

HOÁ HỌC ĐẠI CƯƠNG

Chương 2:

Nguyên tố và Bảng hệ thống tuần hoàn

Giảng viên: TS. Dương Nguyễn Hồng Nhung

***Tài liệu tham khảo:**

PGS. Huynh Ky Phuong Ha, TS. Phung Thanh Khoa, GS. Catherine Drennan

Lịch sử hình thành Bảng hệ thống tuần hoàn

<https://www.youtube.com/watch?v=O-48znAg7VE>

<https://www.youtube.com/watch?v=fPnwBITSmgU>

Row	Group I — R_2O	Group II — RO	Group III — R_2O_3	Group IV RH_4 RO_2	Group V RH_3 R_2O_5	Group VI RH_2 RO_3	Group VII RH R_2O_7	Group 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 = 83	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		

Phát hiện mô hình: Định luật tuần hoàn và bảng hệ thống tuần hoàn

- Năm 1869, Mendeleev nhận thấy một số nhóm nguyên tố có tính chất tương tự nhau.
- Ông phát hiện khi các nguyên tố hoá học được sắp xếp theo thứ tự khối lượng nguyên tử tăng dần, các tính chất tương tự này lặp lại theo một mô hình tuần hoàn.
 - Chu kỳ thể hiện một mô hình lặp lại.

Định luật tuần hoàn

- Mendeleev đã tóm tắt những quan sát này trong **định luật tuần hoàn**:
 - Khi các nguyên tố được sắp xếp theo thứ tự khối lượng tăng dần, tính chất các nguyên tố sẽ lặp lại theo chu kỳ.

The Periodic Law

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca

Elements with similar properties recur in a regular pattern.

Bảng hệ thống tuần hoàn hoá học

- Mendeleev sắp xếp các nguyên tố đã biết trong một bảng.
- Ông sắp xếp các hàng sao cho các nguyên tố có tính chất giống nhau nằm trong cùng cột dọc.

A Simple Periodic Table

1 H							2 He
3 Li	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca						

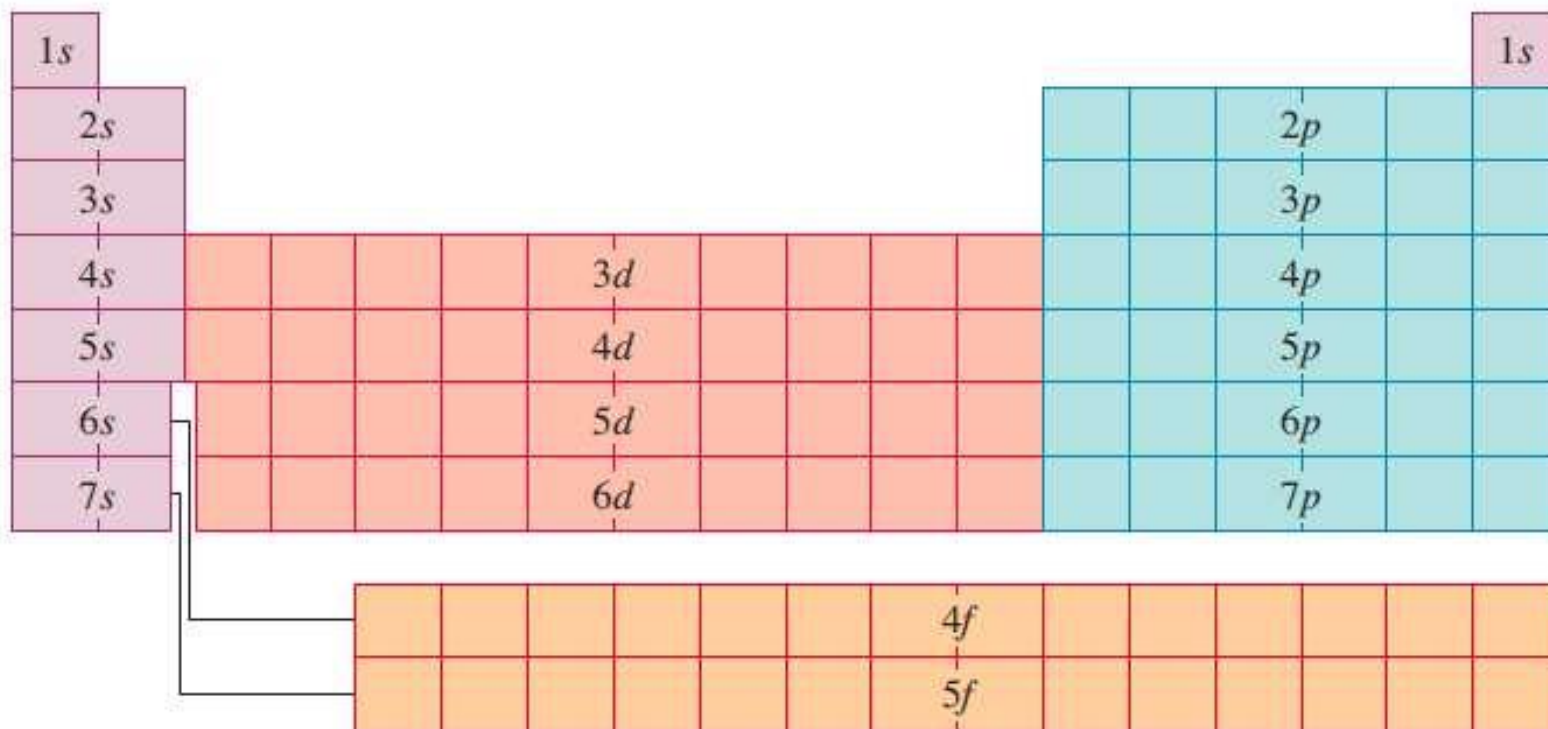
Elements with similar properties
fall into columns.

Bảng hệ thống tuần hoàn hoá học

- Bảng của Mendeleev chứa một số khoảng trống, cho phép ông dự đoán sự tồn tại (và thậm chí là tính chất) của các nguyên tố chưa được khám phá.
 - Mendeleev đã dự đoán về sự tồn tại của một nguyên tố mà ông gọi là eka-silicon.
 - Năm 1886, eka-silicon được phát hiện bởi nhà hóa học người Đức Clemens Winkler (1838–1904), người đặt tên cho nó là germanium.

Bảng hệ thống tuần hoàn hiện đại

- Trong bảng hiện đại, các nguyên tố được liệt kê theo thứ tự số nguyên tử tăng dần chứ không phải theo khối lượng tương đối tăng.
- Bảng tuần hoàn hiện đại cũng chứa nhiều nguyên tố hơn bảng gốc của Mendeleev vì nhiều nguyên tố đã được phát hiện từ thời của ông.

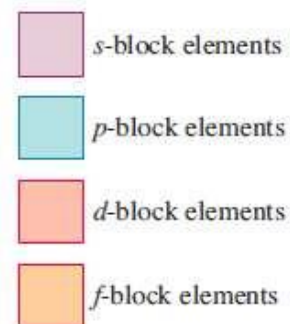


Các nguyên tố nhóm chính

(electron hoá trị: $ns^a np^b$)

- Nguyên tố s
- Nguyên tố p

Các nguyên tố chuyển tiếp: các nguyên tố khác



1 1A	PERIODIC TABLE OF ELEMENTS																18 8A
1 H 1s ¹	2 2A											13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	2 He 1s ²
3 Li 2s ¹	4 Be 2s ²											5 B 2p ¹	6 C 2p ²	7 N 2p ³	8 O 2p ⁴	9 F 2p ⁵	10 Ne 2p ⁶
11 Na 3s ¹	12 Mg 3s ²	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B		10 10B	11 1B	12 2B	13 Al 3p ¹	14 Si 3p ²	15 P 3p ³	16 S 3p ⁴	17 Cl 3p ⁵	18 Ar 3p ⁶
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 ⁵ 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 4p ¹	32 Ge 4p ²	33 As 4p ³	34 Se 4p ⁴	35 Br 4p ⁵	36 Kr 4p ⁶
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	47 Ag 4d ¹⁰ 5s ¹	48 Cd 4d ¹⁰ 5s ²	49 In 5p ¹	50 Sn 5p ²	51 Sb 5p ³	52 Te 5p ⁴	53 I 5p ⁵	54 Xe 5p ⁶
55 Cs 6s ¹	56 Ba 6s ²	57-71 La-Lu LANTHANIDES	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 6p ¹	82 Pb 6p ²	83 Bi 6p ³	84 Po 6p ⁴	85 At 6p ⁵	86 Rn 6p ⁶
87 Fr 7s ¹	88 Ra 7s ²	89-103 Ac-Lr ACTINIDES	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	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo
LANTHANIDES		57 La 5d ¹ 6s ²	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 5d ¹ 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	
ACTINIDES		89 Ac 6d ¹ 7s ²	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 6d ⁰ 7s ²	95 Am 5f ⁷ 6d ⁰ 7s ²	96 Cm 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	97 Bk 5f ⁸ 6d ¹ 7s ²	98 Cf 5f ¹⁰ 6d ⁰ 7s ²	99 Es 5f ¹¹ 6d ⁰ 7s ²	100 Fm 5f ¹² 6d ⁰ 7s ²	101 Md 5f ¹³ 6d ⁰ 7s ²	102 No 5f ¹⁴ 6d ⁰ 7s ²	103 Lr 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²	

Bảng tuần hoàn hoá học hiện đại

Major Divisions of the Periodic Table

Metals Metalloids Nonmetals

1A 1 2A 2 3A 4A 5A 6A 7A 8A 18 18

1 H 2 He

2 Li Be 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3 Na Mg 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

4 K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr

5 Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe

6 Cs 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 Rg Cn Fl Lv

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36

37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54

55 56 57 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86

87 88 89 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118

Strontium Chromium Gold Copper Lead Silicon Arsenic Carbon Sulfur Bromine Iodine

Lanthanides

Actinides

Phân loại nguyên tố hoá học

- Các nguyên tố trong bảng tuần hoàn được phân loại như sau:
 - Kim loại
 - Phi kim
 - Á kim

Kim loại

- **Kim loại**, ở phía dưới bên trái và giữa bảng tuần hoàn, có chung một số tính chất.
 - Chất dẫn nhiệt và điện tốt
 - Có thể được đập thành tấm phẳng (dễ uốn)
 - Có thể được kéo thành dây (độ dẻo)
 - Có tính ánh kim
 - Có xu hướng nhường electron khi chúng xảy ra những phản ứng hóa học
- Crom, đồng, stronti và chì là những kim loại điển hình.

Phi kim

- **Phi kim** nằm ở phía trên bên phải của bảng tuần hoàn.
- Có tổng cộng 17 phi kim:
 - 5 phi kim là chất rắn ở nhiệt độ phòng (C, P, S, Se và I).
 - 1 phi kim là chất lỏng ở nhiệt độ thường (Br).
 - 11 phi kim là các chất khí ở nhiệt độ phòng (H, He, N, O, F, Ne, Cl, Ar, Kr, Xe và Rn).

Phi kim

- Nhìn chung, các phi kim có xu hướng có những đặc tính sau:
 - Chất dẫn nhiệt và dẫn điện kém
 - Không dẻo và không dễ uốn
 - Nhận electron khi chúng xảy ra những phản ứng hóa học
- Oxi, cacbon, lưu huỳnh, brom và iot là những phi kim.

Á kim

- Á kim đôi khi được gọi là *bán kim loại*.
- Chúng là những nguyên tố nằm dọc theo đường chéo ngoằn ngoèo phân chia kim loại và phi kim.
- Chúng thể hiện các tính chất hỗn hợp.
- Một số kim loại cũng được phân loại là **chất bán dẫn** vì tính dẫn điện trung gian (và phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ) của chúng.

Bảng hệ thống tuần hoàn

- Bảng tuần hoàn cũng có thể được chia thành
 - **các nguyên tố nhóm chính**, mà tính chất của chúng có xu hướng phần lớn có thể dự đoán được dựa trên vị trí của chúng trong bảng tuần hoàn.
 - **các nguyên tố chuyển tiếp hoặc kim loại chuyển tiếp**, mà các tính chất của chúng có xu hướng ít được dự đoán hơn chỉ dựa vào vị trí của chúng trong bảng tuần hoàn.

Bảng hệ thống tuần hoàn

Main-group elements		Transition elements										Main-group elements							
1A 1												8A 18							
Periods	1	1 H																	
	2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
	3	11 Na	12 Mg	3B 3	4B 4	5B 5	6B 6	7B 7	8B 8 9 10		1B 11	2B 12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
	4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
	5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
	6	55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
	7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113	114 Fl	115	116 Lv	117	118

Bảng hệ thống tuần hoàn

- Bảng tuần hoàn được chia thành các cột dọc và các hàng ngang.
 - Mỗi cột dọc được gọi là một **nhóm** (hoặc họ).
 - Mỗi hàng ngang được gọi là một **chu kỳ**.
- Có tổng cộng 18 nhóm và 7 chu kỳ.
- Các nhóm được đánh số từ 1–18 (hoặc nhóm A và B).

Bảng hệ thống tuần hoàn

- Các nguyên tố của nhóm chính nằm trong các cột có nhãn bằng số và chữ A (1A – 8A hoặc nhóm 1, 2 và 13–18).
- Các nguyên tố chuyển tiếp nằm trong các cột có nhãn số và chữ B (hoặc nhóm 3–12).

Khí hiếm

- Các nguyên tố trong một nhóm thường có các tính chất tương tự nhau.
- Các nguyên tố nhóm 8A, được gọi là **khí hiếm**, hầu hết không phản ứng.
 - Khí hiếm quen thuộc nhất có lẽ là heli, được sử dụng để làm đầy các quả bóng bay. Heli ổn định về mặt hóa học - nó không kết hợp với các nguyên tố khác để tạo thành hợp chất - và do đó, an toàn khi đưa vào bóng bay.
 - Các khí hiếm khác là neon (thường được sử dụng trong các bảng hiệu điện tử), argon (một thành phần nhỏ của bầu khí quyển của chúng ta), krypton và xenon..

Kim loại kiềm

- Các nguyên tố nhóm 1A, được gọi là **kim loại kiềm**, đều là những kim loại có khả năng phản ứng.
- Một mẫu natri có kích thước bằng viên bi phát nổ dữ dội khi thả vào nước.
- Liti, kali và rubidi cũng là các kim loại kiềm.

Alkali metals

Li
Na
K
Rb
Cs



Kim loại kiềm thổ

- Các nguyên tố nhóm 2A được gọi là **kim loại kiềm thổ**.
- Chúng phản ứng khá mạnh nhưng không phản ứng mạnh như các kim loại kiềm.
 - Ví dụ, canxi phản ứng khá mạnh với nước.
 - Các kim loại kiềm thổ khác bao gồm magiê (một kim loại cấu trúc mật độ thấp phổ biến), stronti và bari.

Halogen

- Các nguyên tố nhóm 7A, các **halogen**, là những phi kim rất dễ phản ứng.
- Chúng luôn được tìm thấy trong tự nhiên dưới dạng muối.
 - Flo, một chất khí màu vàng nhạt
 - Clo, một chất khí màu vàng lục, có mùi hắc
 - Brom, chất lỏng màu nâu đỏ, dễ bay hơi thành khí
 - Iốt, một chất rắn màu tím

Halogens

F
Cl
Br
I
At



Ion và bảng tuần hoàn hoá học

- Kim loại nhóm chính có xu hướng nhường electron, tạo thành cation có cùng số electron với khí hiếm gần nhất.
- Phi kim nhóm chính có xu hướng nhận electron, tạo thành anion có cùng số electron với khí hiếm gần nhất.

Ion và bảng tuần hoàn hoá học

- Nhìn chung, các kim loại kiềm (nhóm 1A) có xu hướng nhường một electron và hình thành các ion $1+$.
- Các kim loại kiềm thổ (nhóm 2A) có xu hướng nhường hai electron và tạo thành ion $2+$.
- Các halogen (nhóm 7A) có xu hướng nhận một electron và tạo thành các ion $1-$.
- Các phi kim họ Oxy (nhóm 6A) có xu hướng nhận hai electron và tạo thành các ion $2-$.

Ion và bảng tuần hoàn hoá học

- Đối với các nguyên tố trong nhóm chính tạo thành cation với điện tích có thể dự đoán được, điện tích bằng số thứ tự của nhóm.
- Đối với các nguyên tố nhóm chính tạo thành anion với điện tích có thể đoán trước, điện tích bằng số thứ tự của nhóm trừ đi 8.
- Các nguyên tố chuyển tiếp có thể tạo thành nhiều ion khác nhau với các điện tích khác nhau.

Ion và bảng tuần hoàn hoá học

Elements That Form Ions with Predictable Charges

1A																	7A	8A
H ⁺																	H ⁻	Noble gases
Li ⁺																	F ⁻	
Na ⁺	Mg ²⁺																Cl ⁻	
K ⁺	Ca ²⁺																Br ⁻	
Rb ⁺	Sr ²⁺																I ⁻	
Cs ⁺	Ba ²⁺																	

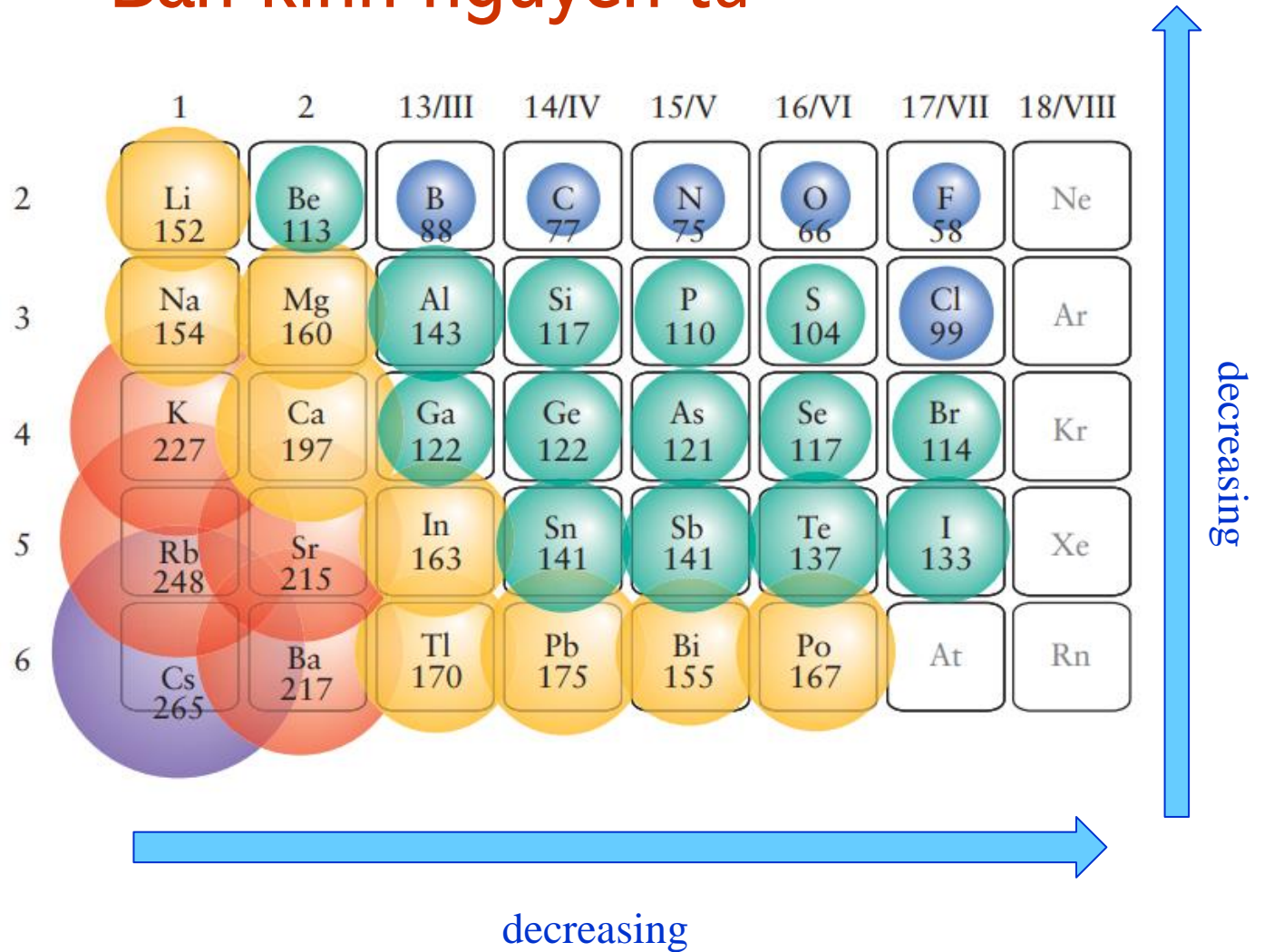
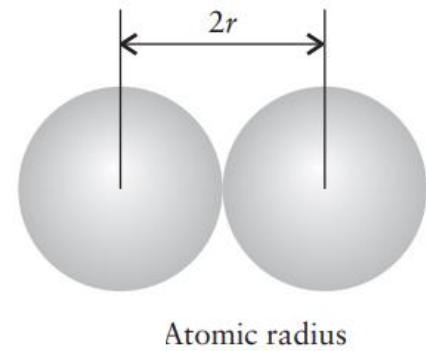
Transition metals

Các xu hướng trong Bảng tuần hoàn hoá học

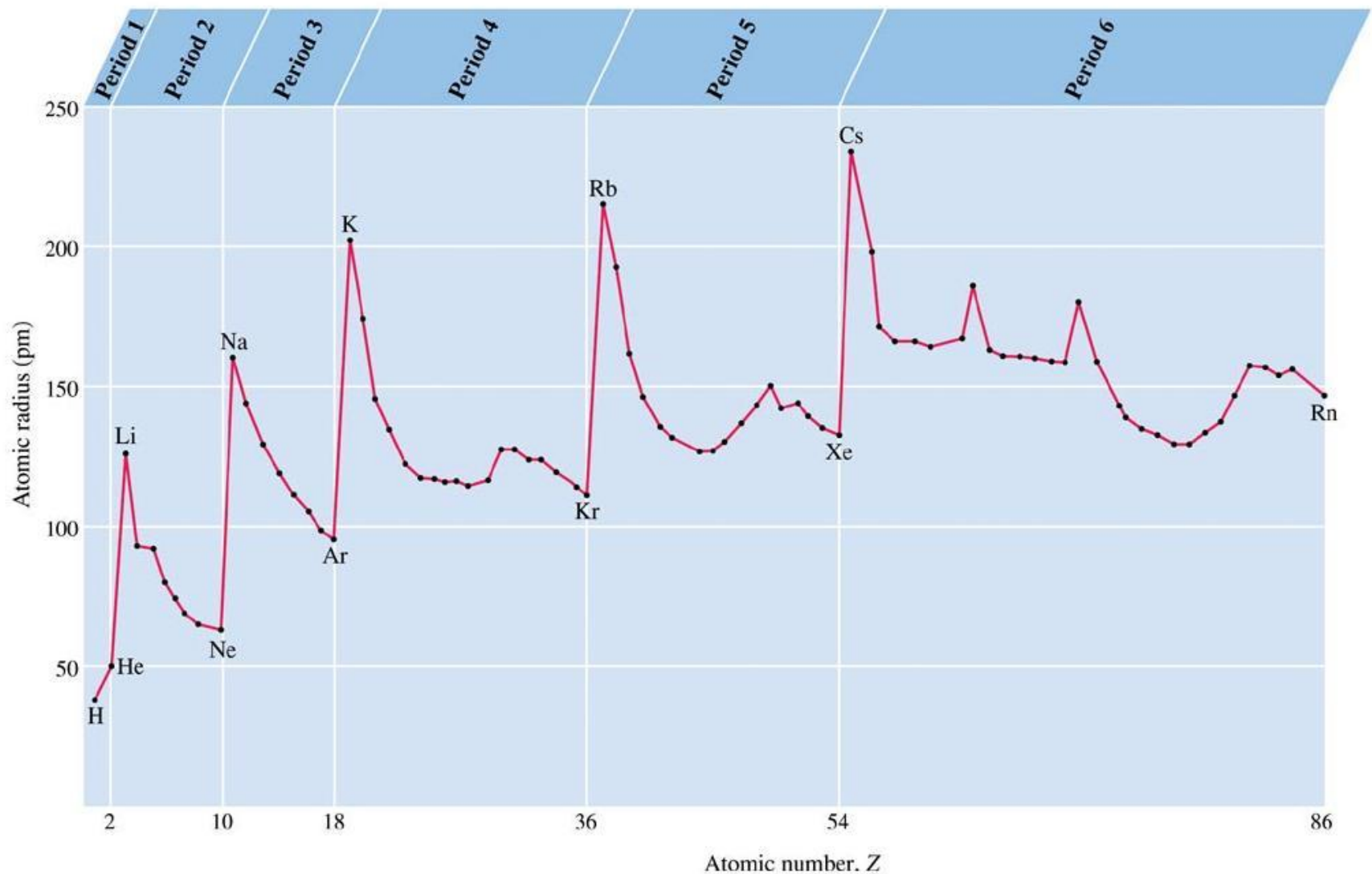
- Bán kính nguyên tử
- Bán kính ion
- Năng lượng ion hoá
- Ái lực electron
- Độ âm điện



Bán kính nguyên tử



Bán kính nguyên tử vs. số nguyên tử



©Houghton Mifflin Company. All rights reserved.



Bán kính ion

- xu hướng tương tự như đối với bán kính nguyên tử
- các ion dương nhỏ hơn nguyên tử
- các ion âm lớn hơn nguyên tử



Bán kính ion

Hiện tượng đẳng điện

- dãy các ion âm, nguyên tử khí hiếm và các ion dương có cùng cấu hình điện tử
- kích thước giảm khi "điện tích dương" của hạt nhân tăng lên

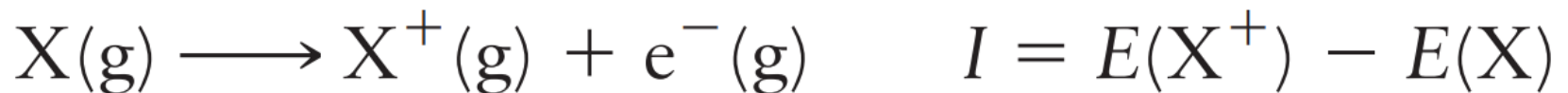


	1	2	13/III	14/IV	15/V	16/VI	17/VII	18/VIII
2	Li^+ 76	Be^{2+} 45	B^{3+} 23	C	N^{3-} 171	O^{2-} 140	F^- 133	Ne
3	Na^+ 102	Mg^{2+} 72	Al^{3+} 54	Si	P^{3-} 212	S^{2-} 184	Cl^- 181	Ar
4	K^+ 138	Ca^{2+} 100	Ga^{3+} 62	Ge	As^{3-} 222	Se^{2-} 198	Br^- 196	Kr
5	Rb^+ 152	Sr^{2+} 118	In^{3+} 80	Sn	Sb	Te^{2-} 221	I^- 220	Xe
6	Cs^+ 167	Ba^{2+} 135	Tl^{3+} 89	Pb	Bi	Po	At	Rn



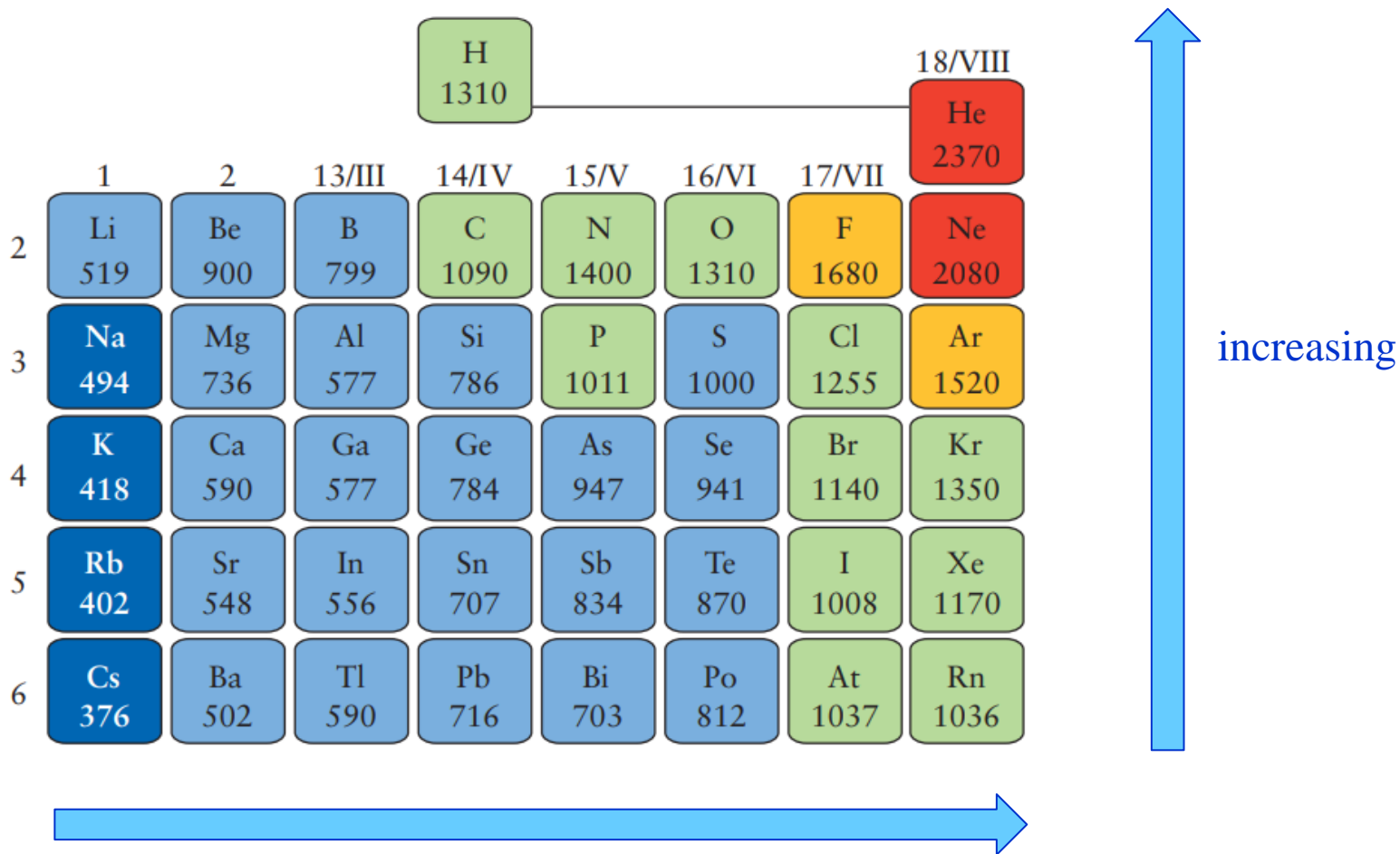
Năng lượng ion hoá

- **năng lượng cần thiết để tách một electron**
- giá trị thấp đối với các kim loại, các electron dễ bị nhường
- giá trị cao đối với các phi kim, các electron khó bị nhường
- tăng từ góc dưới bên trái của bảng tuần hoàn lên góc trên bên phải



Năng lượng ion hóa

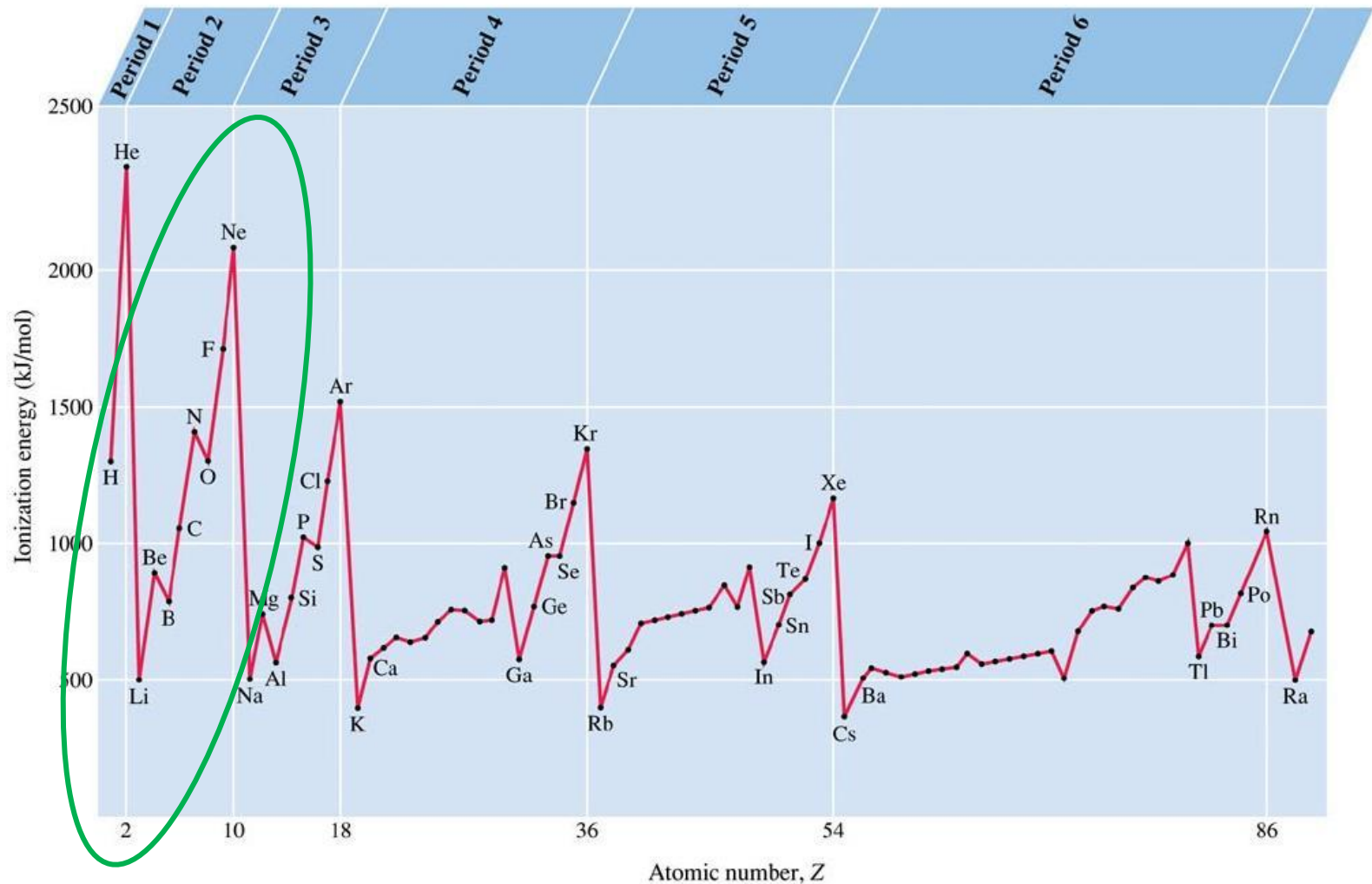
The first ionization energies (kJ/mol)



	1	2	13/III	14/IV	15/V	16/VI	17/VII	18/VIII
				H 1310				He 2370
2	Li 519	Be 900	B 799	C 1090	N 1400	O 1310	F 1680	Ne 2080
3	Na 494	Mg 736	Al 577	Si 786	P 1011	S 1000	Cl 1255	Ar 1520
4	K 418	Ca 590	Ga 577	Ge 784	As 947	Se 941	Br 1140	Kr 1350
5	Rb 402	Sr 548	In 556	Sn 707	Sb 834	Te 870	I 1008	Xe 1170
6	Cs 376	Ba 502	Tl 590	Pb 716	Bi 703	Po 812	At 1037	Rn 1036

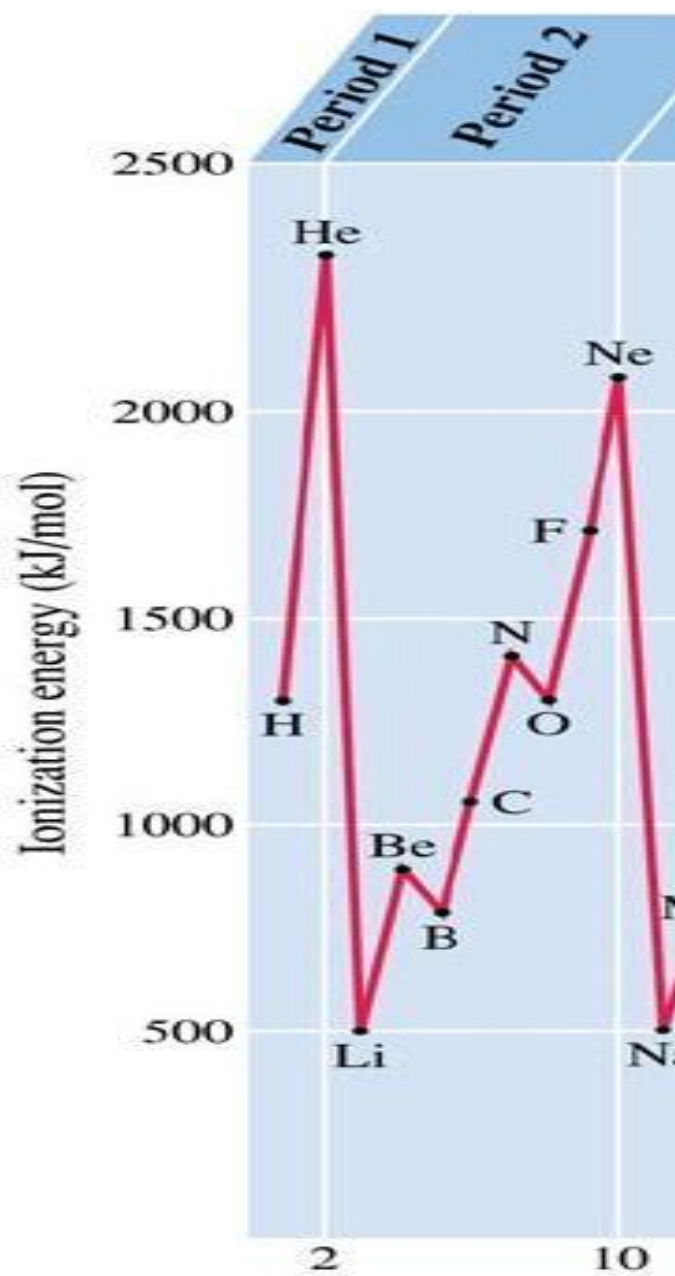
increasing

Năng lượng ion hóa vs. số nguyên tử



©Houghton Mifflin Company. All rights reserved.





Năng lượng ion hóa

- Năng lượng ion hóa thứ nhất: năng lượng để tách electron đầu tiên khỏi nguyên tử
- Năng lượng ion hóa thứ hai: năng lượng để tách một electron thứ hai khỏi một ion $+1$



Năng lượng ion hóa liên tiếp (tính bằng kJ / mol)

Element	First	Second	Third	Fourth	Fifth	Sixth	Seventh
Na	496	4,560					
Mg	738	1,450	7,730				
Al	577	1,816	2,881	11,600			
Si	786	1,577	3,228	4,354	16,100		
P	1,060	1,890	2,905	4,950	6,270	21,200	
S	999.6	2,260	3,375	4,565	6,950	8,490	27,107
Cl	1,256	2,295	3,850	5,160	6,560	9,360	11,000
Ar	1,520	2,665	3,945	5,770	7,230	8,780	12,000

Ái lực electron

- năng lượng được giải phóng khi một electron được thêm vào một nguyên tử
- cùng xu hướng với năng lượng ion hóa, tăng từ góc dưới bên trái lên góc trên bên phải
- kim loại có “EA” thấp
- phi kim có “EA” cao



E_{EA} được tính bởi kJ/mol

								18/VIII
								He <0
	1	2	13/III	14/IV	15/V	16/VI	17/VII	
2	Li +60	Be ≤0	B +27	C +122	N -7	O +141 -844	F +328	Ne <0
3	Na +53	Mg ≤0	Al +43	Si +134	P +72	S +200, -532	Cl +349	Ar <0
4	K +48	Ca +2	Ga +29	Ge +116	As +78	Se +195	Br +325	Kr <0
5	Rb +47	Sr +5	In +29	Sn +116	Sb +103	Te +190	I +295	Xe <0
6	Cs +46	Ba +14	Tl +19	Pb +35	Bi +91	Po +174	At +270	Rn <0



Độ âm điện

Khả năng một nguyên tử trong một nguyên tử hút các electron liên kết với chính nó (sức hút electron)

Table 1.3 The Electronegativities of Selected Elements^a

IA	IIA	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
H 2.1								
Li 1.0	Be 1.5			B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
Na 0.9	Mg 1.2			Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
K 0.8	Ca 1.0							Br 2.8
								I 2.5

increasing electronegativity →

↑ increasing electronegativity

^aElectronegativity values are relative, not absolute. As a result, there are several scales of electronegativities. The electronegativities listed here are from the scale devised by Linus Pauling.

Copyright © 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.

Bruce,
page 10,
2011



<http://googlegalaxyscience.com/electronegativity-of-elements/>