

# เอกสารประกอบการบรรยาย เคมีทั่วไป (คม100 และ 10303100)

## ตารางธาตุ และแนวโน้มของสมบัติธาตุ

- ตารางธาตุในปัจจุบัน
- การจำแนกกลุ่มธาตุ
- แนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ

อาจารย์ ดร. วีรินทร์ดา ทะปะละ

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 1/2565

# ตารางธาตุ

“จัดเรียงธาตุตามลำดับของเลขอะตอม จากน้อยไปมาก”

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

Key:  
atomic number  
**Symbol**  
name  
conventional atomic weight  
standard atomic weight



INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

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

113 = Nihonium (Nh)

115 = Moscovium (Mc)

117 = Tennessine (Ts)

118 = Oganesson (Og)

For notes and updates to this table, see [www.iupac.org](http://www.iupac.org). This version is dated 28 November 2016. Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

- แถวในแนวนอน เรียกว่า “คาบ (period)” ซึ่งมีทั้งหมด 7 คาบ
- แถวในแนวตั้ง เรียกว่า “หมู่ (group)” ซึ่งมีทั้งหมด 18 หมู่

# ลักษณะสำคัญของธาตุในตารางธาตุ

---

- ❑ ธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกันมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน จึงทำให้มีสมบัติเคมีคล้ายคลึงกัน
- ❑ ธาตุในหมู่ย่อย A (IA - VIIIA) มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับเลขที่ของหมู่ เช่น ธาตุในหมู่ IA และ IIA จะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1 และ 2 ตามลำดับ
- ❑ ธาตุในคาบเดียวกันมีจำนวนระดับพลังงานเท่ากัน และเท่ากับเลขที่ของคาบ
- ❑ ชื่อเรียกชื่อเฉพาะหมู่
  - หมู่ 1A  $\Rightarrow$  โลหะอัลคาไลน์ (Alkali metal) : Li Na K Rb Cs Fr
  - หมู่ 2A  $\Rightarrow$  โลหะอัลคาไลน์เอิร์ท (Alkali earth metal): Be Mg Ca Sr Ba Ra
  - หมู่ 7A  $\Rightarrow$  ฮาโลเจน (Halogen) : F Cl Br I At
  - หมู่ 8A  $\Rightarrow$  แก๊สเฉื่อย (Inert/Noble gas) : He Ne Ar Kr Xe Rn

# การจำแนกกลุ่มธาตุ

1A		Representative elements										Zinc Cadmium Mercury		18 8A								
1 H	2 2A	Noble gases										Lanthanides					13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	2 He
3 Li	4 Be	Transition metals										Actinides					5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8	9	10	11 1B	12 2B	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	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					
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112	113	114	115	116	(117)	118					
		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							
		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							

- ❖ **ธาตุเวรีเซนเตติฟ หรือ ธาตุหมู่หลัก (Main group or Representative)**  
ธาตุหมู่ 1A–7A ซึ่งชั้นย่อย  $s$  และ  $p$  ของเลขควอนตัมหลักสูงสุดมีอิเล็กตรอนบรรจุไม่เต็ม
- ❖ **แก๊สเฉื่อย (Inert gas or Noble gas)**  
ธาตุหมู่ 8A ซึ่งชั้นย่อย  $p$  มีอิเล็กตรอนบรรจุเต็ม ยกเว้น He ที่มีการจัดเรียงเป็น  $1s^2$
- ❖ **ธาตุทรานซิชัน (Transition)**  
ธาตุหมู่ 1B และ 3B–8B ซึ่งชั้นย่อย  $d$  มีอิเล็กตรอนบรรจุไม่เต็ม
- ❖ **ธาตุที่ไม่ใช่ทั้งเวรีเซนเตติฟและธาตุทรานซิชัน**  
ธาตุหมู่ 2B คือ Zn, Cd และ Hg
- ❖ **ธาตุทรานซิชันชั้นใน (Inner transition)**  
ชั้นย่อย  $f$  มีอิเล็กตรอนบรรจุไม่เต็ม
  - แลนทาไนด์ (Lanthanide) หรือ ธาตุแร่หายาก (rare earth)  
ธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 58 ถึง 71
  - แอกทิไนด์ (Actinide) หรือ ธาตุแร่หายากหนัก (heavy rare earth)  
ธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 90 ถึง 103

# การจำแนกกลุ่มธาตุ: โลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ

1 1A	2 2A												13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18 8A
1 H													5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3 Li	4 Be												13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
11 Na	12 Mg	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 8B	10 8B	11 1B	12 2B							
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	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	
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112	113	114	115	116	(117)	118	

Metals	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
Metalloids	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
Nonmetals														

\*ธาตุที่เป็นโลหะและอโลหะถูกแยกออกจากกันด้วยเส้นขั้นบันได โดยทางซ้ายของเส้นขั้นบันไดเป็นโลหะ ทางขวาของเส้นขั้นบันไดเป็นอโลหะ ส่วนธาตุที่อยู่ชิดเส้นขั้นบันไดจะมีสมบัติก้ำกึ่งระหว่างโลหะกับอโลหะ เรียกธาตุพวกนี้ว่า ธาตุกึ่งโลหะ (Metalloid)

## สมบัติของโลหะ

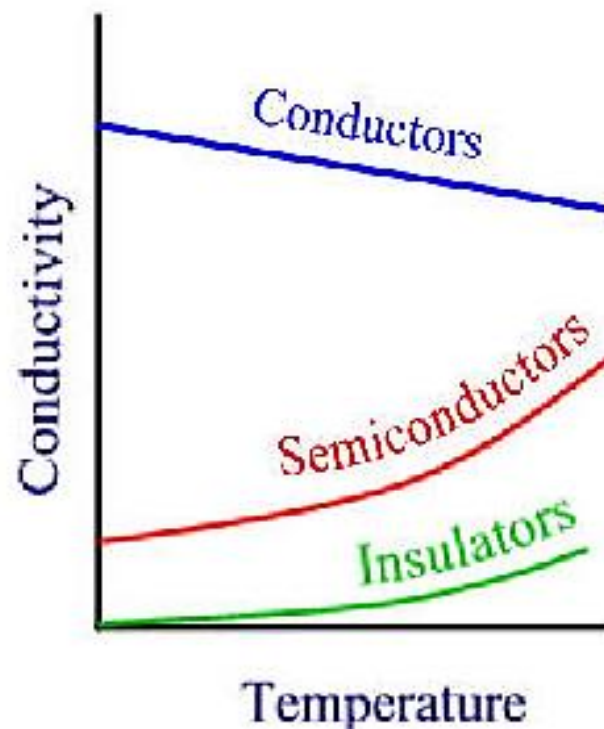
1. เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ยกเว้นปรอท เป็นของเหลว
2. มันวาว
3. นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดีที่อุณหภูมิปกติ แต่ที่อุณหภูมิสูงจะนำไฟฟ้าได้น้อยลง
4. เคาะจะมีเสียงดังกังวาน
5. แข็งและเหนียว สามารถทำให้เป็นแผ่นและ เป็นเส้นได้
6. มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง
7. มีความหนาแน่นสูง

## สมบัติของอโลหะ

1. มีได้ทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง เช่น กำมะถัน; ของเหลว เช่น โบรมีน; แก๊ส เช่น ออกซิเจน คลอรีน ไนโตรเจน
2. ไม่เป็นมันวาว
3. ไม่นำไฟฟ้าและไม่นำความร้อน เว้นแกรไฟต์
4. เคาะจะไม่มีเสียงกังวาน
5. ส่วนมากเปราะ ไม่สามารถตีเป็นแผ่นหรือเส้นได้
6. ส่วนมากมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ ยกเว้น คาร์บอน ซิลิกอน และกำมะถัน
7. มีความหนาแน่นต่ำ

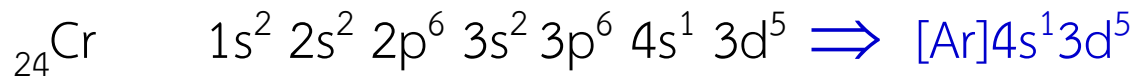
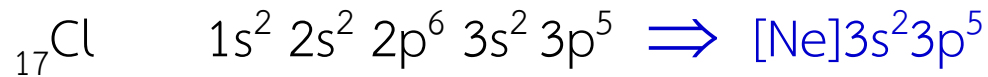
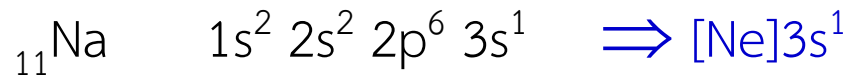
## การนำไฟฟ้าและความร้อนของโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ

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





# การจำแนกกลุ่มธาตุ: ชั้นย่อยที่ใช้บรรจุอิเล็กตรอนวงนอก



1s		1s
2s		2p
3s		3p
4s	3d	4p
5s	4d	5p
6s	5d	6p
7s	6d	7p

4f
5f

# แนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ

- ธาตุเรพรีเซนเตตีฟ
- ธาตุทรานซิชัน (Transition)
- ขนาดของอะตอมและไอออน
- ความเป็นกรด-เบสของสารประกอบ

# ธาตุเรพรีเซนต์

ธาตุเรพรีเซนต์ (Representative element) หรือ ธาตุหมู่หลัก (Main group element) คือ ธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนบรรจุใน  $s$ - และ  $p$ -orbital โดยที่ใน  $d$ - และ  $f$ -orbital อาจจะไม่มียอิเล็กตรอนอยู่เลย หรือมีบรรจุอยู่เต็มหมดแล้ว

IA								VIIIA
H	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	He	
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po*	At*	Rn	
Fr*	Ra*							

“ความเป็นโลหะของธาตุลดลงจากซ้ายไปขวา (คาบเดียวกัน) และ เพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง (หมู่เดียวกัน)”

## สารประกอบไม่มีสี



Sodium chloride: NaCl



Barium sulfate: BaSO<sub>4</sub>



Potassium chlorate: KClO<sub>3</sub>

## การทดสอบเปลวไฟ (Flame test)

Li	Crimson red
Na	Yellow
K	Pale violet
Rb	Violet
Cs	Bluish



Na<sup>+</sup>



Ba<sup>2+</sup>



K<sup>+</sup>

# ธาตุทรานซิชัน

ธาตุทรานซิชัน (transition element) คือ ธาตุหรือไอออนที่มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนวงนอกสุดใน *d*-orbital โดยที่อิเล็กตรอนจำนวนนั้นต้องไม่เต็มใน *d*-orbital

	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8	9 8B	10	11 1B	12 2B
1 <sup>st</sup> row transition elements (3d)	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn
2 <sup>nd</sup> row transition elements (4d)	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd
3 <sup>rd</sup> row transition elements (5d)	57- 71	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg
4 <sup>th</sup> row transition elements (6d)	89- 103	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn

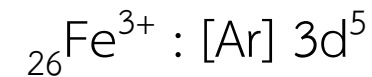
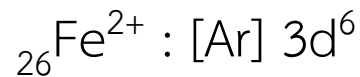
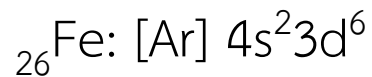
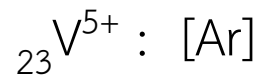
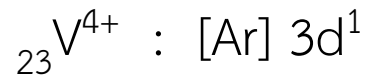
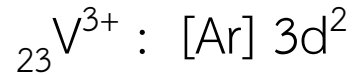
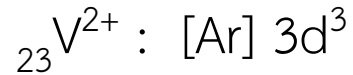
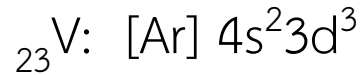
## Inner transition

Lanthanide	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
Actinide	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

## การจัดเรียงอิเล็กตรอน (Electron configuration)

Scandium	$_{21}\text{Sc}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1 \Rightarrow [\text{Ar}] 4s^2 3d^1$	
Titanium	$_{22}\text{Ti}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2 \Rightarrow [\text{Ar}] 4s^2 3d^2$	
Vanadium	$_{23}\text{V}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3 \Rightarrow [\text{Ar}] 4s^2 3d^3$	
Chromium	$_{24}\text{Cr}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5 \Rightarrow [\text{Ar}] 4s^1 3d^5$	การบรรจุแบบครึ่ง (half-filled)
Manganese	$_{25}\text{Mn}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5 \Rightarrow [\text{Ar}] 4s^2 3d^5$	
Iron	$_{26}\text{Fe}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6 \Rightarrow [\text{Ar}] 4s^2 3d^6$	
Cobalt	$_{27}\text{Co}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7 \Rightarrow [\text{Ar}] 4s^2 3d^7$	
Nickel	$_{28}\text{Ni}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8 \Rightarrow [\text{Ar}] 4s^2 3d^8$	
Copper	$_{29}\text{Cu}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10} \Rightarrow [\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$	การบรรจุแบบเต็ม (full-filled)
Zinc	$_{30}\text{Zn}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} \Rightarrow [\text{Ar}] 4s^2 3d^{10}$	

## การเกิดเป็นไอออนบวก (อะตอมสูญเสีย e<sup>-</sup>)



3d e<sup>-</sup> หลุดออกทีหลัง 4s e<sup>-</sup> เพราะ 3d orbital มีอำนาจการทะลุทะลวง (penetrate) ดีกว่า 4s orbital ทำให้ 3d e<sup>-</sup> เข้าใกล้นิวเคลียสได้มากกว่า 4s e<sup>-</sup>

# สมบัติทั่วไปของธาตุทรานซิชัน

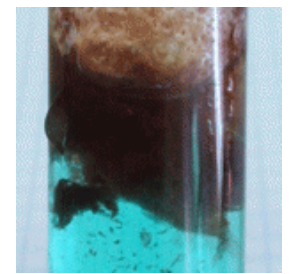
- ธาตุทรานซิชันที่อยู่ในหมู่เดียวกันจะมีสมบัติทางเคมีและทางกายภาพคล้ายกัน
- มีแนวโน้มเกิดเป็นสารเชิงซ้อน



$[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$



$[\text{Ni}(\text{DMG})_2]$



$\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

- มีสมบัติการเป็นแม่เหล็ก
- ธาตุทรานซิชันมีความว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นสารประกอบออกไซด์ซึ่งจะเคลือบเป็นผิวด้านนอกของโลหะเอาไว้ ทำให้ทนทานต่อการเกิดปฏิกิริยากับกรดได้ดีขึ้น เช่น  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  และ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  เป็นต้น โดย Cr นิยมใช้เป็นวัสดุเคลือบผิวโลหะชนิดอื่นเพื่อป้องกันการผุกร่อนรวมทั้งการเคลือบโครเมียม (chromium plating)



กรณี Au, Ag, Pt และ Pd จะไม่เกิดออกไซด์



- ธาตุทรานซิชันมีความหนาแน่นสูง จุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง และมีค่าความร้อนของการหลอมและการกลายเป็นไอ มากกว่าโลหะอัลคาไลน์และโลหะอัลคาไลน์เอิร์ธ เนื่องจากมีขนาดของอะตอมและไอออนเล็ก และโครงสร้างแบบจัดเรียงตัวชิดที่สุดเป็นส่วนใหญ่ ทำให้มีลักษณะพันธะเป็นพันธะโลหะที่แข็งแรง
- ธาตุทรานซิชันมีนำไฟฟ้าและความร้อนสูง โดย Ag เป็นตัวนำที่ดีที่สุด และ Cu รองลงมา

### สมบัติทางกายภาพของธาตุ K ถึง Zn

	1A	2A	Transition Metals									2B
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Atomic radius (pm)	227	197	162	147	134	130	135	126	125	124	128	138
Melting point (°C)	63.7	838	1539	1668	1900	1875	1245	1536	1495	1453	1083	419.5
Boiling point (°C)	760	1440	2730	3260	3450	2665	2150	3000	2900	2730	2595	906
Density (g/cm <sup>3</sup> )	0.86	1.54	3.0	4.51	6.1	7.19	7.43	7.86	8.9	8.9	8.96	7.14

■ มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ยกเว้นหมู่ 3B

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
				+7				
			+6	+6	+6			
		+5	+5	+5	+5			
	+4	+4	+4	+4	+4	+4		
+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
								+1



- สารประกอบส่วนใหญ่มีสี (ยกเว้นหมู่ 3B) ขณะที่สารประกอบของธาตุกลุ่ม s และ p ไม่มีสี

ตัวอย่างสีของสารละลายของ  
โลหะไนเตรตบางตัว:  $M(\text{NO}_3)_x$

ไอออนของโลหะ	สีของสารละลายในน้ำ
$\text{Cr}^{3+}$	น้ำเงินเข้ม
$\text{Mn}^{2+}$	ชมพูอ่อน
$\text{Fe}^{2+}$	เขียวอ่อน
$\text{Fe}^{3+}$	น้ำตาลเหลือง
$\text{Co}^{2+}$	ชมพู
$\text{Ni}^{2+}$	เขียว
$\text{Cu}^{2+}$	น้ำเงิน



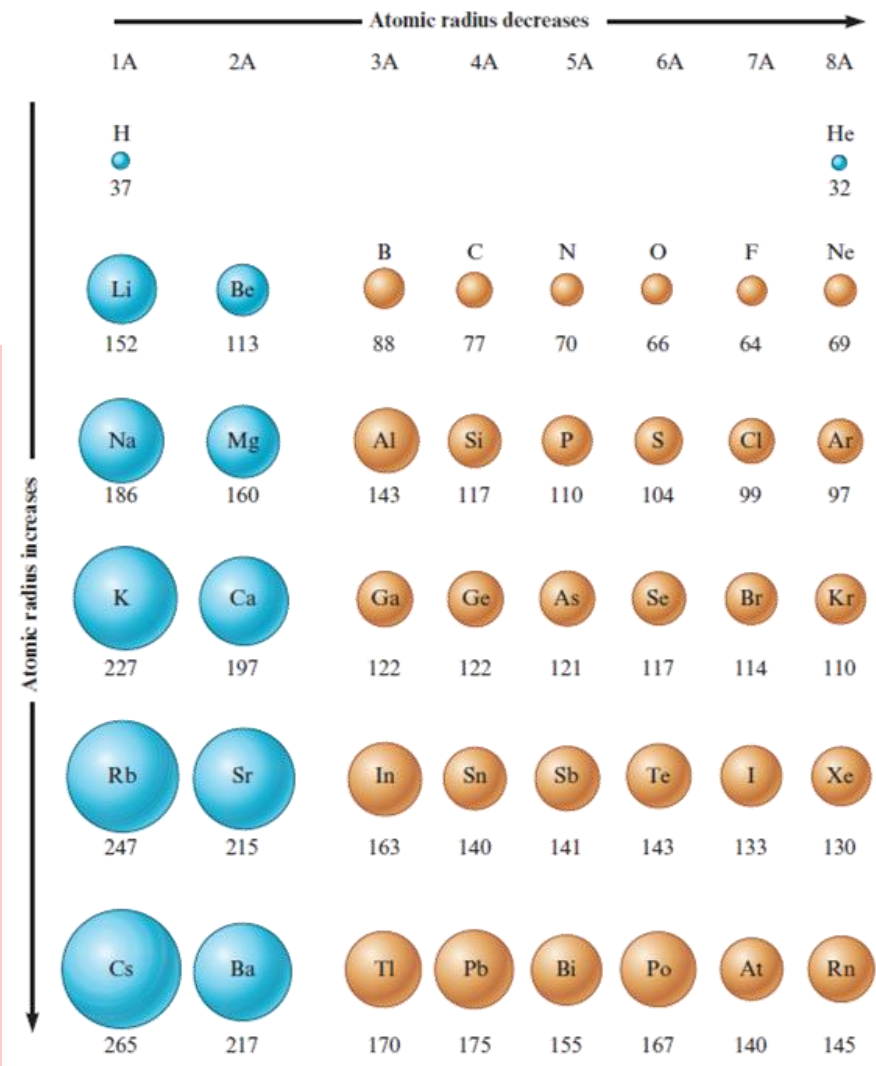
# ขนาดของอะตอม

## ปัจจัยที่มีผลต่อขนาดอะตอม

- จำนวนชั้นของอิเล็กตรอน [เลขควอนตัมหลัก (n) ของเวเลนซ์อิเล็กตรอน]
- แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอน

➤ หมู่เดียวกัน: ขนาดอะตอมใหญ่ขึ้นจากบนลงล่าง  
 เช่น  $Li < Na < K < Rb < Cs$   
 (ธาตุที่อยู่ด้านล่างมี n มาก)

➤ คาบเดียวกัน: ขนาดของอะตอมจะเล็กลงจากซ้ายไปขวา  
 เช่น  $Li > Be > B > C > N > O > F$



# ขนาดของไอออน

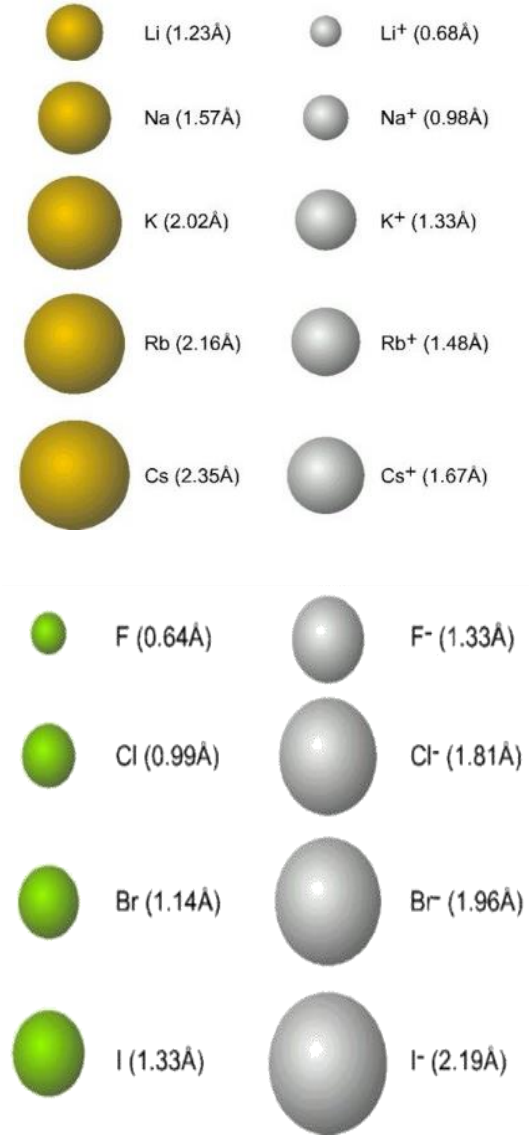
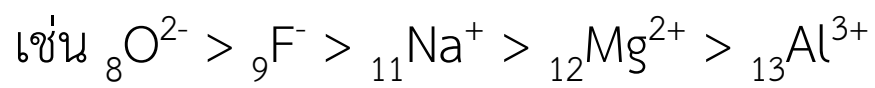
“ขึ้นกับประจุบวกของนิวเคลียส จำนวนอิเล็กตรอน และออร์บิทัลของเวเลนซ์อิเล็กตรอน”

❑ **ไอออนบวก (Cation)** เกิดจากการเสียอิเล็กตรอนออกจากอะตอม ดังนั้นจะมีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยลง ในขณะที่โปรตอนเท่าเดิม จึงทำให้มีขนาดเล็กลงกว่าอะตอมที่เป็นกลาง

❑ **ไอออนลบ (Anion)** เกิดจากการรับอิเล็กตรอนเพิ่มเข้ามา แต่จำนวนโปรตอนยังเท่าเดิม ทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าอะตอมที่เป็นกลาง

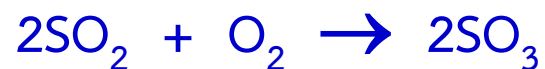
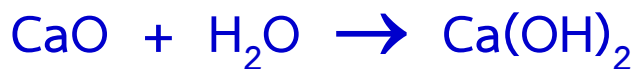
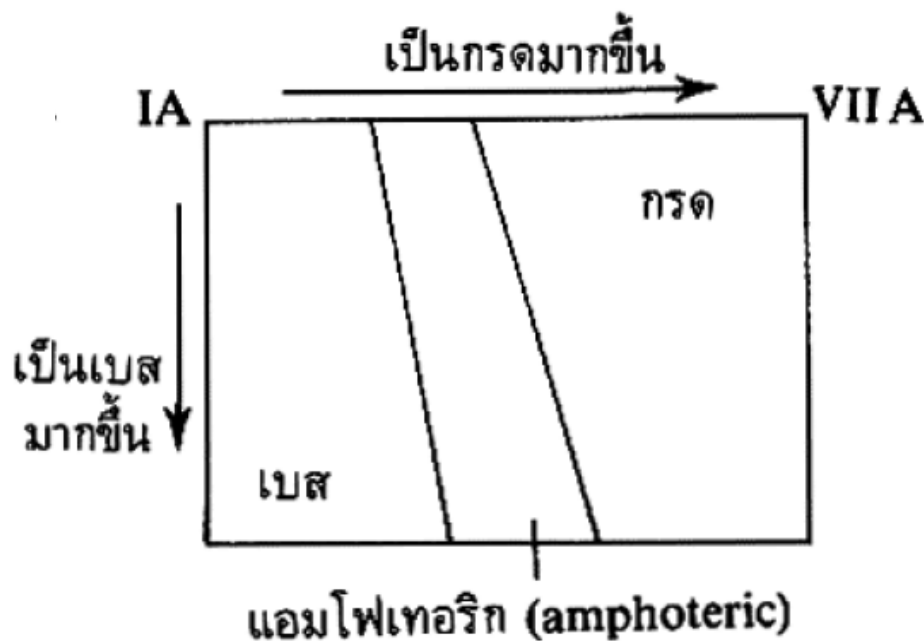
❑ ไอออนที่มีประจุเท่ากัน รัศมีไอออนของหมู่เดียวกันจะเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง

❑ ไอออนที่มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน (isoelectronic series) ถ้าประจุของนิวเคลียสเพิ่มขึ้น ขนาดอะตอมจะเล็กลง



# ความเป็นกรด-เบสของสารประกอบ

- สารประกอบออกไซด์: สารประกอบระหว่างธาตุหนึ่งๆ กับออกซิเจน เช่น  $\text{CaO}$   $\text{SO}_2$  และ  $\text{CO}_2$
- สารประกอบไฮดรอกไซด์: สารประกอบของ  $\text{OH}^-$  เช่น  $\text{NaOH}$  และ  $\text{Ca}(\text{OH})_2$



**ตัวอย่าง** การเปรียบเทียบความเป็นกรดเบสของธาตุในคาบที่ 3

$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{MgO}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{SO}_3$	$\text{Cl}_2\text{O}_7$
$\text{NaOH}$	$\text{Mg(OH)}_2$	$\text{Al(OH)}_3$	$\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_3\text{PO}_4$	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{HClO}_4$
เบสแก่	เบสอ่อน	กรดอ่อน/ เบสอ่อน	กรดอ่อน	กรดแก่ขึ้น	กรดแก่	

**ตัวอย่าง** การเปรียบเทียบความเป็นกรดเบสของธาตุในหมู่ที่ 5

$\text{N}_2\text{O}_5$ ( $\text{HNO}_3$ )	กรดแก่
$\text{P}_4\text{O}_{10}$ ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )	กรดอ่อน
$\text{As}_4\text{O}_{10}$ ( $\text{H}_3\text{AsO}_4$ )	กรดอ่อน
$\text{Sb}_4\text{O}_6$	แอมโฟเทอริก (amphoteric)
$\text{Bi}_2\text{O}_3$	เบสอ่อน

**ตัวอย่าง** การเปรียบเทียบความเป็นกรดเบสของธาตุที่มีเลขออกซิเดชันหลายค่า

ความเป็นกรด	$\text{HClO}$	$<$	$\text{HClO}_2$	$<$	$\text{HClO}_3$	$<$	$\text{HClO}_4$
	+1		+3		+5		+7