

คม 240 เคมีอินทรีย์ ปีการศึกษา 1-2561

2. ธาตุทรานสิชัน (The Transition Elements)

หัวข้อ

1. ลักษณะเด่นของธาตุทรานสิชัน
2. การจัดเรียงอิเล็กตรอน
3. สมบัติทางด้านกายภาพและเคมี
4. หมู่ธาตุทรานสิชัน

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

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

1

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

inner transition elements	Lanthanides							58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	Actinides							90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
								Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

2

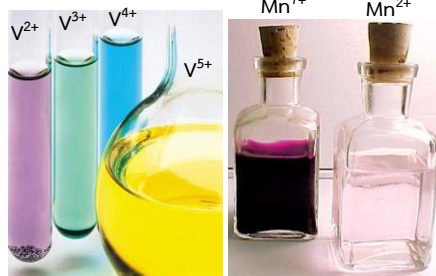
ลักษณะเด่นของธาตุทรานสิชัน (ที่แตกต่างจากกลุ่ม s และ p)

1. มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า

ยกเว้น หมู่ IIB (Zn, Cd, Hg) O.S. = 2

หมู่ IIIB (Sc, Y, La, Ac) O.S. = 3

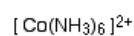
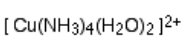
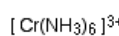
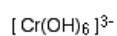
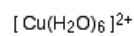
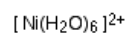
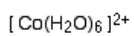
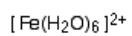
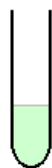
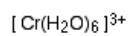
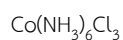
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
				7					
			6	6	6				
		5	5	5	5	5			
	4	4	4	4	4	4	4		
3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	



ทุกธาตุพบเลขออกซิเดชัน +2 (ยกเว้น Sc มีประจุ +3 เพียงค่าเดียว)

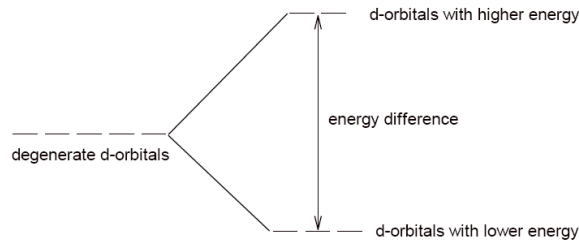
3

2. สารประกอบส่วนใหญ่มีสี (ยกเว้นหมู่ IIIB) ขณะที่สารประกอบของธาตุกลุ่ม s และ p ไม่มีสี



<http://www.chemguide.co.uk/inorganic/transition/features.html>

4



- ธาตุทรานสิชันมักมีสี ซึ่งเกิดจากการย้ายระดับพลังงานของอิเล็กตรอนระหว่าง d orbitals ที่มีระดับพลังงานแตกต่างกัน
- ผลต่างระหว่างพลังงานตรงกับพลังงานแสงในช่วงที่มองเห็นได้ (visible light) → ไอออนโลหะจะดูดกลืนแสงสีหนึ่งๆ เพื่อย้ายระดับพลังงาน และมีการคายสีที่เหลือออกมาซึ่งเป็นสีของสารที่เรามองเห็น
- ไอออนโลหะที่มีอิเล็กตรอนบรรจุไม่เต็มใน d orbital จะมีสี ส่วนไอออนโลหะที่มีอิเล็กตรอนเต็มหรือไม่มีอิเล็กตรอนใน d orbital เลย จะไม่แสดงสีหรือมีสีขาว

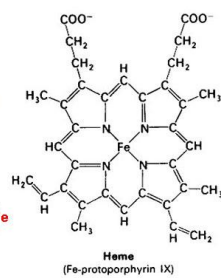
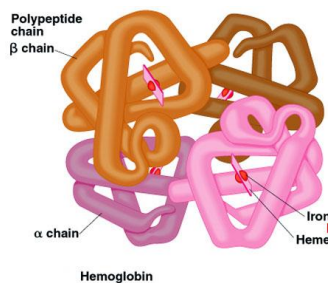
5

3. เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสมบัติความเป็นแม่เหล็ก (paramagnetic) ขณะที่สารประกอบของธาตุกลุ่ม s และ p เป็นสารที่ไม่มีสมบัติความเป็นแม่เหล็ก (diamagnetic)

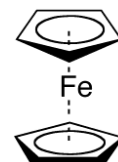
- ความเป็นแม่เหล็กวัดได้จากจำนวนอิเล็กตรอนเดี่ยว (unpaired electron)
- ไม่มีอิเล็กตรอน → ไม่มีสมบัติความเป็นแม่เหล็ก → diamagnetic
- มีอิเล็กตรอนเดี่ยวตั้งแต่ 1 ขึ้นไป → มีสมบัติความเป็นแม่เหล็ก → paramagnetic

โมเมนต์แม่เหล็กมีทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กภายนอกเมื่อถูกเหนี่ยวนำ

4. มีแนวโน้มที่จะเกิดสารเชิงซ้อน (complex หรือ coordination compound) ได้ง่ายกว่า เช่น



heme



ferrocene

6

5. มีจุดเดือด-จุดหลอมเหลวสูง และเป็น hard solid

	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
m.p (°C)	1541	1660	1890	1857	1244	1535	1495	1453	1083	420
b.p (°C)	2831	3287	3380	2672	1962	2750	2870	2732	2567	907
D (g/cm ³)	3.0	4.5	6.0	7.2	7.2	7.9	8.9	8.9	8.9	7.1

ลักษณะทั่วไปของธาตุทรานสิชัน

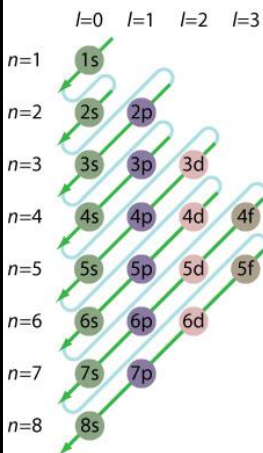
1. มีความเป็นมันเงา
2. นำไฟฟ้าและความร้อนสูง Ag เป็นตัวนำที่ดีที่สุด Cu รองลงมา
3. แข็งแรงและเหนียว เช่น เหล็ก ทังสเตน จึงใช้ในการก่อสร้าง แต่ทอง เงิน ทองแดง อ่อน
4. ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดเป็นออกไซด์ที่ผิวของโลหะ เช่น เหล็กออกไซด์ Fe₂O₃ (hematite)
แต่ Au, Ag, Pt, Pd ไม่เกิดออกไซด์ (เฉื่อยต่อปฏิกิริยา)

7

Electron configuration (การจัดเรียงอิเล็กตรอน)

$(n-1)d^{1-10} ns^0 \text{ or } 1 \text{ or } 2$

Aufbau principle (building-up principle)



Element	s p d configuration		Electrons in boxes configuration						
				3d					4s
Sc	[Ar]	3d ¹ 4s ²	Ar	↑					↑↓
Ti	[Ar]	3d ² 4s ²	Ar	↑	↑				↑↓
V	[Ar]	3d ³ 4s ²	Ar	↑	↑	↑			↑↓
Cr*	[Ar]	3d ⁵ 4s ¹	Ar	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Mn	[Ar]	3d ⁵ 4s ²	Ar	↑	↑	↑	↑	↑	↑↓
Fe	[Ar]	3d ⁶ 4s ²	Ar	↑↓	↑	↑	↑	↑	↑↓
Co	[Ar]	3d ⁷ 4s ²	Ar	↑↓	↑↓	↑	↑	↑	↑↓
Ni	[Ar]	3d ⁸ 4s ²	Ar	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	↑↓
Cu*	[Ar]	3d ¹⁰ 4s ¹	Ar	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑
Zn	[Ar]	3d ¹⁰ 4s ²	Ar	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓

8

3d series										
	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9 VIII	10	11 IB	12 IIB
Element Atomic number	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30
Electronic Configuration	$3d^1 4s^2$	$3d^2 4s^2$	$3d^3 4s^2$	$3d^5 4s^1$	$3d^5 4s^2$	$3d^6 4s^2$	$3d^7 4s^2$	$3d^8 4s^2$	$3d^{10} 4s^1$	$3d^{10} 4s^2$

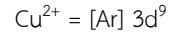
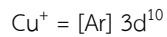
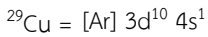
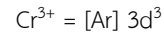
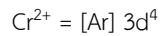
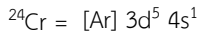
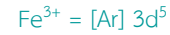
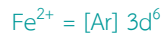
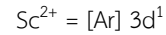
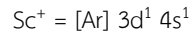
4d Series										
	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9 VIII	10	11 IB	12 IIB
Element Atomic Number	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	T c 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48
Electronic Configuration	$4d^1 5s^2$	$4d^2 5s^2$	$4d^3 5s^2$	$4d^5 5s^1$	$4d^5 4s^2$	$4d^6 5s^2$	$4d^7 5s^2$	$4d^8 5s^2$	$4d^{10} 5s^1$	$4d^{10} 5s^2$

9

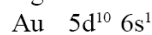
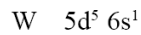
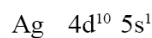
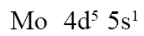
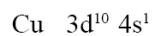
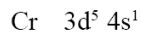
5d series										
	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9 VIII	10	11 IB	12 IIB
Element Atomic Number:	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80
Electronic Configuration	$4f^0 5d^1 6s^2$	$4f^{14} 5d^2 6s^2$	$4f^{14} 5d^3 6s^2$	$4f^{14} 5d^5 6s^1$	$4f^{14} 4d^5 6s^2$	$4f^{14} 5d^6 6s^2$	$4f^{14} 5d^7 6s^2$	$4f^{14} 5d^8 6s^2$	$4f^{14} 5d^{10} 6s^1$	$4f^{14} 5d^{10} 6s^2$

6d series										
	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9 VIII	10	11 IB	12 IIB
Element Atomic Number	Ac 89	Ku 104	Ha (Unp) 105	(Unh) 106	(Uns) 107	(Uno) 108	(Une) 109			
Electronic Configuration	$5f^0 6d^1 7s^2$	$5f^{14} 6d^2 7s^2$	$5f^{14} 6d^3 7s^2$							

10



$3d\ e^-$ หลุดออกทีหลัง $4s\ e^-$ เพราะ $3d$ orbital มีอำนาจการทะลุทะลวง (penetrate) ดีกว่า $4s$ orbital ทำให้ $3d\ e^-$ เข้าใกล้นิวเคลียสได้มากกว่า $4s\ e^-$

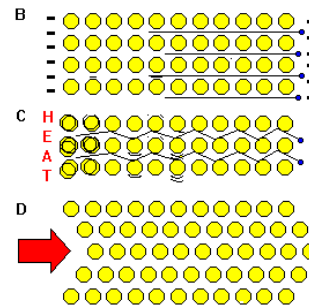
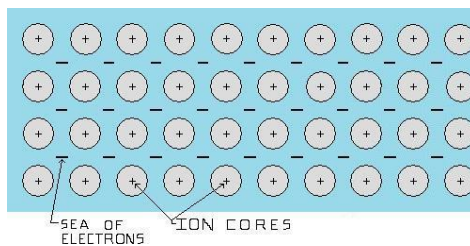


ธาตุในหมู่เดียวกันจะมีรูปแบบการจัดเรียงอิเล็กตรอนคล้ายคลึงกัน รวมทั้งการจัดแบบ half-filled และ full-filled ด้วย

11

สมบัติทางกายภาพ (Physical properties)

เป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนที่ดี มีความแข็งแรง จุดเดือด-จุดหลอมเหลวสูง ความหนาแน่นสูง ผิวเป็นมันแวววาว จากสมบัติเหล่านี้การเกิดพันธะโลหะและมีจำนวนวาเลนซ์อิเล็กตรอนในพันธะโลหะมาก ทำให้อะตอมยึดกันอย่างแข็งแรง



ประจุบวกของแกนไอออนของธาตุดึงกันด้วยทะเลอิเล็กตรอน ซึ่งอิเล็กตรอนในทะเลนี้เคลื่อนที่ไปมาได้ ไม่จับกับอะตอมใดอะตอมหนึ่ง จากเหตุผลนี้ทำให้โลหะมีสมบัติในการเปลี่ยนรูปร่าง (shape) ได้ นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี มีความเหนียว

12

Atomic and ionic radii

คาบเดียวกัน: atomic และ ionic radii ลดลงจากซ้ายไปขวาเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น แต่ลดลงเพียงเล็กน้อยเพราะการบดบังของอิเล็กตรอนใน inner d orbital น้อยลง

3d series	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII	VIII	VIII	IB	IIB
Element	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Atomic radius (pm)	164	147	135	129	137	126	125	125	128	137

หมู่เดียวกัน: ขนาดอะตอมเพิ่มขึ้นจากบนลงล่างจาก 3d series ไปยัง 4d series แต่ 4d series กับ 5d series ขนาดอะตอมใกล้เคียงกันหรือเล็กกว่า เพราะมีกลุ่มธาตุ Lanthanides และ Actinides คั่น ซึ่งธาตุเหล่านี้มีประจุบวกที่นิวเคลียสสูง มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ใน 5d หรือ 4f orbital แต่ทำหน้าที่บดบังได้ไม่ดี (shielding: $s > p > d > f$) ทำให้วาเลนซ์อิเล็กตรอนได้รับแรงดึงดูดจากประจุนิวเคลียสสูงได้มาก ทำให้ขนาดอะตอมมีขนาดเล็กลง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า **Lanthanide Contraction**

	IIIB	Atomic radius (A°)	IVB	Atomic radius (A°)
3d	Sc	1.62	Ti	1.47
4d	Y	1.80	Zr	1.60
5d	La	1.87	Hf	1.58

13

สมบัติทางเคมี (Chemical properties)

Ionization energy

I.E (eV/atom)	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
I.E 1	6.54	6.82	6.74	6.77	7.44	7.87	7.86	7.64	7.73	9.39
I.E 2	12.80	13.58	14.65	16.50	15.64	16.18	17.06	18.17	20.29	17.96
I.E 3	24.76	27.49	29.31	30.96	33.67	30.65	33.50	35.17	36.83	39.72

ค่า I.E และ E.N เพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวา

โดยปกติค่า I.E เพิ่มขึ้นเมื่อรัศมีอะตอมลดลง และประจุนิวเคลียสเพิ่มขึ้น แต่ธาตุทรานสิชันที่มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนแบบ half filled และ full filled มีค่า I.E สูงกว่า เช่น

Cr⁺ และ Cu⁺ มีค่า I.E 2 มาก



14

กรณีธาตุ s และ p block ค่า I.E ลดลงจากบนลงล่างในหมู่เดียวกัน เช่นเดียวกับหมู่ IIIB

แต่บางหมู่เช่น IVB ค่า I.E เพิ่มขึ้นจาก 4d ไป 5d เพราะขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน (เป็นผลจาก lanthanide contraction) และประจุนิวเคลียสที่เพิ่มขึ้น

	Element	Atomic radius (A ⁰)	I P kJ.mol ⁻¹	Element	Atomic radius (A)	I P kJ.mol ⁻¹
3d	Sc 21	1.62	631	Ti 22	1.47	656
4d	Y 39	1.8	616	Zr 40	1.6	674
5d	La 57	1.87	541	Hf 72	1.58	760

ไม่ค่อยว่องไวต่อปฏิกิริยาเท่ากับธาตุกลุ่ม s เพราะมีค่า I.E สูงและไอออนของธาตุนี้อักรีดิวซ์ (รับ e⁻) ได้ง่ายกว่าทำปฏิกิริยาโดยตรงกับโลหะเมื่อให้ความร้อน แต่ปฏิกิริยาไม่รุนแรงเท่าธาตุกลุ่ม s

โครเมียมและนิกเกิลค่อนข้างเฉื่อยต่อปฏิกิริยาเพราะมีชั้นออกไซด์บางๆ เคลือบผิวด้านนอก (protective oxide film)

แต่เหล็กทำปฏิกิริยากับออกซิเจนซึ่งมีความชื้นอยู่ด้วยเกิดเป็น Fe₂O₃.H₂O นั่นคือสนิมเหล็ก

15

เลขออกซิเดชัน (oxidation state)

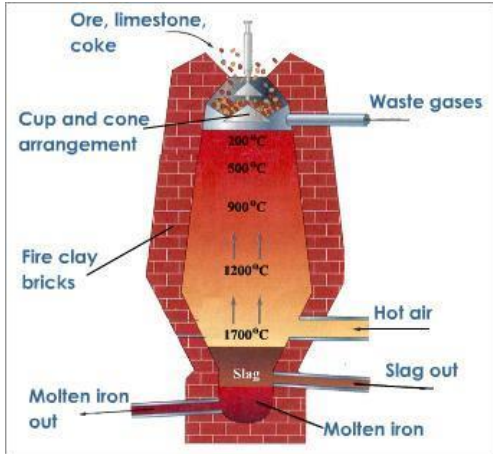
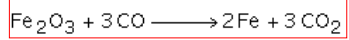
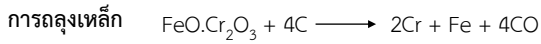
- มีเลขออกซิเดชัน (oxidation state) ได้หลายค่าเนื่องจากค่า I.E แต่ละลำดับไม่ต่างกัน
 - เลขออกซิเดชันสูงสุดเท่ากับเลขหมู่หรือจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน
 - มักมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ 2 เนื่องจากการสูญเสียอิเล็กตรอนใน ns
 - เลขออกซิเดชันต่ำสุดเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนใน ns orbital
 - เลขออกซิเดชันสูงสุดเท่ากับผลรวมของอิเล็กตรอนใน ns และ (n-1)d
- เช่น Mn⁷⁺, Os⁸⁺ (stable), Ru⁸⁺ (unstable)
- เลขออกซิเดชันที่มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็นแบบ half filled และ full filled เสถียรกว่า เช่น Mn²⁺ = [Ar] 3d⁵, Fe³⁺ = [Ar] 3d⁵, Zn²⁺ = [Ar] 3d¹⁰
 - ธาตุที่อยู่ตรงกลางมีจำนวนเลขออกซิเดชันมากที่สุด

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

16

แหล่งกำเนิดในธรรมชาติและการแยกให้ได้โลหะ

ธาตุกลุ่มนี้มักเกิดในรูปของออกไซด์และซัลไฟด์ ทำการแยกโลหะโดยการถลุงหรือถลุงด้วยตัวรีดิวซ์ที่เหมาะสม



Common Name	Chemical Name	Formula
Haematite	Ferric oxide	Fe_2O_3
Magnetite	Tri iron tetroxide	Fe_3O_4
Iron Pyrites	Iron sulphide	FeS_2
Spathic iron ore	Ferrous Carbonate	FeCO_3

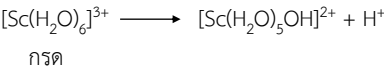
www.tutorvista.com/search/roasted-copper-ore

17

Group IIIB (หมู่ทรานซิชันแลนทาไนด์) (Sc, Y, La...Lu, Ac...Lr)

valence electron $(n-1)d^1 ns^2$

มีเลขออกซิเดชัน +3 เท่านั้น $(n-1)d^0 ns^0$ จึงเกิดสารประกอบที่ไม่มีสี
Sc มีสมบัติคล้าย Al เช่นเป็น amphoteric (สมบัติทั้งเป็นกรดและเบส)



18

Group IVB (หมู่ตระกูลไทเทเนียม) (Ti, Zr, Hf)

valence electron $(n-1)d^2 ns^2$

มีเลขออกซิเดชัน +2, +3, +4 เท่านั้น ยกเว้น Hf (O.S. = +4)

มีลักษณะโคเวเลนต์สูงคล้ายหมู่ IVA

Titanium, Ti

เป็นโลหะสีขาวเหมือนเงิน แข็งและดึงเป็นเส้นบางๆได้ น้ำหนักเบาและไม่กัดกร่อน

TiO₂ มีสีขาว ใช้เป็นสีในอุตสาหกรรมสี

TiCl₄ ใช้ในกิจการทหารทำให้เกิดม่านควัน



19

Group VB (หมู่ตระกูลวานาเดียม) (V, Nb, Ta)

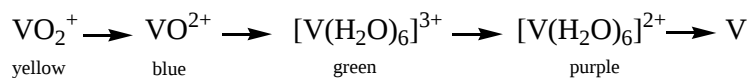
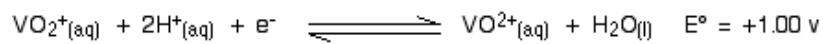
valence electron $(n-1)d^3 ns^2$

มีเลขออกซิเดชัน +3, +4, +5

ทุกธาตุเป็นโลหะ

Vadanium (V)

สารประกอบของ V⁵⁺ เป็น oxidizing agent



สารประกอบของ V²⁺ เป็น reducing agent ที่แรง

ใช้ผสมเหล็กทำอัลลอย เนื่องจากวานาเดียมทนต่อการกัดกร่อนและดึงเป็นเส้นได้

20

Group VIB (หมู่ตระกูลโครเมียม) (Cr, Mo, W)

valence electron $(n-1)d^5 ns^1$

มีเลขออกซิเดชัน +2, +3 (เสถียรที่สุด), +6

ทุกธาตุเป็นโลหะ

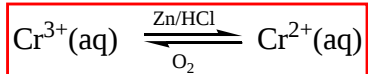
Chromium (Cr)

เป็นโลหะสีขาวยเงิน มันวาวและแข็งมาก สามารถต้านทานการกัดกร่อนและคงความสวยงามได้นานเมื่อทิ้งไว้ในอากาศ เพราะเกิด Cr_2O_3 ที่ฉีก่อนกรด-ต่างได้

Cr(VI) เป็นออกซิไดซ์ที่แรงในสารละลายกรดจึงใช้

- $K_2Cr_2O_7$ ในสารละลายกรดในการวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก
- สารละลายของ $K_2Cr_2O_7$ กับ H_2SO_4 ใช้ทำความสะอาดเครื่องแก้วในห้องแล็บ

Cr(II) เป็น reducing agent ที่แรง



21

Group VIIB (หมู่ตระกูลแมงกานีส) (Mn, Tc, Re)

valence electron $(n-1)d^5 ns^2$

มีเลขออกซิเดชัน +2, +3, +4, (+5), +6, +7

Manganese (Mn)

- มีมากเป็นอันดับสองรองจากเหล็ก แข็งกว่า/เปราะกว่า/ทนความร้อนได้ไม่ดีเท่าเหล็ก
- ว่องไวต่อปฏิกิริยา ไม่มี protective oxide film
- Mn(II) เสถียรมาก เนื่องจากจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น $[Ar]3d^5$
- Mn(III) ไม่เสถียร จะเกิด disproportionation (self redox) ได้ Mn(II) และ MnO_2 ซึ่งเสถียรมากขึ้น



- Mn(IV) เกิด disproportionation ได้ MnO_2 และ MnO_4^-



Mn(VII) เช่น $KMnO_4$ เป็นสารออกซิไดซ์ที่แรงมาก ใช้ฆ่าเชื้อ ฟอกสี ทำน้ำบริสุทธ์ นอกจากนี้ใช้วิเคราะห์หา Fe^{2+} และถ้าเก็บ $KMnO_4$ ไว้นานๆ จะสลายตัวให้ MnO_2

22

Group VIII B

8B		
8	9	10
26 Fe	27 Co	28 Ni
44 Ru	45 Rh	46 Pd
76 Os	77 Ir	78 Pt

แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยตามแนวนอน (เพราะมีสมบัติใกล้เคียงกันมากกว่าแนวตั้ง)

1. Iron family (iron triads): Fe, Co, Ni

2. Platinum family หมายถึงธาตุที่หนักกว่าหมู่ VIIIA

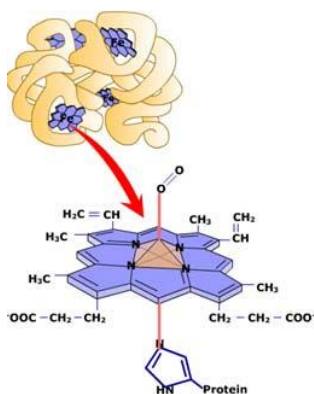
• Light platinum triads: Ru, Rh, Pd

• Heavy platinum triads: Os, Ir, Pt

23

Group VIII B

Iron (Fe)

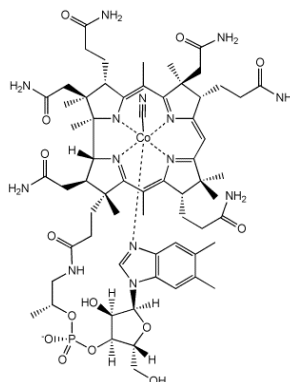


www3.ipst.ac.th/.../chapter4_1.html

ฮีโมโกลบิน ในเม็ดเลือดแดงมีฮีม (heme) ช่วย
จับออกซิเจนจากถุงลมของปอดและขนส่งไปยัง
อวัยวะต่างๆ ผ่านทางกระแสเลือด

Cobalt (Co)

โลหะสีชาวน้ำเงินเล็กน้อย เป็นferromagnetic ที่แข็ง
มากกว่าเหล็กและเฉื่อยต่อปฏิกิริยา จึงใช้ทำเครื่องมือผ่าตัด



cyanocobalamin or cobalamin

เป็นองค์ประกอบในดินที่อุดมสมบูรณ์ และพบในวิตามิน B12

24

Group VIII B

Nickel (Ni)

โลหะสีขาวยังเป็น ferromagnetic

ทนต่อการกัดกร่อนเนื่องจากมีชั้นออกไซด์บางๆ ใช้ทำแบตเตอรี่ อุปกรณ์ที่ต้องการความคงทน

ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ในกระบวนการทางอุตสาหกรรม



Nichrome Ni 80%, Cr 20%

ลวดที่ทนต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันที่อุณหภูมิสูงๆ

25

Group IB (หมู่ตระกูลทองแดง) (Cu, Ag, Au: Coinage metal)

valence electron $(n-1)d^{10} ns^1$

Cu oxidation state: +1, +2

Ag oxidation state: +1

Au oxidation state: +1, +3

Au เฉื่อยที่สุด ไม่ละลายในกรดใดๆ ยกเว้นกรดกัดทอง ($HNO_3:HCl = 3:1$) ผิวเป็นมันวาวและไม่ค่อยรวมตัวกับธาตุอื่น จึงใช้ทำเครื่องประดับและเหรียญ

การนำไฟฟ้าและความร้อน $Ag > Cu$

Cu, Ag, Au เป็นโลหะที่อ่อน ดึงเป็นเส้นได้ง่าย โดยเฉพาะทองคำ

$CuSO_4$ มีสมบัติหยุดการเจริญเติบโตของสาหร่ายและเชื้อรา

สารประกอบ $Ag(I)$ มีสีคล้ำลงเมื่อถูกแสง จึงใช้ในกระบวนการถ่ายภาพและล้างภาพ

26

Group IIB (หมู่ตระกูลสังกะสี) (Zn, Cd, Hg)

valence electron $(n-1)d^{10} ns^2$

Hg มีเลขออกซิเดชัน +1 เพราะอยู่ในรูป diatomic ion $(Hg_2)^{2+}$ มีพันธะ Hg—Hg (diamagnetic)

มีส่วนคล้ายธาตุ Representative จุดเดือดจุดหลอมเหลวต่ำ (Hg mp. = $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$)

ตั้งเป็นเส้นยาก

เมื่อถูกออกซิเจนเกิดออกไซด์ที่ผิว ซึ่งช่วยป้องกันไม่ให้เนื้อโลหะข้างในถูกออกซิไดซ์ต่อ

ทำเทอร์มิสเตอร์ อิเล็กโทรด amalgam (Zn/Hg) ใช้ผลิตสีแดงเช่น HgO

$Zn_3(PO_4)_2$ ใช้เป็นซีเมนต์อุดฟัน, $ZnS \cdot BaSO_4$ ใช้ผลิตสีขาว

Cd: ตัวป้องกันสนิม CdS ใช้เป็น semiconductor (solar cell)

27

Questions (1%)

1. Write full electron configurations for the following species.

(a) Mn

(b) Cu

(c) V^{3+}

(d) Fe^{2+}

2. List three common properties of transition metals.

3. True or False.

3.1 Copper is not a transition element because it has completely filled d-orbitals.

3.2 The ionization energies of transition metals are higher than those of alkali metals.

3.3 CuCl is diamagnetic and colorless.

3.4 $ZnSO_4$ is dark blue in color due to presence of d^{10} configuration.

3.5 Fe^{3+} ion is more stable than Fe^{2+} ion.

28