

Практичне заняття № 4

КОВАЛЕНТНИЙ ЗВ'ЯЗОК. МЕТОД ВАЛЕНТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

Завдання для самостійної роботи студентів

Характеристики ковалентного зв'язку. Довжина та енергія ковалентного зв'язку. Насичуваність і напрямленість ковалентного зв'язку.

Метод валентних зв'язків. Типи перекривання орбіталей. σ -, π - та δ -зв'язки.

Схеми перекривання АО при утворенні молекул. Валентні кути в молекулах. Гібридизація атомних орбіталей, види гібридизації.

Делокалізований π -зв'язок. Донорно-акцепторний механізм утворення ковалентного зв'язку.

Приклади розв'язання типових задач

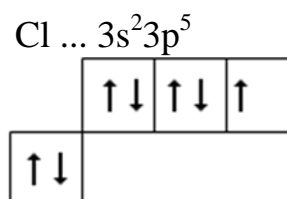
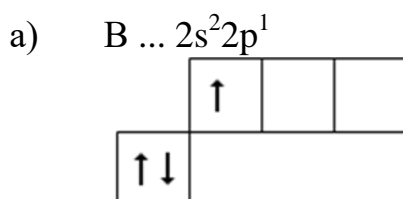
Приклад 1. Складіть електронні конфігурації атомів та наведіть схеми перекривання електронних орбіталей атомів в молекулах:

а) BCl_3 ; б) H_2S ; в) H_2O .

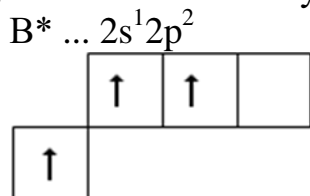
Вкажіть тип хімічного зв'язку між атомами. У випадку гібридизації АО вкажіть її тип.

Розв'язання.

Складаємо електронні конфігурації валентних підрівнів центральних атомів (підкреслені в умові), та зв'язаних з ними атомів елементів.

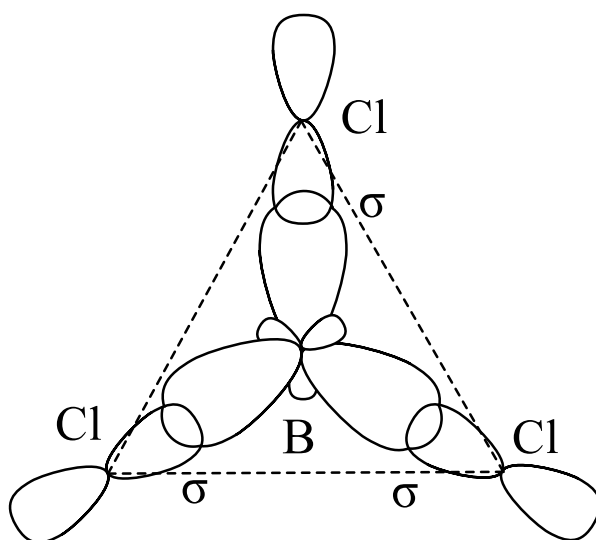


Атом бору у нормальному стані містить один неспарений електрон, тобто є одновалентним. А в молекулі BCl_3 валентність бору становить III, отже, його атом в молекулі знаходиться у збудженому стані:



За кількістю АО, які розташовані на різних підрівнях (одна АО на s -підрівні та дві АО на p -підрівні), визначаємо тип гібридизації: sp^2 -гібридизація.

Внаслідок перекривання трьох гібридних атомних орбіталей атома бору, розміщених у площині під кутом 120° , з p -орбіталями трьох атомів хлору утворюється молекула BCl_3 :

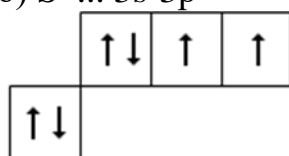


Різниця електронегативностей (ЕН) бору та хлору становить:

$$\Delta EN = EN(\text{Cl}) - EN(\text{B}) = 3,0 - 2,0 = 1; \quad \Delta EN < 2.$$

Отже, між атомом бору та атомами хлору виникає ковалентний полярний зв'язок.

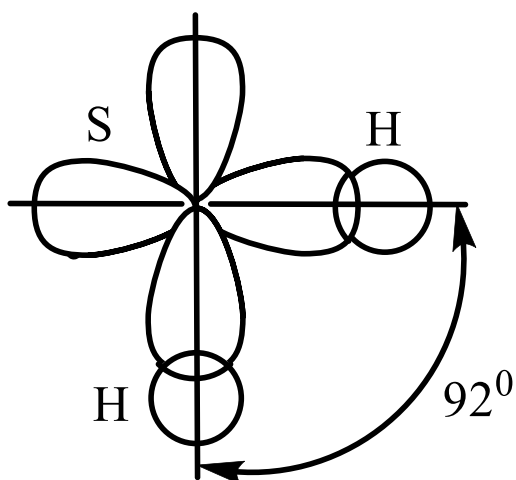
б) S ... $3s^2 3p^4$



H $1s^1$

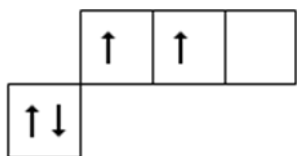


Атом сульфуру в молекулі H_2S знаходиться у нормальному стані, тому що число неспарених електронів в атомі (два) відповідає валентності сульфуру в сполуці. Оскільки АО сульфуру з неспареними електронами, розміщені на одному і тому ж підрівні (3p-підрівні), то гібридизація АО не відбувається. В утворенні зв'язків з атомами гідрогену беруть участь дві p-орбіталі атома сульфуру, розташовані у просторі під кутом 90° .

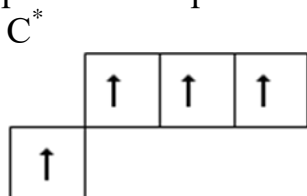


Приклад 2. Наведіть схему перекривання атомних орбіталей в молекулі етину C_2H_2 .

Розв'язання. Наводимо електронну схему розташування валентних електронів на АО атома карбону у нормальному стані, а також наведемо структурну формулу молекули C_2H_2 :



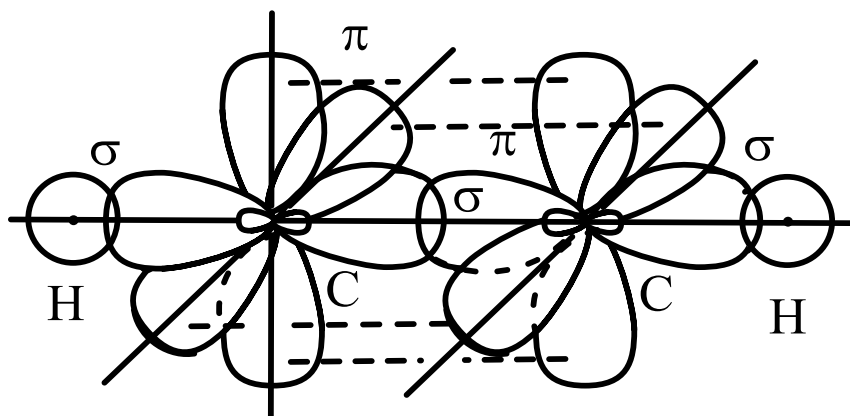
В структурній формулі кожна спільна електронна пара, тобто кожний хімічний зв'язок між атомами, зображений рисою. Кількість хімічних зв'язків, які утворює атом карбону (один – з атомом гідрогену і три – з іншим атомом карбону), вказує на його валентність. Отже, атом карбону в молекулі C_2H_2 є чотирьохвалентним і знаходиться у збудженому стані, в якому число неспарених електронів відповідає його валентності:



Потрійний зв'язок між атомами карбону складається з одного σ -зв'язку та двох π -зв'язків. Оскільки π -зв'язки можуть бути утворені негібридними p -АО, тому дві p -АО кожного атома карбону не беруть участь в гібридизації АО. Два π -зв'язки між атомами карбону утворюються внаслідок перекривання атомних p -орбіталей, розташованих у двох взаємно перпендикулярних площинах.

Отже, в гібридизації беруть участь тільки дві АО кожного атома карбону, а саме $2s$ - та $2p$ - АО. В цьому випадку реалізується sp -гібридизація АО.

Дві гібридні АО кожного атома карбону розташовані під кутом 180° . Відбувається їх перекривання між собою та з $1s$ -орбітальями двох атомів гідрогену. Отже, молекула ацетилену має лінійну будову.



Контрольні запитання і задачі

1. Використовуючи електронні схеми валентних підрівнів атомів:
а) фтору та хлору; б) кисню та сульфуру, в) нітрогену та фосфору - поясніть, чому вони мають різні валентності, хоч і розташовані в одній підгрупі періодичної системи.
2. Що таке довжина зв'язку, від чого вона залежить? Наведіть приклади.
3. Поясніть на прикладі H_2 , чому утворюється електронна пара, хоча електрони мають однакові заряди.
4. Що таке енергія зв'язку, від чого вона залежить? Наведіть приклади.
5. Визначте, які орбіталі атомів беруть участь в утворенні хімічних зв'язків у молекулах: а) H_2 ; б) HF ; в) $HC1$; г) F_2 ; д) N_2 . Наведіть схеми перекривання атомних орбіталей.
6. Наведіть електронні схеми центральних атомів, визначте наявність та тип гібридизації, наведіть схеми перекривання орбіталей в молекулах:
а) H_2Se ; б) $BeCl_2$; в) BI_3 ; г) CH_4 ; д) H_2O ; е) NH_3 ; ж) PH_3 .
7. Поясніть, як утворюються хімічні зв'язки в молекулах: а) C_2H_4 ; б) C_2H_2 ; в) C_6H_6 ; г) іони CO_3^{2-} . Відповідь дайте відповідно до наведеного нижче плану:
 - електронна схема валентних підрівнів центрального атома,
 - розподіл електронів між σ - та π -зв'язками,
 - тип гібридизації при утворенні σ -зв'язків,
 - схема перекривання атомних орбіталей при утворенні σ - та π -зв'язків,зверніть увагу чи π -зв'язок є локалізованим, чи делокалізованим.
8. Використовуючи план відповіді на попереднє питання, спробуйте передбачити тип гібридизації центрального атому та геометричну будову молекул і іонів: а) CF_4 ; б) H_2CO_3 ; в) CS_2 ; г) CH_2Cl_2 ; д) $POCl_3$; е) $SiCl_4$
9. Поясніть, як утворюється хімічний зв'язок при взаємодії:
а) NH_3 та H^+ ; б) H_2O та H^+ ; в) NH_3 та BF_3 .