

Bài 9

SỰ BIẾN ĐỔI TUẦN HOÀN TÍNH CHẤT CỦA CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC ĐỊNH LUẬT TUẦN HOÀN

Theo chiều tăng điện tích hạt nhân của nguyên tử các nguyên tố :

- Tính kim loại và phi kim của các nguyên tố biến đổi ra sao ?
- Hoá trị của các nguyên tố có thay đổi theo quy luật nào không ?
- Thành phần và tính chất của hợp chất các nguyên tố biến đổi như thế nào ?

I - TÍNH KIM LOẠI, TÍNH PHI KIM

Tính kim loại là tính chất của một nguyên tố mà nguyên tử của nó dễ mất electron để trở thành ion dương. Nguyên tử càng dễ mất electron, tính kim loại của nguyên tố càng mạnh.

Tính phi kim là tính chất của một nguyên tố mà nguyên tử của nó dễ thu electron để trở thành ion âm. Nguyên tử càng dễ thu electron thì tính phi kim của nguyên tố càng mạnh.

Ranh giới tương đối giữa nguyên tố kim loại, phi kim trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học (trang 37) được phân cách bằng đường dích dắc in đậm. Phía phải là các nguyên tố phi kim, phía trái là các nguyên tố kim loại.

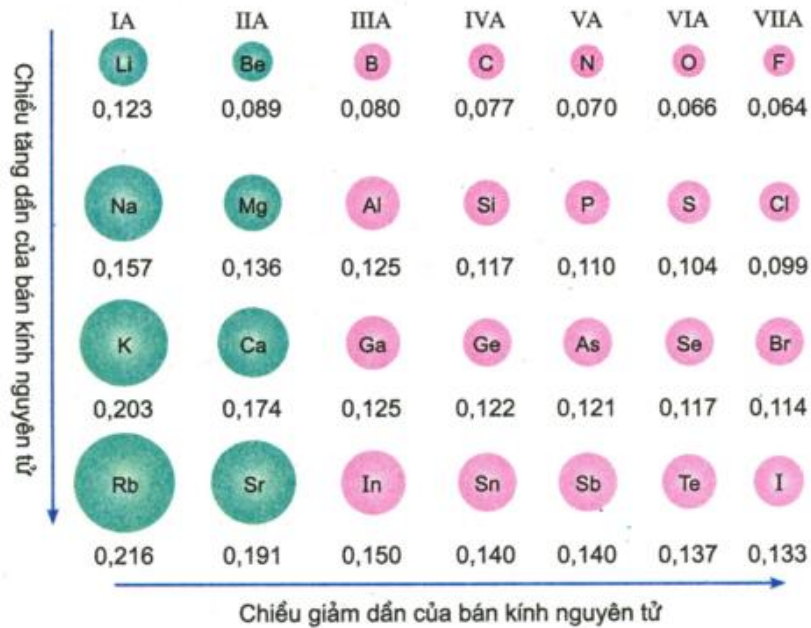
1. Sự biến đổi tính chất trong một chu kì

Trong một chu kì, theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, tính kim loại của các nguyên tố yếu dần, đồng thời tính phi kim mạnh dần.

Thí dụ : Chu kì 3 bắt đầu từ nguyên tố Na ($Z = 11$), $[\text{Ne}]3s^1$, là một kim loại điển hình. Rồi lần lượt đến Mg ($Z = 12$), $[\text{Ne}]3s^2$, là kim loại mạnh nhưng hoạt động kém natri. Al ($Z = 13$), $[\text{Ne}]3s^23p^1$, là một kim loại nhưng hidroxit đã có tính chất lưỡng tính. Si ($Z = 14$), $[\text{Ne}]3s^23p^2$ là một phi kim. Từ P ($Z = 15$), $[\text{Ne}]3s^23p^3$ đến S ($Z = 16$), $[\text{Ne}]3s^23p^4$ tính phi kim mạnh dần. Cl ($Z = 17$), $[\text{Ne}]3s^23p^5$, là một phi kim điển hình, rồi đến khí hiếm Ar ($Z = 18$), $[\text{Ne}]3s^23p^6$. Quy luật trên được lặp lại đối với mỗi chu kì.

Có thể giải thích quy luật biến đổi tính chất trên theo bán kính nguyên tử :

Trong một chu kì, khi đi từ trái sang phải, điện tích hạt nhân tăng dần nhưng số lớp electron của nguyên tử các nguyên tố bằng nhau, do đó lực hút của hạt nhân với các electron lớp ngoài cùng tăng lên làm cho bán kính nguyên tử giảm dần (xem hình 2.1), nên khả năng dễ nhường electron (đặc trưng cho tính kim loại của nguyên tố) giảm dần, đồng thời khả năng thu electron (đặc trưng cho tính phi kim của nguyên tố) tăng dần.



Hình 2.1. Bán kính nguyên tử của một số nguyên tố (nm)
 Trong mỗi chu kì, bán kính nguyên tử giảm từ trái qua phải.
 Trong mỗi nhóm A, bán kính nguyên tử tăng theo chiều từ trên xuống dưới.

2. Sự biến đổi tính chất trong một nhóm A

Trong một nhóm A, theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, tính kim loại của các nguyên tố mạnh dần, đồng thời tính phi kim yếu dần.

Thí dụ :

Nhóm IA gồm các kim loại điển hình : Tính chất kim loại tăng rõ rệt từ Li ($Z = 3$), $1s^2 2s^1$ đến Cs ($Z = 55$), $[Xe] 6s^1$ tức là khả năng mất electron tăng dần. Xesi là nguyên tố kim loại mạnh nhất.

Nhóm VIIA gồm các phi kim điển hình : Tính phi kim giảm dần từ F ($Z = 9$), $1s^2 2s^2 2p^5$ đến I ($Z = 53$), $[Kr] 4d^{10} 5s^2 5p^5$, tức là khả năng thu thêm electron giảm dần. Flo là nguyên tố phi kim mạnh nhất.

Quy luật đó được lặp lại đối với các nhóm A khác và được giải thích như sau : Trong một nhóm A, theo chiều từ trên xuống dưới, điện tích hạt nhân tăng, nhưng đồng thời số lớp electron cũng tăng làm **bán kính nguyên tử các nguyên tố tăng nhanh và chiếm ưu thế hơn** nên khả năng nhường electron của các nguyên tố càng tăng lên – tính kim loại tăng và khả năng nhận electron của các nguyên tố giảm – tính phi kim giảm.

Nguyên tử Cs có bán kính nguyên tử lớn nhất nên dễ nhường electron hơn cả, nó là kim loại mạnh nhất. Nguyên tử F có bán kính nguyên tử nhỏ nhất nên dễ thu thêm electron hơn cả, nó là phi kim mạnh nhất.

3. Độ âm điện

a) Khái niệm

Độ âm điện của một nguyên tử đặc trưng cho khả năng hút electron của nguyên tử đó khi hình thành liên kết hoá học.

Như vậy, độ âm điện của nguyên tử càng lớn thì tính phi kim của nó càng mạnh. Ngược lại, độ âm điện của nguyên tử càng nhỏ thì tính kim loại của nó càng mạnh.

b) Bảng độ âm điện

Trong hoá học, có nhiều thang độ âm điện khác nhau do các tác giả tính toán trên những cơ sở khác nhau. Dưới đây giới thiệu bảng giá trị độ âm điện do nhà hoá học Pau-ling (Pauling) thiết lập năm 1932. Vì nguyên tố flo là phi kim mạnh nhất, Pau-ling quy ước lấy độ âm điện của nó để xác định độ âm điện tương đối của các nguyên tử khác.



Hình 2.2. Nhà hoá học người Mỹ Pau-ling (L.C. Pauling, 1901-1994) giải thưởng Nô-ben Hoá học năm 1954, giải thưởng Nô-ben Hoà bình năm 1962

Bảng 6. Giá trị độ âm điện của nguyên tử một số nguyên tố nhóm A theo Pau-linh

Nhóm Chu kì	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
1	H 2,20						
2	Li 0,98	Be 1,57	B 2,04	C 2,55	N 3,04	O 3,44	F 3,98
3	Na 0,93	Mg 1,31	Al 1,61	Si 1,90	P 2,19	S 2,58	Cl 3,16
4	K 0,82	Ca 1,00	Ga 1,81	Ge 2,01	As 2,18	Se 2,55	Br 2,96
5	Rb 0,82	Sr 0,95	In 1,78	Sn 1,96	Sb 2,05	Te 2,1	I 2,66
6	Cs 0,79	Ba 0,89	Tl 1,62	Pb 2,33	Bi 2,02	Po 2,0	At 2,2

Trong một chu kì, khi đi từ trái sang phải theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, giá trị độ âm điện của các nguyên tử nói chung tăng dần.

Trong một nhóm A, khi đi từ trên xuống dưới theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, giá trị độ âm điện của các nguyên tử nói chung giảm dần.

Quy luật biến đổi độ âm điện phù hợp với sự biến đổi tính kim loại, tính phi kim của các nguyên tố trong một chu kì và trong một nhóm A mà ta đã xét ở trên.

Kết luận : Tính kim loại, tính phi kim của các nguyên tố biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân.

II - HOÁ TRỊ CỦA CÁC NGUYÊN TỐ

Trong một chu kì, đi từ trái sang phải, hoá trị cao nhất của các nguyên tố trong hợp chất với oxi tăng lần lượt từ 1 đến 7, còn hoá trị của các phi kim trong hợp chất với hidro giảm từ 4 đến 1.

Thí dụ, trong chu kì 3, ba nguyên tố đầu chu kì (Na, Mg, Al) tạo thành hợp chất oxit, trong đó chúng có hoá trị lần lượt là 1, 2, 3. Các nguyên tố tiếp theo (Si, P, S, Cl) có hoá trị lần lượt là 4, 5, 6, 7 trong oxit cao nhất.

Các nguyên tố phi kim Si, P, S, Cl tạo được hợp chất khí với hidro, trong đó chúng có hoá trị lần lượt 4, 3, 2, 1.

Đối với các chu kì khác, sự biến đổi hoá trị của các nguyên tố cũng diễn ra tương tự (xem bảng 7).

Bảng 7. Sự biến đổi tuần hoàn hoá trị của các nguyên tố

Số thứ tự nhóm A	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Hợp chất với oxi	Na ₂ O K ₂ O	MgO CaO	Al ₂ O ₃ Ga ₂ O ₃	SiO ₂ GeO ₂	P ₂ O ₅ As ₂ O ₅	SO ₃ SeO ₃	Cl ₂ O ₇ Br ₂ O ₇
Hoá trị cao nhất với oxi	1	2	3	4	5	6	7
Hợp chất khí với hidro				SiH ₄ GeH ₄	PH ₃ AsH ₃	H ₂ S H ₂ Se	HCl HBr
Hoá trị với hidro				4	3	2	1

III - OXIT VÀ HIĐROXIT CỦA CÁC NGUYÊN TỐ NHÓM A THUỘC CÙNG CHU KÌ

Trong một chu kì, đi từ trái sang phải theo chiều tăng của điện tích hạt nhân, tính bazơ của các oxit và hidroxit tương ứng yếu dần, đồng thời tính axit của chúng mạnh dần.

Bảng 8. Sự biến đổi tính axit - bazơ

Na ₂ O Oxit bazơ	MgO Oxit bazơ	Al ₂ O ₃ Oxit lưỡng tính	SiO ₂ Oxit axit	P ₂ O ₅ Oxit axit	SO ₃ Oxit axit	Cl ₂ O ₇ Oxit axit
NaOH Bazơ mạnh (kiềm)	Mg(OH) ₂ Bazơ yếu	Al(OH) ₃ Hidroxit lưỡng tính	H ₂ SiO ₃ Axit yếu	H ₃ PO ₄ Axit trung bình	H ₂ SO ₄ Axit mạnh	HClO ₄ Axit rất mạnh

Tinh bazơ yếu dần đồng thời tính axit mạnh dần

Sự biến đổi tính chất như thế được lặp lại ở các chu kì sau.

5. Các nguyên tố của chu kì 2 được sắp xếp theo chiều giá trị độ âm điện giảm dần (từ trái sang phải) như sau :
- A. F, O, N, C, B, Be, Li.
 B. Li, B, Be, N, C, F, O.
 C. Be, Li, C, B, O, N, F.
 D. N, O, F, Li, Be, B, C.

Chọn đáp án đúng.

6. Oxit cao nhất của 1 nguyên tố R ứng với công thức RO_2 . Nguyên tố R đó là
- A. Magie. B. Nitơ. C. Cacbon. D. Photpho.

Chọn đáp án đúng.

7. Theo quy luật biến đổi tính chất đơn chất của các nguyên tố trong bảng tuần hoàn thì
- A. phi kim mạnh nhất là iot.
 B. kim loại mạnh nhất là liti.
 C. phi kim mạnh nhất là flo.
 D. kim loại yếu nhất là xesi.

Chọn đáp án đúng.

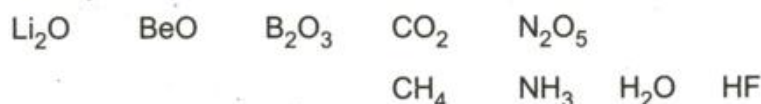
8. Viết cấu hình electron của nguyên tử magie ($Z = 12$). Để đạt được cấu hình electron của nguyên tử khí hiếm gần nhất trong bảng tuần hoàn, nguyên tử magie nhận hay nhường bao nhiêu electron ? Magie thể hiện tính chất kim loại hay phi kim ?

9. Viết cấu hình electron của nguyên tử lưu huỳnh S ($Z = 16$). Để đạt được cấu hình electron của nguyên tử khí hiếm gần nhất trong bảng tuần hoàn, nguyên tử lưu huỳnh nhận hay nhường bao nhiêu electron ? Lưu huỳnh thể hiện tính chất kim loại hay phi kim ?

10. Độ âm điện của một nguyên tử là gì ? Giá trị độ âm điện của các nguyên tử trong các nhóm A biến đổi như thế nào theo chiều điện tích hạt nhân tăng ?

11. Nguyên tử nào trong bảng tuần hoàn có giá trị độ âm điện lớn nhất ? Tại sao ?

12. Cho hai dãy chất sau :



Xác định hoá trị của các nguyên tố trong hợp chất với oxi và với hiđro.