

แผนการสอนสัปดาห์ที่ 6

หน่วยเรียนที่ 3 สมบัติพีรีออดิก ธาตุเรพรีเซนเททีฟ อโลหะ และโลหะแทรนซิชัน
บทเรียนที่ 3.2 ธาตุเรพรีเซนเททีฟ อโลหะและโลหะแทรนซิชัน จำนวนชั่วโมง 3

จุดประสงค์การสอน (จุดประสงค์ทั่วไป)

1. เพื่อให้เข้าใจธาตุเรพรีเซนเททีฟ อโลหะและโลหะแทรนซิชัน

ผลการเรียนรู้ (จุดประสงค์เฉพาะ)

1. อธิบายธาตุเรพรีเซนเททีฟ
2. อธิบายอโลหะ
3. อธิบายโลหะแทรนซิชัน

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. การบรรยาย
2. กิจกรรม

สื่อการสอน/อุปกรณ์การสอน

เอกสารประกอบการสอน

เอกสาร powerpoint

http://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=137

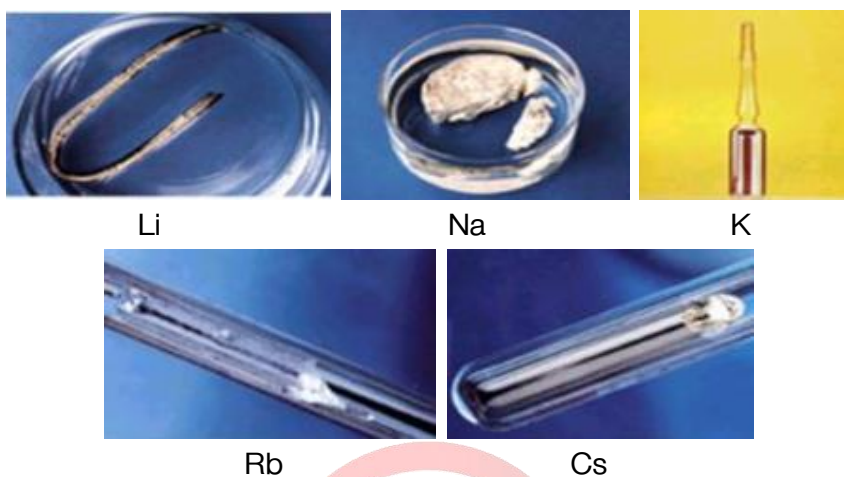
<http://facebook.com/chemographics>

<http://slideshare.net/woravith>

การวัดผล

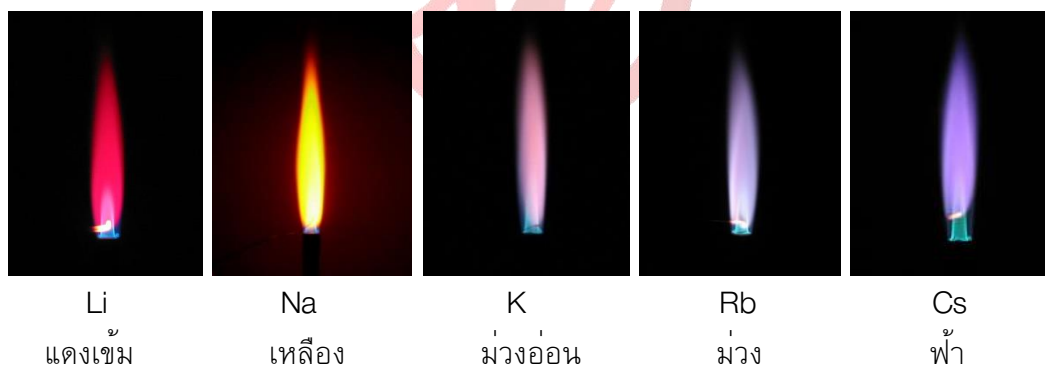
1. การสอบย่อย/การสอบกลางภาค/การสอบปลายภาค
2. การประเมินจากผลงานที่มอบหมาย/กิจกรรม

- 1.2) มีความว่องไวต่อปฏิกิริยามากกว่าโลหะหมู่อื่นๆ
- 1.3) รัศมีอะตอมและรัศมีไอออนเพิ่มขึ้นจากบนลงล่างตามหมู่
- 1.4) มีค่า IE_1 ต่ำ จึงเกิดเป็นไอออนบวกได้ง่าย (ประจุ +1 เท่านั้น)
- 1.5) นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดีทุกทิศทาง เนื่องจากการเคลื่อนที่ของเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่เกิดจากพันธะโลหะ
- 1.6) โลหะแอลคาไลเมื่อเผาในเปลวไฟจะให้สีต่างๆ เป็นสีเฉพาะ ดังภาพที่ 3.24



ภาพที่ 3.23 ลักษณะของธาตุหมู่ 1A

ที่มา: Chang and Goldsby. Chemistry. 2013. p351



ภาพที่ 3.24 ลักษณะสีเปลวไฟของธาตุหมู่ 1A

ตารางที่ 3.10 สมบัติบางประการของธาตุหมู่ 1A

สมบัติ	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
เลขอะตอม	3	11	19	37	55	87
มวลอะตอม	6.95	23.0	39.1	85.5	132.9	223.0
การจัดเรียงอิเล็กตรอน	[He]2s ¹	[Ne]3s ¹	[Ar]4s ¹	[Kr]5s ¹	[Xe]6s ¹	[Rn]7s ¹
รัศมีอะตอม (pm)	167	190	243	265	298	-
รัศมีไอออน (pm)	76	102	138	152	167	-
ค่า IE ₁ (kJ/mol)	520	496	419	403	376	393
ค่า IE ₂ (kJ/mol)	7,298	4,562	3,052	2,633	2,233	-
ค่า EA (kJ/mol)	-59.6	-52.9	-48.4	-46.9	-45.5	-
ค่า EN (kJ/mol)	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7
ความหนาแน่น (g/cm ³)	0.53	0.97	0.89	1.53	1.93	-
จุดหลอมเหลว (°C)	180.5	97.8	63.5	39.3	28.5	27
จุดเดือด (°C)	1,342	883	759	688	671	-
ค่าการนำไฟฟ้า	18.6	37.9	25.9	12.7	8.0	-
ความแข็ง	0.6	0.4	0.5	0.3	0.2	-
E ⁰ (V)	-3.04	-2.71	-2.93	-2.98	-3.03	-
สีเปลวไฟ	แดงเข้ม	เหลือง	ม่วงอ่อน	ม่วง	ฟ้า	-

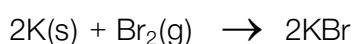
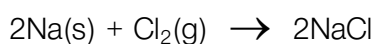
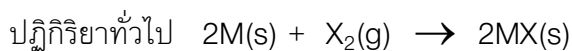
ที่มา: ดัดแปลงจาก Averill. Principles of General Chemistry. 2012. (Online).

2) สมบัติทางเคมี

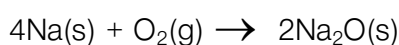
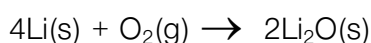
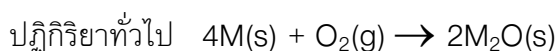
สมบัติทางเคมีของโลหะแอลคาไลพิจารณาได้จากค่า IE ที่ต่ำสุดในคาบเดียวกัน เพราะเป็นการสูญเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอนในออร์บิทัล-ns¹ เกิดเป็นไอออนบวกได้ง่าย ดังนั้นโลหะแอลคาไลจึงมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาก การเก็บโลหะแอลคาไลต้องเก็บไว้ในที่ที่ไม่ให้ถูกความชื้นหรืออากาศ เช่น ต้องเก็บไว้ในน้ำมันก๊าด หรือน้ำมันพาราฟิน หรือภาชนะสุญญากาศ

ปฏิกิริยาเคมีของโลหะแอลคาไล เมื่อสมมติ M แทนธาตุหมู่ 1A ปฏิกิริยาเคมีพอสรุปเป็นตัวอย่างดังนี้

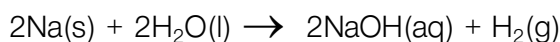
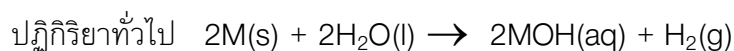
2.1) ธาตุหมู่ 1A ทำปฏิกิริยากับธาตุแฮโลเจน (7A) ได้ทุกธาตุ



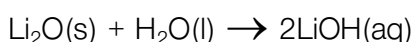
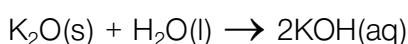
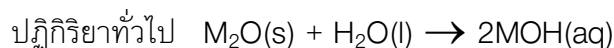
2.2) ธาตุหมู่ 1A ทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนในปริมาณที่มากเกินไปเกิดเป็นสารประกอบออกไซด์



2.3) ทำปฏิกิริยาที่รุนแรงกับน้ำที่อุณหภูมิห้อง (เกิดเบส กับแก๊ส H₂)



2.4) ออกไซด์ของธาตุหมู่ 1A ทำปฏิกิริยากับ H₂O ได้สารละลายเป็นเบส และค่าความเป็นเบสเพิ่มขึ้นตามสมบัติความเป็นโลหะของธาตุ คือธาตุที่มีสมบัติความเป็นโลหะมากจะได้สารประกอบที่มีสมบัติเป็นเบสที่แรง



สมบัติความเป็นเบสของธาตุหมู่ 1A เรียงลำดับความแรงจากมากไปน้อยได้ดังนี้ CsOH > RbOH > KOH > NaOH > LiOH

2.5) สารประกอบของธาตุหมู่ 1A มีสมบัติการละลายน้ำได้ดีและจะแตกตัวให้อิออนบวกและอิออนลบ สารละลายนำไฟฟ้าได้

2.6) ธาตุหมู่ 1A เป็นตัวรีดิวซ์ที่ดี (หรือให้อิเล็กตรอนได้ง่าย)

2.7) ธาตุหมู่ 1A ไม่พบเป็นธาตุอิสระในธรรมชาติ แต่จะพบในรูปของสารประกอบ เช่น NaCl และ KI เป็นต้น

ตารางที่ 3.11 สารประกอบของธาตุหมู่ 1A และการนำไปใช้ประโยชน์

สูตรเคมี	ชื่อทางเคมี	ชื่อสามัญ/ ชื่อทางการค้า	ประโยชน์
NaOH	โซเดียมไฮดรอกไซด์	โซดาไฟ	ใช้ในอุตสาหกรรมทำสบู่ ผงซักฟอก และสารฟอกขาว
NaHCO ₃	โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต	โซดาทำขนม	ทำให้ขนมฟู เนื่องจากเกิดการสลายให้แก๊ส CO ₂ เมื่อได้รับความร้อน ดังสมการ $2\text{NaHCO}_3\text{(s)} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3\text{(l)} + \text{CO}_2\text{(g)}$
Na ₂ CO ₃	โซเดียมคาร์บอเนต	โซดาซักผ้า หรือโซดาแอช	ใช้ในอุตสาหกรรมทำแก้ว ผงซักฟอก ปิโตรเคมี แก้วน้ำกระด้าง ดังสมการ $\text{Ca}^{2+}\text{(aq)} + \text{CO}_3^{2-}\text{(aq)} \rightarrow \text{CaCO}_3\text{(s)}$
KMnO ₄	โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	ด่างทับทิม	ใช้ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ใช้ล้างผักสด
NaCl	โซเดียมคลอไรด์	เกลือแกง	ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโซดาไฟ โซดาแอช และแก๊สคลอรีน

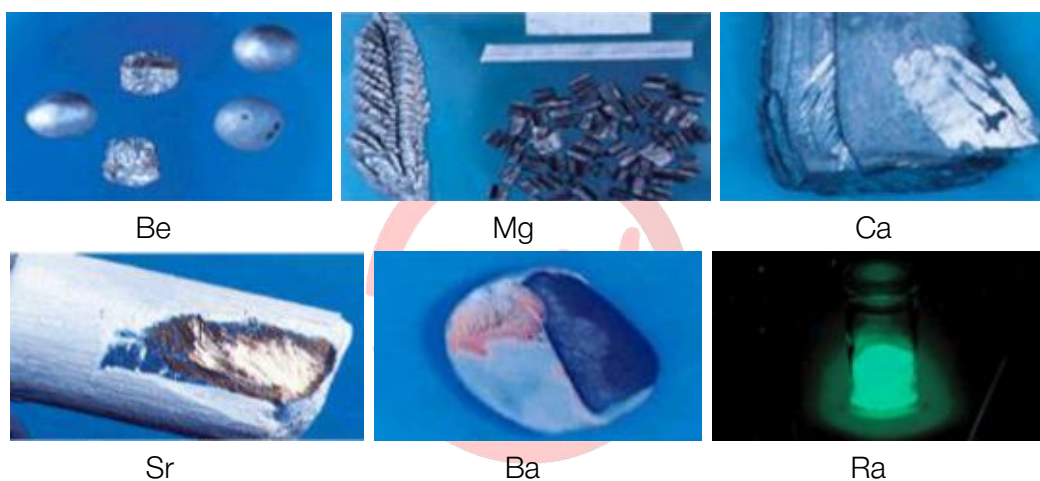
ธาตุหมู่ 2A

ประกอบด้วย เบริลเลียม (beryllium, Be) แมกนีเซียม (magnesium, Mg) แคลเซียม (calcium, Ca) สตรอนเชียม (strontium, Sr) แบเรียม (barium, Ba) และเรเดียม (radium, Ra) ดังภาพที่ 3.25

ธาตุในหมู่ 2A มีชื่อเรียกเฉพาะคือ โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท (alkaline earth) เนื่องจากสารประกอบออกไซด์ของธาตุหมู่นี้มีสมบัติเป็นเบส และสามารถหลอมละลายได้ที่อุณหภูมิสูง

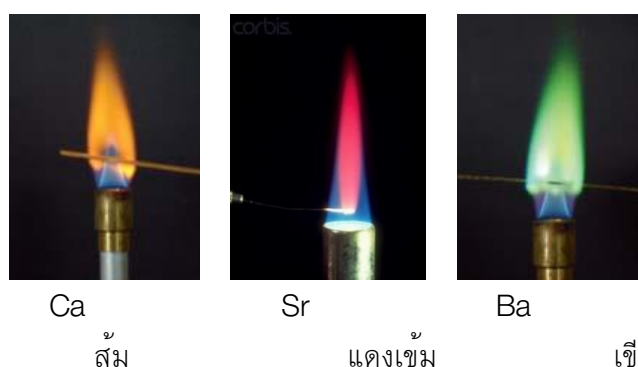
1) สมบัติทางกายภาพ

- 1.1) เป็นธาตุที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา แต่น้อยกว่าธาตุหมู่ 1A
- 1.2) มีความหนาแน่นสูง จุดหลอมเหลวสูงและแข็งกว่าธาตุหมู่ 1A มาก
- 1.3) สามารถทุบม้วนได้ มีความเป็นมันเงา
- 1.4) สามารถนำไฟฟ้าได้ดี
- 1.5) มีค่า IE_1 และ IE_2 ต่ำ เนื่องจากโลหะแอลคาไลน์เอิร์ทการสูญเสียอิเล็กตรอนระดับพลังงานสุดท้ายเพื่อเกิดเป็นไอออน M^{2+} ได้ง่าย (เมื่อ M แทนธาตุหมู่ 2A)
- 1.6) Be และ Mg ไม่แสดงสีในเปลวไฟ ส่วนโลหะ Ca, Sr และ Ba เกิดสีในเปลวไฟ ดังภาพที่ 3.26



ภาพที่ 3.25 ลักษณะของธาตุหมู่ 2A

ที่มา: Chang and Goldsby. Chemistry. 2013. p352



ภาพที่ 3.26 ลักษณะสีเปลวไฟของโลหะ Ca, Sr และ Ba

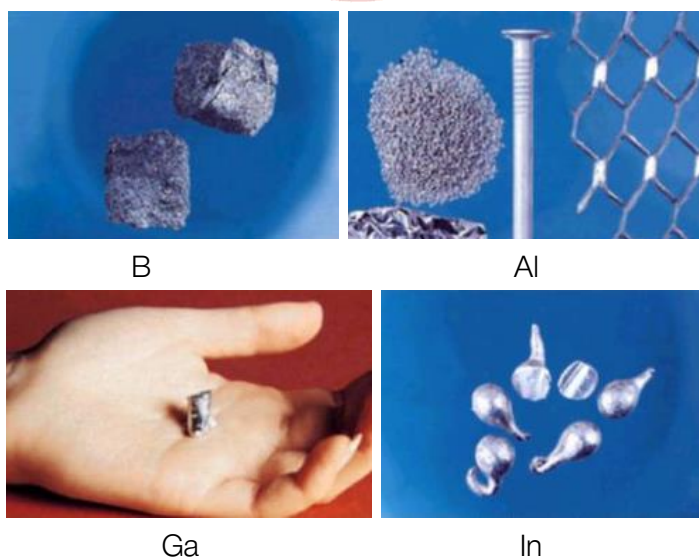
ตารางที่ 3.12 สมบัติบางประการของธาตุหมู่ 2A

สมบัติ	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
เลขอะตอม	4	12	20	38	56	88
มวลอะตอม	9.00	24.3	40.1	87.6	137.3	226.0
การจัดเรียงอิเล็กตรอน	[He]2s ²	[Ne]3s	[Ar]4s ²	[Kr]5s ²	[Xe]6s ²	[Rn]7s ²
รัศมีอะตอม (pm)	112	145	194	219	253	-
รัศมีไอออน (pm)	45	72	100	118	135	-
ค่า IE ₁ (kJ/mol)	899	738	590	549	503	-
ค่า IE ₂ (kJ/mol)	1,757	1,451	1,145	1,064	965	-
ค่า EA (kJ/mol)	+241	+230	+156	+156	+152	-
ค่า EN (kJ/mol)	1.5	1.2	1.0	1.0	0.9	0.9
ความหนาแน่น (g/cm ³)	1.85	1.74	1.55	2.64	3.62	~5
จุดหลอมเหลว (°C)	1,278	650	842	777	727	700
จุดเดือด (°C)	2,471	1,090	1,484	1,382	1,897	-
ค่าการนำไฟฟ้า	40	36	46	6.9	3.2	-
ความแข็ง	5	2.0	1.5	1.8	2	-
E ⁰ (V)	-1.85	2.37	-2.87	-2.90	-2.91	-2.8
สีของเปลวไฟ	-	-	ส้ม	แดงเข้ม	เขียว	-

ที่มา: ดัดแปลงจาก Averill. Principles of General Chemistry. 2012. (Online).

ธาตุหมู่ 3A

ประกอบด้วยธาตุโบรอน (boron, B) อะลูมิเนียม (aluminium, Al) แกลเลียม (gallium, Ga) อินเดียม (indium, In) และแทลเลียม (thallium, Tl) ดังภาพที่ 3.27



Ga

In

ภาพที่ 3.27 ลักษณะของธาตุหมู่ 3A

ที่มา: Chang and Goldsby. Chemistry. 2013. p353

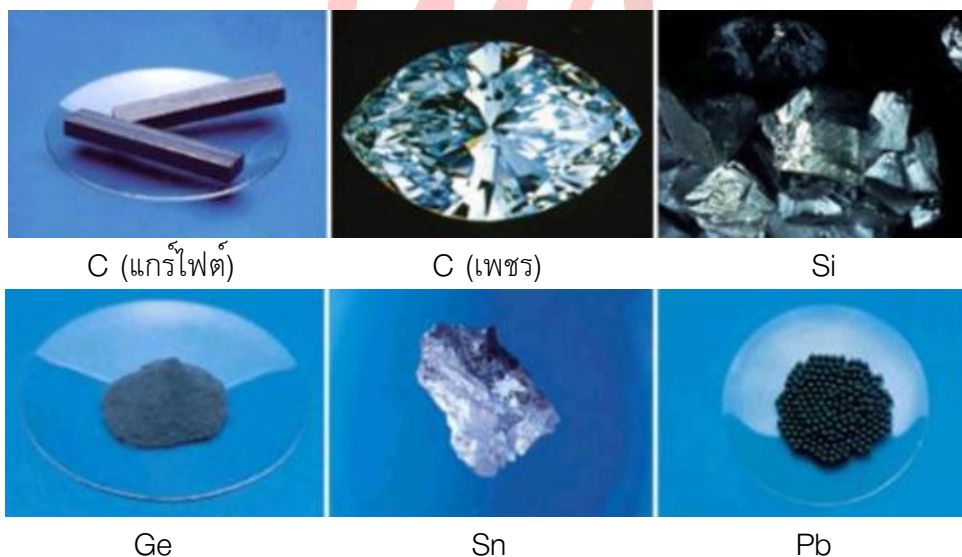
ตารางที่ 3.13 สมบัติบางประการของธาตุหมู่ 3A

สมบัติ	B	Al	Ga	In	Tl
เลขอะตอม	5	13	31	49	81
มวลอะตอม	10.8	27.0	69.7	114.8	204.4
การจัดเรียงอิเล็กตรอน	[He]2s ² 2p ¹	[Ne]3s ² 3p ¹	[Ar]4s ² 4p ¹	[Kr]5s ² 5p ¹	[Xe]6s ² 6p ¹
รัศมีอะตอม (pm)	87	118	136	156	156
รัศมีไอออน (pm)	-	54	62	80	150
ค่า IE ₁ (kJ/mol)	800	577	579	558	589
ค่า EA (kJ/mol)	-26.7	-42.5	-28.9	-28.9	-19.3
ค่า EN (kJ/mol)	2.0	1.5	1.6	1.7	1.8
ความหนาแน่น (g/cm ³)	2.35	2.70	5.91	7.31	11.85
จุดหลอมเหลว (°C)	2,180	660	29.8	157	304
จุดเดือด (°C)	~3,650	2,467	2,403	2,080	1,457
ค่าการนำไฟฟ้า	9x10 ⁻¹¹	59.9	5.9	19.0	8.8

ที่มา: ดัดแปลงจาก Averill. Principles of General Chemistry. 2012. (Online).

ธาตุหมู่ 4A

ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (carbon, C) ซิลิคอน (silicon, Si) เจอร์เมเนียม (germanium, Ge) ดีบุก (tin, Sn) และตะกั่ว (lead, Pb) ดังภาพที่ 3.28



ภาพที่ 3.28 ลักษณะของธาตุหมู่ 4A

ที่มา: Chang and Goldsby. Chemistry. 2013. p354

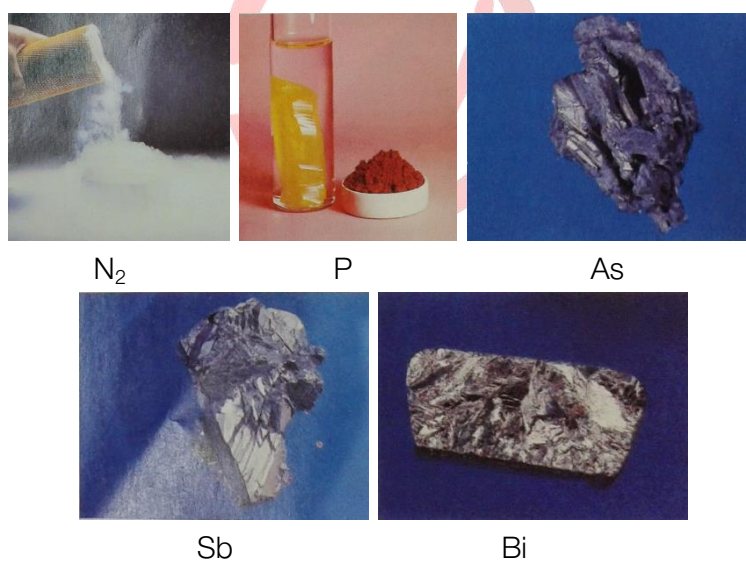
ตารางที่ 3.14 สมบัติบางประการของธาตุหมู่ 4A

สมบัติ	C	Si	Ge	Sn	Pb
เลขอะตอม	6	14	32	50	82
มวลอะตอม	12.0	28.0	72.6	118.7	207.2
การจัดเรียงอิเล็กตรอน	[He]2s ² 2p ⁴	[Ne]3s ² 3p ⁴	[Ar]4s ² 4p ⁴	[Kr]5s ² 5p ⁴	[Xe]6s ² 6p ⁴
รัศมีอะตอม (pm)	67	111	125	145	154
รัศมีไอออน (pm)	-	-	-	118	119
ค่า IE ₁ (kJ/mol)	1,086	786	761	708	715
ค่า EA (kJ/mol)	-122	-134	-119	-107	-35.1
ค่า EN (kJ/mol)	2.5	1.8	1.8	1.8	1.9
ความหนาแน่น (g/cm ³)	2.27	2.34	5.32	7.26	11.34
จุดหลอมเหลว (°C)	4,100	1,420	945	232	327
จุดเดือด (°C)	ไม่เสถียร	3,280	2,850	2,623	1,751

ที่มา: ดัดแปลงจาก Averill. Principles of General Chemistry. 2012. (Online).

ธาตุหมู่ 5A

ประกอบด้วยธาตุไนโตรเจน (nitrogen, N) ฟอสฟอรัส (phosphorus, P) สารหนู (arsenic, As) พลวง (antimony, Sb) และบิสมัท (bismuth, Bi) ดังภาพที่ 3.29



ภาพที่ 3.29 ลักษณะของธาตุหมู่ 5A

ที่มา: Chang and Goldsby. Chemistry. 2013. p355

ตารางที่ 3.15 สมบัติบางประการของธาตุหมู่ 5A

สมบัติ	N	P	As	Sb	Bi
เลขอะตอม	7	15	33	51	83
มวลอะตอม	14.0	31.0	74.9	121.8	209.0
การจัดเรียงอิเล็กตรอน	[He]2s ² 2p ³	[Ne]3s ² 3p ³	[Ar]4s ² 4p ³	[Kr]5s ² 5p ³	[Xe]6s ² 6p ³
รัศมีอะตอม (pm)	56	98	114	133	143
รัศมีไอออน (pm)	146	212	-	-	103
ค่า IE ₁ (kJ/mol)	1,402	1,012	947	834	703
ค่า EA (kJ/mol)	0	-72.0	-78.2	-103	-91.3
ค่า EN (kJ/mol)	3.0	2.1	2.0	1.9	1.9
ความหนาแน่น (g/cm ³)	0.879	1.82	5.78	6.70	9.81
จุดหลอมเหลว (°C)	-210	44.1	816	631	327
จุดเดือด (°C)	-196	280	615	1,587	1,564

ธาตุหมู่ 6A

ประกอบด้วย ธาตุออกซิเจน (oxygen, O) กำมะถัน (sulphur, S) ซีลีเนียม (selenium, Se) เทลลูเรียม (tellurium, Te) และพอลอเนียม (polonium, Po) ดังภาพที่ 3.30

ธาตุกำมะถัน ซีลีเนียม และเทลลูเรียม มีชื่อเรียกว่า ชาลโคเจน (chalcogen)



S

Se

Te

ภาพที่ 3.30 ลักษณะของธาตุหมู่ 6A

ที่มา: Chang and Goldsby. Chemistry. 2013. p356

ตารางที่ 3.16 สมบัติบางประการของธาตุหมู่ 6A

สมบัติ	O	S	Se	Te	Po
เลขอะตอม	8	16	34	52	84
มวลอะตอม	16.0	32.0	78.9	127.6	209.9
การจัดเรียงอิเล็กตรอน	[He]2s ² 2p ⁴	[Ne]3s ² 3p ⁴	[Ar]4s ² 4p ⁴	[Kr]5s ² 2p ⁴	[Xe]6s ² 6p ⁴
รัศมีอะตอม (pm)	48	88	103	123	135
รัศมีไอออน (pm)	140	184	198	221	-
ค่า IE ₁ (kJ/mol)	1,314	999	941	869	812
ค่า EA (kJ/mol)	-141	-200	-195	-190	-
ค่า EN (kJ/mol)	3.5	2.5	2.4	2.1	2.0
ความหนาแน่น (g/cm ³)	1.43*	1.86	4.82	6.24	9.20
จุดหลอมเหลว (°C)	-218	115	221	450	254
จุดเดือด (°C)	-183	445	685	990	962
ค่าการนำไฟฟ้า	-118	-34.0	59.5	185	-
สถานะปกติ	แก๊ส	ของแข็ง	ของแข็ง	ของแข็ง	ของแข็ง

* g/L

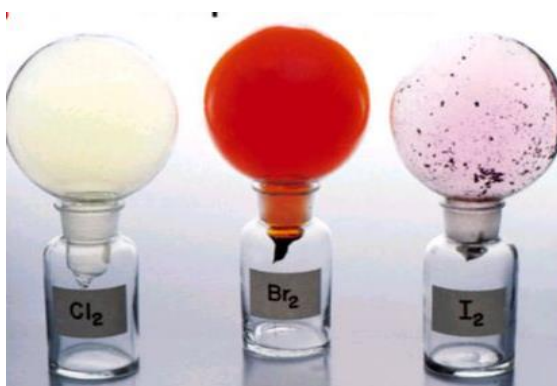
ที่มา: ดัดแปลงจาก Averill. Principles of General Chemistry. 2012. (Online).

ธาตุหมู่ 7A

ประกอบด้วยธาตุฟลูออรีน (fluorine, F) คลอรีน (chlorine, Cl) โบรมีน (bromine, Br) ไอโอดีน (iodine, I) และแอสทาทีน (astatine, At) ดังภาพที่ 3.31

ชื่อเรียกธาตุในหมู่ 7A ว่า แฮโลเจน (halogen) มาจากภาษากรีก halos และ gennao หมายความว่า ตัวทำให้เกิดเกลือ (salt forming)

ธาตุแอสทาทีนพบได้น้อยมากและเป็นธาตุกัมมันตรังสี ทุกไอโซโทปมีอายุสั้น ดังนั้นสมบัติบางประการยังไม่สามารถพิสูจน์ได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 3.31 ลักษณะของธาตุหมู่ 7A

ที่มา: Chang and Goldsby. Chemistry. 2013. p356

ตารางที่ 3.17 สมบัติบางประการของธาตุหมู่ 7A

สมบัติ	F	Cl	Br	I	At
เลขอะตอม	9	17	35	53	85
มวลอะตอม	19.0	35.5	80.0	126.9	210.0
การจัดเรียงอิเล็กตรอน	[He]2s ² 2p ⁵	[Ne]3s ² 3p ⁵	[Ar]4s ² 4p ⁵	[Kr]5s ² 5p ⁵	[Xe]6s ² 6p ⁵
รัศมีอะตอม (pm)	42	79	94	115	127
รัศมีไอออน (pm)	133	181	196	220	-
ค่า IE ₁ (kJ/mol)	1,681	1,256	1,143	1,009	926
ค่า EA (kJ/mol)	-328	-349	-325	-295	-270
ค่า EN (kJ/mol)	4.0	3.0	2.8	2.5	2.2
ความหนาแน่น (g/cm ³)	1.69*	3.12*	3.12	4.94	-
จุดหลอมเหลว (°C)	-220	-102	-7.3	114	-
ค่าการนำไฟฟ้า	-118	-34.0	59.5	185	-
E ⁰ (V)	2.87	1.36	1.07	0.54	-
สถานะปกติ	แก๊ส	แก๊ส	ของเหลว	ของแข็ง	-

* g/L

ที่มา: ดัดแปลงจาก Averill. Principles of General Chemistry. 2012. (Online).

1) สมบัติทั่วไปของธาตุแฮโลเจน

1.1) ธาตุแฮโลเจนมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 7

1.2) ธาตุแฮโลเจนทุกตัวอยู่ในสภาพโมเลกุลอะตอมคู่ (diatomic molecule) ได้ทั้งสถานะของแข็ง ของเหลวและแก๊ส โดยยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ และทุกตัวเป็นสารพิษ เช่น F₂ เป็นแก๊สสีเหลืองอ่อน, Cl₂ แก๊สสีเขียวอ่อน, Br₂ เป็นของเหลวสีน้ำตาลแดง และ I₂ เป็นของแข็งสีม่วง

1.3) ไม่นำความร้อนและไม่นำไฟฟ้า

1.4) มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ

1.5) มีค่า EA เป็นลบมาก จึงมีสมบัติชอบรับอิเล็กตรอนได้ดี (เกิดเป็นไอออนลบได้ง่าย)

1.6) มีค่า EN สูง

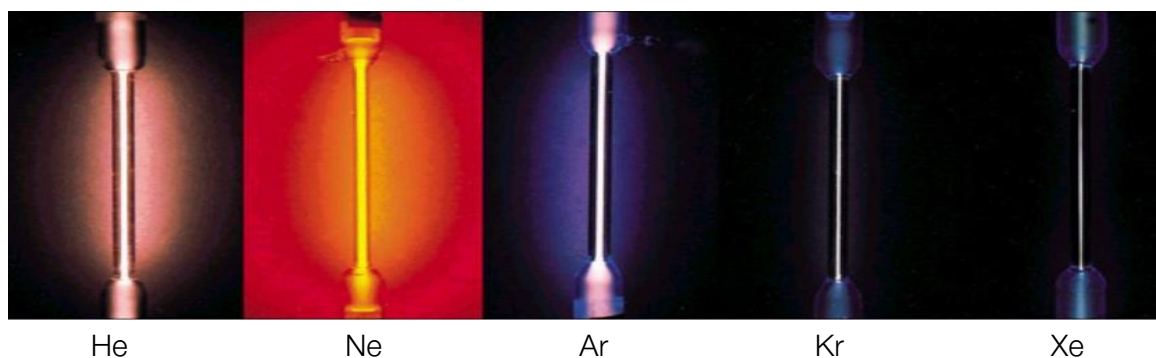
2) ประโยชน์ของธาตุหมู่ 7A

Cl₂ นิยมใช้เติมในการผลิตน้ำสะอาดและเติมในสระว่ายน้ำ เนื่องจาก HOCl ที่เกิดขึ้นสามารถฆ่าเชื้อโรคได้

ธาตุหมู่ 8A

ประกอบด้วยฮีเลียม (helium, He), นีออน (neon, Ne), อาร์กอน (argon, Ar), คริปทอน (krypton, Kr), ซีโนน (xenon, Xe) และเรดอน (radon, Rn) ดังภาพที่ 3.32

ชื่อเรียกธาตุในหมู่นี้ว่า แก๊สมีสกุล (noble gas) หรือแก๊สเฉื่อย (inert gas)



ภาพที่ 3.32 ลักษณะของธาตุหมู่ 8A

ที่มา: Chang and Goldsby. Chemistry. 2013. p357

ตารางที่ 3.18 สมบัติบางประการของแก๊สมีสกุล

สมบัติ	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn
เลขอะตอม	2	10	18	36	54	86
มวลอะตอม	4.00	20.0	40.0	83.8	131.3	222.0
การจัดเรียงอิเล็กตรอน	1s ²	2s ² 2p ⁶	3s ² 3p ⁶	4s ² 4p ⁶	5s ² 5p ⁶	6s ² 6p ⁶
รัศมีอะตอม (pm)	31	38	71	88	108	120
ค่า IE ₁ (kJ/mol)	2,372	2,080	1,520	1,351	1,170	1,037
ค่า EA (kJ/mol)	+21	+29	+34	+39	+40	+41
ค่า EN (kJ/mol)	-	-	-	3.0	2.6	-
ความหนาแน่นที่ STP (g/cm ³)	0.178	0.900	1.78	3.75	5.90	9.73
จุดหลอมเหลว (°C)	-	-249	-189	-157	-112	-71
จุดเดือด (°C)	-269	-246	-186	-153	-108	-62

ที่มา: ดัดแปลงจาก Averill. Principles of General Chemistry. 2012. (Online).

ตารางที่ 3.19 ประโยชน์ของแก๊สมีสกุล

ธาตุ	ประโยชน์
ฮีเลียม	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นแก๊สที่มีมวลโมเลกุลน้อยและไม่ติดไฟ ใช้บรรจุบอลลู่นแทนแก๊สไฮโดรเจน - ใช้ผสมกับแก๊สออกซิเจนด้วยอัตราส่วน 4 ต่อ 1 เพื่อใช้ในการหายใจสำหรับนักประดาน้ำ - ฮีเลียมเหลวใช้เป็นสารหล่อเย็น - ฮีเลียมเป็นแก๊สที่เตรียมได้ยากและมีราคาแพง
อาร์กอน	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้เป็นแก๊สบรรจุในหลอดไฟฟ้าเพื่อรักษาสภาพไส้หลอดให้มีอายุการใช้งานนานขึ้น เพราะอาร์กอนไม่ทำปฏิกิริยากับไส้หลอดขณะที่ยังร้อน - ใช้บรรจุในหลอดไฟโฆษณา โดยบรรจุในหลอดแก้วเล็กๆ ภายใต้อากาศดันต่ำ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าศักย์สูงเข้าไปจะได้แสงสีม่วงน้ำเงิน - ใช้อาร์กอนในอุตสาหกรรมเชื่อมโลหะ
นีออน	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้บรรจุในหลอดไฟโฆษณา โดยให้สีแดงไฟเป็นสีส้มหรือสีส้มแดง
คริปทอน	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ค่อยได้ใช้ประโยชน์มากนัก โดย Kr ใช้ในหลอดไฟฟลูออโรสำหรับถ่ายรูปรูปความเร็วสูง
ซีนอน	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้เป็นยาสลบ แต่ราคาแพงมาก
เรดอน	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นธาตุกัมมันตรังสี ใช้รักษาโรคมะเร็ง

3.2.2 อโลหะ

ธาตุอโลหะ (non-metal) อยู่ทางขวาของเส้นขั้นบันไดในตารางธาตุ คือบางธาตุในหมู่ 3A, 4A, 5A, 6A และทุกธาตุในหมู่ 7A ดังภาพที่ 3.33

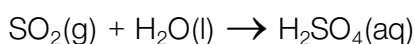
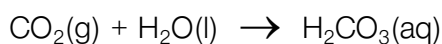
ธาตุกึ่งโลหะ (metalloids) จะอยู่ติดเส้นขั้นบันไดซึ่งอยู่ระหว่างโลหะกับอโลหะ ได้แก่ โบรอน (B), ซิลิคอน (Si), เจอร์เมเนียม (Ge), สารหนู (As), พลวง (Sb), เทลลูเรียม (Te), พอลโลเนียม (Po) และแอสทาทีน (At)

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

ภาพที่ 3.33 ตำแหน่งธาตุอโลหะและกึ่งโลหะในตารางธาตุ

1) สมบัติของธาตุอโลหะ

- 1.1) ไม่นำไฟฟ้า ไม่นำความร้อน (ยกเว้นแกรไฟต์)
- 1.2) เนื้อเปราะแตกหักง่าย ไม่สามารถตีให้เป็นแผ่นบางหรือทำเป็นเส้นได้
- 1.3) ส่วนใหญ่มีสถานะเป็นของเหลวหรือแก๊ส
- 1.4) ไม่มีลักษณะมันวาว
- 1.5) ธาตุอโลหะเกิดสารประกอบออกไซด์ที่มีสมบัติเป็นกรด เช่น CO_2 และ SO_3



1.6) ธาตุอโลหะชอบรับอิเล็กตรอนจากโลหะเกิดเป็นสารประกอบไอออนิก เช่น NaCl , MgO , BaCl_2 และ NaF

1.7) ธาตุอโลหะรวมตัวกันเองโดยใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเกิดเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ เช่น Cl_2 , F_2 และ O_2 หรือรวมตัวกับอโลหะต่างชนิดกัน เช่น Cl-F และ O=C=O

1.8) ธาตุอโลหะมีค่า IE, ค่า EN และค่า EA สูง

1.9) ธาตุอโลหะมีเลขออกซิเดชันเป็นลบโดยส่วนใหญ่ เช่นธาตุหมู่ 7A มีเลขออกซิเดชันเป็น -1 และหมู่ 6A (O, S) โดยทั่วไปมีเลขออกซิเดชันเป็น -2 แต่บางสภาวะ อโลหะมีเลขออกซิเดชันเป็นบวกได้

2) สมบัติของธาตุกึ่งโลหะ

- 2.1) มีสมบัติอยู่ระหว่างสมบัติของโลหะและอโลหะ เช่น มีค่า EN และค่า IE ปานกลาง
- 2.2) ธาตุกึ่งโลหะเป็นเซมิคอนดักเตอร์ (semiconductor) คือสามารถนำไฟฟ้าได้น้อย แต่ดีกว่าอโลหะ สมบัติการนำไฟฟ้าดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น
- 2.3) ประโยชน์ใช้ทำไดโอด (diode) และทรานซิสเตอร์ (transistor) ในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- 2.4) เลขออกซิเดชันของธาตุกึ่งโลหะอาจมีค่าเป็นบวกหรือลบ
- 2.5) ธาตุกึ่งโลหะโดยทั่วไปเกิดสารประกอบกับอโลหะ เช่น SiO_2 , SbCl_3 และอาจเกิดสารประกอบกับโลหะได้ในบางกรณี ออกไซด์ของธาตุกึ่งโลหะมีสมบัติเป็นได้ทั้งกรดและเบส (amphoteric) แต่ที่แสดงสมบัติเป็นกรดมีมากกว่า และพฤติกรรมทางเคมีทั่วไปของธาตุกึ่งโลหะโน้มเอียงไปทางอโลหะมากกว่าโลหะ

3.2.3 โลหะแทรนซิชัน

โลหะแทรนซิชัน (transition) คือธาตุที่มีอิเล็กตรอนในออร์บิทัล-nd (d-block) ไม่เต็ม หรือเมื่อกลายเป็นไอออนแล้วจะมีอิเล็กตรอนในออร์บิทัล-nd ไม่เต็ม โลหะแทรนซิชันบรรจุไว้ตรงกลางระหว่างโลหะที่มีอิเล็กตรอนในออร์บิทัล-s (s-block) และธาตุที่อยู่ในออร์บิทัล-p (p-block) ดังภาพที่ 3.34 โลหะแทรนซิชันที่รู้จักกันดี คือ เหล็ก (Fe), ทองแดง (Cu), สังกะสี (Zn), โครเมียม (Cr), นิกเกิล (Ni), ทองคำ (Au) และปรอท (Hg) โลหะแทรนซิชันมีทั้งหมด 8 หมู่ แต่หมู่ 8 มีหมู่ย่อยอีก 3 หมู่ดังนั้นโลหะแทรนซิชันจึงมีธาตุต่างๆ รวม 10 หมู่ และมีทั้งหมด 4 คาบ

	1A												8A
	2A												
		โลหะแทรนซิชัน											
		Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn		
		Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd		
		Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg		
		Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn		



ภาพที่ 3.34 ตำแหน่งธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ

โลหะแทรนซิชันแบ่งออกเป็นคาบ ดังนี้

อนุกรมแทรนซิชันที่ 1 คือธาตุแทรนซิชันแถวแรก (คาบที่ 4 ของตารางธาตุ) ตั้งแต่ Sc ถึง Zn (เลขอะตอม 21 ถึง 30) ธาตุเหล่านี้มีอิเล็กตรอนในออร์บิทัล-3d ไม่เต็ม ยกเว้น Zn

อนุกรมทรานซิชันที่ 2 คือธาตุทรานซิชันแถวที่ 2 (คาบที่ 5 ของตารางธาตุ) ตั้งแต่ธาตุ Y ถึง Cd (เลขอะตอม 39 ถึง 48) ธาตุเหล่านี้มีอิเล็กตรอนในออร์บิทัล-4d ไม่เต็ม ยกเว้น Cd

อนุกรมทรานซิชันที่ 3 คือธาตุทรานซิชันในแถวที่ 3 (คาบที่ 6 ของตารางธาตุ) ตั้งแต่ Lu ถึง Hg (เลขอะตอม 71 ถึง 80) ธาตุเหล่านี้มีอิเล็กตรอนในออร์บิทัล-5d ไม่เต็ม ยกเว้น Hg

อนุกรมทรานซิชันที่ 4 คือธาตุทรานซิชันในแถวที่ 4 (คาบที่ 7 ของตารางธาตุ) ตั้งแต่ Lr ถึง Cn (เลขอะตอม 103 ถึง 116) ธาตุเหล่านี้มีอิเล็กตรอนในออร์บิทัล-6d ไม่เต็ม ยกเว้น Cn

อนุกรมแลนทาไนด์ คือธาตุอินเนอร์ทรานซิชันตั้งแต่ธาตุ La ถึง Yb (เลขอะตอมตั้งแต่ 58 ถึง 70) ธาตุเหล่านี้มีอิเล็กตรอนในออร์บิทัล-4f ไม่เต็ม

อนุกรมแอกทิไนด์ คือ ธาตุอินเนอร์ทรานซิชันตั้งแต่ Ac ถึง No (เลขอะตอม 90 ถึง 102) ธาตุเหล่านี้มีอิเล็กตรอนในออร์บิทัล-5f ไม่เต็ม

ธาตุทรานซิชันเลขอะตอมตั้งแต่ 93 ถึง 112 เป็นธาตุที่สังเคราะห์ขึ้น (synthesis elements) บางธาตุเป็นกัมมันตรังสี เช่น Es, Am และ Pu

1) สมบัติทางกายภาพของโลหะทรานซิชัน

1.1) โลหะทรานซิชันทั้งหมดมีสมบัติเป็นของแข็ง ยกเว้นปรอท (Hg) ที่เป็นโลหะที่มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง

1.2) เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าที่ดี

1.3) สามารถทำให้เป็นเส้นและตีเป็นแผ่นได้

1.4) เป็นประกายวาว

1.5) จุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง

1.6) ส่วนใหญ่มีสีเงิน ยกเว้น Au และ Cu

2) สมบัติทางเคมีของโลหะทรานซิชัน

2.1) โลหะทรานซิชันว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาน้อยกว่าโลหะหมู่ 1A และหมู่ 2A

2.2) โลหะทรานซิชันมีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า เช่น Fe มีเลขออกซิเดชันเป็น +3 และ +2 และ Cu มีเลขออกซิเดชันเป็น +2 และ +1 ยกเว้นหมู่ 3B เช่น Sc เป็น +3 เท่านั้น และหมู่ 2B (Zn, Cd) เป็น +2 ค่าเดียวเท่านั้น

2.3) สารประกอบของโลหะทรานซิชันเป็นสารพาราแมกเนติก ที่สามารถถูกแม่เหล็กดูดได้ เพราะอิเล็กตรอนในออร์บิทัล-4d และออร์บิทัล-5d ไม่เต็ม และบางชนิดที่เป็นสารเฟอร์โรแมกเนติก (ferromagnetic) ไม่สามารถถูกแม่เหล็กดูดได้

2.4) โลหะทรานซิชันบางชนิดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น

- เหล็ก (Fe) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในอุตสาหกรรมการผลิตแอมโมเนีย

- วาเนเดียม(V) ออกไซด์ (V_2O_5) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตกรดซัลฟูริก

2.5) สารประกอบของโลหะทรานซิชันส่วนใหญ่มีสี (ยกเว้นหมู่ 3B) สารประกอบเชิงซ้อนและไอออนของโลหะทรานซิชันมักมีสี เช่น $CuCl_2$ มีสีเขียวเข้ม, $FeCl_3$ มีสีส้ม, $CuSO_4$ มีสีฟ้า และ $MnSO_4$ มีสีชมพู

แบบฝึกหัด

- จงบอกเลขออกซิเดชันของธาตุในสารประกอบต่อไปนี้
 - ธาตุ O ใน SiO และ K_2O
 - ธาตุ H ใน H_2O และ NaBH_4
 - ธาตุ Mn ใน KMnO_4 และ Mn_2O_5
 - ธาตุ Cr ใน K_2CrO_4 และ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- จงอธิบายสมบัติของอโลหะ และกึ่งโลหะ
- จงแสดงการจัดเรียงอิเล็กตรอนของโลหะทรานซิชันและไอออนของโลหะทรานซิชันต่อไปนี้
 - Sc และ Sc^+
 - Cr และ Cr^{3+}
 - Zn และ Zn^{2+}
 - Ag และ Ag^+
 - Cd และ Cd^{2+}

