

Mối quan hệ giữa cấu hình electron và cấu trúc Bảng Tuần Hoàn (BTH)

Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học không được sắp xếp một cách ngẫu nhiên. Vị trí của mỗi nguyên tố được quyết định bởi cấu trúc electron của nguyên tử, đặc biệt là cấu hình electron lớp ngoài cùng. Việc hiểu rõ mối liên hệ này là chìa khóa để dự đoán tính chất hóa học của các nguyên tố.

1. Các thành phần cơ bản của Bảng Tuần Hoàn

1.1. Ô nguyên tố

Mỗi ô trong bảng tuần hoàn cung cấp thông tin về một nguyên tố hóa học.

- **Định nghĩa:** Mỗi nguyên tố hóa học chiếm một ô trong bảng, gọi là ô nguyên tố.
- **Thông tin trong ô:**
 1. **Số hiệu nguyên tử (Z):** Nằm ở góc trên bên trái, đây cũng là số thứ tự của ô nguyên tố. **$Z = \text{số proton} = \text{số electron}$.**
 2. **Kí hiệu hóa học:** Chữ cái viết tắt tên nguyên tố (ví dụ: Fe, O, Na).
 3. **Tên nguyên tố:** Tên đầy đủ của nguyên tố (ví dụ: Iron, Oxygen, Sodium).
 4. **Nguyên tử khối trung bình:** Khối lượng tương đối của một nguyên tử nguyên tố đó.

Ví dụ:

- Ô của nguyên tố Oxygen (O) có số hiệu nguyên tử $Z = 8$. Điều này có nghĩa nguyên tử Oxygen có 8 proton và 8 electron.
- Ô của nguyên tố Sodium (Na) có số hiệu nguyên tử $Z = 11$. Nguyên tử Sodium có 11 proton và 11 electron.

1.2. Chu kì

Chu kì là các hàng ngang trong bảng tuần hoàn. Vị trí chu kì của một nguyên tố liên quan trực tiếp đến số lớp electron của nó.

- **Công thức xác định:** Số thứ tự chu kì = Số lớp electron của nguyên tử.
- **Giải thích:** Tất cả các nguyên tố trong cùng một chu kì có cùng số lớp electron. BTH hiện tại có 7 chu kì.

Ví dụ:

- **Nguyên tố Lithium (Li, $Z=3$):** Cấu hình electron là $1s^2 2s^1$. Nguyên tử Li có 2 lớp electron (lớp 1 và lớp 2), do đó Li thuộc chu kì 2.
- **Nguyên tố Chlorine (Cl, $Z=17$):** Cấu hình electron là $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. Nguyên tử Cl có 3 lớp electron (lớp 1, 2, và 3), do đó Cl thuộc chu kì 3.

1.3. Nhóm

Nhóm là các cột dọc trong bảng tuần hoàn. Các nguyên tố trong cùng một nhóm thường có tính chất hóa học tương tự nhau do có cấu hình electron lớp ngoài cùng giống nhau.

- **Định nghĩa:** Nhóm gồm các nguyên tố mà nguyên tử của chúng có cấu hình electron tương tự nhau, do đó có tính chất hóa học gần giống nhau và được

xếp thành một cột.

- BTH được chia thành 2 loại nhóm: Nhóm A (nhóm chính) và Nhóm B (nhóm phụ).

a. Nhóm A

- **Công thức xác định:** Số thứ tự nhóm A = Số electron lớp ngoài cùng.
- **Giải thích:** Nhóm A bao gồm các nguyên tố s và nguyên tố p. Số electron lớp ngoài cùng cũng chính là số electron hóa trị của chúng.

Ví dụ:

- **Nguyên tố Beryllium (Be, Z=4):** Cấu hình electron là $1s^2 2s^2$. Lớp ngoài cùng có 2 electron. Vậy Be thuộc nhóm IIA.
- **Nguyên tố Phosphorus (P, Z=15):** Cấu hình electron là $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$. Lớp ngoài cùng (lớp 3) có $2 + 3 = 5$ electron. Vậy P thuộc nhóm VA.

b. Nhóm B

- **Công thức xác định:** Số thứ tự nhóm B được xác định dựa trên tổng số electron trên phân lớp ns và (n-1)d.
- **Giải thích:** Nhóm B bao gồm các nguyên tố d và nguyên tố f. Cách xác định nhóm phức tạp hơn một chút:
 - Nếu tổng số e $[ns + (n-1)d]$ từ 3 đến 7 → Số thứ tự nhóm = tổng số e đó.
 - Nếu tổng số e $[ns + (n-1)d]$ là 8, 9, 10 → Nguyên tố thuộc nhóm VIIIB.
 - Nếu tổng số e $[ns + (n-1)d] > 10$ → Số thứ tự nhóm = (tổng số e) - 10.

Ví dụ:

- **Nguyên tố Scandium (Sc, Z=21):** Cấu hình e là $[Ar]3d^14s^2$. Tổng e = 1 + 2 = 3. Vậy Sc thuộc nhóm IIIB.
- **Nguyên tố Iron (Fe, Z=26):** Cấu hình e là $[Ar]3d^64s^2$. Tổng e = 6 + 2 = 8. Vậy Fe thuộc nhóm VIIIB.
- **Nguyên tố Copper (Cu, Z=29):** Cấu hình e là $[Ar]3d^{10}4s^1$. Tổng e = 10 + 1 = 11. Số thứ tự nhóm = 11 - 10 = 1. Vậy Cu thuộc nhóm IB.

2. Phân loại các khối nguyên tố s, p, d, f

Dựa vào cấu hình electron, các nguyên tố được phân thành 4 khối: s, p, d, và f. Tên khối được đặt theo phân lớp mà electron cuối cùng được điền vào.

Khối nguyên tố	Đặc điểm cấu hình electron	Vị trí trong BTH
Nguyên tố s	Electron cuối cùng điền vào phân lớp ns . Cấu hình e lớp ngoài cùng là ns¹ hoặc ns² .	Nhóm IA và IIA (trừ He).
Nguyên tố p	Electron cuối cùng điền vào phân lớp np . Cấu hình e lớp ngoài cùng là ns²np¹ đến ns²np⁶ .	Nhóm IIIA đến VIIIA (trừ He).
Nguyên tố d	Electron cuối cùng điền vào phân lớp (n-1)d .	Các nhóm B (kim loại chuyển tiếp).
Nguyên tố f	Electron cuối cùng điền vào phân lớp (n-2)f .	Hai hàng cuối BTH (họ Lantan và Actini).

2.1. Khối nguyên tố s

Là những nguyên tố mà electron cuối cùng điền vào phân lớp s.

Ví dụ:

- **Sodium (Na, Z=11):** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. Electron cuối cùng ở phân lớp 3s → Na là nguyên tố s.
- **Calcium (Ca, Z=20):** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$. Electron cuối cùng ở phân lớp 4s → Ca là nguyên tố s.

2.2. Khối nguyên tố p

Là những nguyên tố mà electron cuối cùng điền vào phân lớp p.

Ví dụ:

- **Aluminium (Al, Z=13):** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$. Electron cuối cùng ở phân lớp 3p → Al là nguyên tố p.
- **Sulfur (S, Z=16):** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$. Electron cuối cùng ở phân lớp 3p → S là nguyên tố p.

2.3. Khối nguyên tố d

Là những nguyên tố mà electron cuối cùng điền vào phân lớp d. Đây là các kim loại chuyển tiếp.

Ví dụ:

- **Titanium (Ti, Z=22):** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$. Electron đang điền dở dang vào phân lớp 3d → Ti là nguyên tố d.
- **Zinc (Zn, Z=30):** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$. Phân lớp 3d đã được điền đầy electron cuối cùng → Zn là nguyên tố d.

3. Các bước xác định vị trí nguyên tố trong Bảng Tuần Hoàn

Để xác định vị trí (ô, chu kỳ, nhóm) của một nguyên tố khi biết số hiệu nguyên tử Z, ta thực hiện các bước sau:

1. **Bước 1: Viết cấu hình electron.** Từ Z , viết cấu hình electron đầy đủ của nguyên tử theo các quy tắc (Pauli, vững bền, Hund).
2. **Bước 2: Xác định Ô nguyên tố.** Số thứ tự $\hat{o} = Z$.
3. **Bước 3: Xác định Chu kì.** Số thứ tự chu kì = số lớp electron (nhìn vào số lượng tử chính n lớn nhất).
4. **Bước 4: Xác định Nhóm.**
 - Xác định nguyên tố thuộc khối nào (s , p , d).
 - Nếu là nguyên tố s hoặc $p \rightarrow$ Nhóm A. **Số thứ tự nhóm A = tổng số electron lớp ngoài cùng.**
 - Nếu là nguyên tố $d \rightarrow$ Nhóm B. Áp dụng quy tắc tính số thứ tự nhóm B đã nêu ở trên.

Ví dụ vận dụng

Ví dụ 1: Xác định vị trí của nguyên tố có $Z = 14$ (Silicon).

1. **Cấu hình electron:** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$.
2. **Ô nguyên tố:** $Z = 14$, vậy nguyên tố ở ô số 14.
3. **Chu kì:** Có 3 lớp electron (lớp n lớn nhất là 3). Vậy nguyên tố thuộc chu kì 3.
4. **Nhóm:** Electron cuối cùng điền vào phân lớp $3p \rightarrow$ nguyên tố p , thuộc nhóm A. Lớp ngoài cùng ($3s^2 3p^2$) có $2 + 2 = 4$ electron. Vậy nguyên tố thuộc nhóm IVA.

Kết luận: Nguyên tố có $Z=14$ ở ô 14, chu kì 3, nhóm IVA của BTH.

Ví dụ 2: Xác định vị trí của nguyên tố có $Z = 27$ (Cobalt).

1. **Cấu hình electron:** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$.
2. **Ô nguyên tố:** $Z = 27$, vậy nguyên tố ở ô số 27.
3. **Chu kì:** Lớp ngoài cùng là lớp thứ 4. Vậy nguyên tố thuộc chu kì 4.
4. **Nhóm:** Electron cuối cùng điền vào phân lớp 3d $\rightarrow$ nguyên tố d, thuộc nhóm B. Tổng số e trên 3d và 4s là $7 + 2 = 9$. Theo quy tắc, nguyên tố thuộc nhóm VIIB.

Kết luận: Nguyên tố có $Z=27$ ở ô 27, chu kì 4, nhóm VIIB của BTH.