують зовнішній енергетичний рівень. При цьому атоми можуть віддавати або приєднувати (частково чи повністю) електрони зовнішнього енергетичного рівня. Учення про будову атомів пояснює механізм утворення молекул простих і складних речовин, а також природу хімічного зв'язку. Кількісно здатність притягувати електрони зовнішнього енергетичного рівня інших атомів вимірюється поняттям електронегативності.

Умови виникнення хімічного зв'язку

Хімічний зв'язок — це взаємодія атомів, здійснювана шляхом обміну електронами або їхнім переходом від одного атома до іншого.

Не всі атоми можуть взаємодіяти між собою. Буває так, що при зближенні атомів та перекриванні їхніх електронних орбіталей молекула не утворюється. Наприклад, якщо два атоми Гелію наближаються один до одного, то загальна енергія увесь час збільшується, і молекула He_2 утворитися не може.

Електронні оболонки атомів інертних газів відзначаються особливою стійкістю, чим і пояснюється їхня хімічна інертність. Атоми всіх інших елементів при утворенні хімічного зв'язку прагнуть змінити електронну оболонку до конфігурації найближчого інертного газу, віддаючи або приєднуючи електрони. Тільки в цьому разі утворюються стійкі молекули. Це твердження називають правилом, октету Льюїса.

Для розуміння процесів виникнення хімічного зв'язку між атомами треба згадати властивості хімічних елементів:

Металічні елементи — елементи, атоми яких здатні віддавати електрони. У них низька електронегативність (ЕН).

Неметалічні елементи — елементи, атоми яких можуть приймати електрони. У них висока ЕН.

Розрізняють три види утворення хімічного зв'язку:

1. Між атомами металічних елементів.

ЕН металічних елементів є низькою, вони слабо утримують свої валентні електрони і намагаються від них позбутися. У результаті атоми втрачають електрони і перетворюються на позитивні йони. Електрони стають вільними. Утворюється **металічний зв'язок**.

Такий зв'язок утворюється в простих речовинах металах та їх сплавах: **Fe, Al, Cu, Zn**.

2. Між атомами неметалічних та металічних елементів.

ЕН неметалічних елементів є високою. Їх атоми намагаються приєднати електрони, яких не вистачає до завершення зовнішнього шару і забирають їх від атомів металічних елементів. Атоми металічних елементів перетворюються на позитивні йони, а атоми неметалічних — на негативні. Виникає **йонний зв'язок**.

Йонний зв'язок утворюється у складних речовинах, що складаються з атомів металічних і неметалічних елементів: **NaCl, KI, CaO, BaBr₂**.

3. Між атомами неметалічних елементів.

Атоми неметалічних елементів з однаковою силою намагаються приєднати до себе електрони від іншого атома. У результаті електрони об'єднуються у спільні електронні пари, утворюючи **ковалентний зв'язок**. Такий вид зв'язку існує в простих речовинах неметалічних елементів та їх сполуках: **H₂, O₂, HCl, H₂O**.

Приклад:

1. Визначимо тип хімічного зв'язку у метані CH₄.

Метан — **складна речовина**, складається з атомів двох **неметалічних елементів**. Отже, зв'язок у ньому **ковалентний**.

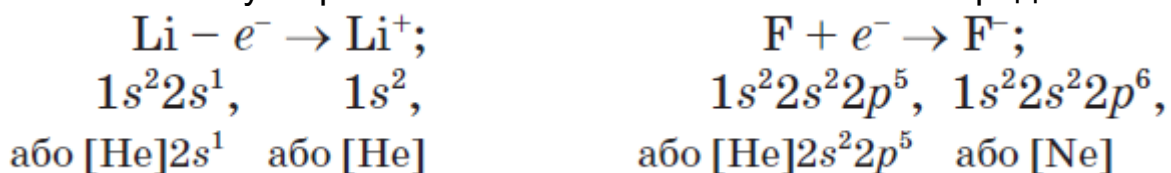
2. Визначимо тип хімічного зв'язку у натрій оксиді Na₂O. Це **складна речовина**, що складається з атомів **металічного і неметалічного елемента**. Отже, зв'язок у ньому **йонний**.

3. Визначимо тип хімічного зв'язку у алмазі C.

Алмаз — **проста речовина**, утворена атомами **неметалічного елемента**. Отже, зв'язок — **ковалентний**.

Йони. Ви знаєте, що атоми можуть втрачати електрони, приєднувати їх і перетворюватися при цьому на заряджені частинки — йони.

Схеми утворення позитивно і негативно заряджених іонів:



Йони бувають простими і складними. Кожний простий йон утворений одним хімічним елементом: H^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} , I^- , S^{2-} . Складні йони утворені щонайменше двома елементами: OH^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , HCOO^- (атоми в них сполучені ковалентним зв'язком).

Іонний зв'язок за механізмом утворення нагадує ковалентний, але має принципову відмінність: у речовинах з іонним зв'язком атоми жорстко не з'єднуються один з одним, а просто притягуються електростатичними взаємодіями.

Атоми лужних металів, наприклад Натрію, у хімічних реакціях легко віддають валентні електрони й перетворюються в іони з електронною конфігурацією інертного газу:



Атоми галогенів — типові неметалічні елементи — у хімічних реакціях приймають електрони й перетворюються в іони з електронною конфігурацією найближчого інертного газу:



При взаємодії двох атомів, один з яких віддає електрон, а інший його приймає, електрон переходить від одного атома до іншого. Атом, що віддав електрон, перетворюється на позитивно заряджений іон (катіон), а атом, що прийняв електрон, — на негативно заряджений іон (аніон).

Між цими різнойменно зарядженими іонами виникає електростатичне притягування, сила якого залежить від зарядів іонів та їхніх радіусів.

Хімічний зв'язок, що виникає в результаті притягування протилежно заряджених іонів, називається іонним.

Критерій утворення іонного зв'язку

Утворення іонного зв'язку можна також розглядати й з точки зору утворення спільної електронної пари:



Але атоми Натрію й Хлору суттєво відрізняються за електронегативністю й атом Хлору настільки сильніше притягує спільну електронну пару, що вона повністю переходить до нього, а атому Натрію вже не належить. Таким чином, електрон, що перебував на зовнішньому рівні атома Натрію, утворює спільну електронну пару й переходить у повну власність атома Хлору. Атом Натрію втрачає один електрон і перетворюється на іон, а атом Хлору, навпаки, здобуває один електрон і також перетворюється на іон, але з протилежним зарядом.

Іонний зв'язок можна розглядати як граничний випадок ковалентного полярного зв'язку, коли спільна електронна пара повністю перейшла до одного з атомів. Іонний зв'язок утворюється між атомами елементів з

великою різницею між їхніми значеннями електронегативностей, зазвичай між атомами типових металічних і неметалічних елементів. Умовно вважають, що зв'язок є іонним, якщо різниця електронегативностей двох елементів перевищує 2. Якщо ж різниця між електронегативностями елементів менша, ніж 2, то зв'язок вважають ковалентним полярним.

Іонний зв'язок характерний для основних оксидів, лугів та солей.

Уявімо, що зустрілися два атоми: атом **лужного металу** і атом **галогену**. В атомі металу на зовнішньому енергетичному рівні — один електрон, а в атомі неметалу якраз не вистачає одного електрона, щоб завершити свій зовнішній рівень.

Атом металу легко віддасть свій слабо зв'язаний з ядром валентний електрон атому неметалу, який надасть йому вільне місце на зовнішньому енергетичному рівні. Обидва в результаті отримують заповнені зовнішні рівні.

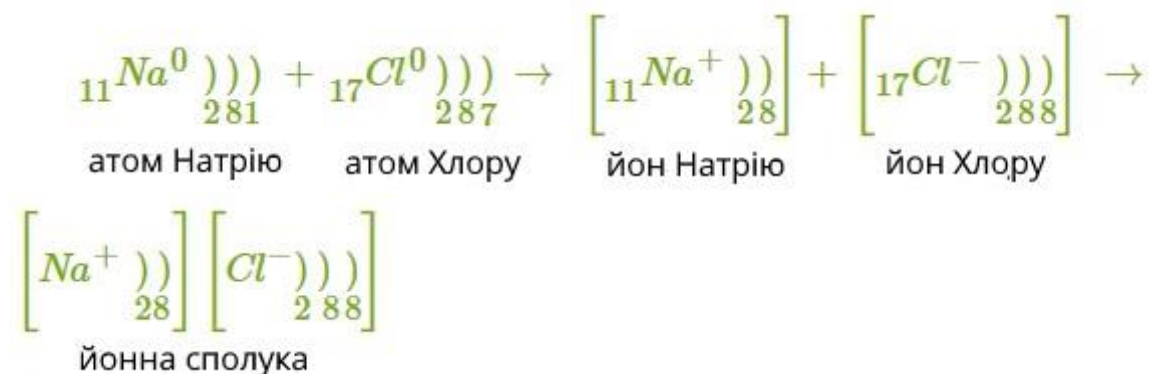
Атом металу при цьому отримує позитивний заряд, а атом галогену перетворюється в негативно заряджену частинку. Такі частинки називаються **йонами**.

Йони — заряджені частинки, в які перетворюються атоми, коли вони приєднують або віддають електрони.

Протилежно заряджені йони, що утворилися, притягуються один до одного, утворюючи хімічний зв'язок, який називається **йонним**.

Йонний зв'язок — зв'язок між позитивно і негативно зарядженими йонами.

Розглянемо механізм утворення йонного зв'язку на прикладі взаємодії атомів Натрію і Хлору.



Позитивно заряджений йон називається **катіон**.

Негативно заряджений йон називається **аніон**.

Таке перетворення атомів на йони відбувається завжди при взаємодії атомів типових металів і типових неметалів, електронегативності яких суттєво відрізняються.

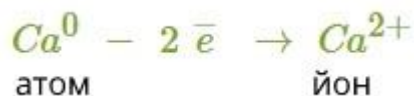
Йонний зв'язок утворюється в складних речовинах, що складаються з атомів металів і неметалів.

Розглянемо інші приклади утворення йонного зв'язку.

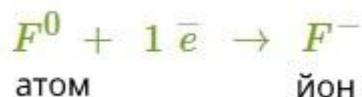
Приклад:

Взаємодія Кальція і Флуора

1. Кальцій — елемент головної підгрупи другої групи. Йому легше віддати два зовнішніх електрони, ніж прийняти шість електронів, яких не вистачає до завершення зовнішнього рівня.



2. Флуор — елемент головної підгрупи сьомої групи. Йому легше прийняти один електрон, ніж віддати сім.



3. Знайдемо найменше спільне кратне між зарядами йонів, що утворюються. Воно дорівнює 2. Визначимо число атомів Флуору, які приймуть два електрони від атома Кальцію: $2 : 1 = 2$.

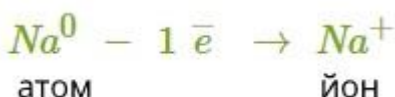
4. Складемо схему утворення йонного зв'язку:



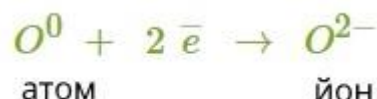
Приклад:

Взаємодія Натрію і Оксигену

1. Натрій — елемент головної підгрупи першої групи. Він легко віддає один зовнішній електрон.



2. Оксиген — елемент головної підгрупи шостої групи. Йому легше прийняти два електрони, ніж віддати шість.



3. Знайдемо найменше спільне кратне між зарядами йонів, що утворюються. Воно дорівнює $2 : 1 = 2$. Визначимо число атомів Натрію, які віддадуть два електрони атому Оксигену: 2.

4. Складемо схему утворення йонного зв'язку:



За допомогою йонного зв'язку утворюються також сполуки, в яких є складні йони:

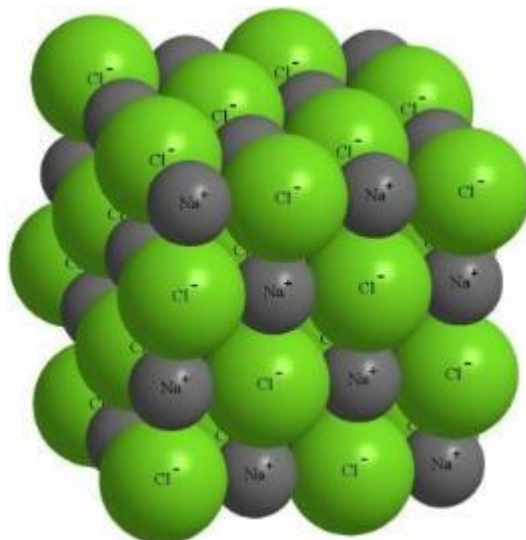


Отже, йонний зв'язок існує в **солях** і **основах**.

Зверни увагу!

Солі амонію $\text{NH}_4\text{NO}_3, \text{NH}_4\text{Cl}, (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ не містять металу, але утворенні за допомогою йонного зв'язку.

Йони створюють навколо себе електричне поле, що діє у всіх напрямках. Тому кожен йон оточують йони протилежного знаку. Така сполука являє собою величезну групу позитивних і негативних частинок, розташованих у певному порядку.



Притягування між йонами є досить сильним, тому йонні речовини мають **високі температури кипіння і плавлення**.

Усі сполуки, що складаються з йонів, є твердими за звичайних умов.

Як правило, це — кристалічні речовини. Вони мають досить високі температури плавлення, які сягають кількох сотень градусів (при плавленні частина йонних зв'язків розривається).

Більшість солей, утворених однозарядними катіоном і аніоном (наприклад, CH_3COONa , KNO_3 , LiI), розчинні у воді. Серед солей, що містять двозарядні катіон і аніон, розчиняються сульфати (за деякими винятками) і незначна кількість солей інших кислот. Розчинних солей, які складаються з тризарядних катіона й аніона, немає (див. рядок ортофосфатів у таблиці розчинності, форзац II).

При розчиненні йонної сполуки у воду потрапляють відповідні йони. Електролітична дисоціація речовини є повною, а речовина — сильним електролітом. У схемі дисоціації такої сполуки записують знак рівності, а не оборотності:



Характеризуючи речовини, які складаються з йонів, використовують поняття «формульна одиниця». Формульною одиницею літій оксиду Li_2O є сукупність двох йонів Li^+ і йона O^{2-} , а магній ортофосфату $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ — сукупність трьох йонів Mg^{2+} і двох йонів PO_4^{3-} .

Графічні (структурні) формули для йонних сполук не складають. У таких формулах символи всіх елементів з'єднують рисками, а ними прийнято позначати ковалентний зв'язок.

Зверни увагу!

Усі йонні сполуки за нормальних умов — тверді речовини.

Приклади речовин з йонним зв'язком:



Питна сода



Залізний купорос



Кухонна сіль

Контрольні запитання:

1. Чому елементи галогени утворюють прості аніони, а не катіони?
2. На які йони можуть перетворитися атоми Гідрогену, Бром, Феруму?
Втратить чи приєднає електрони кожний атом і яку кількість?

Завдання:

Визнач речовину з йонним зв'язком:

- Mg*
- NaCl*
- Cl₂*

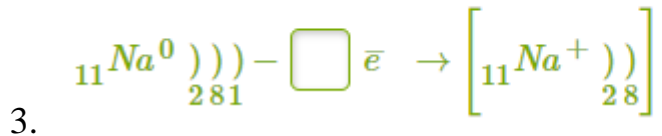
1.

Укажи ряд, в якому всі речовини утворені йонним зв'язком:

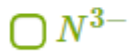
- Li₂O, Mg, CO₂*
- NaNO₃, CaO, K₂CO₃*
- F₂, HF, H₂O*
- P, CO, O₂*

2.

Встанови число електронів, які віддає атом металічного елемента:



Неправильно записані формули йонів:



4.

5. Укажіть ознаки речовин з йонним типом хімічного зв'язку:

А кристалічні речовини з низькими температурами плавлення

Б рідини з низькими температурами кипіння

В рідини з високими температурами кипіння

Г кристалічні речовини з високими температурами плавлення

6. Складіть схему утворення хімічного зв'язку у йодиді літію.

7. Серед наведених формул укажіть ті, які належать йонним речовинам: $BaCl_2$, SO_3 , CH_4 , $Mg(OH)_2$, HNO_3 , ZnO , $(CH_3COO)_2Ca$, C_2H_5OH .

8. Складіть формули солей, утворених такими йонами: Li^+ , Ba^{2+} , Cr^{3+} , NO_3^- , $HCOO^-$, SO_4^{2-} .