

Chương 2

Hệ thống tuần hoàn các nguyên tố hóa học Cấu tạo và tính chất của các nguyên tử



Dimitri Mendeleev

ĐỊNH LUẬT TUẦN HOÀN

Tính chất các đơn chất cũng như dạng tính chất của các hợp chất thay đổi tuần hoàn theo chiều tăng điện tích hạt nhân nguyên tử.

NGUYÊN TẮC SẮP XẾP CÁC NGUYÊN TỐ TRONG BẢNG HỆ THỐNG TUẦN HOÀN

- Số điện tích hạt nhân Z là số thứ tự.
- Các nguyên tố có tính chất giống nhau được xếp trong cùng một cột (nhóm).
- Mỗi hàng là một chu kỳ gồm các nguyên tố có lớp lượng tử ngoài cùng giống nhau. Mỗi chu kỳ bắt đầu bằng kim loại kiềm và kết thúc khí trơ (ngoại trừ chu kỳ I).

BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HÓA HỌC

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Các họ nguyên tố s, p, d, f

Các nguyên tố họ s ($ns^{1,2}$)

ns^1 – kim loại kiềm

ns^2 – kim loại kiềm thổ

Các nguyên tố họ p (ns^2np^{1-6})

| | | | | | |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ns^2np^1 | ns^2np^2 | ns^2np^3 | ns^2np^4 | ns^2np^5 | ns^2np^6 |
| B - Al | C - Si | N - P | O - S | Halogen | Khí trơ |

Các nguyên tố họ d ($(n-1)d^{1-10}ns^{1,2}$) - kim loại chuyển tiếp

Các nguyên tố họ f ($(n-2)f^{1-14}(n-1)d^{0,1}ns^2$)

các nguyên tố đất hiếm

$4f^{1-14}$: lantanoit

$5f^{1-14}$: actinoit

Tất cả các nguyên tố d và f đều là kim loại.

Chu kỳ

- là dãy các nguyên tố viết theo hàng ngang
- trong chu kỳ tính chất các nguyên tố biến đổi tuần hoàn
- số thứ tự chu kỳ = n của lớp electron ngoài cùng

Chu kỳ I (CK đặc biệt): chỉ có 2 nguyên tố họ s

Chu kỳ II, III (CK nhỏ): 8 nguyên tố = $2(s) + 6(p)$

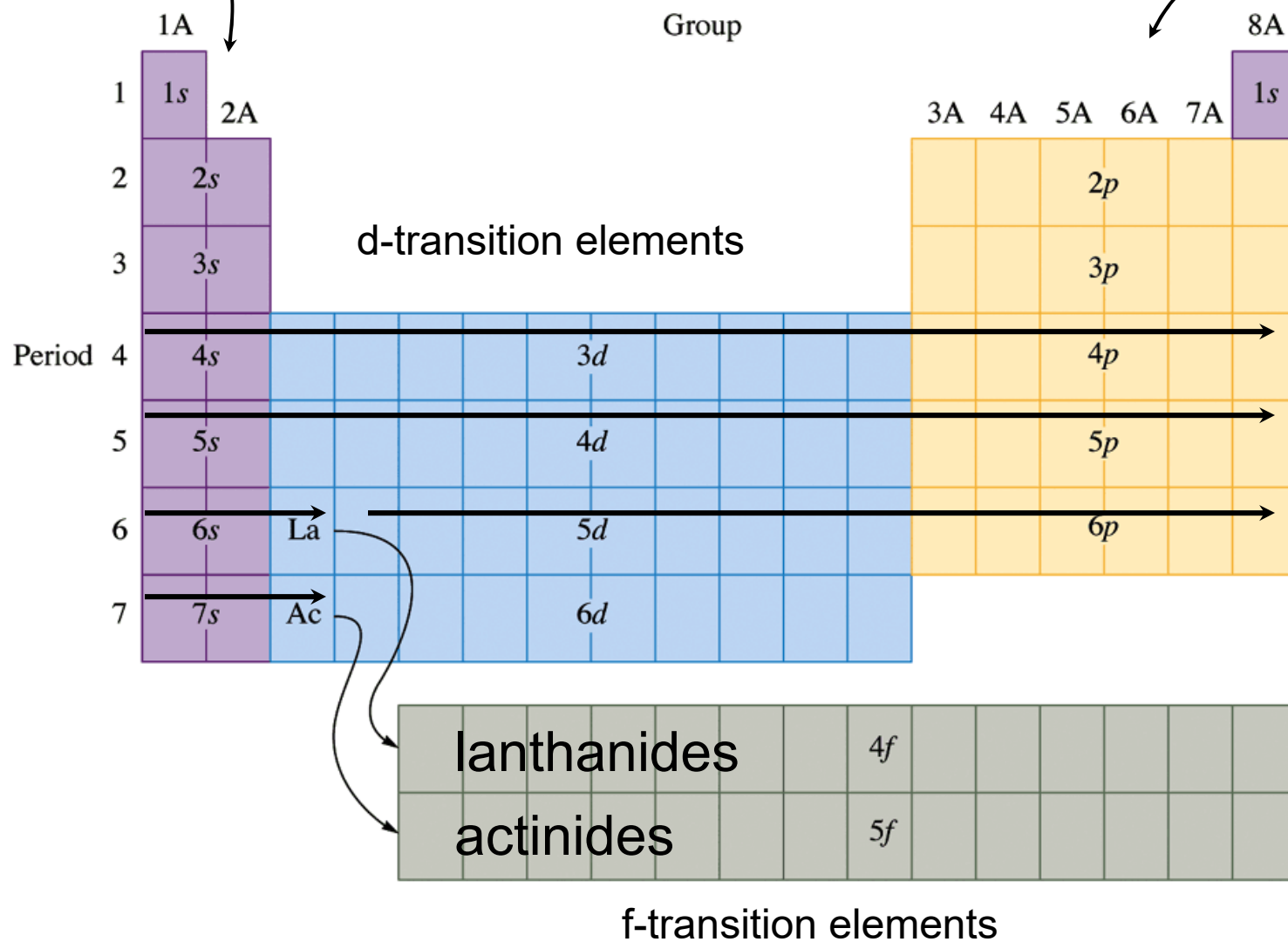
Chu kỳ IV, V (CK lớn): 18 nguyên tố = $2(s) + 10(d) + 6(p)$

Chu kỳ VI (CK hoàn hảo): 32 nguyên tố = $2(s) + 14(f) + 10(d) + 6(p)$

Chu kỳ VII (CK dở dang): có $2(s) + 14(f) +$ một số (d)

's'-groups

'p'-groups



Nhóm là cột dọc các ng tố có tổng số e hóa trị *bằng nhau*

Phân nhóm: Các ng tố có cùng cấu hình electron hoá trị
→ tính chất hóa học tương tự nhau

- 8 phân nhóm chính A (ng tố họ s và p)
- 8 phân nhóm phụ B (ng tố họ d và f)

Phân nhóm chính A (nguyên tố họ s và p)

Số thứ tự PN chính = tổng số e ở lớp ngoài cùng
(tổng số e hoá trị)

| IA | IIA | IIIA | IVA | VA | VIA | VIIA | VIIIA |
|--------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ns^1 | ns^2 | ns^2np^1 | ns^2np^2 | ns^2np^3 | ns^2np^4 | ns^2np^5 | ns^2np^6 |

Phân nhóm phụ B (nguyên tố $d(n \geq 4)$, $f(n \geq 6)$)

| IIIB | IVB | VB | VIB |
|-------------------------------|----------------------|-------------------|---|
| $(n-1)d^1ns^2$ nguyên tố f | $(n-1)d^2ns^2$ | $(n-1)d^3ns^2$ | $(n-1)d^4ns^2$ $(n-1)d^5ns^1$ $(_{24}\text{Cr},_{42}\text{Mo})$ |
| VIIB | VIIIB | IB | IIB |
| $(n-1)d^5ns^2$ | $(n-1)d^{6,7,8}ns^2$ | $(n-1)d^{10}ns^1$ | $(n-1)d^{10}ns^2$ |

Các Lantanoit ($4f^{1-14} 6s^2$) và Actinoit ($5f^{1-14} 7s^2$) tạo thành 14 phân nhóm phụ thứ cấp, mỗi phân nhóm có hai nguyên tố.

Cách xác định vị trí ngố trong bảng HTTH

- Số thứ tự = Z
- Số thứ tự chu kỳ = n_{\max}
- Số nhóm (A) = tổng số điện tử thuộc lớp ngoài cùng.
- Số nhóm (B)

Nguyên tố d với cấu hình e hóa trị $(n-1)d^a ns^b$

$a=10$ số nhóm = b

$a < 6$ số nhóm = $a+b$

$a=6,7,8$ số nhóm = VIIIB

Nguyên tố f thuộc phân nhóm phụ IIIB

SỰ BIẾN THIÊN TUẦN HOÀN MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA CÁC NGUYÊN TỐ

- ❑ *Bán kính nguyên tử và ion*
- ❑ *Năng lượng ion hoá (I)*
- ❑ *Ái lực electron (F)*
- ❑ *Độ âm điện χ*
- ❑ *Hóa trị và số oxy hóa*

Bán kính nguyên tử và ion

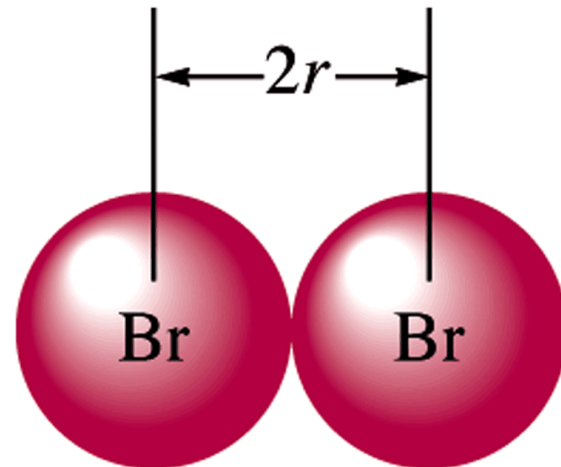
- ❖ Quy ước về bán kính
- ❖ Bán kính nguyên tử
- ❖ Bán kính ion

Quy ước về bán kính hiệu dụng

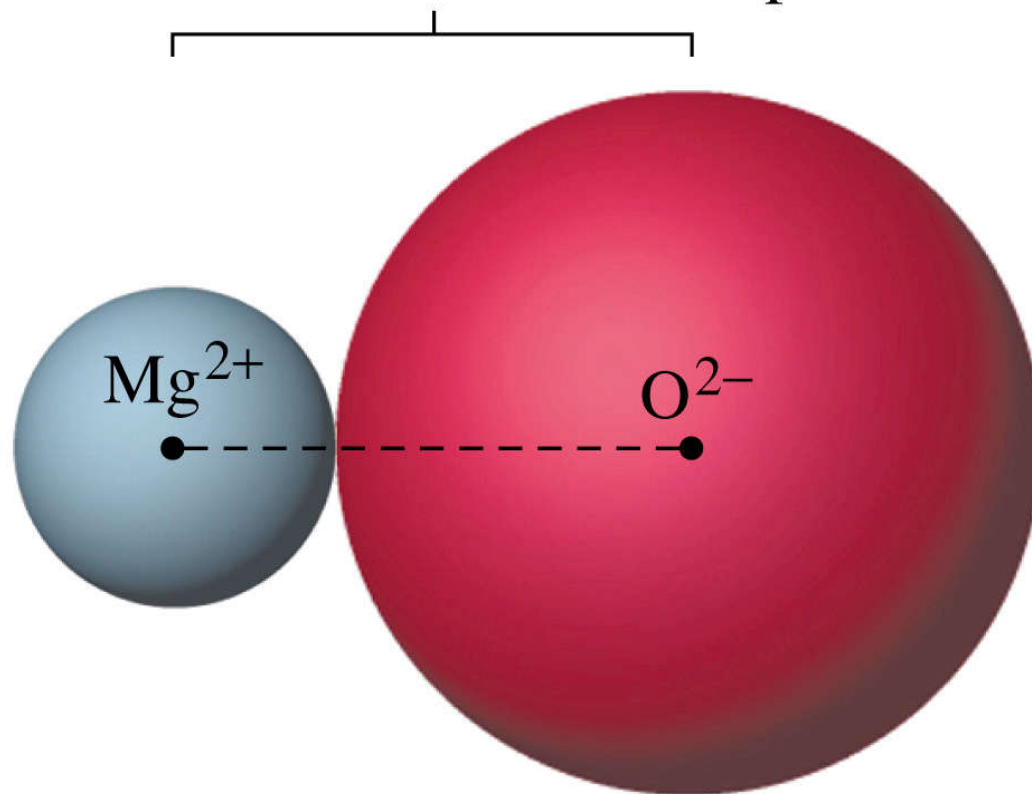
- Coi nguyên tử hay ion như những hình cầu.
- Hợp chất là các hình cầu tiếp xúc nhau.
- Bán kính nguyên tử hay ion được xác định dựa trên khoảng cách giữa các hạt nhân nguyên tử

→ bán kính hiệu dụng r phụ thuộc vào:

- ✓bản chất nguyên tử
- ✓đặc trưng liên kết
- ✓trạng thái tập hợp



Internuclear distance: 205 pm

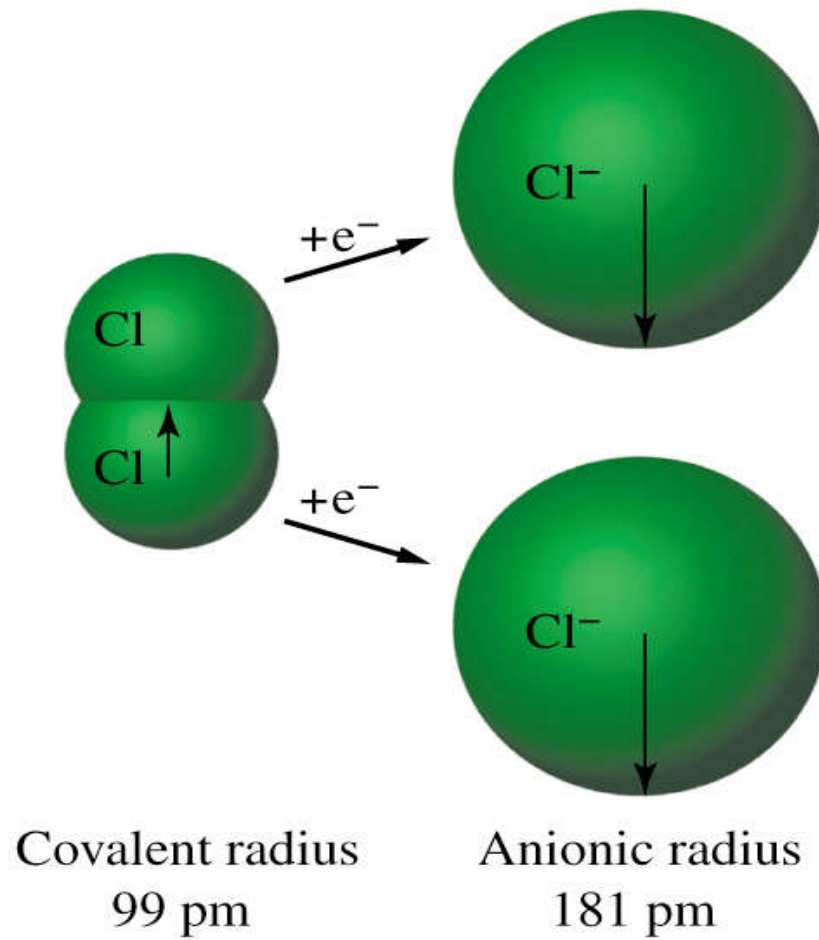


$r_{\text{Mg}^{2+}} = 65 \text{ pm}$

$r_{\text{O}^{2-}} = 140 \text{ pm}$

Bán kính ion

$$r_{A^{+}} < r_A < r_{A^{-}}$$



Bán kính ion

Đối với cation của cùng một ng tố: khi $n \uparrow$ thì $r^{n+} \downarrow$

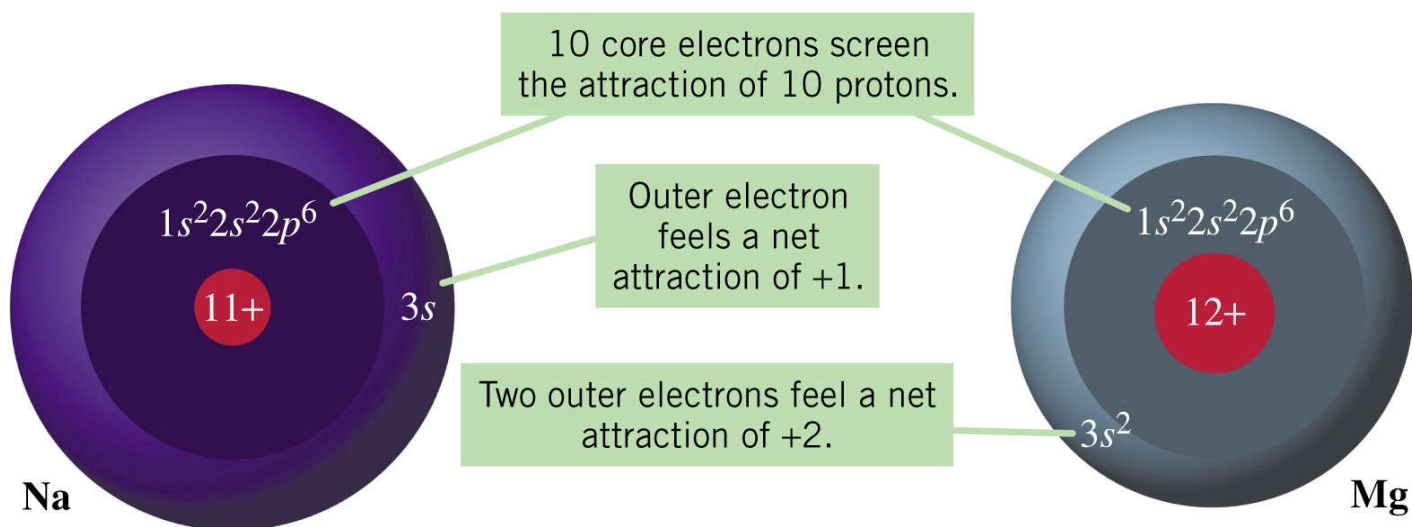


Đối với các ion trong cùng phân nhóm có điện tích ion giống nhau: khi Z ng tử \uparrow thì $r \uparrow$



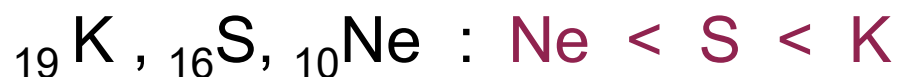
Đối với các ion đẳng e: $r_{\text{ion}} \downarrow$ khi $Z \uparrow$

$r({}_8\text{O}^{2-}) > r({}_9\text{F}^-) > r({}_{11}\text{Na}^+) > r({}_{12}\text{Mg}^{2+}) > r({}_{13}\text{Al}^{3+})$



Bán kính nguyên tử

Hãy sắp xếp các nguyên tử sau đây theo trật tự bán kính tăng dần:



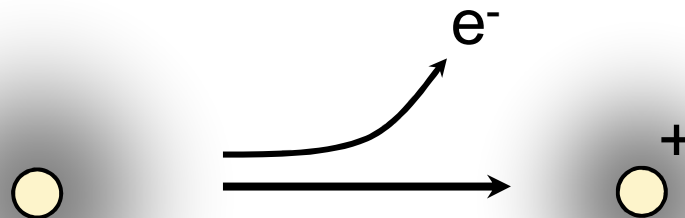
Hãy sắp xếp các ion sau đây theo trật tự bán kính tăng dần :



Ionization Energy

Năng lượng ion hóa (I)

Năng lượng ion hóa (I) là năng lượng cần tiêu tốn để tách một e ra khỏi nguyên tử ở thể khí và không bị kích thích.



I càng nhỏ nguyên tử càng dễ nhường e, do đó tính kim loại và tính khử càng mạnh.

Ionization Energy

Năng lượng ion hóa (I)

$$I_1 < I_2 < I_3 < I_4 \dots$$



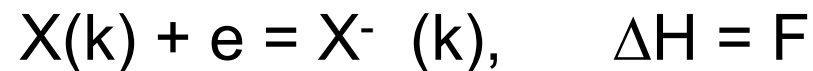
Các yếu tố ảnh hưởng đến năng lượng ion hóa

- **Điện tích hạt nhân nguyên tử.**
- **Số lượng tử chính n .**
- **Khả năng xâm nhập của electron bên ngoài vào lớp bên trong**
- **Tác dụng chắn của electron bên trong đến tương tác giữa hạt nhân với electron hoá trị.**
- **Đặc điểm cấu trúc electron hoá trị.**

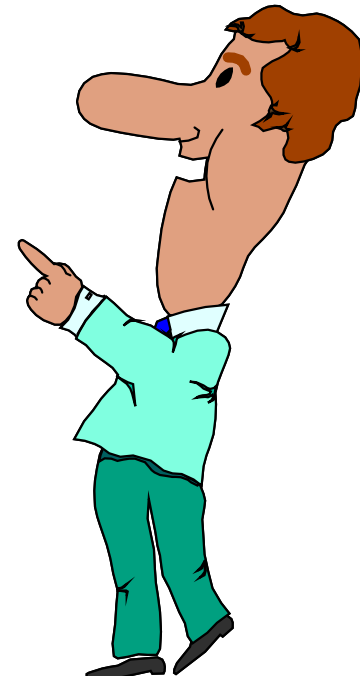
Electron Affinity

Ái lực electron F

Ái lực electron (F) là năng lượng phát ra hay thu vào khi kết hợp một e vào nguyên tử ở thể khí không bị kích thích.



➤ F có giá trị càng âm thì nguyên tử càng dễ nhận e, do đó tính phi kim và tính oxi hóa của nguyên tố càng mạnh.



Độ âm điện χ

Đặc trưng cho khả năng hút mật độ e về phía mình khi tạo liên kết với nguyên tử của nguyên tố khác.

➤ *Trong mỗi chu kỳ khi đi từ trái sang phải, độ âm điện tăng lên.*

➤ *Trong mỗi nhóm khi đi từ trên xuống, độ âm điện giảm.*

* Chú ý: độ âm điện không phải là một hằng số nguyên tử



ĐỘ ÂM ĐIỆN

| |
|----------|
| H 2.2 |
|----------|

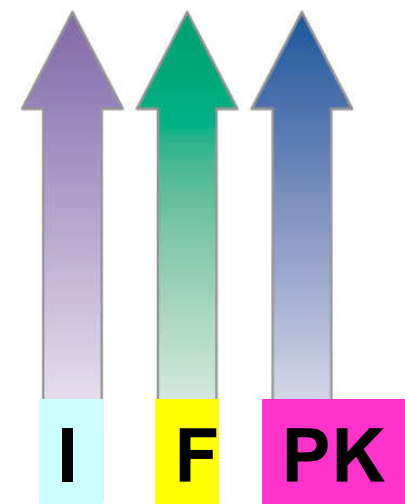
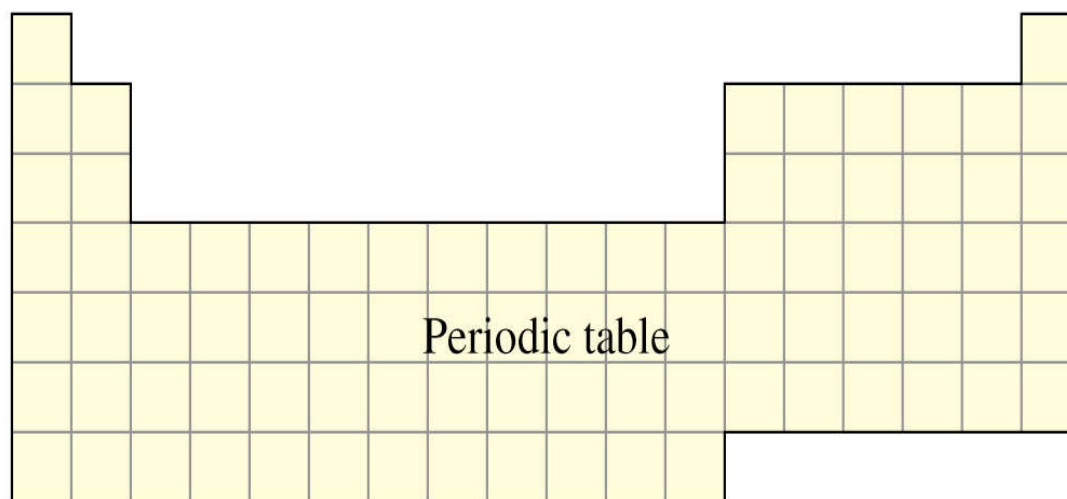
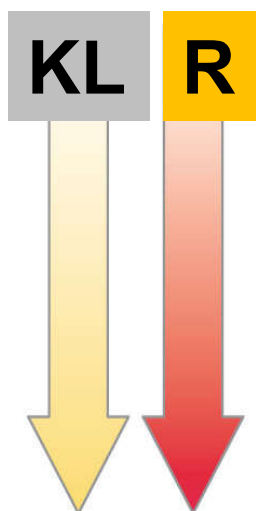
| | | | | | | | | | | | | 3A | 4A | 5A | 6A | 7A |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Li 1.0 | Be 1.6 | | | | | | | | | | | B 2.0 | C 2.5 | N 3.0 | O 3.5 | F 4.0 |
| Na 0.9 | Mg 1.3 | | | | | | | | | | | Al 1.6 | Si 1.9 | P 2.2 | S 2.6 | Cl 3.2 |
| | | 3B | 4B | 5B | 6B | 7B | 8B | | | | 1B | 2B | | | | |
| K 0.8 | Ca 1.0 | Sc 1.4 | Ti 1.5 | V 1.6 | Cr 1.7 | Mn 1.5 | Fe 1.8 | Co 1.9 | Ni 1.9 | Cu 1.9 | Zn 1.6 | Ga 1.8 | Ge 2.0 | As 2.2 | Se 2.6 | Br 3.0 |
| Rb 0.8 | Sr 1.0 | Y 1.2 | Zr 1.3 | Nb 1.6 | Mo 2.2 | Tc 1.9 | Ru 2.2 | Rh 2.3 | Pd 2.2 | Ag 1.9 | Cd 1.7 | In 1.8 | Sn 2.0 | Sb 1.9 | Te 2.1 | I 2.7 |
| Cs 0.8 | Ba 0.9 | La 1.1 | Hf 1.3 | Ta 1.5 | W 2.4 | Re 1.9 | Os 2.2 | Ir 2.2 | Pt 2.3 | Au 2.5 | Hg 2.0 | Tl 1.6 | Pb 2.3 | Bi 2.0 | Po 2.0 | At 2.2 |

| | | |
|---|---|---|
| <1.0 | 1.5–1.9 | 2.5–2.9 |
| 1.0–1.4 | 2.0–2.4 | 3.0–4.0 |

PHI KIM LOẠI

ÁI LỰC ĐIỆN TỬ (F)

NĂNG LƯỢNG ION HOÁ (I)



BÁN KÍNH NGUYÊN TỬ (R)

KIM LOẠI

Hóa trị và số oxy hóa

Hóa trị - số liên kết hóa học mà một nguyên tử tạo nên trong phân tử.

Số oxy hóa - là điện tích dương hay âm của nguyên tử trong hợp chất được tính với giả thiết rằng hợp chất được tạo thành từ các ion

➤ Số oxy hóa dương cao nhất của các nguyên tố = số thứ tự của nhóm. (ngoại trừ IB, VIIIB, VIIIA)

➤ Số oxy hóa âm thấp nhất của phi kim = số thứ tự nhóm - 8

(từ IVA đến VIIA)