

1

ธาตุเรพรีเซนต์ทีฟ

(Representative elements)

โครงการจัดตั้งสายวิชาเคมี
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

2

Most Abundant Elements

TABLE 19.1 Distribution (Mass Percent) of the 18 Most Abundant Elements in the Earth's Crust, Oceans, and Atmosphere

Element	Mass Percent	Element	Mass Percent
Oxygen	49.2	Chlorine	0.19
Silicon	25.7	Phosphorus	0.11
Aluminum	7.50	Manganese	0.09
Iron	4.71	Carbon	0.08
Calcium	3.39	Sulfur	0.06
Sodium	2.63	Barium	0.04
Potassium	2.40	Nitrogen	0.03
Magnesium	1.93	Fluorine	0.03
Hydrogen	0.87	All others	0.49
Titanium	0.58		

5

ตารางธาตุ

Periodic Table

	1A	2A											3A	4A	5A	6A	7A	8A	
n=1	H																		He
n=2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
n=3	Na	Mg	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
n=4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
n=5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
n=6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
n=7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uno	

n=6	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
n=7	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

s-block
 p-block
 d-block
 f-block

6

โลหะ อโลหะ และ กึ่งโลหะ

Periodic Table

	1A	2A											3A	4A	5A	6A	7A	8A
n=1	H																	He
n=2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
n=3	Na	Mg	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	Al	Si	P	S	Cl	Ar
n=4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
n=5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
n=6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
n=7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uno

n=6	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
n=7	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Metal
 Semi-metal
 Non-metal

7

โลหะ อโลหะ และ กึ่งโลหะ

โลหะ	อโลหะ	กึ่งโลหะ
ของแข็ง* มันวาว ตีเป็นแผ่นหรือเส้นได้ (ยกเว้น Hg)	แก๊ส ของเหลว หรือของแข็งที่ไม่มันวาว เปราะ	มีสมบัติระหว่างโลหะและอโลหะ
มีจุดหลอมเหลว*และความหนาแน่นสูง (ยกเว้น Cs และ Ga)	จุดหลอมเหลวและความหนาแน่นต่ำ	
IE และ EA มีค่าต่ำ	IE และ EA มีค่าสูง	
นำความร้อน-ไฟฟ้า ได้ดี	นำความร้อนไม่ดี ไม่นำไฟฟ้า	นำไฟฟ้าได้บ้าง
ออกไซด์มีสมบัติเป็นเบส	ออกไซด์มีสมบัติเป็นกรด	ออกไซด์เป็นแอมโฟเทอริก
มีเลขออกซิเดชันเป็นบวกในสารประกอบไอออนิก	มีเลขออกซิเดชันเป็นลบในสารประกอบไอออนิก แต่อาจเป็นได้ทั้งบวกและลบในสารประกอบโควาเลนต์	มีเลขออกซิเดชันเป็นลบในสารประกอบไอออนิกกับโลหะ มีเลขออกซิเดชันเป็นบวกในสารประกอบโควาเลนต์กับอโลหะ

8

โลหะ (Metal)

- ไม่เกิดพันธะโควาเลนต์
- มีเลขออกซิเดชันเป็นบวกได้หลายค่า
 - ปฏิกริยากับกรดได้เกลือและแก๊สไฮโดรเจน

$$\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$$
 - ออกไซด์ละลายน้ำได้โลหะออกไซด์

$$\text{Na}_2\text{O(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{NaOH(aq)}$$
 - ออกไซด์ทำปฏิกิริยากับกรดได้เกลือและน้ำ

$$\text{CaO(s)} + 2\text{HCl(l)} \rightarrow \text{CaCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$$
 - ไอออนของโลหะให้เปลวไฟเป็นสีเฉพาะตัว

Li (แดง) Na (เหลือง) Ba (เขียวอ่อน) Cu (เขียว) K (ม่วงอ่อน)

9

อโลหะ (Non-Metal)

- เกิดพันธะโควาเลนต์
- มีเลขออกซิเดชันได้ทั้งบวกและลบ ในสารประกอบตัวที่มี EN สูงกว่าจะมีเลขออกซิเดชันเป็นลบ
 - ออกไซด์ละลายน้ำได้กรด

$$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$$
 - ออกไซด์ทำปฏิกิริยากับเบสได้เกลือและน้ำ

$$\text{SO}_3(\text{g}) + 2\text{KOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

10

กึ่งโลหะ (Semi-Metal)

- มี 6 ธาตุ B, Si, Ge, As, Sb, Te
- มีสมบัติระหว่างโลหะและอโลหะ
- มีเลขออกซิเดชันเป็นได้ทั้งบวกและลบ
- มีสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำ
 - ออกไซด์เป็นได้ทั้งกรดและเบสแต่จะแสดงสมบัติเป็นกรด

11

การสกัดโลหะจากแหล่งแร่

- เตรียมสินแร่ (ore)
ตัวอย่างสินแร่ เช่น โดโลไมต์ ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) ฟลูออไรต์ (CaF_2) ไครโอไลต์ (Na_3AlF_6) แมกนีไทต์ (Fe_3O_4) กาลีนา (PbS) ไพไรต์ (FeS_2) ยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- การสกัดโลหะออกจากสินแร่
ย่างแร่ ถลุงแร่ ใช้ตัวทำละลาย วิธีทางไฟฟ้า(อิเล็กโทรไลซิส)
- การทำให้โลหะบริสุทธิ์
กลั่นลำดับส่วน อิเล็กโทรไลซิส โซนรีไฟนิ่ง

12

ธาตุเรพรีเซนเททีฟ

- **ธาตุเรพรีเซนเททีฟ** คือ ธาตุที่อยู่ในหมู่ IA-VIIIA หรือธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนบรรจุใน s หรือ p ออร์บิทัล โดยที่ไม่มีอิเล็กตรอนใน d และ f ออร์บิทัลหรืออาจมีแต่บรรจุอยู่เต็มแล้ว

13

ธาตุเรพริเซนเททึฟ

Periodic Table

	IA																	VIIIA
n=1	H																	He
n=2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
n=3	Na	Mg	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	Al	Si	P	S	Cl	Ar
n=4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
n=5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
n=6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
n=7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uno

n=6	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
n=7	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

14

รัศมีของอะตอม



15

ธาตุหมู่ IA (Alkaline Metal)

- หมู่ IA มี 7 ธาตุ เป็นโลหะอัลคาไลน์ 6 ธาตุ (H เป็นอโลหะ)
- ลักษณะทั่วไป
 - Na, K มีมาก / Li, Rb และ Cs มีน้อย / Fr เป็นธาตุกัมมันตภาพรังสี
 - นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี มีน้ำหนัก จุดเดือด/จุดหลอมเหลวต่ำ ความหนาแน่นน้อย อ่อนนิ่ม
 - การจัดเรียงอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายเป็น ns^1 มีเลขออกซิเดชันได้ค่าเดียวคือ +1
 - เป็นโลหะที่ว่องไวในการทำปฏิกิริยามาก ไม่พบเป็นธาตุอิสระ หรือ ออกไซด์ในธรรมชาติ
 - เป็นโลหะที่มีสารประกอบออกไซด์เป็นเบส
 - เคลือละลายน้ำได้ดี



IA

H

Li

Na

K

Rb

Cs

Fr

16

หมู่ IA (Alkaline Metal)

- สมบัติทางกายภาพ

ID	Element	Z	AW (g/mol)	Radii (pm)	d (g/cm ³)	MP (°C)	BP (°C)	S (J/gK)	1 st IE	EN	Abundance (mg/kg)
H	Hydrogen	1	1.01	35	0.00	-259	-253	14.30	13.60	2.20	1,400
Li	Lithium	3	6.94	145	0.53	180	1,347	3.58	5.39	0.98	20
Na	Sodium	11	22.99	180	0.97	98	883	1.23	5.14	0.93	23,600
K	Potassium	19	39.10	220	0.86	64	774	0.76	4.34	0.82	20,900
Rb	Rubidium	37	85.47	235	1.53	39	688	0.36	4.18	0.82	90
Cs	Caesium	55	132.91	260	1.87	29	678	0.24	3.89	0.79	3.00

17

หมู่ IA (Alkaline Metal)

● สมบัติทางเคมี

- ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ
 - $2\text{Na(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{Na}^+(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
- รีดิวซ์แก๊สออกซิเจนได้ oxide, peroxide, superoxide
 - $4\text{Li(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Li}_2\text{O(s)}$
 - $2\text{Na(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2(\text{s})$
 - $\text{Cs(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CsO}_2(\text{s})$
- รีดิวซ์แก๊สไฮโดรเจนได้โลหะไฮไดรด์
 - $2\text{Li(s)} + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{LiH(s)}$
- ทำปฏิกิริยากับธาตุฮาโลเจน
 - $2\text{K(s)} + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{KCl(s)}$

18

หมู่ IA (Alkaline Metal)

- ละลายในแอมโมเนียได้สารละลายที่นำไฟฟ้า
 - $\text{M(s)} + 2\text{nNH}_3 \rightarrow \text{M}^+(\text{NH}_3)_n + \text{e}^-(\text{NH}_3)_n$
- ออกไซด์ของโลหะอัลคาไลมีฤทธิ์เป็นเบส เมื่อละลายน้ำให้สารประกอบโลหะไฮดรอกไซด์
 - $2\text{Li}_2\text{O(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{LiOH(aq)}$
 - $2\text{NaO(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{NaOH(aq)}$
 - $\text{Na}_2\text{O(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$
 - $2\text{KO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{KOH(aq)} + \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$

19

หมู่ IA (Alkaline Metal)

● ประโยชน์

- Na ทำลวดนำไฟฟ้า
- Rb Cs ใช้ทำโฟโตเซลล์
- NaCl ใช้บริโภคหรือเป็นวัตถุดิบในการผลิตสารอนินทรีย์
- KNO_3 เป็นส่วนผสมของดินปืน
- NaOH KOH เป็นเบสเข้มข้น ใช้ทำสบู่ สารซักฟอก สารฟอกขาว
- K_2SO_4 ใช้ทำปุ๋ย

● การเตรียม

- เตรียมจากสินแร่ในดินและน้ำทะเลโดยวิธีอิเล็กโทรลิซิสเกลือหลอมเหลว เช่น NaCl, CaCl_2 , CsCl_2

20

หมู่ IA (Alkaline Metal)

TABLE 19.3 Sources and Methods of Preparation of the Pure Alkali Metals

Element	Source	Method of Preparation
Lithium	Silicate minerals such as spodumene, $\text{LiAl}(\text{Si}_2\text{O}_6)$	Electrolysis of molten LiCl
Sodium	NaCl	Electrolysis of molten NaCl
Potassium	KCl	Electrolysis of molten KCl
Rubidium	Impurity in lepidolite, $\text{Li}_2(\text{F},\text{OH})_2\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3$	Reduction of RbOH with Mg and H_2
Cesium	Pollucite ($\text{Cs}_4\text{Al}_4\text{Si}_9\text{O}_{26} \cdot \text{H}_2\text{O}$) and an impurity in lepidolite (see Fig. 19.4)	Reduction of CsOH with Mg and H_2

21

Hydrogen

- H₂ เป็นธาตุที่พบมากที่สุดในจักรวาล แต่พบน้อยในบรรยากาศโลกและเป็นธาตุที่พบมากสุดอันดับ 3 ในร่างกายมนุษย์
- ลักษณะทั่วไป
 - ไม่มีนิวตรอน (ยกเว้น ²H และ ³H)
 - เป็นแก๊สไม่มีสี ไม่มีกลิ่น น้ำหนักเบามาก ติดไฟได้ดี
- การเตรียม
 - CH₄(g) + H₂O(g) → CO(g) + 3H₂(g) (ที่ 700 °C)
 - เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง
- ประโยชน์
 - ใช้ผลิต NH₃, HCl, CH₃OH ในกระบวนการอุตสาหกรรม

22

- สารประกอบไฮไดรด์
 - Ionic Hydrides
 - สารประกอบไฮโดรเจนและโลหะหมู่ IA, IIA ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ
 - Covalent Hydrides
 - สารประกอบไฮโดรเจนและอโลหะ เช่น HCl, NH₃, H₂O, CH₄
 - Metallic Hydrides
 - สารประกอบระหว่างไฮโดรเจนและโลหะทรานซิชัน เป็นสารละลายที่มีโลหะเป็นตัวทำละลายและไฮโดรเจนเป็นตัวถูกละลาย เมื่อให้ความร้อน H₂ จะถูกปล่อยออกมา

23

ธาตุหมู่ IIA (Alkaline Earth Metal)

- หมู่ IIA มี 6 ธาตุ

- ลักษณะทั่วไป



- เป็นโลหะที่มีสารประกอบออกไซด์เป็นเบสซึ่งเป็นส่วนประกอบของดิน โดยเฉพาะ Mg และ Ca
- เป็นโลหะที่ว่องไวในการทำปฏิกิริยา รองจากหมู่ IA มักพบเป็นสารประกอบคาร์บอเนต ซัลเฟต และคลอไรด์
- จุดหลอมเหลว/จุดเดือด ต่ำแต่สูงกว่าหมู่ IA แต่มีความหนาแน่นมากกว่าหมู่ IA
- นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี เป็นมันวาว
- สารประกอบส่วนใหญ่เป็นไอออนิก ยกเว้น Be ซึ่งเป็นโควาเลนต์
- เกลือละลายน้ำได้น้อย เช่น CaCO_3 , MgO

IIA

Be

Mg

Ca

Sr

Ba

Ra

24

หมู่ IIA (Alkaline Earth Metal)

- สมบัติทางกายภาพ

ID	Element	Z	AW (g/mol)	Radii (pm)	d (g/cm ³)	MP (°C)	BP (°C)	S (J/gK)	1 st IE	EN	Abundance (mg/kg)
Be	Beryllium	4	9.01	105	1.85	1,278	2,970	1.83	9.32	1.57	2.80
Mg	Magnesium	12	24.31	150	1.74	639	1,090	1.02	7.65	1.31	23,300
Ca	Calcium	20	40.08	180	1.54	839	1,484	0.65	6.11	1.00	41,500
Sr	Strontium	38	87.62	200	2.64	769	1,384	0.30	5.69	0.95	370
Ba	Barium	56	137.33	215	3.59	725	1,140	0.20	5.21	0.89	425

25

หมู่ IIA (Alkaline Earth Metal)

● สมบัติทางเคมี

- โลหะขนาดใหญ่รีดิวซ์น้ำได้แก๊สไฮโดรเจน

$$M(s) + 2H_2O \rightarrow M^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) + H_2(g)$$
- รีดิวซ์ออกซิเจนได้โลหะออกไซด์

$$Mg(s) + O_2(g) \rightarrow MgO(s)$$
- รีดิวซ์ไฮโดรเจนได้โลหะไฮไดรด์

$$Ca(s) + H_2(g) \rightarrow CaH_2(s)$$
- ทำปฏิกิริยากับฮาโลเจนและอโลหะ

$$Mg(s) + Cl_2(g) \rightarrow MgCl_2(s)$$

$$3Mg(s) + N_2(g) \rightarrow Mg_3N_2$$
- ละลายในแอมโมเนียได้สารละลายน้ำเงินเข้ม

$$Ca(s) + 2NH_3(g) \rightarrow Ca(NH_2)_2(s) + H_2(g)$$
- ออกไซด์เป็นเบสแก่ ยกเว้น BeO (แอมโฟเทอริก)

$$MO(s) + H_2O(l) \rightarrow M^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

26

หมู่ IIA (Alkaline Earth Metal)

● ประโยชน์

- Mg เป็นส่วนประกอบโลหะผสมใช้ทำตัวถัง เป็นตัวรีดิวซ์
- Be ใช้ทำโลหะผสม (Cu+Be) ทำสปริง
- MgO ทำวัสดุทนไฟ
- CaCl₂ เป็นสารดูดความชื้น
- CaCO₃ หินปูน หินอ่อน ซอล์ก ทำปูนขาว
- CaSO₄·2H₂O ยิปซัม ใช้ผสมกับซีเมนต์



● การเตรียม

- วิธีเล็กโตรไลซิสเกลือคลอไรด์หลอมเหลว
- การรีดักชันเกลือออกไซด์หรือเกลือแฮไลด์

27

หมู่ IIA (Alkaline Earth Metal)

TABLE 19.7 Selected Physical Properties, Sources, and Methods of Preparation for the Group 2A Elements

Element	Radius of M^{2+} (pm)	Ionization Energy (kJ/mol)		$^{\circ}$ (V) for $M^{2+} + 2e^{-} \rightarrow M$	Source	Method of Preparation
		First	Second			
Beryllium	~30	900	1760	-1.70	Beryl ($Be_3Al_2Si_6O_{18}$)	Electrolysis of molten $BeCl_2$
Magnesium	65	738	1450	-2.37	Magnesite ($MgCO_3$), dolomite ($MgCO_3 \cdot CaCO_3$), carnallite ($MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$)	Electrolysis of molten $MgCl_2$
Calcium	99	590	1146	-2.76	Various minerals containing $CaCO_3$	Electrolysis of molten $CaCl_2$
Strontium	113	549	1064	-2.89	Celestite ($SrSO_4$), strontianite ($SrCO_3$)	Electrolysis of molten $SrCl_2$
Barium	135	503	965	-2.90	Baryte ($BaSO_4$), witherite ($BaCO_3$)	Electrolysis of molten $BaCl_2$
Radium	140	509	979	-2.92	Pitchblende (1 g of Ra/7 tons of ore)	Electrolysis of molten $RaCl_2$

28

ธาตุหมู่ IIIA (Boron family)

- หมู่ IIIA มี 5 ธาตุ เป็นโลหะยกเว้น B เป็นกึ่งโลหะ
- ลักษณะทั่วไป
 - เป็นโลหะที่ค่อนข้างว่องไวในการทำปฏิกิริยา ไม่พบเป็นธาตุอิสระ
 - Boron เป็นธาตุกึ่งโลหะ เป็นของแข็งสีดำ แข็งเท่าเพชร
 - Al Ga In Tl เป็นโลหะ ความเป็นโลหะเพิ่มขึ้นตามลำดับ
 - เป็นของแข็ง ยกเว้น Ga เป็นของเหลวที่อุณหภูมิ $30^{\circ}C$
 - Al เป็นธาตุที่มีมากเป็นอันดับสาม เป็นโลหะที่มีมากที่สุดบนผิวโลก
 - มีเลขออกซิเดชันได้มากกว่า 1 ค่า



IIIA

B

Al

Ga

In

Tl

Uut

29 หมู่ IIIA (Boron family)

● สมบัติทางกายภาพ

ID	Element	Z	AW (g/mol)	Radii (pm)	d (g/cm ³)	MP (°C)	BP (°C)	S (J/gK)	1 st IE	EN	Abundance (mg/kg)
B	Boron	5	10.81	85	2.34	2,300	2,550	1.03	8.30	2.04	10.00
Al	Aluminium	13	26.98	125	2.70	660	2,467	0.90	5.99	1.61	82,300
Ga	Gallium	31	69.72	130	5.91	30	2,403	0.37	6.00	1.81	19
In	Indium	49	114.82	155	7.31	157	2,000	0.23	5.79	1.78	0.25
Tl	Thallium	81	204.38	190	11.85	303	1,457	0.13	6.11	1.62	0.85

30 หมู่ IIIA (Boron family)

● ปฏิกิริยาเคมี (เกิดปฏิกิริยาค่ายหมู่ IA และ IIA แต่ช้ากว่ามาก)

- ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่อุณหภูมิสูงได้ออกไซด์
 $4\text{Al}(s) + 3\text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3(s)$ (อะลูมินา)
- ทำปฏิกิริยากับก๊าซฮาโลเจน ได้เกลือเฮไลด์
 $2\text{Al}(s) + 3\text{Cl}_2(g) \rightarrow 2\text{AlCl}_3(s)$
- ทำปฏิกิริยากับแก๊สไฮโดรเจน ได้โลหะไฮไดรด์
 $2\text{B}(s) + 3\text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{BH}_3$
- ทำปฏิกิริยากับ $\text{N}_2(g)$ ให้โลหะไนไตรด์
 $2\text{Al}(s) + \text{N}_2(g) \rightarrow 2\text{AlN}$

31

หมู่ IIIA (Boron family)

- ทำปฏิกิริยากับกรด ได้ H_2
 $2Tl(s) + 2H^+(aq) \rightarrow 2Tl^+(aq) + H_2(g)$
- ทำปฏิกิริยากับเบส ให้โลหะไฮดรอกไซด์ และ H_2
 $2Al(s) + 2OH^-(g) + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_4^- + 3H_2(g)$
- ทำปฏิกิริยากับน้ำ
 $2Ga(s) + 6H_2O \rightarrow 2Ga^{3+}(aq) + 6OH^-(aq) + 3H_2(g)$
 กรณี Al เมื่อเกิดปฏิกิริยากับน้ำแล้วจะเกิดชั้นบาง ๆ ของ Al_2O_3 เคลือบผิวของโลหะ ทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาต่อ

32

หมู่ IIIA (Boron family)

- ประโยชน์
 - โบรอน ผลิตทรานซิสเตอร์ แห่งควบคุมในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์
 - อลูมิเนียม ใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องบิน เครื่องครัว
 - $B(OH)_3$ กรดโบริก ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อ ยาหยอดตา
 - Al_2O_3 อลูมินา เป็นวัสดุขัด วัสดุทนไฟ
 - $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ บอแรกซ์ ใช้แก้ น้ำกระด้าง ทำแก้ว เครื่องเคลือบ
 - $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ สารส้มโพแทส ใช้ทำให้น้ำตกตะกอน
 - $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ อลูมิเนียมซัลเฟต ใช้ฟอกหนัง ทำกาวย
- การเตรียม
 - โบรอน อิเล็กโทรลิซิส B_2O_3 หรือใช้ Mg เป็นตัวรีดิวซ์
 - อลูมิเนียม รีดิวซ์ Al_2O_3 (บอกไซด์) ด้วย C

33

หมู่ IIIA (Boron family)

TABLE 19.9 Selected Physical Properties, Sources, and Methods of Preparation for the Group 3A Elements

Element	Radius of M^{3+} (pm)	Ionization Energy (kJ/mol)	E° (V) for $M^{3+} + 3e^- \rightarrow M$	Sources	Method of Preparation
Boron	20	798	—	Kernite, a form of borax ($Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$)	Reduction by Mg or H_2
Aluminum	51	581	-1.71	Bauxite (Al_2O_3)	Electrolysis of Al_2O_3 in molten Na_3AlF_6
Gallium	62	577	-0.53	Traces in various minerals	Reduction with H_2 or electrolysis
Indium	81	556	-0.34	Traces in various minerals	Reduction with H_2 or electrolysis
Thallium	95	589	0.72	Traces in various minerals	Electrolysis

34

ธาตุหมู่ IVA (Carbon family)

- มีทั้งโลหะ กึ่งโลหะและอโลหะ
- ลักษณะทั่วไป
 - มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 4 ตัว แต่ไม่เกิดไอออน +4
ไอออน -4 เกิดเฉพาะคาร์บอน
 - คาร์บอนพบใน 2 อัญรูป คือ แกรไฟต์ และ เพชร และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารอินทรีย์ และปิโตรเลียม
 - ดีบุกและตะกั่วเป็นโลหะอ่อนมีจุดหลอมเหลวต่ำ



IVA

C

Si

Ge

Sn

Pb

Uuq

35 หมู่ IVA (Carbon family)

● สมบัติทางกายภาพ

ID	Element	Z	AW (g/mol)	Radii (pm)	d (g/cm ³)	MP (°C)	BP (°C)	S (J/gK)	1 st IE	EN	Abundance (mg/kg)
C	Carbon	6	12.01	70	2.27	3,500	4,827	0.71	11.26	2.55	200
Si	Silicon	14	28.09	110	2.33	1,410	2,355	0.71	8.15	1.90	282,000
Ge	Germanium	32	72.64	125	5.32	937	2,830	0.32	7.90	2.01	1.50
Sn	Tin	50	118.71	145	7.29	232	2,270	0.23	7.34	1.96	2.30
Pb	Lead	82	207.20	180	11.34	327	1,740	0.13	7.42	2.33	14

36 หมู่ IVA (Carbon family)

● สมบัติทางเคมี

- ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่อุณหภูมิสูง
 $2\text{Pb}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{PbO}(s)$
 ความเป็นเบสของออกไซด์ $\text{CO}_2 < \text{SiO}_2 < \text{GeO}_2 < \text{SnO}_2 < \text{PbO}$
- ทำปฏิกิริยากับฮาโลเจนได้โลหะเฮไลด์
 $\text{E}(s) + 2\text{X}_2(g) \rightarrow \text{EX}_4(s) \quad \text{E} = \text{C}, \text{Si}, \text{Ge}$
 $\text{E}(s) + \text{X}_2(g) \rightarrow \text{EX}_2(s) \quad \text{E} = \text{Sn}, \text{Pb}$
- ปฏิกิริยากับกรด/เบส
 $\text{E}(s) + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{E}^{2+}(aq) + \text{H}_2(g)$
 $\text{E}(s) + \text{OH}^-(aq) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{E}(\text{OH})_3^-(aq) + \text{H}_2(g)$

37

หมู่ IVA (Carbon family)

● ประโยชน์

- C เพชรใช้เป็นวัสดุขัดตัด กราไฟต์ใช้เป็นขั้วไฟฟ้า ถ่าน/ถ่านหิน เป็นเชื้อเพลิง
- Si, Ge ใช้เป็นสารกึ่งตัวนำในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- Sn, Pb ใช้ชุบโลหะ ทำโลหะเจือ
- PbO_2 เป็นตัวออกซิไดซ์ที่รุนแรงในกรด ใช้ในแบตเตอรี่รถยนต์
- CO_2 ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช
- SiO_2 ททราย ควอทซ์ แก้ว
- ซิลิโคน (โพลิเมอร์ของ $(CH_3)_2SiO$) สารยืดหยุ่น ทนความร้อน ไม่ติดไฟ



38

หมู่ IVA (Carbon family)

● การเตรียม/แหล่งกำเนิด

- ซิลิกอน พบในแร่ซิลิเกต ซิลิกา แยกโดยการรีดิวซ์ด้วย C ที่ T สูง
- เจอร์มาเนียม พบในแร่เจอร์มาไนต์ปนกับถ่านหินและสังกะสี
- ดีบุก พบในแร่คาสซิเทอไรต์ (Cassiterite, SnO_2)
- ตะกั่ว พบในแร่กาลีนา (Galena, PbS) แยกโดยการเผา และรีดิวซ์ด้วย C

39

หมู่ IVA (Carbon family)

TABLE 19.11 Selected Physical Properties, Sources, and Methods of Preparation for the Group 4A Elements

Element	Electronegativity	Melting Point (°C)	Boiling Point (°C)	Sources	Method of Preparation
Carbon	2.5	3727 (sublimes)	—	Graphite, diamond, petroleum, coal	—
Silicon	1.8	1410	2355	Silicate minerals, silica	Reduction of K_2SiF_6 with Al, or reduction of SiO_2 with Mg
Germanium	1.8	937	2830	Germanite (mixture of copper, iron, and germanium sulfides)	Reduction of GeO_2 with H_2 or C
Tin	1.8	232	2270	Cassiterite (SnO_2)	Reduction of SnO_2 with C
Lead	1.9	327	1740	Galena (PbS)	Roasting of PbS with O_2 to form PbO_2 and then reduction with C

40

ธาตุหมู่ VA (Nitrogen family)

- มีทั้งอโลหะ กึ่งโลหะ และ โลหะ
- ลักษณะทั่วไป
 - ธาตุอโลหะ: ไนโตรเจน(N) มีเลขออกซิเดชันได้ถึง 9 ค่า และ ฟอสฟอรัส(P) มีเลขออกซิเดชัน -3, +3, +5
 - ธาตุกึ่งโลหะ: สารหนู (As) และ พลวง (Sb) อยู่ในอัญรูปที่ไม่เสถียร คือ As_4 และ Sb_4 มีเลขออกซิเดชัน -3, +3, +5
 - โลหะ: บิสมัท (Bi) เป็นโลหะที่นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้น้อย เกิดเป็นสารประกอบบิสมัทซัลไฟด์ มีเลขออกซิเดชัน +3
 - ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลักของอากาศ (78%)

VA

N

P

As

Sb

Bi

Uup

41 หมู่ VA (Nitrogen family)

● สมบัติทางกายภาพ

ID	Element	Z	AW (g/mol)	Radii (pm)	d (g/cm ³)	MP (°C)	BP (°C)	S (J/gK)	1 st IE	EN	Abundance (mg/kg)
N	Nitrogen	7	14.01	65	0.00	-210	-196	1.04	14.53	3.04	19
P	Phosphorus	15	30.97	100	1.82	44	280	0.77	10.49	2.19	1,050
As	Arsenic	33	74.92	115	5.78	81	613	0.33	9.79	2.18	1.80
Sb	Antimony	51	121.76	145	6.69	630	1,750	0.21	8.61	2.05	0.20
Bi	Bismuth	83	208.98	160	9.81	271	1,560	0.12	7.29	2.02	0.01


42 หมู่ VA (Nitrogen family)

● N มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า เช่น

- NH₃ (-3) N₂H₄ (-2) NH₂OH (-1) N₂ (0)
N₂O (+1) NO (+2) N₂O₃ (+3) NO₂ (+4) N₂O₅ (+5)

● P As และ Sb มีหลายอัญรูป เช่น

- P₄(white) อ่อนนุ่ม ติดไฟได้เอง ระเหยง่าย เป็นพิษ
- P₄(red) ไม่ระเหย ไม่เป็นพิษ เสถียร
- P(black) เป็นของแข็ง นำไฟฟ้า/ความร้อนได้ โครงสร้างเป็นแผ่น คล้ายแกรไฟต์ ไม่ว่องไว



43

หมู่ VA (Nitrogen family)

● สมบัติทางเคมี

- ทำปฏิกิริยากับ H_2 ได้สารประกอบไฮไดรด์

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$
- ทำปฏิกิริยากับฮาโลเจนได้สารประกอบแฮไลด์

$$2M(s) + 3X_2 \rightarrow 2MX_3$$
 M คือหมู่ 5 ยกเว้น N
- สารประกอบแฮไลด์ทำปฏิกิริยากับน้ำ ได้กรดออกโซ

$$MX_3 + 3H_2O(l) \rightarrow H_3MO_3(aq) + 3HX(aq)$$

44

หมู่ VA (Nitrogen family)

● ประโยชน์

- N เป็นธาตุองค์ประกอบในสิ่งมีชีวิต
- P เป็นธาตุที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต อยู่ในฟันและกระดูก
- N_2O แก๊สหัวเราะใช้เป็นยาชา/ยาสลบ
- HNO_3 กรดไนตริก ใช้เป็นตัวออกซิไดส์
- NH_3 เป็นเบส ใช้เป็นวัตถุดับในอุตสาหกรรม



● การเตรียม

- N_2 อยู่ในอากาศ เตรียมโดยกลั่นลำดับส่วนอากาศเหลว
- P เตรียมโดยการเผาแร่หินฟอสเฟต $Ca_3(PO_4)_2$
- As, Sb, Bi เตรียมโดยการย่างแร่ ออร์พิเมนต์ สติบไนต์ และ บิสทูมิไนต์ แล้วรีดิวซ์ด้วย C



45

หมู่ VA (Nitrogen family)

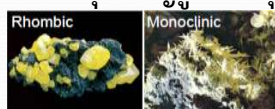
Table 20.13 ▶ Selected Physical Properties, Sources, and Methods of Preparation of the Group 5A Elements

Element	Electronegativity	Source	Method of Preparation
Nitrogen	3.0	Air	Liquefaction of air
Phosphorus	2.2	Phosphate rock [Ca ₃ (PO ₄) ₂], fluorapatite [Ca ₅ (PO ₄) ₃ F]	$2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{SiO}_2 \longrightarrow 6\text{CaSiO}_3 + \text{P}_4\text{O}_{10}$ $\text{P}_4\text{O}_{10} + 10\text{C} \longrightarrow 4\text{P} + 10\text{CO}$
Arsenic	2.2	Arsenopyrite (Fe ₃ As ₂ , FeS)	Heating arsenopyrite in the absence of air
Antimony	2.1	Stibnite (Sb ₂ S ₃)	Roasting Sb ₂ S ₃ in air to form Sb ₂ O ₃ and then reduction with carbon
Bismuth	2.0	Bismite (Bi ₂ O ₃), bismuth glance (Bi ₂ S ₃)	Roasting Bi ₂ S ₃ in air to form Bi ₂ O ₃ and then reduction with carbon

46

ธาตุหมู่ VIA (Oxygen family)

- มีทั้งอโลหะ กึ่งโลหะ และโลหะ มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า
- ลักษณะทั่วไป
 - ออกซิเจนและซัลเฟอร์ เป็นอโลหะ
 - ซีลีเนียมและเทลลูเรียม เป็นกึ่งโลหะ
 - พอลโลเนียม เป็นธาตุกัมมันตรังสีที่เป็นโลหะ
 - ออกซิเจนเป็นธาตุที่มีมากสุดบนผิวโลก (46%) ในอากาศมีอยู่ประมาณ 21% โดยปริมาตร มี 2 อัญรูปคือ แก๊สออกซิเจนและแก๊สโอโซน
 - ซัลเฟอร์เป็นธาตุที่มีอัญรูปมากกว่า 10 อัญรูป



VIA

O

S

Se

Te

Po

Uuh

47 หมู่ VIA (Oxygen family)

● สมบัติทางกายภาพ

ID	Element	Z	AW (g/mol)	Radii (pm)	d (g/cm ³)	MP (°C)	BP (°C)	S (J/gK)	1 st IE	EN	Abundance (mg/kg)
O	Oxygen	8	16.00	60	0.00	-218	-183	0.92	13.62	3.44	461,000
S	Sulfur	16	32.07	100	2.07	113	445	0.71	10.36	2.58	350
Se	Selenium	34	78.96	115	4.81	217	685	0.32	9.75	2.55	0.05
Te	Tellurium	52	127.60	140	6.23	449	990	0.20	9.01	2.10	0.00
Po	Polonium	84	[209]1	190	9.32	254	962	-	8.42	2.00	<0.001

48 หมู่ VIA (Oxygen family)

● สมบัติทางเคมี

- ทำปฏิกิริยากับ H₂

$$E(s) + H_2(g) \rightarrow H_2E$$
- ทำปฏิกิริยากับฮาโลเจนได้สารประกอบแฮไลด์

$$E(s) + X_2(g) \rightarrow \text{สารประกอบแฮไลด์}$$
- เกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนได้สารประกอบออกไซด์

$$E(s) + O_2(g) \rightarrow EO_2$$
- ทำปฏิกิริยากับโลหะ

$$xE(s) + yM(s) \rightarrow MyEx$$

49

หมู่ VIA (Oxygen family)

● ประโยชน์

- O_2 หายใจ
- O_3 ตูดกลืน UV, ฆ่าเชื้อโรค ฟอกสี
- S กระบวนการวัลคาไนเซชัน
- H_2SO_4
- Se มีสมบัตินำไฟฟ้าที่ไวต่อแสง เซลล์สุริยะ เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์
- Te ใช้ผสมในโลหะเพื่อเพิ่มความต้านทานไฟฟ้า ทนความร้อน การกัดกร่อน



50

หมู่ VIA (Oxygen family)

● O (สารประกอบออกไซด์ เพอร์ออกไซด์ ซูเปอร์ออกไซด์)

- ออกไซด์ (O_2^-) เช่น Li_2O , CaO , NO_2
 - ของโลหะ (IA, IIA) ของแข็งจุดหลอมเหลวสูง ละลายน้ำเป็นเบส เช่น MgO
 - ของกึ่งโลหะ ละลายน้ำเป็นแอมโฟเทอริก เช่น Al_2O_3
 - ของอโลหะ ละลายน้ำเป็นกรด เช่น CO_2
- เพอร์ออกไซด์ (O^-) เช่น Na_2O_2 , CaO_2 , H_2O_2
- ซูเปอร์ออกไซด์ (O_2^-) มีน้อย เช่น KO_2 , CsO_2 , CaO_4

51

หมู่ VIA (Oxygen family)

- S (สารประกอบออกไซด์ และกรดออกซิ)
 - ออกไซด์ มี 2 ชนิดคือ SO_2 และ SO_3
 - กรดออกซิ ที่สำคัญได้แก่ H_2SO_4 ใช้เป็นกรด สารดูดน้ำ ทำปุ๋ย ใช้เป็นตัวออกซิไดซ์โลหะ
- สารประกอบไฮไดรต์
 - H_2O จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต H_2S , H_2Se , H_2Te เป็นแก๊สพิษไม่มีสี

52

หมู่ VIA (Oxygen family)

• การเตรียม

Element	Electronegativity	Radius of X^{2-} (pm)	Source	Method of Preparation
Oxygen	3.4	140	Air	Distillation from liquid air
Sulfur	2.6	184	Sulfur deposits	Melted with hot water and pumped to the surface
Selenium	2.6	198	Impurity in sulfide ores	Reduction of H_2SeO_4 with SO_2
Tellurium	2.1	221	Nagyagite (mixed sulfide and telluride)	Reduction of ore with SO_2
Polonium	2.0	230	Pitchblende	

53

ธาตุหมู่ VIIA (Halogen)

- เป็นอโลหะ

- ลักษณะทั่วไป

- มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า คือ -1, +1, +3, +5, +7 ยกเว้น F และ At มีค่าเดียวคือ -1
- ธาตุในหมู่นี้ที่พบมากที่สุดบนผิวโลกคือ F (950 ppm)
- F, Cl เป็นแก๊ส Br เป็นของเหลว และ I เป็นของแข็ง
- At เป็นธาตุกัมมันตภาพรังสีที่มีครึ่งชีวิตสั้น
- ว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา จึงไม่พบโมเลกุลอิสระในธรรมชาติ



Bromine



Iodine

VIIA

F

Cl

Br

I

At

Uus

54

หมู่ VIIA (Halogen)

- สมบัติทางกายภาพ

ID	Element	Z	AW (g/mol)	Radii (pm)	d (g/cm ³)	MP (°C)	BP (°C)	S (J/gK)	1 st IE	EN	Abundance (mg/kg)
F	Fluorine	9	19.00	50	0.00	-220	-188	0.82	17.42	3.98	585
Cl	Chlorine	17	35.45	100	0.00	-101	-35	0.48	12.97	3.16	145
Br	Bromine	35	79.90	115	3.12	-7	59	0.47	11.81	2.96	2.40
I	Iodine	53	126.90	140	4.93	114	184	0.21	10.45	2.66	0.45
At	Astatine	85	[210]1	no data	7.00	302	337	-	0.00	2.20	<0.001

55

หมู่ VIIA (Halogen)

● สมบัติทางเคมี

- ทำปฏิกิริยากับ H ได้แฮไลด์

$$X_2(g) + H_2(g) \rightarrow 2HX(g)$$
- ทำปฏิกิริยากับฮาโลเจนต่างชนิด ได้สารประกอบอินเทอร์ฮาโลเจน

$$X_2(g) + nX'_2(g) \rightarrow 2XX'_n$$
- ทำปฏิกิริยากับธาตุหมู่ VA

$$3X_2(g) + 2P(s) \rightarrow 2PX_3(g)$$
 P คือ ธาตุหมู่ VA ยกเว้น N
- ทำปฏิกิริยากับ H₂S

$$X_2(g) + H_2S(g) \rightarrow S(s) + 2HX(g)$$
- ทำปฏิกิริยากับ H₂O เกิดปฏิกิริยา Disproportionation

$$X_2(g) + H_2O(l) \rightarrow HX(aq) + HXO(aq)$$
 X คือ Cl, Br, I

56

หมู่ VIIA (Halogen)

● ประโยชน์

- F ใช้เติมในสารประกอบอินทรีย์ได้สารประกอบที่เสถียรไม่ติดไฟ เช่น CCl₂F₂, เทฟลอน ยาฆ่าแมลง(NaF)
- Cl เป็นธาตุสำคัญในอุตสาหกรรม เช่นพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) สารฟอกขาว(NaClO) ใช้ฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา ยาฆ่าแมลง(DDT)
- Br ใช้ผลิตแว่นตาที่ไวต่อแสง फिल्मถ่ายภาพ
- I ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อ และจำเป็นต่อระบบการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต



57

หมู่ VIIA (Halogen)

- Hydrogen Halide : HF, HCl, HBr, HI เป็นแก๊สไม่มีสี ละลายน้ำได้กรดแก่ (ยกเว้น HF เป็นกรดอ่อน)
- Oxide : เป็นตัวออกซิไดส์และเป็นกรดเมื่อละลายน้ำ เช่น OF_2 , Cl_2O , ClO_2 , Cl_2O_7 , Br_2O , BrO_2 , I_2O_5
- กรดออกโซ : ความแรงของกรดเพิ่มขึ้นตามเลขออกซิเดชันของอะตอมกลาง กรดที่แรงที่สุดคือ $HClO_4$
 - กรดไฮโปแฮลลัส, HXO (+1) : HFO, HClO, HBrO, HIO
 - กรดแฮลลัส, HXO_2 (+3) : $HClO_2$
 - กรดแฮลิก, HXO_3 (+5) : $HClO_3$, $HBrO_3$, HIO_3
 - กรดเพอร์แฮลิก, HXO_4 (+7) : $HClO_4$, $HBrO_4$, HIO_4

58

หมู่ VIIA (Halogen)

- Interhalogen, Halogenhalide ธาตุที่มีค่า EN มากกว่าจะมีเลขออกซิเดชันเป็น -1 ธาตุที่มีค่า EN ต่ำกว่าจะมีเลขออกซิเดชันเป็นบวก (1,3,5,7) เช่น ClF , ClF_3 , $BrCl$, BrF_3 , IF , IF_3
 - ละลายน้ำได้ แฮไลต์และไฮโปแฮไลต์
$$ClF(g) + H_2O \rightarrow ClO^-(aq) + F^-(aq) + 2H^+(aq)$$

59

หมู่ VIIA (Halogen)

● การเตรียม

Table 20.18 Some Physical Properties, Sources, and Methods of Preparation of the Group 7A Elements

Element	Color and State	Percentage of Earth's Crust	Melting Point (°C)	Boiling Point (°C)	Source	Method of Preparation
Fluorine	Pale yellow gas	0.07	-220	-188	Fluorspar (CaF ₂), cryolite (Na ₃ AlF ₆), fluorapatite [Ca ₅ (PO ₄) ₃ F]	Electrolysis of molten KHF ₂
Chlorine	Yellow-green gas	0.14	-101	-34	Rock salt (NaCl), halite (NaCl), sylvite (KCl)	Electrolysis of aqueous NaCl
Bromine	Red-brown liquid	2.5×10^{-4}	-7.3	59	Seawater, brine wells	Oxidation of Br ⁻ by Cl ₂
Iodine	Violet-black solid	3×10^{-5}	113	184	Seaweed, brine wells	Oxidation of I ⁻ by electrolysis or MnO ₂

60

ธาตุหมู่ VIIIA (Noble gas)

- มี 6 ธาตุ เป็นแก๊สมีสกุล (Noble gas)
- ลักษณะทั่วไป
 - มีปริมาณน้อยมากบนผิวโลกหรือในบรรยากาศ
 - He เป็นธาตุที่มีมากที่สุดอันดับ 2 ในจักรวาล (รองจาก H)
 - เตรียมจากการกลั่นลำดับส่วนของอากาศ
 - เป็นแก๊ส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ละลายน้ำได้น้อย



Helium



Neon

VIIIA

He

Ne

Ar

Kr

Xe

Rn

Uno

61 หมู่ VIIIA (Noble gas)

● สมบัติทางกายภาพ

ID	Element	Z	AW (g/mol)	Radii (pm)	d (g/cm ³)	MP (°C)	BP (°C)	S (J/gK)	1 st IE	EN	Abundance (mg/kg)
He	Helium	2	4.00	31	0.00	-272	-269	5.19	24.59	no data	0.01
Ne	Neon	10	20.10	38	0.00	-249	-246	1.03	21.56	no data	0.01
Ar	Argon	18	39.95	71	0.00	-189	-186	0.52	15.76	no data	3.50
Kr	Krypton	36	83.80	88	0.00	-157	-153	0.25	14.00	3.00	<0.001
Xe	Xenon	54	131.29	108	0.01	-112	-108	0.16	12.13	2.60	<0.001
Rn	Radon	86	[222]1	120	0.01	-71	-62	0.09	10.75	no data	<0.001

62 หมู่ VIIIA (Noble gas)

● สมบัติทางเคมี

- มีสารประกอบน้อย ส่วนใหญ่เป็น Xe กับธาตุที่มี EN สูง เช่น XeF₂, XeF₄, XeO₃, XeO₃F₂ ซึ่งเป็นของแข็ง
- สารประกอบฟลูออไรด์ของ Xe ทำปฏิกิริยากับน้ำได้กรด HF

$$2\text{XeF}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{Xe}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{HF}(\text{aq})$$
- XeO₃ ละลายในน้ำได้กรด

$$2\text{XeO}_3(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow 2\text{HXeO}_4^-(\text{aq})$$

63

หมู่ VIIIA (Noble gas)

● ประโยชน์

- He ใช้เป็นสารทำความเย็น ใช้บรรจุบอลูน ใช้เชื่อมโลหะที่ถูกต้องได้ง่าย
- Ne ใช้ทำหลอดไฟให้แสงสีส้มแดง
- Ar ใช้ทำหลอดไฟให้แสงสีม่วง ใช้ตัดเชื่อมโลหะ
- Xe ทำหลอดไฟแฟลช
- Rn ใช้รักษามะเร็ง

64

หมู่ VIIIA (Noble gas)

Element	Melting Point (°C)	Boiling Point (°C)	Atmospheric Abundance (% by volume)	Examples of Compounds
Helium	-270	-269	5×10^{-4}	None
Neon	-249	-246	1×10^{-3}	None
Argon	-189	-186	9×10^{-1}	HArF
Krypton	-157	-153	1×10^{-4}	KrF ₂
Xenon	-112	-107	9×10^{-6}	XeF ₄ , XeO ₃ , XeF ₆