

Tổng hợp kiến thức về Độ âm điện và sự biến đổi tuần hoàn

Độ âm điện là một trong những đại lượng quan trọng nhất trong hóa học, giúp giải thích và dự đoán bản chất của liên kết hóa học giữa các nguyên tử. Hiểu rõ về độ âm điện và quy luật biến đổi của nó sẽ giúp học sinh nắm vững nền tảng hóa học vô cơ và hữu cơ.

1. Độ âm điện là gì?

a. Khái niệm

Độ âm điện (Electronegativity - ký hiệu: χ) của một nguyên tử đặc trưng cho khả năng hút electron của nguyên tử đó khi hình thành liên kết hóa học.

- Nguyên tử có độ âm điện càng lớn thì khả năng hút electron về phía mình càng mạnh.
- Độ âm điện không phải là năng lượng, không có đơn vị, mà là một đại lượng so sánh tương đối.

b. Thang đo độ âm điện Pauling

Có nhiều thang đo độ âm điện khác nhau, nhưng phổ biến nhất là thang đo do nhà hóa học người Mỹ Linus Pauling thiết lập vào năm 1932.

- Trong thang Pauling, nguyên tố **Fluorine (F)** có độ âm điện lớn nhất, được gán giá trị là **3.98**.

- Nguyên tố **Francium (Fr)** có độ âm điện nhỏ nhất, với giá trị khoảng **0.7**.
- Giá trị độ âm điện của các nguyên tố khác được xác định dựa trên so sánh với Fluorine.

2. Sự biến đổi tuần hoàn của độ âm điện

Độ âm điện của các nguyên tố biến đổi một cách có quy luật trong bảng tuần hoàn hóa học, phụ thuộc vào bán kính nguyên tử và điện tích hạt nhân.

a. Trong một chu kì

Quy luật: Trong một chu kì, khi đi từ trái sang phải theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, độ âm điện của các nguyên tố có xu hướng **tăng dần**.

Giải thích:

1. **Điện tích hạt nhân tăng:** Từ trái sang phải, số proton trong hạt nhân tăng lên, làm cho lực hút của hạt nhân lên các electron lớp ngoài cùng mạnh hơn.
2. **Số lớp electron không đổi:** Các nguyên tố trong cùng một chu kì có cùng số lớp electron, do đó hiệu ứng chắn của các electron lớp trong không thay đổi đáng kể.
3. Kết quả là bán kính nguyên tử giảm dần, hạt nhân hút electron mạnh hơn, làm tăng khả năng hút electron khi tạo liên kết, tức là độ âm điện tăng.

Ví dụ minh họa: Chu kì 2

Xét các nguyên tố trong chu kì 2, ta thấy độ âm điện tăng dần:

- Li ($Z=3$): $\chi = 0.98$

- Be ($Z=4$): $\chi = 1.57$
- B ($Z=5$): $\chi = 2.04$
- C ($Z=6$): $\chi = 2.55$
- N ($Z=7$): $\chi = 3.04$
- O ($Z=8$): $\chi = 3.44$
- F ($Z=9$): $\chi = 3.98$

b. Trong một nhóm A

Quy luật: Trong một nhóm A, khi đi từ trên xuống dưới theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, độ âm điện của các nguyên tố có xu hướng **giảm dần**.

Giải thích:

1. **Số lớp electron tăng:** Đi từ trên xuống dưới, mỗi nguyên tố có thêm một lớp electron. Điều này làm tăng khoảng cách từ hạt nhân đến lớp electron ngoài cùng.
2. **Hiệu ứng chắn tăng:** Số lớp electron bên trong tăng lên, làm tăng hiệu ứng chắn, cản trở lực hút của hạt nhân lên các electron hóa trị.
3. Mặc dù điện tích hạt nhân tăng, nhưng sự gia tăng về bán kính nguyên tử và hiệu ứng chắn là yếu tố quyết định, làm cho lực hút của hạt nhân lên electron ngoài cùng yếu đi. Do đó, khả năng hút electron giảm, tức là độ âm điện giảm.

Ví dụ minh họa: Nhóm Halogen (Nhóm VIIA)

Xét các nguyên tố trong nhóm VIIA, ta thấy độ âm điện giảm dần:

- F (Chu kì 2): $\chi = 3.98$
- Cl (Chu kì 3): $\chi = 3.16$
- Br (Chu kì 4): $\chi = 2.96$
- I (Chu kì 5): $\chi = 2.66$

3. Mối liên hệ giữa độ âm điện và loại liên kết hóa học

Sự chênh lệch độ âm điện giữa hai nguyên tử tham gia liên kết, gọi là **hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$)**, quyết định bản chất và loại liên kết hóa học được hình thành.

Công thức tính hiệu độ âm điện: $\Delta\chi = |\chi_A - \chi_B|$

Trong đó χ_A và χ_B là độ âm điện của hai nguyên tử A và B.

Hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$)	Loại liên kết	Đặc điểm	Ví dụ
$0 \leq \Delta\chi < 0.4$	Liên kết cộng hóa trị không cực	Cặp electron dùng chung phân bố đều giữa hai nguyên tử. Thường xảy ra giữa các nguyên tử giống hệt nhau hoặc có độ âm điện gần bằng nhau.	• H₂: $\Delta\chi = 2.20 - 2.20 = 0$ • Cl₂: $\Delta\chi = 3.16 - 3.16 = 0$ • CH₄: $\Delta\chi(\text{C-H}) = 2.55 - 2.20 = 0.35$
$0.4 \leq \Delta\chi < 1.7$	Liên kết cộng hóa trị có cực (phân cực)	Cặp electron dùng chung bị lệch về phía nguyên tử có độ âm điện lớn hơn, hình thành các điện tích riêng phần ($\delta+$ và $\delta-$).	• HCl: $\Delta\chi = 3.16 - 2.20 = 0.96$ (Cặp e lệch về Cl) • H₂O: $\Delta\chi(\text{O-H}) = 3.44 - 2.20 = 1.24$ (Cặp e lệch về O)

Hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$)	Loại liên kết	Đặc điểm	Ví dụ
$\Delta\chi \geq 1.7$	Liên kết ion	Nguyên tử có độ âm điện lớn hơn sẽ nhận hẳn electron từ nguyên tử có độ âm điện nhỏ hơn, tạo thành các ion trái dấu (cation và anion) hút nhau bằng lực tĩnh điện.	• NaCl: $\Delta\chi = 3.16 - 0.93 = 2.23$ • MgO: $\Delta\chi = 3.44 - 1.31 = 2.13$

Lưu ý: Các giá trị 0.4 và 1.7 chỉ là quy ước tương đối. Sự chuyển tiếp giữa các loại liên kết là liên tục chứ không có ranh giới rõ ràng.

4. Bảng giá trị độ âm điện (thang Pauling) của một số nguyên tố thường gặp

Kí hiệu	Tên nguyên tố	Độ âm điện (χ)
H	Hydrogen	2.20
Li	Lithium	0.98
Na	Sodium	0.93
K	Potassium	0.82
Mg	Magnesium	1.31
Al	Aluminium	1.61
C	Carbon	2.55
N	Nitrogen	3.04
O	Oxygen	3.44
F	Fluorine	3.98
Cl	Chlorine	3.16
Br	Bromine	2.96

5. Tổng kết

- **Định nghĩa:** Độ âm điện là đại lượng đặc trưng cho khả năng hút electron của một nguyên tử trong phân tử.
- **Biến đổi trong chu kì:** Độ âm điện tăng dần từ trái sang phải.
- **Biến đổi trong nhóm A:** Độ âm điện giảm dần từ trên xuống dưới.
- **Ứng dụng:** Dựa vào hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$) để xác định loại liên kết hóa học (cộng hóa trị không cực, có cực, hoặc ion).