

บทที่ 4

ตารางธาตุและแนวโน้มสมบัติตามตารางธาตุ

- วิวัฒนาการของตารางธาตุ
- ตารางธาตุปัจจุบัน
- แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

ผศ.ดร. เพชรลดา กันทาดี

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

<http://www.chemistry.mju.ac.th>

Dobereiner's Law of Triads

เป็นคนแรกที่พยายามจัดกลุ่มธาตุ

[illegible]

Li = 7
Na = 23
K = 39

Ca = 40
Sr = 88
Ba = 137

Cl = 35
Br = 80
I = 129

- 1 กลุ่มประกอบด้วยธาตุจำนวน 3 ธาตุ
- เกณฑ์ในการจัดกลุ่ม
 - เรียงธาตุตาม น้ำหนักอะตอม จากน้อยไปหามาก
 - ธาตุในกลุ่มเดียวกัน มี สมบัติคล้ายคลึงกัน
 - พบว่าในกลุ่มเดียวกัน ธาตุที่อยู่ตรงกลางมีน้ำหนักอะตอมใกล้เคียงกับน้ำหนักเฉลี่ยของธาตุอีก 2 อะตอม
- การจัดกลุ่มธาตุลักษณะนี้ เรียกว่า ธาตุกลุ่มสาม (triads)



1. วิวัฒนาการของตารางธาตุ

ปี ค.ศ. 1864 John A.R. Newlands



Newlands' Arranged Elements in Octaves:

H	F	Cl	Co/Ni	Br	Pd	I	Pt/Ir
Li	Na	K	Cu	Rb	Ag	Cs	Tl
G	Mg	Ca	Zn	Sr	Cd	Ba/V	Pb
Bo	Al	Cr	Y	Ce/La	U	Ta	Th
C	Si	Ti	In	Zn	Sn	W	Hg
N	P	Mn	As	Di/Mo	Sb	Nb	Bi
O	S	Fe	Se	Ro/Ru	Te	Au	Os

- พัฒนาการจัดกลุ่มธาตุและเสนอกฎ “Law of Octaves”
- จัดเรียงธาตุตาม น้ำหนักอะตอม จากน้อยไปหามาก
- พบว่า ธาตุจะมีสมบัติใกล้เคียงกันทุกๆ 8 ธาตุตามการจัดเรียง
(เช่น ธาตุตัวที่ 8 จะมีสมบัติใกล้เคียงกับธาตุตัวแรก,
ธาตุตัวที่ 9 จะคล้ายกับตัวที่ 2 และเป็นเช่นนี้ไปตามลำดับ)
- ลักษณะดังกล่าวเป็นของธาตุ 17 ธาตุแรกเท่านั้น จึงไม่เป็นที่ยอมรับ

1. วิวัฒนาการของตารางธาตุ

ปี ค.ศ. 1869-1871 Julius Lothar Meyer และ Dimitri Ivanovich Mendeleev



Mendeleev

- พบกฎ “Periodic Law” และใกล้เคียงตารางธาตุปัจจุบันมากขึ้น
- จัดเรียงธาตุตาม น้ำหนักอะตอม จากน้อยไปหามาก
- Mendeleev เสนอตารางธาตุ ค.ศ.1869 ก่อน Meyer (ค.ศ.1870)
- ค.ศ.1871 Mendeleev เสนอตารางธาตุที่ปรับปรุงใหม่ ต่อมาได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมี (ค.ศ.1906)
- จัดเรียงธาตุตามสมบัติที่คล้ายคลึงกันเป็นช่วงๆ
 - Mendeleev จัดกลุ่มธาตุตามสมบัติทางเคมี ที่ใกล้เคียงกัน
 - Meyer จัดกลุ่มธาตุตามสมบัติทางกายภาพ ที่ใกล้เคียงกัน



Meyer

1. วิวัฒนาการของตารางธาตุ

Mendeleev's Periodic Table of 1869¹

				Ti 50	Zr 90	? 100
				V 51	Nb 94	Ta 182
				Cr 52	Mo 96	W 186
				Mn 55	Rh 104.4	Pt 197.4
				Fe 56	Ru 104.4	Ir 198
				Ni, Co 59	Pd 106.6	Os 199
				Cu 63.4	Ag 108	Hg 200
H 1				Zn 65.2	Cd 112	Au 197?
	Be 9.4	Mg 24		? 68	U 116	
	B 11	Al 27.4		? 70	Sn 118	
	C 12	Si 28		As 75	Sb 122	Bi 210?
	N 14	P 31		Se 79.4	Te 128?	
	O 16	S 32		Br 80	I 127	
	F 19	Cl 35.5				
Li 7	Na 23	K 39	Rb 85.4	Cs 133	Tl 204	
		Ca 40	Sr 87.6	Ba 137	Pb 207	
		? 45	Ce 92			
		Er? 56	La 94			
		Yt? 60	Di 95			
		In 75.6?	Th 118?			

ตารางธาตุที่เสนอในปี 1869

- จัดเรียงธาตุที่มีสมบัติคล้ายกัน
ให้อยู่ในแนวนอนที่ตรงกัน

ข้อด้อย เช่น

จัดเรียงธาตุ Hg ก่อน Au
จัดเรียงธาตุ Te ก่อน I
ทั้งๆ ที่มวลอะตอมมากกว่า

ข้อดี สามารถทำนายสมบัติของ
ธาตุที่ยังไม่ค้นพบได้อย่างใกล้เคียง
ตัวอย่างเช่น

- ธาตุ Eka-Aluminium
ปัจจุบัน คือ ธาตุ Ga
- ธาตุ Eka-Silicon
ปัจจุบัน คือ ธาตุ Ge

1. วิวัฒนาการของตารางธาตุ

Mendeleev's Periodic Table of 1871¹

	I --- R ₂ O	II --- RO	III --- R ₂ O ₃	IV RH ₄ RO ₂	V RH ₃ R ₂ O ₃	VI RH ₂ RO ₃	VII RH R ₂ O ₇	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, Co, Ni, Cu 56, 59, 59, 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, Rh, Pd, Ag 104, 104, 106, 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	? 140	? 140	? 140	?, ?, ?, ?
9	? 140	? 140	? 140	? 140	? 140	? 140	? 140	
10	? 140	? 140	? Er 178	?? La 180	Ta 182	W 184	? 184	Os, Ir, Pt, Au 195, 197, 198, 199
11	Au 199	Hg 200	Tl 204	Pb 207	Bi 208	? 208	? 208	
12	? 208	? 208	? 208	Th 231	? 231	U 240	? 240	

Mendeleev ปรับปรุง
ตารางธาตุใหม่ และเสนอ
ในปี 1871

- จัดเรียงธาตุที่มีสมบัติ
คล้ายกันให้อยู่ใน
แนวตั้งที่ตรงกัน
- เป็นรากฐานในการ
สร้างตารางธาตุ
ปัจจุบัน

1. วิวัฒนาการของตารางธาตุ

ปี ค.ศ. 1895-1900 Lord Rayleigh และ William Ramsey

- พบธาตุที่เป็นแก๊สเฉื่อย (Inert gas) และได้เพิ่มเติมลงในตารางธาตุ
- จัดเรียงธาตุตาม น้ำหนักอะตอม จากน้อยไปหามาก
- พบว่าธาตุอาร์กอน (Ar) ซึ่งมีน้ำหนักอะตอม 39.9 ต้องจัดเรียงก่อนธาตุโพแทสเซียม (K) ที่มีน้ำหนักอะตอม 39.1 เพื่อให้ Ar อยู่กลุ่มเดียวกับแก๊สเฉื่อยอื่นๆ ได้

ทั้งสองได้รับรางวัลโนเบล ในปี ค.ศ.1904



1. วิวัฒนาการของตารางธาตุ

ปี ค.ศ. 1913 Henry G.J. Moseley

- ศึกษาเกี่ยวกับเลขอะตอม (Z) ของธาตุ
- พบว่า “สมบัติต่างๆ ของธาตุจะเปลี่ยนไปตามเลขอะตอม”
ทำให้ “Periodic Law” เปลี่ยนไปจากของ Mendeleev
- ดังนั้นจึงเสนอการจัดเรียงธาตุตาม เลขอะตอม จากน้อยไปหามาก



ตารางธาตุปัจจุบันจัดเรียงธาตุตาม เลขอะตอม เหมือนของ Moseley

เนื่องจากสามารถแก้ไขข้อบกพร่องสำหรับตารางธาตุของ Mendeleev และ Meyer ได้

2. ตารางธาตุปัจจุบัน

- ปัจจุบันพบว่าสมบัติต่างๆ ทางกายภาพและทางเคมีของธาตุ จะสัมพันธ์กับ การจัดเรียงอิเล็กตรอน ในอะตอมของธาตุนั้น ทำให้ตารางธาตุสมบูรณ์ขึ้นและช่วยในการทำนายสมบัติของธาตุได้เป็นอย่างดี

Periodic Law กล่าวว่า “เมื่อนำธาตุมาเรียงลำดับเป็นหมวดหมู่จากเลขอะตอมน้อยไปหามาก สมบัติทางกายภาพและเคมีจะแปรผันไปและคล้ายคลึงกันเป็นช่วงๆ

- ลักษณะของตารางธาตุปัจจุบัน
 - การจัดเรียงตามแนวนอน เรียกว่า คาบ (Period) มีจำนวน 7 คาบในตารางธาตุหลัก และ 2 คาบที่แยกออกมาคือ อนุกรมแลนทาไนด์ (Lanthanides) และ อนุกรมแอกทิไนด์ (Actinides)
 - การจัดเรียงตามแนวตั้ง เรียกว่า หมู่ (Group) มีจำนวน 16 หมู่ ประกอบด้วย หมู่ A จำนวน 8 หมู่ คือ หมู่ IA – VIIIA (หมู่ VIIIA บางครั้งเรียกว่า หมู่ O) หมู่ B จำนวน 8 หมู่ คือ หมู่ IIIB – IIB (หมู่ IIIB ประกอบด้วย 3 แนวตั้งที่ติดกัน)

2. ตารางธาตุปัจจุบัน

โลหะอัลคาไล

ก๊าซเฉื่อย

หมู่

1A

โลหะอัลคาไลน์เอิร์ท

2A

ฮาโลเจน

8A

คาบ 1

2

3

4

5

6

7

ธาตุทรานซิชัน

1 H hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]	2 He helium 4.0026											3A 13 B boron 10.81 [10.806, 10.821]	4A 14 C carbon 12.011 [12.009, 12.012]	5A 15 N nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]	6A 16 O oxygen 15.999 [15.999, 16.000]	7A 17 F fluorine 18.998	8A 18 Ne neon 20.180
3 Li lithium 6.94 [6.938, 6.997]	4 Be beryllium 9.0122											5 Al aluminium 26.982	6 Si silicon 28.085 [28.084, 28.086]	7 P phosphorus 30.974	8 S sulfur 32.06 [32.059, 32.076]	9 Cl chlorine 35.45 [35.446, 35.457]	10 Ar argon 39.948
11 Na sodium 22.990	12 Mg magnesium 24.305 [24.304, 24.307]	3B 3 Sc scandium 44.956	4B 4 Ti titanium 47.867	5B 5 V vanadium 50.942	6B 6 Cr chromium 51.996	7B 7 Mn manganese 54.938	8 8 Fe iron 55.845(2)	9 9 Co cobalt 58.933	10 10 Ni nickel 58.693	11 11 Cu copper 63.546(3)	12 12 Zn zinc 65.38(2)	13 13 Al aluminium 26.982	14 14 Si silicon 28.085 [28.084, 28.086]	15 15 P phosphorus 30.974	16 16 S sulfur 32.06 [32.059, 32.076]	17 17 Cl chlorine 35.45 [35.446, 35.457]	18 18 Ar argon 39.948
19 K potassium 39.098	20 Ca calcium 40.078(4)	21 Sc scandium 44.956	22 Ti titanium 47.867	23 V vanadium 50.942	24 Cr chromium 51.996	25 Mn manganese 54.938	26 Fe iron 55.845(2)	27 Co cobalt 58.933	28 Ni nickel 58.693	29 Cu copper 63.546(3)	30 Zn zinc 65.38(2)	31 Ga gallium 69.723	32 Ge germanium 72.630(8)	33 As arsenic 74.922	34 Se selenium 78.971(8)	35 Br bromine 79.904 [79.901, 79.907]	36 Kr krypton 83.798(2)
37 Rb rubidium 85.468	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.906	40 Zr zirconium 91.224(2)	41 Nb niobium 92.906	42 Mo molybdenum 95.95	43 Tc technetium 98.906	44 Ru ruthenium 101.07(2)	45 Rh rhodium 102.91	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87	48 Cd cadmium 112.41	49 In indium 114.82	50 Sn tin 118.71	51 Sb antimony 121.76	52 Te tellurium 127.60(3)	53 I iodine 126.90	54 Xe xenon 131.29
55 Cs caesium 132.91	56 Ba barium 137.33	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49(2)	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21	76 Os osmium 190.23(3)	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97	80 Hg mercury 200.59	81 Tl thallium 204.38 [204.38, 204.39]	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium	85 At astatine	86 Rn radon
87 Fr francium	88 Ra radium	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium	105 Db dubnium	106 Sg seaborgium	107 Bh bohrium	108 Hs hassium	109 Mt meitnerium	110 Ds darmstadtium	111 Rg roentgenium	112 Cn copernicium	113 Nh nihonium	114 Fl flerovium	115 Mc moscovium	116 Lv livermorium	117 Ts tennessine	118 Og oganesson

แลนทาไนด์

แอกทิไนด์

57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium	94 Pu plutonium	95 Am americium	96 Cm curium	97 Bk berkelium	98 Cf californium	99 Es einsteinium	100 Fm fermium	101 Md mendelevium	102 No nobelium	103 Lr lawrencium

*ธาตุที่พบใหม่ล่าสุด

เลขอะตอม 113 = Nihonium (Nh) เลขอะตอม 115 = Moscovium (Mc)

เลขอะตอม 117 = Tennessine (Ts) เลขอะตอม 118 = Oganesson (Og)

2. ตารางธาตุปัจจุบัน

• การจัดเรียงธาตุตามคาบ (Period)

เลขคาบ ตรงกับ เลขควอนตัมหลัก (n) บอกถึง จำนวนชั้นของอิเล็กตรอนที่บรรจุ

- คาบที่ 1 มีจำนวน 2 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ H และ He (มีการบรรจุอิเล็กตรอนในชั้นที่ 1)
- คาบที่ 2 จำนวน 8 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ Li $\rightarrow$ Ne (มีการบรรจุอิเล็กตรอนจนถึงชั้นที่ 2)
- คาบที่ 3 จำนวน 8 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ Na $\rightarrow$ Ar (มีการบรรจุอิเล็กตรอนจนถึงชั้นที่ 3)
- คาบที่ 4 จำนวน 18 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ K $\rightarrow$ Kr (มีการบรรจุอิเล็กตรอนจนถึงชั้นที่ 4)
- คาบที่ 5 จำนวน 18 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ Rb $\rightarrow$ Xe (มีการบรรจุอิเล็กตรอนจนถึงชั้นที่ 5)
- คาบที่ 6 จำนวน 32 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ Cs $\rightarrow$ Rn (มีการบรรจุอิเล็กตรอนจนถึงชั้นที่ 6)

โดยธาตุที่ 57 – 71 (La – Lu) ถูกแยกออกมาเป็นอนุกรม Lanthanides

- คาบที่ 7 จำนวน 32 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ Cs $\rightarrow$ Rn (มีการบรรจุอิเล็กตรอนจนถึงชั้นที่ 7)

โดยธาตุที่ 89 – 103 (Ac – Lr) ถูกแยกออกมาเป็นอนุกรม Actinides

2. ตารางธาตุปัจจุบัน

• การจัดเรียงธาตุตามหมู่ (Group)

ธาตุในหมู่เดียวกัน จะมี จำนวน valence electron เท่ากัน จึงมีสมบัติทางเคมีคล้ายกัน

■ ธาตุหมู่ A เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Representative Elements ได้แก่

- หมู่ IA เรียกว่า โลหะอัลคาไล (Alkali Metals) มีการจัดเรียง valence e⁻ เป็น **ns¹**



- หมู่ IIA เรียกว่า โลหะอัลคาไลน์เอิร์ท (Alkaline earth Metals)

มีการจัดเรียง valence e⁻ เป็น **ns²**



*** ดังนั้น จึงจัดหมู่ IA และ IIA เป็น ธาตุกลุ่ม s (s-block elements) ***

2. ตารางธาตุปัจจุบัน

- หมู่ IIIA มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^2 np^1$ (จำนวน valence $e^- = 3 e^-$)
เช่น B = $1s^2 2s^2 2p^1$ Al = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
- หมู่ IVA มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^2 np^2$ (จำนวน valence $e^- = 4 e^-$)
เช่น C = $1s^2 2s^2 2p^2$ Si = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
- หมู่ VA มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^2 np^3$ (จำนวน valence $e^- = 5 e^-$)
เช่น N = $1s^2 2s^2 2p^3$ P = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
- หมู่ VIA เรียกว่า ธาตุซัลโคเจน (Chalcogens) มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^2 np^4$
(จำนวน valence $e^- = 6 e^-$) เช่น O = $1s^2 2s^2 2p^4$ S = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
- หมู่ VIIA เรียกว่า ฮาโลเจน (Halogens) มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^2 np^5$
(จำนวน valence $e^- = 7 e^-$) เช่น F = $1s^2 2s^2 2p^5$ Cl = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- หมู่ VIIIA หรือ หมู่ 0 เรียกว่า ก๊าซเฉื่อย (Inert Gas), ก๊าซมีตระกูล (Noble Gas) หรือ ก๊าซหายาก (Rare Gas) มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^2 np^6$ (จำนวน valence $e^- = 8 e^-$)
เช่น Ne = $1s^2 2s^2 2p^6$ Ar = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

เสถียรและเฉื่อย

ต่อปฏิกิริยา

*** ดังนั้น จึงจัดหมู่ IIIA - VIIA เป็น ธาตุกลุ่ม p (p-block elements) ***

2. ตารางธาตุปัจจุบัน

■ ธาตุหมู่ B เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Transition Elements ได้แก่

- หมู่ IIIB มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^2 (n-1)d^1$ เช่น Sc = [Ar] $4s^2 3d^1$
- หมู่ IVB มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^2 (n-1)d^2$ เช่น Ti = [Ar] $4s^2 3d^2$
- หมู่ VB มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^2 (n-1)d^3$ เช่น V = [Ar] $4s^2 3d^3$
- หมู่ VIB มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^1 (n-1)d^5$ เช่น Cr = [Ar] $4s^1 3d^5$ half-filled
- หมู่ VIIB มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^2 (n-1)d^5$ เช่น Mn = [Ar] $4s^2 3d^5$
- หมู่ IIIB มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^2 (n-1)d^6$ เช่น Fe = [Ar] $4s^2 3d^6$
 $ns^2 (n-1)d^7$ เช่น Co = [Ar] $4s^2 3d^7$
 $ns^2 (n-1)d^8$ เช่น Ni = [Ar] $4s^2 3d^8$
- หมู่ IB มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^1 (n-1)d^{10}$ เช่น Cu = [Ar] $4s^1 3d^{10}$ full-filled
- หมู่ IIB มีการจัดเรียง valence e^- เป็น $ns^2 (n-1)d^{10}$ เช่น Zn = [Ar] $4s^2 3d^{10}$

↓
มักไม่จัดเป็น
ธาตุทรานซิชัน

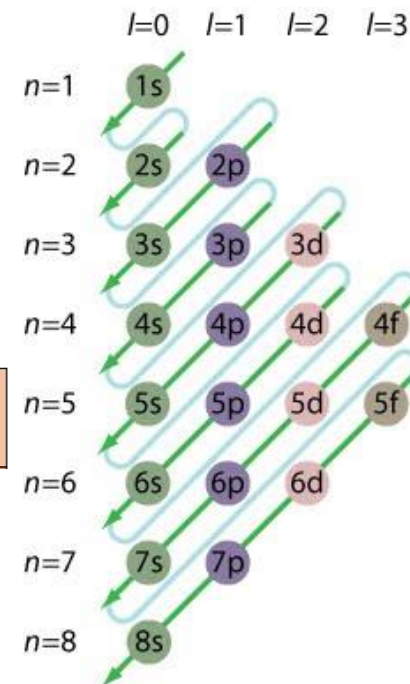
*** ธาตุหมู่ B จัดเป็น ธาตุกลุ่ม d (d-block elements) ***

2. ตารางธาตุปัจจุบัน

• กลุ่มธาตุแลนทาไนด์ (Lanthanides)

- เป็นธาตุในแนวนอน (ตามคาบ) มีการบรรจุอิเล็กตรอนไปจนถึง **4f-orbital**

จึงมีสมบัติต่างๆ คล้ายคลึงกันเฉพาะกลุ่ม และแตกต่างจากตารางธาตุหลัก



57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
--	-------------------------------------	---	--	-------------------------------	--	---------------------------------------	--	--------------------------------------	---	--------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--	---------------------------------------

• กลุ่มธาตุแอคทิไนด์ (Actinides)

- เป็นธาตุในแนวนอน (ตามคาบ) มีการบรรจุอิเล็กตรอนไปจนถึง **5f-orbital**

มีสมบัติต่างๆ คล้ายคลึงกันเฉพาะกลุ่ม และแตกต่างจากตารางธาตุหลักเช่นเดียวกัน

89 Ac actinium 232.04	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium	94 Pu plutonium	95 Am americium	96 Cm curium	97 Bk berkelium	98 Cf californium	99 Es einsteinium	100 Fm fermium	101 Md mendelevium	102 No nobelium	103 Lr lawrencium
---------------------------------------	--------------------------------------	---	-------------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	---------------------------------	------------------------------	--------------------------------

3. แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

• สมบัติการนำไฟฟ้าและความร้อน

- การนำไฟฟ้าและความร้อน จะเพิ่มขึ้นตามความเป็นโลหะของธาตุ โดยที่
ตามคาบ ความเป็นโลหะลดลงจากซ้ายไปขวา: โลหะ -----> กึ่งโลหะ -----> อโลหะ
ตามหมู่ ความเป็นโลหะจะเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง ตามเลขอะตอมที่เพิ่มขึ้น

- สำหรับธาตุกึ่งโลหะ ได้แก่ ธาตุในแนวเส้นขั้นบันไดที่แบ่งระหว่างกลุ่มธาตุโลหะและอโลหะ
ได้แก่ ธาตุ B, Si, Ge, As, Sb, Te
(บางครั้งรวม Po และ At ไว้ด้วย)

ธาตุกึ่งโลหะจะนำไฟฟ้าและ
นำความร้อนได้เล็กน้อย

Group → 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

↓ Period

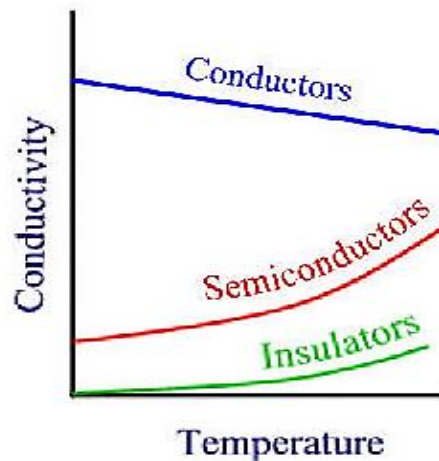
The Periodic Table of the Elements

1	2																2
1 H																	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	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
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
55 Cs	56 Ba		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
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
Lanthanides		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
Actinides		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

3. แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

• สมบัติการนำไฟฟ้าและความร้อน

- โลหะ เป็นตัวนำที่ดี แต่การนำไฟฟ้าลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
- อโลหะ เป็นฉนวน มีความต้านทานสูงมาก
- กึ่งโลหะ นำไฟฟ้าได้ แต่จะนำได้ดีเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น



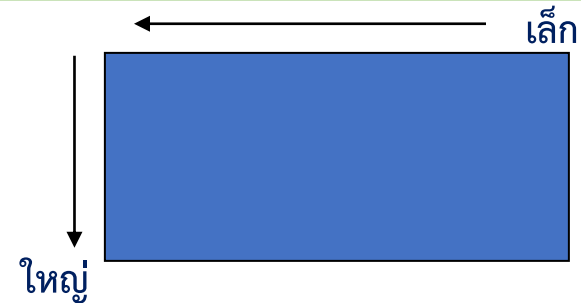
3. แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

• ขนาดอะตอมและไอออน

ตามคาบ

■ ขนาดจะลดลงจากซ้ายไปขวา

*** ยกเว้น แก๊สเฉื่อย จะมีขนาดใหญ่กว่า เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมเป็นแรงอ่อนๆ เช่น แรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der waals) ***



ตามหมู่

- ขนาดอะตอมจะเพิ่มขึ้นจากบนลงล่างตามเลขอะตอมที่เพิ่มขึ้น
- พบว่าธาตุทรานสิชันแถวที่ 2 และ 3 มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกันมาก เรียกว่าปรากฏการณ์ Lanthanide Contraction

Group → 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

↓ Period

The Periodic Table of the Elements

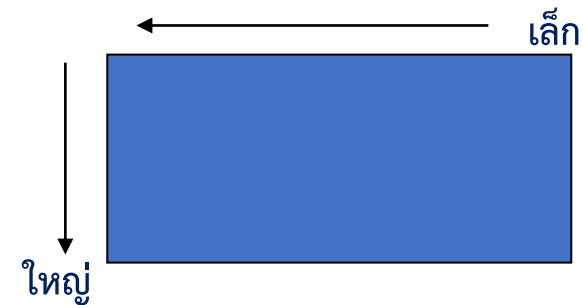
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		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
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
Lanthanides		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
Actinides		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

18

3. แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

• ขนาดอะตอม

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
H 37							He 32
Li 152	Be 113	B 88	C 77	N 70	O 66	F 64	Ne 69
Na 186	Mg 160	Al 143	Si 117	P 110	S 104	Cl 99	Ar 97
K 227	Ca 197	Ga 122	Ge 122	As 121	Se 117	Br 114	Kr 110
Rb 247	Sr 215	In 163	Sn 140	Sb 141	Te 143	I 133	Xe 130
Cs 265	Ba 217	Tl 170	Pb 175	Bi 155	Po 167	At 140	Rn 145



3. แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

• ขนาดไอออน

- ไอออนบวก (Cation) เกิดจากการเสียอิเล็กตรอนออกจากอะตอม ดังนั้นจะมีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยลง ในขณะที่โปรตอนเท่าเดิม จึงทำให้มีขนาดเล็กลงกว่าอะตอมที่เป็นกลาง
- ไอออนลบ (Anion) เกิดจากการรับอิเล็กตรอนเพิ่มเข้ามา แต่จำนวนโปรตอนยังเท่าเดิม ทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าอะตอมที่เป็นกลาง
- ไอออนบวกประจุยิ่งมากยิ่งมีขนาดเล็กลง ไอออนลบประจุยิ่งมากยิ่งมีขนาดใหญ่ขึ้น

เช่น ขนาดไอออน ${}_{8}\text{O}^{2-} > {}_{9}\text{F}^{-} > {}_{11}\text{Na}^{+} > {}_{12}\text{Mg}^{2+} > {}_{13}\text{Al}^{3+}$

- แนวโน้มขนาดของไอออน เหมือนกับแนวโน้มของขนาดอะตอม
- ไอออนที่มีประจุเท่ากัน รัศมีไอออนของหมู่เดียวกันจะเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง

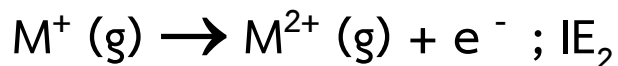
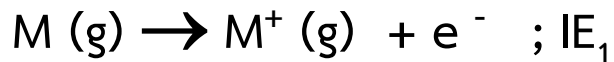
	Li (1.23Å)		Li ⁺ (0.68Å)
	Na (1.57Å)		Na ⁺ (0.98Å)
	K (2.02Å)		K ⁺ (1.33Å)
	Rb (2.16Å)		Rb ⁺ (1.48Å)
	Cs (2.35Å)		Cs ⁺ (1.67Å)

	F (0.64Å)		F ⁻ (1.33Å)
	Cl (0.99Å)		Cl ⁻ (1.81Å)
	Br (1.14Å)		Br ⁻ (1.96Å)
	I (1.33Å)		I ⁻ (2.19Å)

3. แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

• พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy, I.E.)

- I.E. คือ พลังงานที่ใช้ในการดึงอิเล็กตรอนให้หลุดออกจากอะตอมในสถานะแก๊ส เพื่อเกิดเป็นไอออนบวก ตัวอย่างเช่น

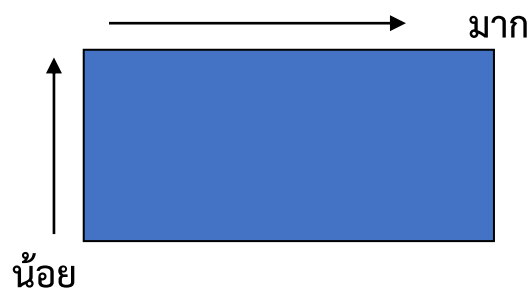


- ค่า IE_1 ของธาตุ จะมีค่าน้อยกว่า IE_2 และ IE_3 ตามลำดับ เนื่องจากการดึงอิเล็กตรอนตัวแรก ซึ่งอยู่วงนอกและไกลจากแรงดึงดูดของนิวเคลียสที่สุด จะทำได้ง่าย
- ค่า IE ขึ้นอยู่กับ
 - ขนาดอะตอม
 - จำนวนประจุที่นิวเคลียส
 - โครงสร้างการจัดเรียงอิเล็กตรอน

3. แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

■ ตามคาบ ค่า IE จะเพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวา

■ ตามหมู่ ค่า IE จะลดลงจากบนลงล่าง
เนื่องจากธาตุมีขนาดใหญ่ขึ้น



ค่า IE ของแก๊สเฉื่อยจะสูงมาก

เนื่องจากการจัดเรียงอิเล็กตรอนเต็ม

ใน s และ p orbital ทำให้อะตอมเสถียร เสียอิเล็กตรอนได้ยากมาก

3. แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

- สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Electron Affinity, E.A.)

- E.A. คือ พลังงานที่อะตอมคายออกมาเมื่ออะตอมหรือโมเลกุลในสถานะแก๊สรับอิเล็กตรอนเข้าไป 1 อิเล็กตรอนแล้วเกิดเป็นประจุลบ



ตัวอย่างเช่น $\text{Cl}(g) + e^- \longrightarrow \text{Cl}^-(g) ; \text{EA} = -348 \text{ kJ/mol}$

(*** ค่า EA เป็นพลังงานที่คายออกมา จึงมีค่าติดลบ ***)

- ตามคาบ ค่า EA ส่วนใหญ่จะเพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวา
(ยกเว้นบางช่วงที่ไม่แน่นอน ขึ้นกับการจัดเรียงอิเล็กตรอน)

ตามหมู่ ค่า IE จะลดลงจากบนลงล่าง

- แนวโน้มค่า EA จะไปในทิศทางเดียวกับ ค่า IE



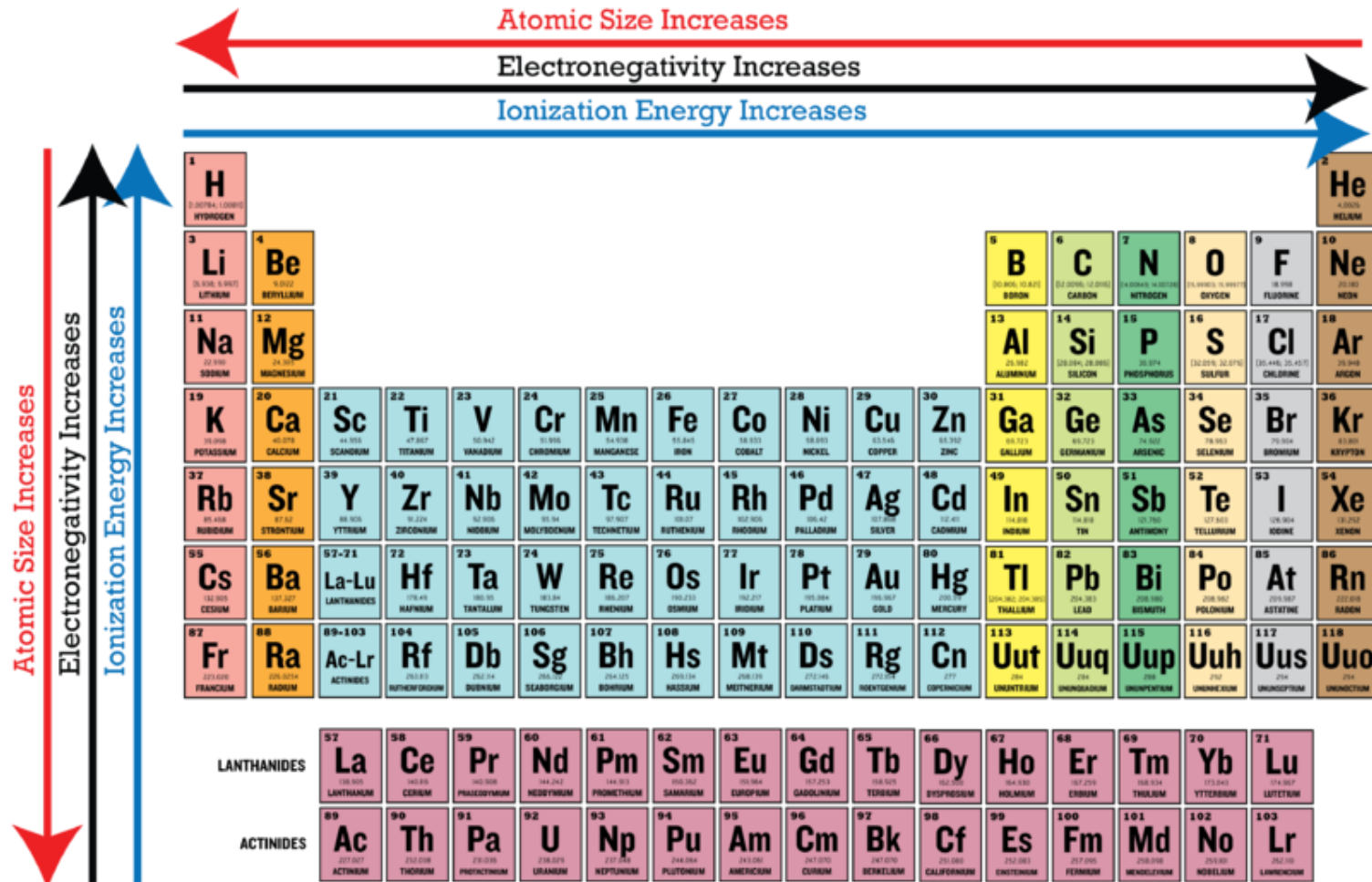
- E.N. คือ ความสามารถที่จะตอมจะดึงดูดอิเล็กทรอนิกส์เข้าใกล้ตัวเองของธาตุนั้นๆ
- E.N. ไม่ใช่พลังงาน แต่เป็นค่าที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้เปรียบเทียบความสามารถในการดึงอิเล็กทรอนิกส์เข้าหาตัวมันเองของธาตุแต่ละชนิด

ตามหมู่ ค่า EN จะลดลงจากบนลงล่าง (*** แนวโน้มเหมือนค่า IE และ EA ***)

ธาตุ F มี EN สูงที่สุด

3. แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

สรุปแนวโน้มความสัมพันธ์ของขนาดอะตอม ค่าพลังงานไอออไนเซชัน (IE) และค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN)



3. แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

• การเกิดสารประกอบและความเป็นกรดเบส

- สารประกอบออกไซด์ คือ สารประกอบระหว่างธาตุหนึ่งๆ กับออกซิเจน
- สารประกอบไฮดรอกไซด์ คือ สารประกอบระหว่างธาตุหนึ่งๆ กับหมู่ไฮดรอกไซด์ (OH^-)
- สารประกอบออกไซด์/ไฮดรอกไซด์ของโลหะจะมีสมบัติเป็นเบส เช่น NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 สารประกอบออกไซด์/ไฮดรอกไซด์ของอโลหะจะมีสมบัติเป็นกรด เช่น HClO_4 , H_2SO_4
 สารประกอบออกไซด์/ไฮดรอกไซด์ของกึ่งโลหะจะมีสมบัติเป็นได้ทั้งกรดและเบส (amphoteric)

