

HÓA ĐẠI CƯƠNG – PHẦN CẤU TẠO

Chương 4

ĐỊNH LUẬT TUẦN HOÀN CỦA CÁC NGUYÊN TỐ

Đại học Khoa Học Tự Nhiên tp HCM
2012

4.1. Bảng phân loại tuần hoàn Mendeleev

REIHEN	GRUPPE I – R^2O	GRUPPE II – RO	GRUPPE III – R^2O^3	GRUPPE IV RH^4 RO^2	GRUPPE V RH^3 R^2O^5	GRUPPE VI RH^2 RO^3	GRUPPE VII RH R^2O^7	GRUPPE VIII – RO^4
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27,3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5	
4	K = 39	Ca = 40	– = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63.
5	(Cu = 63)	Zn = 65	– = 68	– = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	– = 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108.
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	I = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	?Di = 138	?Ce = 140	–	–	–	– – – –
9	(–)	–	–	–	–	–	–	
10	–	–	?Er = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184	–	Os = 195, Ir = 197, Pt = 198, Au = 199.
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	–	–	
12	–	–	–	Th = 231	–	U = 240	–	– – – –

Nguyên tắc xếp: tăng dần khối lượng, tương tự tính chất hóa học của nguyên tố, đơn chất, hợp chất cũng biến thiên tuần hoàn.

4.2. Bảng phân loại tuần hoàn hiện đại

Dựa vào những khám phá cấu trúc nguyên tử:

- Nguyên tắc sắp xếp:
 - Tăng dần điện tích hạt nhân
 - Cấu trúc bảng dài: ô – 7 chu kỳ – 8 cột (nhóm)
 - Cấu hình điện tử hóa trị giống nhau xếp vào chung cột
 - Số lớp vỏ điện tử trùng với thứ tự chu kỳ
 - Mở đầu chu kỳ: ns^1
 - Kết thúc chu kỳ: $ns^2 np^6$

Electron Configurations and the Periodic Table

The diagram illustrates the periodic table with electron configurations for different blocks. The s-block (blue) includes groups 1 and 2, labeled 1s through 7s. The p-block (teal) includes groups 13 through 18, labeled 2p through 6p. The d-block (yellow) includes transition metals, labeled 3d through 6d. The f-block (light blue) includes lanthanides and actinides, labeled 4f and 5f. Arrows indicate the filling order of orbitals.

Block	Orbitals	Periods
Representative s-block elements	s	1s, 2s, 3s, 4s, 5s, 6s, 7s
Representative p-block elements	p	2p, 3p, 4p, 5p, 6p
Transition metals	d	3d, 4d, 5d, 6d
f-Block metals	f	4f, 5f

Legend:

- Representative s-block elements (Blue)
- Representative p-block elements (Teal)
- Transition metals (Yellow)
- f-Block metals (Light Blue)

Bảng phân loại tuần hoàn dạng dài

Periodic Table of the Elements

Chu kỳ	IA 1	IIA 2	Nhóm										IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VIIA 17	VIIIA 18
1	1 H 1s ¹																	2 He 1s ²
2	3 Li 2s ¹	4 Be 2s ²											5 B 2s ² 2p ¹	6 C 2s ² 2p ²	7 N 2s ² 2p ³	8 O 2s ² 2p ⁴	9 F 2s ² 2p ⁵	10 Ne 2s ² 2p ⁶
3	11 Na 3s ¹	12 Mg 3s ²	IIIB 3	IVB 4	VB 5	VIB 6	VIIB 7	VIIIB 8	VIIIB 9	VIIIB 10	IB 11	IIB 12	13 Al 3s ² 3p ¹	14 Si 3s ² 3p ²	15 P 3s ² 3p ³	16 S 3s ² 3p ⁴	17 Cl 3s ² 3p ⁵	18 Ar 3s ² 3p ⁶
4	19 K 4s ¹	20 Ca 4s ²	21 Sc 3d ¹ 4s ²	22 Ti 3d ² 4s ²	23 V 3d ³ 4s ²	24 Cr 3d ⁴ 4s ¹	25 Mn 3d ⁵ 4s ²	26 Fe 3d ⁶ 4s ²	27 Co 3d ⁷ 4s ²	28 Ni 3d ⁸ 4s ²	29 Cu 3d ¹⁰ 4s ¹	30 Zn 3d ¹⁰ 4s ²	31 Ga 4s ² 4p ¹	32 Ge 4s ² 4p ²	33 As 4s ² 4p ³	34 Se 4s ² 4p ⁴	35 Br 4s ² 4p ⁵	36 Kr 4s ² 4p ⁶
5	37 Rb 5s ¹	38 Sr 5s ²	39 Y 4d ¹ 5s ²	40 Zr 4d ² 5s ²	41 Nb 4d ⁴ 5s ¹	42 Mo 4d ⁵ 5s ¹	43 Tc 4d ⁵ 5s ²	44 Ru 4d ⁷ 5s ¹	45 Rh 4d ⁸ 5s ¹	46 Pd 4d ¹⁰ 5s ⁰	47 Ag 4d ¹⁰ 5s ¹	48 Cd 4d ¹⁰ 5s ²	49 In 5s ² 5p ¹	50 Sn 5s ² 5p ²	51 Sb 5s ² 5p ³	52 Te 5s ² 5p ⁴	53 I 5s ² 5p ⁵	54 Xe 5s ² 5p ⁶
6	55 Cs 6s ¹	56 Ba 6s ²	57 La* 5d ¹ 6s ²	72 Hf 5d ² 6s ²	73 Ta 5d ³ 6s ²	74 W 5d ⁴ 6s ²	75 Re 5d ⁵ 6s ²	76 Os 5d ⁶ 6s ²	77 Ir 5d ⁷ 6s ²	78 Pt 5d ⁹ 6s ¹	79 Au 5d ¹⁰ 6s ¹	80 Hg 5d ¹⁰ 6s ²	81 Tl 6s ² 6p ¹	82 Pb 6s ² 6p ²	83 Bi 6s ² 6p ³	84 Po 6s ² 6p ⁴	85 At 6s ² 6p ⁵	86 Rn 6s ² 6p ⁶
7	87 Fr 7s ¹	88 Ra 7s ²	89 Ac* 6d ¹ 7s ²	104 Rf 6d ² 7s ²	105 Db 6d ³ 7s ²	106 Sg 6d ⁴ 7s ²	107 Bh 6d ⁵ 7s ²	108 Hs 6d ⁶ 7s ²	109 Mt 6d ⁷ 7s ²	110 Ds 6d ⁸ 7s ²								

Lanthanoids

58 Ce 4f ¹ 5d ¹ 6s ²	59 Pr 4f ³ 6s ²	60 Nd 4f ⁴ 6s ²	61 Pm 4f ⁵ 6s ²	62 Sm 4f ⁶ 6s ²	63 Eu 4f ⁷ 6s ²	64 Gd 4f ⁷ 5d ¹ 6s ²	65 Tb 4f ⁹ 6s ²	66 Dy 4f ¹⁰ 6s ²	67 Ho 4f ¹¹ 6s ²	68 Er 4f ¹² 6s ²	69 Tm 4f ¹³ 6s ²	70 Yb 4f ¹⁴ 6s ²	71 Lu 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ²
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--

Actinoids

90 Th 6d ² 7s ²	91 Pa 5f ² 6d ¹ 7s ²	92 U 5f ³ 6d ¹ 7s ²	93 Np 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	94 Pu 5f ⁶ 7s ²	95 Am 5f ⁷ 7s ²	96 Cm 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	97 Bk 5f ⁹ 7s ²	98 Cf 5f ¹⁰ 7s ²	99 Es 5f ¹¹ 7s ²	100 Fm 5f ¹² 7s ²	101 Md 5f ¹³ 7s ²	102 No 5f ¹⁴ 7s ²	103 Lr 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²
---	---	--	---	---	---	---	---	--	--	---	---	---	---

Các nhóm nguyên tố trong Bảng phân loại tuần hoàn

	IA 1		"representative elements"											IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VIIA 17	VIIA 18	
1	H																		He	
2	Li	Be												B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg	IIIB 3	IVB 4	VB 5	VIB 6	VII B 7	VIII 8	VIII 9	VIII 10	IB 11	IIB 12	Al	Si	P	S	Cl	Ar		
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
5	Cs	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
6	Rb	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds			"main group elements"							
<div>Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu</div>																			Lanthanides	
<div>Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr</div>																			Actinides	

S.K. Lower

S.K. Lower

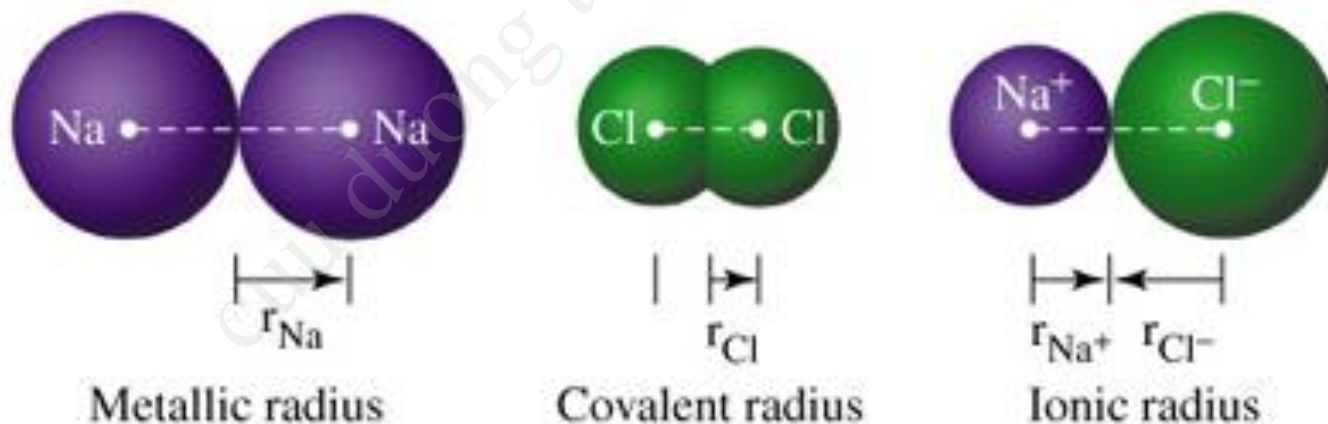
Quan hệ giữa:

- Cấu hình electron nguyên tử (electron configuration) và vị trí nguyên tố trong bảng phân loại tuần hoàn
 - chu kỳ = lớp ngoài cùng
 - nhóm: nguyên tố s (nhóm A) = số electron s
nguyên tố p (nhóm A) = số electron s+p
nguyên tố d (nhóm B): số electron ns + (n-1)d: 3 → 8 = số thứ tự nhóm; 8, 9, 10 = nhóm VIII B; 11 và 12: nhóm I B và II B.
- Điện tử hóa trị thuộc các vân đạo ns, (n-2)f, (n-1)d , np
- Tính chất hóa học phụ thuộc vào số điện tử hóa trị và số lớp vỏ

4.3. Biến thiên tuần hoàn một số tính chất các nguyên tố

4.3.1 Bán kính nguyên tử và bán kính ion

Bán kính qui ước

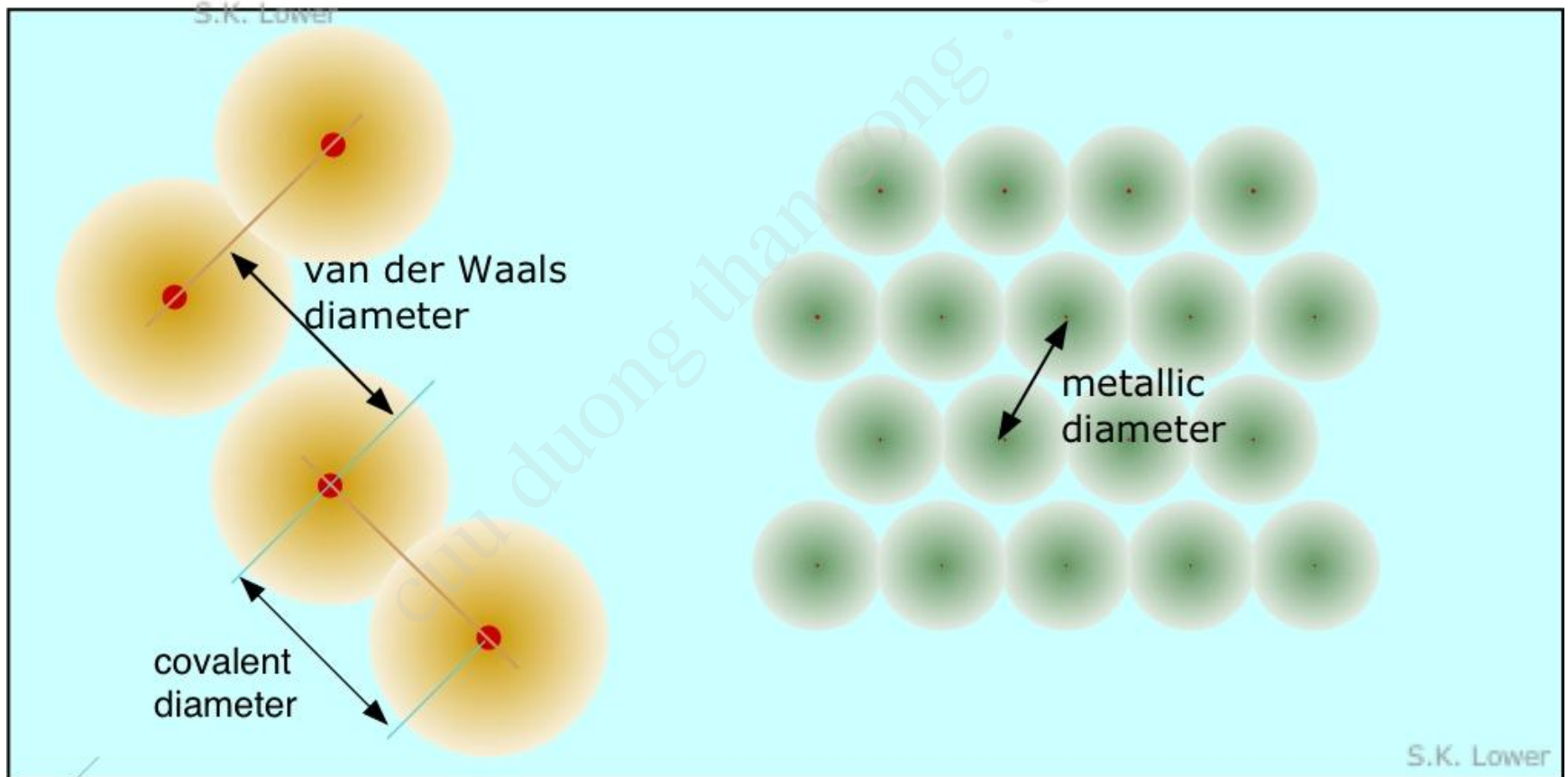


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Bán kính nguyên tử

Bán kính nguyên tử

$$r_A = \frac{d_{A-A}}{2}$$



Biến thiên bán kính nguyên tử



- Chu kỳ: Trái → phải: bán kính nguyên tử (r) giảm:
 $n = \text{const}$
 z tăng
- Nhóm: Trên → xuống: r tăng do:
 n tăng, z tăng nhưng sự tăng lớp vỏ có tính trội hơn

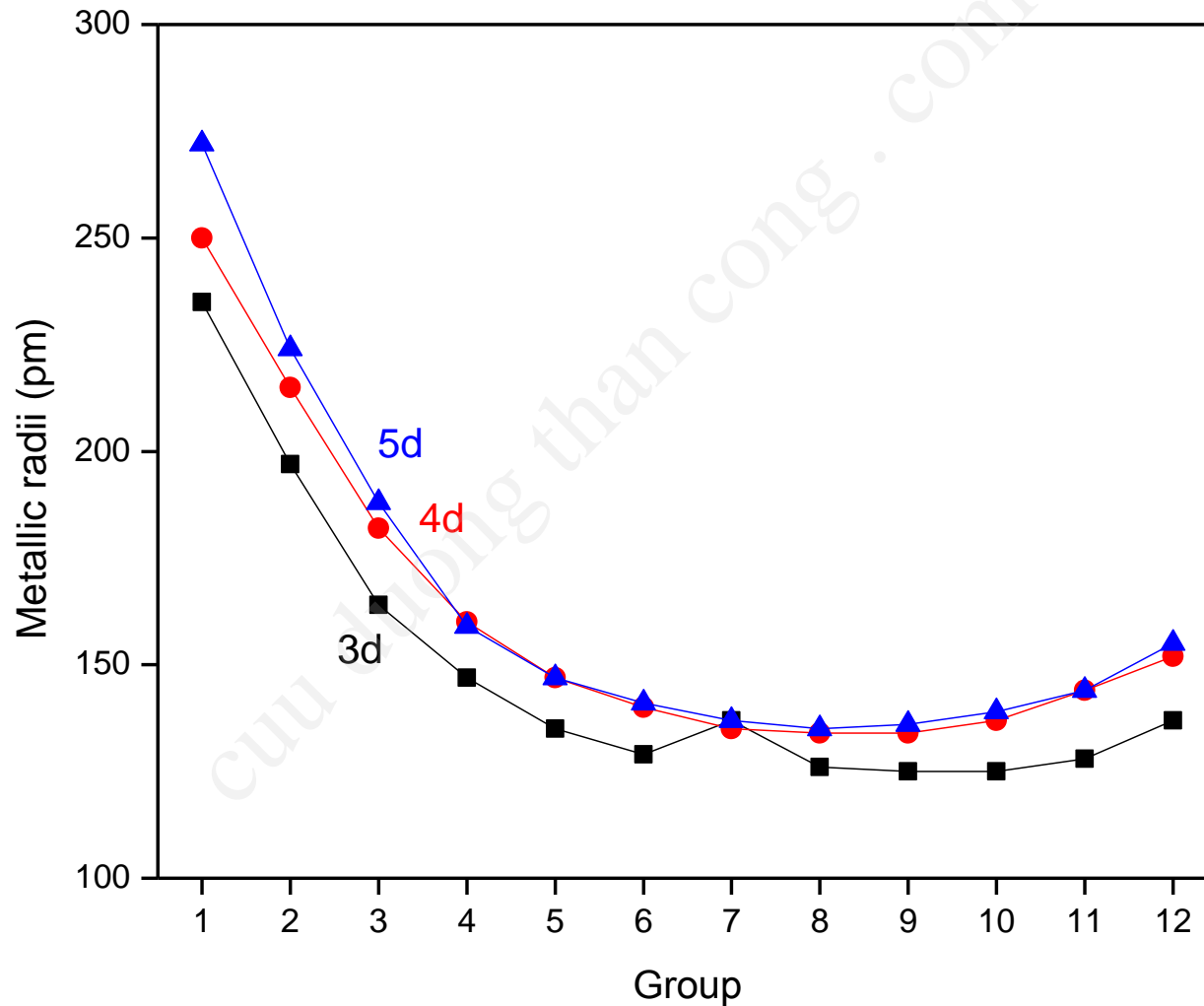
Hiệu ứng co d , co f

- Hiệu ứng co d :
 - Chu kỳ: bán kính các nguyên tố d giảm ít
- Co d + co f :
 - Nhóm: bán kính dãy $3d < 4d \approx 5d$

Biến thiên bán kính nguyên tử

IA	IIA		IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
Atomic radii								
H 0.37								He 0.31
Li 1.52	Be 1.12		B 0.85	C 0.77	N 0.75	O 0.73	F 0.72	Ne 0.71
Na 1.86	Mg 1.60		Al 1.43	Si 1.18	P 1.10	S 1.03	Cl 1.00	Ar 0.98
K 2.27	Ca 1.97		Ga 1.35	Ge 1.22	As 1.20	Se 1.19	Br 1.14	Kr 1.12
Rb 2.48	Sr 2.15		In 1.67	Sn 1.40	Sb 1.40	Te 1.42	I 1.33	Xe 1.31
Cs 2.65	Ba 2.22		Tl 1.70	Pb 1.46	Bi 1.50	Po 1.68	At 1.40	Rn 1.41

Bán kính các nguyên tố d



Biến thiên bán kính ion

Li ⁺  60 152	Be ²⁺  31 111		N ³⁻  171 70	O ²⁻  140 66	F ⁻  136 64
Na ⁺  95 186	Mg ²⁺  65 160	Al ³⁺  50 143		S ²⁻  184 104	Cl ⁻  181 99
K ⁺  133 231	Ca ²⁺  99 197	Ga ³⁺  62 122		Se ²⁻  198 117	Br ⁻  185 114
Rb ⁺  148 244	Sr ²⁺  113 215	In ³⁺  81 162		Te ²⁻  221 137	I ⁻  216 133

Ionic radii

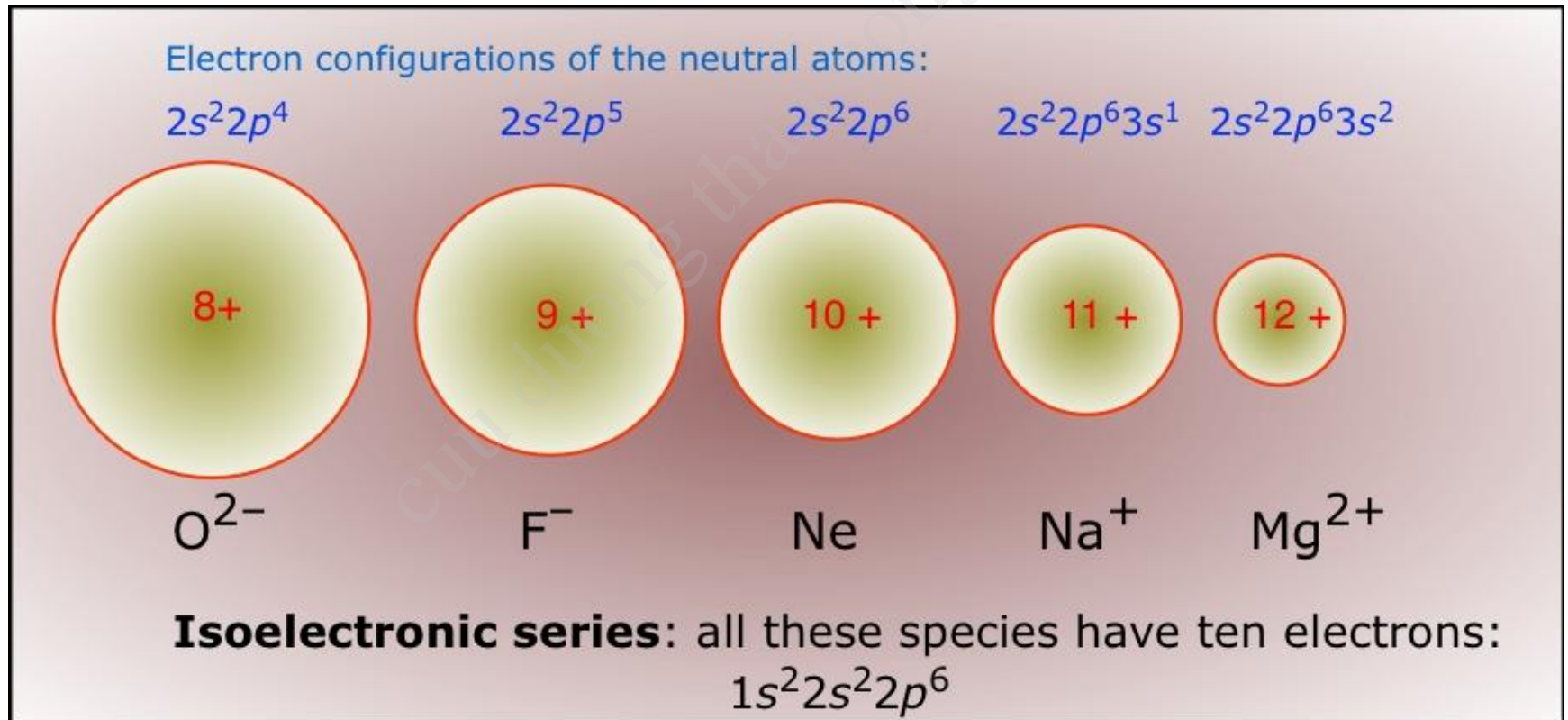
S.K. Lower

Ions are colored red and blue; parent atoms brown.
Radii are in picometers.

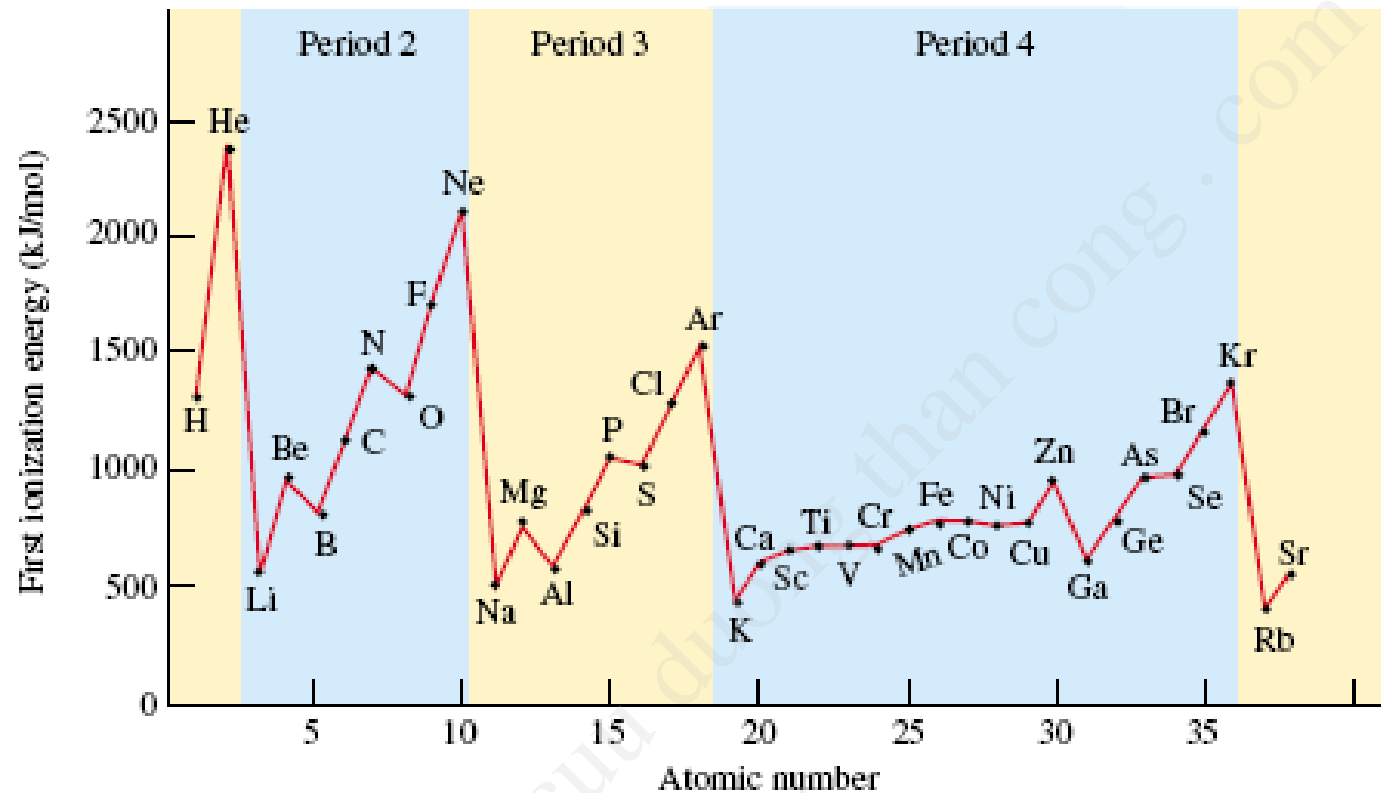
$$r_{M^{2+}} < r_{M^+} < r_M < r_{M^-}$$

Bán kính các ion đẳng điện tử

Chu kỳ: Trái → phải, r giảm



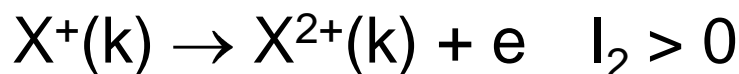
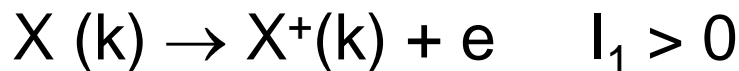
4.3.2. Biến thiên năng lượng ion hóa I



Chu kỳ: I tăng
→ Khó nhường e

Nhóm: I giảm
→ dễ nhường e

Năng lượng ion hóa:



$$I_2 > I_1$$

TABLE 6-1*First Ionization Energies (kJ/mol of atoms) of Some Elements*

H 1312																He 2372	
Li 520	Be 899											B 801	C 1086	N 1402	O 1314	F 1681	Ne 2081
Na 496	Mg 738											Al 578	Si 786	P 1012	S 1000	Cl 1251	Ar 1521
K 419	Ca 599	Sc 631	Ti 658	V 650	Cr 652	Mn 717	Fe 759	Co 758	Ni 757	Cu 745	Zn 906	Ga 579	Ge 762	As 947	Se 941	Br 1140	Kr 1351
Rb 403	Sr 550	Y 617	Zr 661	Nb 664	Mo 685	Tc 702	Ru 711	Rh 720	Pd 804	Ag 731	Cd 868	In 558	Sn 709	Sb 834	Te 869	I 1008	Xe 1170
Cs 377	Ba 503	La 538	Hf 681	Ta 761	W 770	Re 760	Os 840	Ir 880	Pt 870	Au 890	Hg 1007	Tl 589	Pb 715	Bi 703	Po 812	At 890	Rn 1037

Giá trị I phụ thuộc vào:

- z
- r
- Cấu hình
- Độ thấm $s > p > d > f$

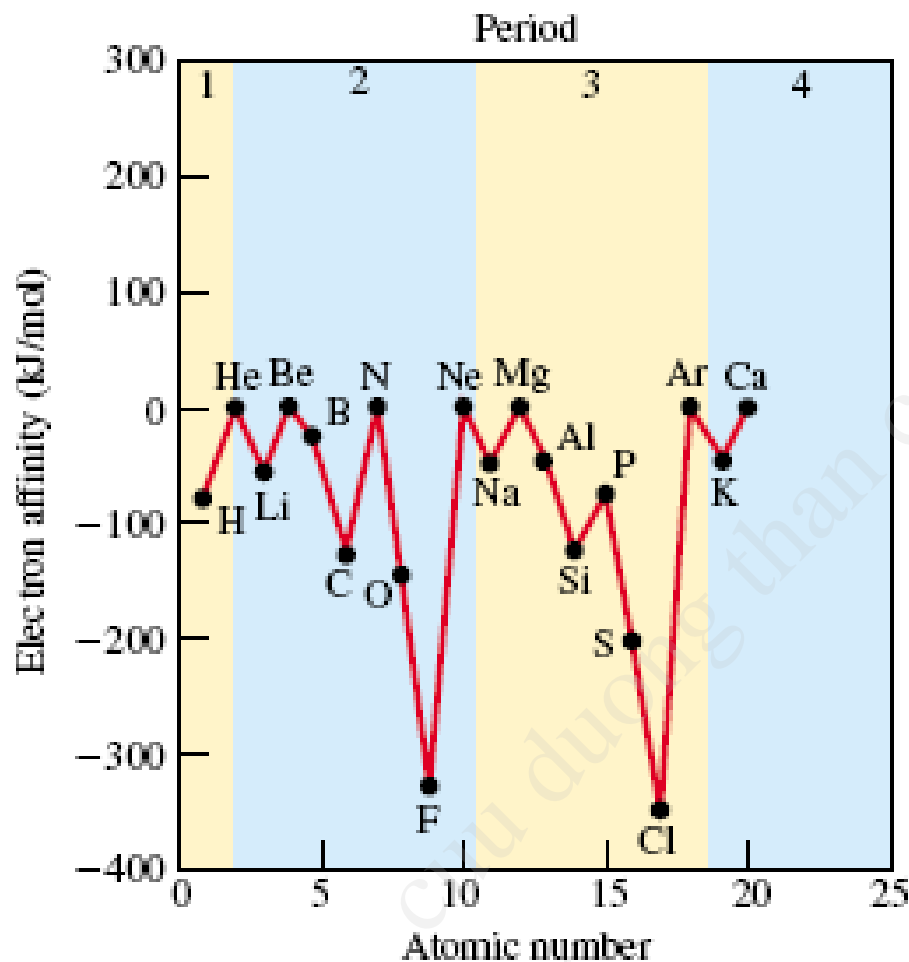
Năng lượng ion hóa các nguyên tố chu kỳ 3

TABLE 12.6 Successive Ionization Energies in Kilojoules per Mole for the Elements in Period 3

General increase →							
Element	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7
Na	495	4560					
Mg	735	1445	7730	Core electrons*			
Al	580	1815	2740	11,600			
Si	780	1575	3220	4350	16,100		
P	1060	1890	2905	4950	6270	21,200	
S	1005	2260	3375	4565	6950	8490	27,000
Cl	1255	2295	3850	5160	6560	9360	11,000
Ar	1527	2665	3945	5770	7230	8780	12,000

*Note the large jump in ionization energy in going from removal of valence electrons to removal of core electrons.

4.3.3. Biến thiên năng lượng anion hóa A (Ái lực điện tử)



Chu kỳ: A tăng do r giảm

Nhóm : A giảm do r tăng

I

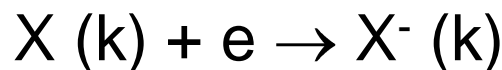
Nguyên tử A_1 (kJ/mol)

F -327,8

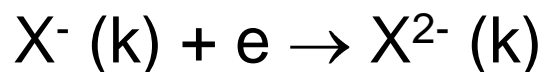
Cl -348,7

Br -324,5

I -295,2



A_1



$A_2 > 0$

4.3.4. Biến thiên độ âm điện χ

- Đặc trưng cho khả năng rút electron về phía nguyên tử nào đó khi nó liên kết với nguyên tử khác: độ âm điện cao \rightarrow rút mạnh electron về phía nguyên tử

Pauling:

- Khi tạo liên kết phân cực A-B:

$$E_{A-B(\text{lt})} = (E_{A-A} \cdot E_{B-B})^{1/2}$$

Đặt: $\Delta E = E_{A-B(\text{đo})} - (E_{A-A} \cdot E_{B-B})^{1/2} = k (\chi_B - \chi_A)^2$

$$k = 96,5 \text{ (đơn vị năng lượng là kJ/mol)}$$

- Khi tạo liên kết không phân cực A-B: $\Delta E = 0 \rightarrow \chi_B = \chi_A$

$$\chi_F = 4 \rightarrow \text{độ âm điện các nguyên tố khác}$$

Mulliken: $\chi_A = \frac{1}{2} (I_A + A_A)$

Đồ âm điện

TABLE 6-3 *Electronegativity Values of the Elements^a*

IA																			VIIIA	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																	18	19	
1	2																			

Biến thiên tính chất một số hợp chất

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
LiH	BeH ₂	B ₂ H ₆	CH ₄	NH ₃	H ₂ O	HF
NaH	MgH ₂	(AlH ₃) _x	SiH ₄	PH ₃	H ₂ S	HCl
KH	CaH ₂	Ga ₂ H ₆	GeH ₄	AsH ₃	H ₂ Se	HBr
RbH	SrH ₂	InH ₃	SnH ₄	SbH ₃	H ₂ Te	HI
CsH	BaH ₂	TlH	PbH ₄	BiH ₃	H ₂ Po	HAt

Figure 6-4 Common hydrides of the representative elements. The ionic hydrides are shaded blue, molecular hydrides are shaded red, and those of intermediate character are shaded purple.

Increasing acidic character \longrightarrow

Increasing base character \downarrow

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Li_2O	BeO	B_2O_3	CO_2	N_2O_5		OF_2
Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_4O_{10}	SO_3	Cl_2O_7
K_2O	CaO	Ga_2O_3	GeO_2	As_2O_5	SeO_3	Br_2O_7
Rb_2O	SrO	In_2O_3	SnO_2	Sb_2O_5	TeO_3	I_2O_7
Cs_2O	BaO	Tl_2O_3	PbO_2	Bi_2O_5	PoO_3	At_2O_7

Figure 6-8 The normal oxides of the representative elements in their maximum oxidation states. Acidic oxides (acid anhydrides) are shaded red, amphoteric oxides are shaded purple, and basic oxides (basic anhydrides) are shaded blue. An amphoteric oxide is one that shows some acidic and some basic properties.