บทที่ 3 ตารางธาตุและสมบัติของธาตุ

ชีทเรียน+แบบฝึกหัด · ติวเคมี สอวน. ค่าย 1 · แบบฝึกหัดเรียงตามหัวข้อจากง่ายไปยาก · เฉลยย่ออยู่หน้าสุดท้าย (ฉบับร่าง — รอเจ้าของรีวิว)

ตารางธาตุและสมบัติของธาตุ

หมวดนี้คือ "หมวดทำคะแนน" ของ สอวน. ค่าย 1 — ข้อสอบชอบออก 2 แนวคือ (1) ให้เรียงลำดับสมบัติ (ขนาด, IE, EN) แล้วดูว่าเราเข้าใจ *เหตุผล* เบื้องหลังแนวโน้มจริงไหม และ (2) ให้ข้อมูลปริศนา เช่น ค่า IE หลายค่า แล้วให้ทายว่าเป็นธาตุหมู่อะไร ถ้าจำแค่แนวโน้มแบบท่องนก จะโดนข้อยกเว้นดักทันที ดังนั้นต้องแม่นทั้งแนวโน้มหลัก + ข้อยกเว้น + เหตุผลระดับโครงสร้างอิเล็กตรอน

1. การจัดตารางธาตุ: หมู่ คาบ และบล็อก s p d f

ตารางธาตุยุคปัจจุบันเรียงตาม **เลขอะตอม** (Z = จำนวนโปรตอน) ไม่ใช่มวลอะตอม (นี่คือจุดที่ Moseley แก้ปัญหาของ Mendeleev) หลักการอ่านตาราง:

- **คาบ (Period)** = แถวแนวนอน บอก "จำนวนระดับพลังงานหลัก" ที่มีอิเล็กตรอน → คาบ = ค่า n สูงสุดของอิเล็กตรอน
- **หมู่ (Group)** = แถวแนวตั้ง ธาตุหมู่เดียวกันมี **เวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน** → สมบัติเคมีคล้ายกัน
- **บล็อก** = ดูว่าอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายเติมลงออร์บิทัลชนิดไหน

บล็อก	อิเล็กตรอนสุดท้ายลงที่	ตำแหน่งในตาราง	ตัวอย่าง
s	ออร์บิทัล s	หมู่ IA, IIA (+ He)	Na, Ca
p	ออร์บิทัล p	หมู่ IIIA–VIIIA	Cl, Ne
d	ออร์บิทัล d	ธาตุแทรนซิชัน (หมู่ B)	Fe, Cu
f	ออร์บิทัล f	แลนทาไนด์/แอกทิไนด์	Ce, U

เทคนิคหาหมู่/คาบจากการจัดเรียงอิเล็กตรอน: เขียน configuration ก่อนเสมอ แล้ว

- คาบ = n สูงสุด
- หมู่ A = จำนวนอิเล็กตรอนในชั้นนอกสุด (เฉพาะ s + p ของ n สูงสุด)

ตัวอย่างโจทย์ 1.1

โจทย์: ธาตุ X มีเลขอะตอม 17 จงหาว่า X อยู่หมู่ใด คาบใด บล็อกใด และแนวโน้มจะเกิดไอออนประจุเท่าใด

วิธีทำทีละขั้น:

ขั้นที่ 1 — จัดเรียงอิเล็กตรอน 17 ตัว:

$$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^5$$

ขั้นที่ 2 — หาคาบ: ค่า n สูงสุดที่มีอิเล็กตรอนคือ $n = 3$ → **คาบ 3**

ขั้นที่ 3 — หาหมู่: เวเลนซ์อิเล็กตรอน = อิเล็กตรอนใน $3s$ และ $3p$ รวม $2 + 5 = 7$ → **หมู่ VIIA**

ขั้นที่ 4 — บล็อก: อิเล็กตรอนตัวสุดท้ายลง $3p$ → **บล็อก p**

ขั้นที่ 5 — ไอออน: ขาดอีก 1 ตัวจะครบออกเตต ($3p^6$) → รับอิเล็กตรอน 1 ตัว เกิด X^- (ธาตุนี้คือ Cl นั่นเอง)

2. ขนาดอะตอมและขนาดไอออน

ขนาดอะตอมถูกกำหนดโดยการชักเย่อระหว่าง 2 แรง:

1. **แรงดึงจากนิวเคลียส** — ยิ่งประจุนิวเคลียสสุทธิ (effective nuclear charge, Z_{eff}) มาก อิเล็กตรอนยิ่งถูกดึงเข้า → เล็กลง
2. **จำนวนระดับพลังงาน** — ยิ่ง n มาก อิเล็กตรอนนอกสุดยิ่งอยู่ไกล → ใหญ่ขึ้น

โดยประมาณ $Z_{eff} = Z - S$ เมื่อ S คือจำนวนอิเล็กตรอนชั้นใน (shielding)

แนวโน้ม:

- **ในคาบเดียวกัน (ซ้าย → ขวา):** n เท่าเดิม แต่ Z เพิ่ม อิเล็กตรอนชั้นในเท่าเดิม → Z_{eff} เพิ่ม → **ขนาดเล็กลง**
- **ในหมู่เดียวกัน (บน → ล่าง):** n เพิ่ม ชั้นอิเล็กตรอนเพิ่ม → **ขนาดใหญ่ขึ้น** (ชนะผลของ Z ที่เพิ่ม)

ขนาดไอออน — 3 กฎที่ต้องจำ:

1. ไอออนบวกเล็กกว่าอะตอมเดิมเสมอ ($\mathrm{Na}^+ <$ Na) เพราะเสียชั้นนอก + แรงดึงต่ออิเล็กตรอนที่เหลือมากขึ้น
2. ไอออนลบใหญ่กว่าอะตอมเดิมเสมอ ($\mathrm{Cl}^- >$ Cl) เพราะอิเล็กตรอนเพิ่มแต่โปรตอนเท่าเดิม แรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนเพิ่ม
3. **ไอโซอิเล็กทรอนิก** (อิเล็กตรอนเท่ากัน): ตัวไหน Z มาก ตัวนั้นเล็ก — เพราะโปรตอนเยอะกว่าดึงอิเล็กตรอนชุดเดียวกันแรงกว่า

ตัวอย่างโจทย์ 2.1

โจทย์: จงเรียงลำดับขนาดจากใหญ่ไปเล็ก: $\mathrm{O}^{2-}, \mathrm{F}^-, \mathrm{Na}^+, \mathrm{Mg}^{2+}, \mathrm{Al}^{3+}$

วิธีทำทีละขั้น:

ขั้นที่ 1 — นับอิเล็กตรอนทุกตัว:

- O^{2-}: $8 + 2 = 10$
- F^-: $9 + 1 = 10$
- Na^+: $11 - 1 = 10$
- Mg^{2+}: $12 - 2 = 10$
- Al^{3+}: $13 - 3 = 10$

ทุกตัวมี 10 อิเล็กตรอนเท่ากัน → เป็นชุดไอโซอิเล็กทรอนิก

ขั้นที่ 2 — ใช้กฎ "Z มาก = เล็ก": เรียง Z จากน้อยไปมากคือ O(8) < F(9) < Na(11) < Mg(12) < Al(13)

ขั้นที่ 3 — สรุป ขนาดใหญ่ → เล็ก:

$$O^{2-} > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+}$$

3. พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy, IE)

นิยาม: พลังงานน้อยที่สุดที่ใช้ดึงอิเล็กตรอน 1 ตัวออกจากอะตอม (หรือไอออน) ใน **สถานะแก๊ส**

$$M(g) + IE_1 \rightarrow M^+(g) + e^-$$

IE เป็นบวกเสมอ (ต้องใส่พลังงานเข้าไป) และ $IE_1 < IE_2 < IE_3 < \cdots$ เสมอ เพราะดึงอิเล็กตรอนออกจากไอออนที่บวกมากขึ้นเรื่อยๆ ยากขึ้นเรื่อยๆ

แนวโน้ม: ตรงข้ามกับขนาดอะตอม — ในคาบ ซ้าย→ขวา IE **เพิ่ม** (อะตอมเล็ก ดึงแน่น), ในหมู่ บน→ล่าง IE **ลด** (อะตอมใหญ่ อิเล็กตรอนนอกสุดอยู่ไกล)

ข้อยกเว้นในคาบ 2-3 ที่ข้อสอบชอบออก:

- IE_1 ของ Be > B — เพราะ B ดึงจาก $2p$ ซึ่งพลังงานสูงกว่า (หลุดง่ายกว่า) $2s$ ที่เต็มของ Be
- IE_1 ของ N > O — เพราะ O มีอิเล็กตรอนคู่ใน $2p$ เกิดแรงผลักในออร์บิทัลเดียวกัน ส่วน N เป็น $2p^3$ ครึ่งเต็มเสถียร

ลำดับจริงในคาบ 2 จึงเป็น: Li < B < Be < C < O < N < F < Ne

ตัวอย่างโจทย์ 3.1 — คำนวณ IE จากแบบจำลองของโบร์

สำหรับอะตอม/ไอออนที่มีอิเล็กตรอนตัวเดียว พลังงานของอิเล็กตรอนคือ

$$E_n = -13.6 \times \frac{Z^2}{n^2} \text{ eV}$$

โจทย์: จงหาพลังงานไอออไนเซชันของ He^+ ในหน่วย eV และ kJ/mol (กำหนด $1 \text{ eV} = 96.485 \text{ kJ/mol}$)

วิธีทำทีละขั้น:

ขั้นที่ 1 — He^+ มีอิเล็กตรอน 1 ตัว ใช้สูตรโบร์ได้ โดย $Z = 2$, สถานะพื้น $n = 1$:

$$E_1 = -13.6 \times \frac{2^2}{1^2} = -13.6 \times 4 = -54.4 \text{ eV}$$

ขั้นที่ 2 — ไอออไนเซชันคือพาอิเล็กตรอนจาก $n = 1$ ไป $n = \infty$ (ที่ซึ่ง $E_\infty = 0$):

$$IE = E_\infty - E_1 = 0 - (-54.4) = 54.4 \text{ eV}$$

ขั้นที่ 3 — แปลงหน่วยแบบแฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย:

$$IE = 54.4 \cancel{eV} \times \frac{96.485 \text{ kJ/mol}}{1 \cancel{eV}} \approx 5{,}249 \text{ kJ/mol}$$

สังเกตว่าโตกว่า IE ของ H (1,312 kJ/mol) ถึง 4 เท่า — มาจาก $Z^2 = 4$ พอดี

ตัวอย่างโจทย์ 3.2 — อ่านหมู่จากการกระโดดของ IE (ข้อสอบสุดคลาสสิก)

โจทย์: ธาตุ M มีค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับต่างๆ (kJ/mol) ดังนี้: $IE_1 = 578$, $IE_2 = 1{,}817$, $IE_3 = 2{,}745$, $IE_4 = 11{,}577$ จงระบุว่า M อยู่หมู่ใด และเมื่อเกิดสารประกอบคลอไรด์จะมีสูตรอย่างไร

วิธีทำทีละขั้น:

ขั้นที่ 1 — หาว่า IE "กระโดด" ตรงไหน โดยดูอัตราส่วนค่าที่ติดกัน:

$$\frac{IE_2}{IE_1} = \frac{1{,}817}{578} \approx 3.14 \qquad \frac{IE_3}{IE_2} = \frac{2{,}745}{1{,}817} \approx 1.51 \qquad \frac{IE_4}{IE_3} = \frac{11{,}577}{2{,}745} \approx 4.22$$

ขั้นที่ 2 — ตีความ: ค่าเพิ่มแบบค่อยเป็นค่อยไปจนถึง IE_3 แล้ว **กระโดดพรวดตอน** IE_4 (เกิน 4 เท่า) แปลว่าอิเล็กตรอนตัวที่ 4 ถูกดึงจากชั้นในที่เสถียรแบบแก๊สมีสกุล ซึ่งยากมาก

ขั้นที่ 3 — สรุป: ดึงอิเล็กตรอนออกง่าย 3 ตัว → เวเลนซ์อิเล็กตรอน = 3 → **หมู่ IIIA** (ธาตุจริงคือ Al)

ขั้นที่ 4 — สารประกอบคลอไรด์: M ให้ 3 อิเล็กตรอน เกิด M^{3+} จับกับ Cl^- ได้สูตร $\mathrm{MCl_3}$

> **กฎลัด:** จำนวนอิเล็กตรอนที่ดึงออก "ก่อนเจอการกระโดดครั้งใหญ่" = เลขหมู่ A

4. สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Electron Affinity, EA)

นิยาม: พลังงานที่เปลี่ยนแปลงเมื่ออะตอมในสถานะแก๊สรับอิเล็กตรอน 1 ตัว

$$\mathrm{X}(g) + e^- \rightarrow \mathrm{X}^-(g)$$

ธาตุส่วนใหญ่ **คายพลังงาน** เมื่อรับอิเล็กตรอน (EA เป็นลบตามอนุสัญญาเทอร์โมไดนามิกส์) ยิ่งคายมาก = ยิ่ง "อยากได้" อิเล็กตรอน

แนวโน้ม: คล้าย IE คือ ซ้าย→ขวา ชอบรับอิเล็กตรอนมากขึ้น, บน→ล่าง ลดลง — แต่มีข้อยกเว้นสำคัญมาก:

- **Cl คายพลังงานมากกว่า F** (-349 เทียบกับ -328 kJ/mol) เพราะ F อะตอมเล็กมาก อิเล็กตรอนแน่น รับตัวใหม่เข้าไปแล้วเกิดแรงผลักสูง → หมู่ VIIA ตัวที่ EA เด่นสุดคือ Cl ไม่ใช่ F
- หมู่ IIA และ VIIIA แทบไม่รับอิเล็กตรอน (บางค่าเป็นบวก) เพราะ configuration เดิมเสถียรอยู่แล้ว (ns^2 เต็ม / ครบออกเตต)

ข้อสอบมักถามเชิงเปรียบเทียบ เช่น "ธาตุใดรับอิเล็กตรอนแล้วคายพลังงานมากที่สุด" — คำตอบในตัวเลือกที่มี F กับ Cl ให้ตอบ **Cl**

5. อิเล็กโทรเนกาติวิตี (Electronegativity, EN)

นิยาม: ความสามารถของอะตอมในการ **ดึงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ** เข้าหาตัวเอง — ต่างจาก EA ตรงที่ EN ใช้กับอะตอมที่ "อยู่ในพันธะแล้ว" และไม่มีหน่วย (สเกลพอลิง)

แนวโน้ม: ซ้าย→ขวา เพิ่ม, บน→ล่าง ลด → **F มากสุด (4.0)** และมุมล่างซ้าย (Cs, Fr) น้อยสุด (~0.7) — แก๊สมีสกุลส่วนใหญ่ไม่กำหนดค่าเพราะแทบไม่เกิดพันธะ

ค่าที่ควรจำ: F = 4.0, O = 3.5, N ≈ Cl = 3.0, C = 2.5, H = 2.1, Na = 0.9

ใช้ทำนายชนิดพันธะจาก ΔEN (เกณฑ์โดยประมาณ):

ΔEN	ชนิดพันธะ
< 0.5	โคเวเลนต์ไม่มีขั้ว (เกือบ)
$0.5 - 1.7$	โคเวเลนต์มีขั้ว

ΔEN	**ชนิดพันธะ**
> 1.7	ไอออนิก (โดยประมาณ)

ตัวอย่างโจทย์ 5.1

โจทย์: จงเปรียบเทียบความมีขั้วของพันธะ H–Cl กับ Na–Cl และระบุชนิดพันธะ (กำหนด EN: H = 2.1, Na = 0.9, Cl = 3.0)

วิธีทำทีละขั้น:

ขั้นที่ 1 — คำนวณ ΔEN ของแต่ละคู่:

$$\Delta EN_{\text{H-Cl}} = 3.0 - 2.1 = 0.9$$

$$\Delta EN_{\text{Na-Cl}} = 3.0 - 0.9 = 2.1$$

ขั้นที่ 2 — เทียบเกณฑ์: H–Cl ได้ 0.9 อยู่ช่วง 0.5–1.7 → **โคเวเลนต์มีขั้ว** (ขั้วลบอยู่ฝั่ง Cl) ส่วน Na–Cl ได้ 2.1 > 1.7 → **ไอออนิก**

ขั้นที่ 3 — สรุป: Na–Cl มีความเป็นขั้ว/ไอออนิกสูงกว่า H–Cl ชัดเจน เพราะผลต่าง EN มากกว่า

6. ความเป็นโลหะ–อโลหะ และภาพรวมแนวโน้มทั้งหมด

ความเป็นโลหะ = แนวโน้มการ *เสีย* อิเล็กตรอน ดังนั้นมันสวนทางกับ IE และ EN โดยตรง:

- ซ้าย→ขวา: ความเป็นโลหะ **ลด** (กลายเป็นอโลหะ)
- บน→ล่าง: ความเป็นโลหะ **เพิ่ม** → โลหะจัดสุดอยู่มุมล่างซ้าย (Cs, Fr), อโลหะจัดสุดอยู่มุมบนขวา (F)
- แนวรอยต่อคือ **ธาตุกึ่งโลหะ (metalloids)**: B, Si, Ge, As, Sb, Te — Si สำคัญสุด (สารกึ่งตัวนำ)

ผลต่อสมบัติออกไซด์ (ออกข้อสอบบ่อย):

- ออกไซด์ของโลหะ → **เบส** (เช่น $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$)
- ออกไซด์ของอโลหะ → **กรด** (เช่น $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$)
- ตรงรอยต่อเป็น **แอมโฟเทอริก** เช่น Al_2O_3, ZnO ทำปฏิกิริยาได้ทั้งกรดและเบส

ภาพรวมจำง่าย: ลากลูกศรจากมุมล่างซ้ายชี้ไปมุมบนขวา — ตามทิศลูกศรนี้ IE, EA, EN เพิ่ม / ขนาดอะตอม, ความเป็นโลหะ ลด

7. สมบัติของธาตุหมู่ IA และ IIA (โลหะแอลคาไล / แอลคาไลน์เอิร์ท)

หมู่ IA (Li Na K Rb Cs): configuration ลงท้าย ns^1 → เสีย 1 อิเล็กตรอนง่ายมาก เกิด M^+ เท่านั้น

- อ่อน ตัดได้ด้วยมีด จุดหลอมเหลวต่ำ (เทียบกับโลหะทั่วไป) ความหนาแน่นต่ำ (Li Na K ลอยน้ำ)
- ทำปฏิกิริยากับน้ำ **รุนแรง** ได้เบสแก่ + แก๊ส H_2 และรุนแรงขึ้นตามหมู่ (Cs ระเบิด)
- เก็บในน้ำมันเพื่อกันอากาศ/ความชื้น
- สีเปลวไฟ: Li แดง, Na เหลือง, K ม่วง

หมู่ IIA (Be Mg Ca Sr Ba): ลงท้าย ns^2 → เกิด M^{2+} แข็งกว่า จุดหลอมเหลวสูงกว่า และว่องไวน้อยกว่าหมู่ IA (เพราะต้องเสีย 2 อิเล็กตรอน พลังงานรวมที่ใช้สูงกว่า)

- Be แทบไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ, Mg ทำกับไอน้ำ, Ca ลงไปทำกับน้ำเย็นได้

- สีเปลวไฟ: Ca แดงอิฐ, Sr แดงเข้ม, Ba เขียว
- ไอออน Ca^{2+} และ Mg^{2+} คือตัวการน้ำกระด้าง

ตัวอย่างโจทย์ 7.1

โจทย์: โซเดียม 4.6 g ทำปฏิกิริยากับน้ำจนหมด จะได้แก๊สไฮโดรเจนกี่ลิตรที่ STP (Na = 23)

วิธีทำทีละขั้น:

ขั้นที่ 1 — เขียนสมการดุล:

$$2\mathrm{Na}(s) + 2\mathrm{H_2O}(l) \rightarrow 2\mathrm{NaOH}(aq) + \mathrm{H_2}(g)$$

ขั้นที่ 2 — หาโมล Na:

$$4.6\ \cancel{\mathrm{g\ Na}} \times \frac{1\ \mathrm{mol\ Na}}{23\ \cancel{\mathrm{g\ Na}}} = 0.2\ \mathrm{mol\ Na}$$

ขั้นที่ 3 — เทียบอัตราส่วนโมลจากสมการ (Na ต่อ $\mathrm{H_2}$ = 2 ต่อ 1):

$$0.2\ \cancel{\mathrm{mol\ Na}} \times \frac{1\ \mathrm{mol\ H_2}}{2\ \cancel{\mathrm{mol\ Na}}} = 0.1\ \mathrm{mol\ H_2}$$

ขั้นที่ 4 — แปลงเป็นปริมาตรที่ STP:

$$0.1\ \cancel{\mathrm{mol}} \times \frac{22.4\ \mathrm{L}}{1\ \cancel{\mathrm{mol}}} = 2.24\ \mathrm{L}$$

ตอบ: ได้แก๊ส $\mathrm{H_2}$ ปริมาตร **2.24 ลิตร** ที่ STP

ตัวอย่างโจทย์ 7.2

โจทย์: เผาแมกนีเซียม 4.8 g ในออกซิเจนส่วนเกินจนสมบูรณ์ จะได้ MgO กี่กรัม (Mg = 24, O = 16)

วิธีทำทีละขั้น:

ขั้นที่ 1 — สมการดุล:

$$2\mathrm{Mg}(s) + \mathrm{O_2}(g) \rightarrow 2\mathrm{MgO}(s)$$

ขั้นที่ 2 — โมล Mg:

$$4.8\ \cancel{\mathrm{g\ Mg}} \times \frac{1\ \mathrm{mol\ Mg}}{24\ \cancel{\mathrm{g\ Mg}}} = 0.2\ \mathrm{mol\ Mg}$$

ขั้นที่ 3 — อัตราส่วน Mg ต่อ MgO = 2 ต่อ 2 = 1 ต่อ 1 → ได้ MgO 0.2 mol

ขั้นที่ 4 — มวล MgO (มวลสูตร $= 24 + 16 = 40$):

$$0.2\ \cancel{\mathrm{mol\ MgO}} \times \frac{40\ \mathrm{g\ MgO}}{1\ \cancel{\mathrm{mol\ MgO}}} = 8.0\ \mathrm{g}$$

ตอบ: ได้ MgO หนัก **8.0 กรัม**

8. สมบัติของธาตุหมู่ VIIA (แฮโลเจน)

configuration ลงท้าย ns^2np^5 → อยากได้อิเล็กตรอนอีก 1 ตัว → เป็นตัวออกซิไดส์ที่ดี เกิด X^- และอยู่เป็นโมเลกุลอะตอมคู่ X_2 เสมอ

ธาตุ	สถานะที่อุณหภูมิห้อง	สี
F_2	แก๊ส	เหลืองอ่อน
Cl_2	แก๊ส	เขียวอมเหลือง
Br_2	**ของเหลว**	น้ำตาลแดง
I_2	ของแข็ง (ระเหิดได้)	ม่วงดำ

จุดเดือด/หลอมเหลวเพิ่มลงตามหมู่ เพราะแรงลอนดอนเพิ่มตามขนาดโมเลกุล — สวนทางกับความว่องไวปฏิกิริยาที่ **ลดลง** ตามหมู่ (F_2 ดุสุด)

กฎการแทนที่: แฮโลเจนตัวบน (ออกซิไดส์เก่งกว่า) แทนที่ไอออนของตัวล่างได้ แต่ย้อนกลับไม่ได้:

$$Cl_2 + 2Br^- \rightarrow 2Cl^- + Br_2$$

ส่วน I_2 ใส่ลงสารละลาย Br^- จะ **ไม่เกิดปฏิกิริยา** เพราะ I อยู่ล่างกว่า Br

ข้อสอบชอบให้สังเกตสี: เขย่า Cl_2 กับสารละลาย KBr แล้วชั้นตัวทำละลายอินทรีย์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง = เกิด Br_2

ตัวอย่างโจทย์ 8.1

โจทย์: ผ่านแก๊ส Cl_2 7.1 g ลงในสารละลาย KBr ที่มากเกินพอ จะเกิด Br_2 กี่กรัม (Cl = 35.5, Br = 80)

วิธีทำทีละขั้น:

ขั้นที่ 1 — สมการดุล:

$$Cl_2 + 2KBr \rightarrow 2KCl + Br_2$$

ขั้นที่ 2 — โมล Cl_2 (มวลโมเลกุล $= 2 \times 35.5 = 71$):

$$7.1\ \cancel{g\ Cl_2} \times \frac{1\ \text{mol}\ Cl_2}{71\ \cancel{g\ Cl_2}} = 0.1\ \text{mol}\ Cl_2$$

ขั้นที่ 3 — อัตราส่วน Cl_2 ต่อ Br_2 = 1 ต่อ 1 → เกิด Br_2 0.1 mol

ขั้นที่ 4 — มวล Br_2 (มวลโมเลกุล $= 2 \times 80 = 160$):

$$0.1\ \cancel{\text{mol}\ Br_2} \times \frac{160\ \text{g}\ Br_2}{1\ \cancel{\text{mol}\ Br_2}} = 16\ \text{g}$$

ตอบ: เกิด Br_2 หนัก **16 กรัม**

9. แก๊สมีสกุล (หมู่ VIIIA)

He Ne Ar Kr Xe Rn — configuration ครบออกเตต (ns^2np^6 ยกเว้น He เป็น $1s^2$) จึง:

- เฉื่อยต่อปฏิกิริยาอย่างยิ่ง อยู่เป็น **อะตอมเดี่ยว** (monatomic) ไม่จับคู่แบบแฮโลเจน
- IE_1 สูงสุดในคาบของตัวเอง (He คือธาตุที่ IE สูงสุดในตารางธาตุ)

- จุดเดือดต่ำมาก (He เดือดที่ประมาณ 4 K) และเพิ่มขึ้นลงตามหมู่ตามแรงลอนดอน
- ไม่ได้เฉื่อย 100%: Xe ตัวใหญ่ IE ต่ำพอ เกิดสารประกอบกับธาตุ EN สูงจัดได้ เช่น XeF_2, XeF_4, XeO_3 — ประเด็นนี้ออกสอบแนว "ข้อใดผิด" บ่อย
- การใช้งาน: He เติมบอลลูน/หล่อเย็น, Ne หลอดไฟโฆษณา, Ar สร้างบรรยากาศเฉื่อยในหลอดไฟและงานเชื่อม

10. ธาตุแทรนซิชันเบื้องต้น (บล็อก d)

ธาตุแทรนซิชันคือธาตุที่อิเล็กตรอนกำลังเติมออร์บิทัล d (คาบ 4 คือ Sc–Zn เติม $3d$ ตามหลักสูตรไทย/สสวท. — แต่ตามนิยาม IUPAC เคร่งครัด Zn ไม่ใช่ธาตุแทรนซิชัน เพราะ $3d$ เต็มทั้งในอะตอม $[\mathrm{Ar}]\,3d^{10}\,4s^2$ และไอออน $\mathrm{Zn}^{2+} = [\mathrm{Ar}]\,3d^{10}$ — สอดคล้องกับที่ Zn^{2+} ไม่มีสีในข้อ 2 ด้านล่าง) สมบัติเด่นที่ต่างจากธาตุหมู่ A:

1. **เลขออกซิเดชันหลายค่า** เช่น Fe เป็น +2/+3, Mn เป็นได้ตั้งแต่ +2 ถึง +7 (ใน $\mathrm{KMnO_4}$) — เพราะพลังงานของ $3d$ กับ $4s$ ใกล้กันมาก
2. **สารประกอบ/ไอออนมีสี** เช่น Cu^{2+} ฟ้า, Fe^{3+} เหลืองส้ม, $\mathrm{MnO_4^-}$ ม่วง, $\mathrm{Cr_2O_7^{2-}}$ ส้ม — สีเกิดจากการดูดกลืนแสงของอิเล็กตรอน d (ไอออนที่เป็น d^0 หรือ d^{10} เช่น Sc^{3+}, Zn^{2+} จึง **ไม่มีสี**)
3. เป็น **ตัวเร่งปฏิกิริยา** ที่ดี (Fe ในกระบวนการ Haber, $\mathrm{V_2O_5}$ ในกระบวนการ Contact, Ni ในไฮโดรจิเนชัน)
4. แข็ง จุดหลอมเหลวสูง นำไฟฟ้าดี ขนาดอะตอมในคาบเดียวกัน **เปลี่ยนน้อย** (ต่างจากหมู่ A ที่ลดชัดเจน)
5. เกิด **ไอออนเชิงซ้อน** เช่น $[\mathrm{Cu(NH_3)_4}]^{2+}$ สีน้ำเงินเข้ม

กฎเหล็กเรื่อง configuration: ตอน "เติม" อิเล็กตรอน เติม $4s$ ก่อน $3d$ แต่ตอน "ดึงออกเป็นไอออนบวก" ต้อง **ดึง $4s$ ออกก่อนเสมอ**

ข้อยกเว้นครึ่งเต็ม/เต็ม: $\mathrm{Cr} = [\mathrm{Ar}]\,3d^5\,4s^1$ และ $\mathrm{Cu} = [\mathrm{Ar}]\,3d^{10}\,4s^1$

ตัวอย่างโจทย์ 10.1

โจทย์: จงเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนของ Fe ($Z = 26$), Fe^{2+} และ Fe^{3+} พร้อมอธิบายว่าเหตุใด Fe^{3+} จึงเสถียรกว่า Fe^{2+}

วิธีทำทีละขั้น:

ขั้นที่ 1 — อะตอม Fe มี 26 อิเล็กตรอน:

$$\mathrm{Fe} : [\mathrm{Ar}]\,3d^6\,4s^2$$

ขั้นที่ 2 — เกิด Fe^{2+} ดึง 2 ตัวจาก $4s$ ก่อน (ห้ามดึง $3d$ ก่อนเด็ดขาด):

$$\mathrm{Fe}^{2+} : [\mathrm{Ar}]\,3d^6$$

ขั้นที่ 3 — เกิด Fe^{3+} ดึงต่ออีก 1 ตัวจาก $3d$:

$$\mathrm{Fe}^{3+} : [\mathrm{Ar}]\,3d^5$$

ขั้นที่ 4 — อธิบาย: $3d^5$ คือสภาวะ **ครึ่งเต็ม** (อิเล็กตรอนเดี่ยวครบทั้ง 5 ออร์บิทัล สมมาตร แรงผลักต่ำ) จึงเสถียรเป็นพิเศษ — นี่คือเหตุผลที่ Fe^{2+} ในอากาศค่อยๆ ถูกออกซิไดส์เป็น Fe^{3+}

📌 สรุปสูตรและประเด็นต้องจำ

หัวข้อ	สูตร / ข้อเท็จจริง	หมายเหตุ
พลังงานโบร์ (1 อิเล็กตรอน)	$E_n = -13.6 \times \frac{Z^2}{n^2}\ \text{eV}$	ใช้ได้เฉพาะระบบอิเล็กตรอนเดียว เช่น H, He^+, Li^{2+}, Be^{3+}
นิยาม IE	$\text{M}(g) \rightarrow \text{M}^+(g) + e^-$	ต้องสถานะแก๊สเสมอ, $IE_1 < IE_2 < \cdots$
หาหมู่จาก IE	หมู่ = จำนวนอิเล็กตรอนที่หลุดก่อนค่ากระโดด	ดูอัตราส่วนค่าที่ติดกัน
ประจุนิวเคลียสสุทธิ	$Z_{eff} = Z - S$	อธิบายแนวโน้มในคาบ
ไอโซอิเล็กทรอนิก	Z มาก → ขนาดเล็ก	นับอิเล็กตรอนก่อนทุกครั้ง
เกณฑ์ ΔEN	< 0.5 ไม่มีขั้ว / 0.5–1.7 มีขั้ว / > 1.7 ไอออนิก	ค่าประมาณ ไม่ใช่เส้นแบ่งเด็ดขาด
แปลงหน่วยพลังงาน	$1\ \text{eV} = 96.485\ \text{kJ/mol}$	ใช้กับผลจากสูตรโบร์
STP	$1\ \text{mol} = 22.4\ \text{L}$	ใช้กับแก๊สเท่านั้น
ไม่ใช่ STP	$PV = nRT$, $R = 0.0821\ \text{L·atm/(mol·K)}$	อุณหภูมิต้องเป็นเคลวิน
ลำดับ IE คาบ 2	Li < B < Be < C < O < N < F < Ne	ข้อยกเว้น Be > B และ N > O
EA เด่นสุด	Cl (ไม่ใช่ F)	F เล็กเกิน แรงผลักสูง
EN สุดขั้ว	F = 4.0 มากสุด, Cs/Fr ประมาณ 0.7 น้อยสุด	จำ F, O, N≈Cl = 4.0, 3.5, 3.0
config แทรนซิชัน	เติม $4s$ ก่อน $3d$ / ดึงออกจาก $4s$ ก่อน	Cr, Cu เป็นข้อยกเว้น $4s^1$

แนวโน้มรวมในหนึ่งบรรทัด: ไปทางขวา-ขึ้นบนของตาราง → ขนาดลด, IE/EA/EN เพิ่ม, ความเป็นโลหะลด — ทุกอย่างสวนทางกับขนาดอะตอม (ยกเว้นจุดหลอมเหลวที่ไม่เป็นแนวโน้มเดี่ยว)

⚠️ จุดที่เด็กพลาดบ่อย

- **ลืมว่า IE ต้องเป็นสถานะแก๊ส** — ถ้าโจทย์ให้สมการที่สารเป็น (s) หรือ (aq) นั่นไม่ใช่นิยาม IE ให้ตัดตัวเลือกทิ้งทันที
- **ท่องแนวโน้ม IE ในคาบแบบเส้นตรง** แล้วโดนข้อยกเว้นดัก — จำคู่ Be > B และ N > O ให้ขึ้นใจพร้อมเหตุผล ($2s$ เต็มกับ $2p^3$ ครึ่งเต็ม) เพราะข้อสอบชอบถามเหตุผลด้วย
- **ตอบ F เมื่อถูกถามว่าธาตุใด EA มากสุด** — ที่ถูกคือ Cl; F ชนะเฉพาะเรื่อง EN ไม่ใช่ EA แยกสองคำนี้ให้ชัด: EA = รับอิเล็กตรอนตอนเป็นอะตอมเดี่ยวในสถานะแก๊ส, EN = ดึงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ
- **เรียงขนาดไอออนไอโซอิเล็กทรอนิกตามเลขหมู่** — วิธีที่ถูกคือนับอิเล็กตรอนยืนยันว่าเท่ากันก่อน แล้วใช้ Z ตัดสิน (Z มาก = เล็ก) อย่าเดาจากตำแหน่งในตาราง
- **ดึงอิเล็กตรอน $3d$ ออกก่อน $4s$ ตอนเขียน config ไอออนแทรนซิชัน** — ผิดคลาสสิก! เติม $4s$ ก่อนก็จริง แต่ดึงออกต้องเอา $4s$ ออกก่อนเสมอ เช่น Fe^{2+} คือ $[\text{Ar}]\ 3d^6$ ไม่ใช่ $[\text{Ar}]\ 3d^4\ 4s^2$
- **สรุปว่าแก๊สมีสกุลไม่เกิดสารประกอบเลย** — Xe เกิด XeF_2, XeF_4 ได้ ข้อความ "เฉื่อยสมบูรณ์ 100%" คือตัวเลือกหลอกยอดนิยม
- **สับสนทิศความว่องไวของแฮโลเจนกับจุดเดือด** — ความว่องไว *ลดลง* ตามหมู่ (F_2 ดุสุด) แต่จุดเดือด *เพิ่มขึ้น* ตามหมู่ (I_2 เป็นของแข็ง) สองแนวโน้มนี้สวนทางกัน อย่าจำสลับ

- **ใช้ 22.4 L/mol กับสารที่ไม่ใช่แก๊สหรือไม่ใช่ STP** — เช็กเงื่อนไขโจทย์ก่อนคูณทุกครั้ง ถ้าไม่ใช่ STP ต้องใช้ $PV = nRT$ กับ $R = 0.0821\ \mathrm{L{\cdot}atm/(mol{\cdot}K)}$ และแปลงอุณหภูมิเป็นเคลวิน
- **ลืมดุลสมการก่อนเทียบโมล** — โดยเฉพาะ $2\mathrm{Na} + 2\mathrm{H_2O} \rightarrow 2\mathrm{NaOH} + \mathrm{H_2}$ ที่อัตราส่วน Na ต่อ $\mathrm{H_2}$ = 2 ต่อ 1 ไม่ใช่ 1 ต่อ 1 เด็กครึ่งห้องได้ปริมาตรเกินจริงสองเท่าเพราะจุดนี้

✏️ แบบฝึกหัดท้ายบท (37 ข้อ — เรียงตามหัวข้อ ง่าย→ยาก)

แนวโน้มสมบัติธาตุ (ขนาด IE EN EA)

ข้อ 1. ★☆☆☆☆

ธาตุหมู่ IA ได้แก่ Li, Na, K และ Rb ข้อใดมีขนาดอะตอมใหญ่ที่สุด

ก.

K

ข.

Rb

ค.

Na

ง.

Li

ข้อ 2. ★★☆☆☆

กำหนดธาตุในคาบ 3 ได้แก่ Na, Al, P และ Cl ข้อใดเรียงลำดับขนาดอะตอมจากใหญ่ไปเล็กได้ถูกต้อง

ก.

Na > Al > P > Cl

ข.

Cl > P > Al > Na

ค.

Na > P > Al > Cl

ง.

Al > Na > Cl > P

ข้อ 3. ★★★☆☆

อนุภาค O^{2-}, F^{-}, Na^{+} และ Mg^{2+} ต่างมีอิเล็กตรอน 10 ตัวเท่ากัน (isoelectronic) ข้อใดเรียงลำดับขนาดอนุภาคจากเล็กไปใหญ่ได้ถูกต้อง (กำหนดเลขอะตอม O = 8, F = 9, Na = 11, Mg = 12)

ก.

$$O^{2-} < F^{-} < Na^{+} < Mg^{2+}$$

ข.

$$F^{-} < O^{2-} < Mg^{2+} < Na^{+}$$

ค.

$$Na^{+} < Mg^{2+} < O^{2-} < F^{-}$$

ง.

$$Mg^{2+} < Na^{+} < F^{-} < O^{2-}$$

ข้อ 4. ★★★★☆

สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (พลังงานที่คายออกเมื่ออะตอมในสถานะแก๊สรับอิเล็กตรอน 1 ตัว) ของ F เท่ากับ 328 kJ/mol แต่ของ Cl เท่ากับ 349 kJ/mol ทั้งที่ F อยู่เหนือ Cl ในหมู่ VIIA ข้อใดอธิบายความผิดปกตินี้ได้ถูกต้องที่สุด

ก.

เพราะ Cl มีอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงกว่า F จึงดึงดูดอิเล็กตรอนที่เพิ่มเข้ามาได้ดีกว่า

ข.

เพราะ Cl มีจำนวนโปรตอนมากกว่า แรงดึงดูดต่ออิเล็กตรอนที่เพิ่มเข้ามาจึงมากกว่าเสมอไม่ว่ากรณีใด

ค.

เพราะสัมพรรคภาพอิเล็กตรอนของธาตุทุกหมู่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากบนลงล่างเป็นปกติอยู่แล้ว

ง.

เพราะอะตอม F มีขนาดเล็กมาก อิเล็กตรอนในออร์บิทัล 2p อยู่กันอย่างหนาแน่น อิเล็กตรอนที่เพิ่มเข้ามาจึงถูกแรงผลักมาก ทำให้คายพลังงานน้อยกว่าที่ควร

ข้อ 5. ★★★★☆

กำหนดค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี: Na = 0.9, Al = 1.5, H = 2.1, S = 2.5, Cl = 3.0, F = 4.0 ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก.

พันธะ H-S มีขั้วมากกว่าพันธะ H-Cl เพราะ S มีขนาดอะตอมใหญ่กว่า Cl

ข.

อิเล็กโทรเนกาติวิตีของธาตุในคาบเดียวกันมีแนวโน้มลดลงจากซ้ายไปขวา

ค.

NaCl มีความเป็นไอออนิกมากกว่า $\mathrm{AlCl_3}$ เพราะผลต่างอิเล็กโทรเนกาติวิตีของ NaCl มากกว่า

ง.

F มีอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงที่สุดเพราะมีขนาดอะตอมใหญ่ที่สุดในหมู่ VIIA

ข้อ 6. ★★★★★

กำหนดธาตุ Na (เลขอะตอม 11), Mg (เลขอะตอม 12) และ Al (เลขอะตอม 13) ข้อใดเรียงลำดับพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 2 (IE_2) จากมากไปน้อยได้ถูกต้อง

ก.

Na > Al > Mg

ข.

Al > Mg > Na

ค.

Na > Mg > Al

ง.

Mg > Al > Na

ข้อ 7. ★★★★★

ข้อใดเรียงลำดับพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 (IE_1) ของธาตุ C, N, O และ F ในคาบ 2 จากมากไปน้อยได้ถูกต้อง

ก.

F > O > N > C

ข.

C > N > O > F

ค.

N > F > O > C

ง.

F > N > O > C

การระบุ/ทำนายธาตุจากเบาะแสตำแหน่งและ config

ข้อ 8. ★☆☆☆☆

ธาตุ X มีเลขอะตอม 17 ข้อใดระบุตำแหน่งของธาตุ X ในตารางธาตุได้ถูกต้อง

ก.

หมู่ VA คาบ 3 บล็อก p

ข.

หมู่ VIIA คาบ 2 บล็อก p

ค.

หมู่ VIIA คาบ 3 บล็อก p

ง.

หมู่ VIIB คาบ 3 บล็อก d

ข้อ 9. ★★☆☆☆

ไอออน X^{2-} มีจำนวนอิเล็กตรอน 18 ตัว ธาตุ X อยู่หมู่ใดและคาบใดของตารางธาตุ

ก.

หมู่ IIA คาบ 4

ข.

หมู่ VIIIA คาบ 3

ค.

หมู่ VIA คาบ 3

ง.

หมู่ IVA คาบ 3

ข้อ 10. ★★★☆☆

ไอออน X^{3+} มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับอะตอมคริปทอน (Kr, เลขอะตอม 36) ข้อใดระบุตำแหน่งของธาตุ X ในตารางธาตุได้ถูกต้อง

ก.

หมู่ VA คาบ 4 บล็อก p

ข.

หมู่ IA คาบ 5 บล็อก s

ค.

หมู่ IIIB คาบ 5 บล็อก d

ง.

หมู่ IIIA คาบ 5 บล็อก p

ข้อ 11. ★★★☆☆

ธาตุ M มีพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ถึง 5 ดังนี้ $IE_1 = 0.74$, $IE_2 = 1.45$, $IE_3 = 7.73$, $IE_4 = 10.54$, $IE_5 = 13.63$ MJ/mol ตามลำดับ ธาตุ M ควรอยู่หมู่ใดของตารางธาตุ

ก.

หมู่ IA

ข.

หมู่ IIA

ค.

หมู่ IIIA

ง.

หมู่ VA

ข้อ 12. ★★★★☆

ธาตุ X, Y และ Z เป็นธาตุในคาบ 3 (สัญลักษณ์ทั้งหมดไม่ใช่สัญลักษณ์จริงของธาตุ) มีสมบัติดังนี้

- X ทำปฏิกิริยากับน้ำเย็นได้อย่างรวดเร็ว ให้แก๊ส H_2 และสารละลายที่เปลี่ยนฟีนอล์ฟทาลีนเป็นสีชมพูเข้ม
- Y เกิดสารประกอบคลอไรด์สูตร YCl_2 และแทบไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำเย็น
- ออกไซด์ของ Z มีสูตร ZO_3 ละลายน้ำได้สารละลายกรดแก่ พิจารณาข้อความต่อไปนี้ (ก) ขนาดอะตอมเรียงลำดับเป็น X > Y > Z (ข) สารประกอบระหว่าง X กับ Z มีสูตร X_2Z (ค) ออกไซด์ของ Y ละลายน้ำแล้วเปลี่ยนกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นสีแดง ข้อใดถูกต้อง

ก.

เฉพาะ (ก) และ (ข)

ข.

เฉพาะ (ข) และ (ค)

ค.

เฉพาะ (ก) และ (ค)

ง.

ทั้ง (ก) (ข) และ (ค)

ข้อ 13. ★★★★★

ไอออน M^{2+} ของธาตุ M มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น $[Ar]\,3d^5$ พิจารณาข้อความต่อไปนี้ (ก) ธาตุ M อยู่คาบ 4 และเป็นธาตุบล็อก d (ข) อะตอม M มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น $[Ar]\,3d^5\,4s^2$ (ค) เลขออกซิเดชันสูงสุดของ M ในสารประกอบคือ $+7$ (ง) ธาตุ M อยู่หมู่ VB ข้อใดถูกต้อง

ก.

เฉพาะ (ก) (ข) และ (ค)

ข.

เฉพาะ (ก) และ (ง)

ค.

เฉพาะ (ข) และ (ค)

ง.

ทั้ง (ก) (ข) (ค) และ (ง)

ออกไซด์กรด-เบสและปฏิกิริยากับน้ำ/คลอรีน

ข้อ 14. ★☆☆☆☆

ออกไซด์ในข้อใดเป็นออกไซด์กรด

ก.

Na_2O

ข.

CO_2

ค.

CaO

ง.

MgO

ข้อ 15. ★★☆☆☆

เมื่อผ่านแก๊ส SO_2 ลงในน้ำที่หยดสารละลายลิตมัสไว้ ข้อใดสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

ก.

ได้สารละลาย H_2SO_4 ลิตมัสเปลี่ยนจากน้ำเงินเป็นแดง

ข.

ได้สารละลาย H_2SO_3 ลิตมัสเปลี่ยนจากแดงเป็นน้ำเงิน

ค.

แก๊สไม่ละลายน้ำ ลิตมัสไม่เปลี่ยนสี

ง.

ได้สารละลาย H_2SO_3 ลิตมัสเปลี่ยนจากน้ำเงินเป็นแดง

ข้อ 16. ★★★☆☆

พิจารณาข้อความเกี่ยวกับสมบัติกรด-เบสของออกไซด์ต่อไปนี้ (ก) Na_2O ละลายน้ำได้สารละลายที่เปลี่ยนกระดาษลิตมัสสีแดงเป็นสีน้ำเงิน (ข) P_4O_{10} ทำปฏิกิริยากับน้ำได้กรด H_3PO_4 (ค) SiO_2 เป็นออกไซด์กรด แม้ไม่ละลายน้ำแต่ทำปฏิกิริยากับเบสแก่หลอมเหลว เช่น NaOH ได้ ข้อใดถูกต้อง

ก.

เฉพาะ (ก) และ (ข)

ข.

เฉพาะ (ข) และ (ค)

ค.

เฉพาะ (ก) และ (ค)

ง.

ทั้ง (ก) (ข) และ (ค)

ข้อ 17. ★★★☆☆

ออกไซด์ของธาตุคาบ 3 ในข้อใดมีสมบัติเป็นแอมโฟเทอริก คือทำปฏิกิริยาได้ทั้งกับกรดและเบส

ก.

Al_2O_3

ข.

Na_2O

ค.

MgO

ง.

SO_3

ข้อ 18. ★★★★☆

โลหะ M หนัก 2.70 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับแก๊ส Cl_2 ปริมาตร 3.36 ลิตร ที่ STP ได้สารประกอบคลอไรด์เพียงชนิดเดียว ข้อใดถูกต้อง (กำหนดมวลอะตอม Na = 23, Mg = 24, Al = 27, Ca = 40 และแก๊ส 1 โมลที่ STP มีปริมาตร 22.4 ลิตร)

ก.

M คือ Na และคลอไรด์มีสูตร $NaCl$

ข.

M คือ Mg และคลอไรด์มีสูตร $MgCl_2$

ค.

M คือ Al และคลอไรด์มีสูตร $AlCl_3$

ง.

M คือ Ca และคลอไรด์มีสูตร $CaCl_2$

ข้อ 19. ★★★★★

พิจารณาสมบัติของสารประกอบคลอไรด์ของธาตุคาบ 3 เมื่อใส่ลงในน้ำ (ก) NaCl ละลายน้ำได้สารละลายที่เป็นกลาง (ข) $AlCl_3$ ละลายน้ำได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด (ค) PCl_5 ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ เกิดควันขาวของแก๊ส HCl (ง) $SiCl_4$ ละลายน้ำได้สารละลายที่เป็นกลางเช่นเดียวกับ NaCl ข้อใดถูกต้อง

ก.

เฉพาะ (ก) และ (ข)

ข.

เฉพาะ (ก) (ข) และ (ค)

ค.

เฉพาะ (ข) (ค) และ (ง)

ง.

ทั้ง (ก) (ข) (ค) และ (ง)

ธาตุแทรนซิชัน เลขออกซิเดชัน และสารเชิงซ้อน

ข้อ 20. ★☆☆☆☆

ธาตุในข้อใดเป็นธาตุแทรนซิชัน

ก.

Ca (เลขอะตอม 20)

ข.

K (เลขอะตอม 19)

ค.

Fe (เลขอะตอม 26)

ง.

Br (เลขอะตอม 35)

ข้อ 21. ★★☆☆☆

โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) เป็นสารละลายสีม่วงที่ใช้เป็นตัวออกซิไดส์ เลขออกซิเดชันของ Mn ในสารนี้เท่ากับเท่าใด

ก.

$+2$

ข.

$+5$

ค.

$+6$

ง.

$+7$

ข้อ 22. ★★★☆☆

กำหนดสารประกอบของคลอรีน 4 ชนิด ได้แก่ $NaClO$, $NaClO_3$, $Ca(ClO_4)_2$ และ HCl ข้อใดเรียงลำดับสารตามเลขออกซิเดชันของ Cl จากน้อยไปมากได้ถูกต้อง

ก.

$NaClO < HCl < NaClO_3 < Ca(ClO_4)_2$

ข.

$HCl < NaClO < NaClO_3 < Ca(ClO_4)_2$

ค.

$Ca(ClO_4)_2 < NaClO_3 < NaClO < HCl$

ง.

$NaClO < NaClO_3 < Ca(ClO_4)_2 < HCl$

ข้อ 23. ★★★☆☆

ข้อใด "ไม่ใช่" สมบัติทั่วไปของธาตุแทรนซิชันในคาบ 4 (Sc ถึง Zn)

ก.

สารประกอบและไอออนในสารละลายมักมีสี เช่น Cu^{2+} มีสีฟ้า

ข.

มีจุดหลอมเหลวและความหนาแน่นต่ำกว่าโลหะหมู่ IA ในคาบเดียวกัน

ค.

ธาตุส่วนใหญ่มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า เช่น Fe เป็น +2 และ +3

ง.

อิเล็กตรอนตัวสุดท้ายบรรจุในออร์บิทัล 3d จึงจัดเป็นธาตุบล็อก d

ข้อ 24. ★★★★☆

สารเชิงซ้อน $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ เป็นของแข็งสีน้ำเงินเข้ม เลขออกซิเดชันของ Cu และประจุของไอออนเชิงซ้อน $[Cu(NH_3)_4]$ เป็นไปตามข้อใดตามลำดับ

ก.

$+2$ และ $+2$

ข.

$+2$ และ 0

ค.

$+1$ และ $+1$

ง.

$+6$ และ $+2$

ข้อ 25. ★★★★★

กำหนดสารเชิงซ้อน 2 ชนิด ได้แก่ $K_3[Fe(CN)_6]$ และ $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$ ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง (กำหนดให้ลิแกนด์ CN^- มีประจุ -1, Cl^- มีประจุ -1 และ H_2O เป็นกลาง)

ก.

Fe มีเลขออกซิเดชัน $+2$ และ Cr มีเลขออกซิเดชัน $+3$

ข.

Fe มีเลขออกซิเดชัน $+3$ และ Cr มีเลขออกซิเดชัน $+1$

ค.

Fe และ Cr มีเลขออกซิเดชัน $+3$ เท่ากัน และเลขโคออร์ดิเนชันของโลหะทั้งสองเท่ากับ 6

ง.

Fe มีเลขออกซิเดชัน $+6$ เพราะจับกับลิแกนด์ 6 ตัว และ Cr มีเลขออกซิเดชัน $+3$

สมบัติเฉพาะหมู่ธาตุ (แฮโลเจน แอลคาไล ไฮโดรเจน ออกซิเจน)

ข้อ 26. ★☆☆☆☆

เหตุใดจึงต้องเก็บโลหะโซเดียมไว้ในน้ำมัน

ก.

เพราะโซเดียมว่องไวมาก ทำปฏิกิริยากับน้ำและออกซิเจนในอากาศได้ทันที น้ำมันช่วยกันไม่ให้สัมผัสกัน

ข.

เพราะโซเดียมระเหิดได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง น้ำมันช่วยลดการระเหิด

ค.

เพราะโซเดียมละลายในน้ำมันแล้วเสถียรขึ้น กลายเป็นสารประกอบที่ไม่ว่องไว

ง.

เพราะโซเดียมมีความหนาแน่นสูงมาก ต้องใช้น้ำมันพยุงไม่ให้ตกกระแทกแตก

ข้อ 27. ★★☆☆☆

เหตุผลข้อใดอธิบายได้ถูกต้องที่สุดว่าเพราะเหตุใดแก๊สมีสกุล (หมู่ VIIIA) จึงไม่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ก.

เพราะเป็นแก๊สที่มีความหนาแน่นต่ำ อนุภาคจึงชนกันน้อยครั้ง ปฏิกิริยาจึงเกิดยาก

ข.

เพราะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 (ยกเว้น He ครบ 2) เป็นการจัดเรียงที่เสถียร และมีพลังงานไอออไนเซชันสูงมาก

ค.

เพราะมีอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงที่สุดในตารางธาตุ จึงไม่ยอมให้อิเล็กตรอนแก่ธาตุอื่น

ง.

เพราะอะตอมมีขนาดเล็กและมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลสูง จึงไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่น

ข้อ 28. ★★★☆☆

ไฮโดรเจนเป็นธาตุที่มีตำแหน่งพิเศษในตารางธาตุ เพราะมีสมบัติบางประการคล้ายธาตุหมู่ IA และบางประการคล้ายธาตุหมู่ VIIA ข้อใดเป็นสมบัติของไฮโดรเจนที่คล้ายธาตุหมู่ VIIA

ก.

มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 1 ตัว จึงเสียอิเล็กตรอนง่ายและมีพลังงานไอออไนเซชันต่ำเหมือนธาตุหมู่ VIIA

ข.

เกิดสารประกอบกับโลหะโดยมีเลขออกซิเดชัน -1 เช่นใน NaH เช่นเดียวกับ Cl ที่มีเลขออกซิเดชัน -1 ใน NaCl

ค.

เป็นของแข็งที่ระเหิดได้ที่อุณหภูมิห้องเหมือน I_2

ง.

มีเลขออกซิเดชันได้สูงสุดถึง $+7$ เหมือนธาตุหมู่ VIIA

ข้อ 29. ★★★☆☆

พิจารณาการทดลองต่อไปนี้ (ก) ผ่านแก๊ส Cl_2 ลงในสารละลาย KBr (ข) หยดสารละลาย Br_2 ลงในสารละลาย KCl (ค) หยดสารละลาย Br_2 ลงในสารละลาย KI ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

ก.

เกิดปฏิกิริยาเฉพาะข้อ (ก) และ (ค)

ข.

เกิดปฏิกิริยาเฉพาะข้อ (ข)

ค.

เกิดปฏิกิริยาทั้ง (ก) (ข) และ (ค)

ง.

เกิดปฏิกิริยาเฉพาะข้อ (ก)

ข้อ 30. ★★★☆☆

เมื่อนำโลหะ K, Na และ Mg ขนาดเท่ากันใส่ลงในน้ำเย็นทีละชนิด ข้อใดเรียงลำดับความว่องไวในการทำปฏิกิริยากับน้ำจากมากไปน้อยได้ถูกต้อง

ก.

Mg > Na > K

ข.

Na > K > Mg

ค.

K > Na > Mg

ง.

Mg > K > Na

ข้อ 31. ★★★★☆

ออกซิเจนเกิดสารประกอบได้หลายรูปแบบ ข้อใดเรียงลำดับเลขออกซิเดชันของอะตอม O ในสาร H_2O, H_2O_2, KO_2 และ OF_2 จากน้อยไปมากได้ถูกต้อง

ก.

$$OF_2 < KO_2 < H_2O_2 < H_2O$$

ข.

$$H_2O < H_2O_2 < KO_2 < OF_2$$

ค.

$$H_2O < KO_2 < H_2O_2 < OF_2$$

ง.

$$H_2O_2 < H_2O < OF_2 < KO_2$$

ข้อ 32. ★★★★★

พิจารณาข้อความเกี่ยวกับธาตุหมู่ VIIA และสารประกอบไฮโดรเจนแฮไลด์ (HX) ต่อไปนี้ (ก) สารละลายของ I_2 ในตัวทำละลาย CCl_4 มีสีม่วง (ข) HF มีจุดเดือดสูงที่สุดในบรรดา HX เพราะเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล (ค) ความแรงของกรดไฮโดรแฮลิกเรียงเป็น HF > HCl > HBr > HI ตามค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีของแฮโลเจน (ง) เมื่อผ่านแก๊ส Cl_2 ลงในสารละลาย KI จะเกิด I_2 ขึ้น ข้อใดถูกต้อง

ก.

เฉพาะ (ก) และ (ค)

ข.

เฉพาะ (ข) (ค) และ (ง)

ค.

ทั้ง (ก) (ข) (ค) และ (ง)

ง.

เฉพาะ (ก) (ข) และ (ง)

กัมมันตภาพรังสีของธาตุหนักและตำแหน่งในตารางธาตุ

ข้อ 33. ★☆☆☆☆

รังสีชนิดใดมีอำนาจทะลุทะลวงน้อยที่สุด สามารถกั้นได้ด้วยแผ่นกระดาษ

ก.

รังสีแอลฟา

ข.

รังสีบีตา

ค.

รังสีแกมมา

ง.

รังสีเอกซ์

ข้อ 34. ★★☆☆☆

ข้อใดจับคู่ไอโซโทปกัมมันตรังสีกับการใช้ประโยชน์ได้ไม่ถูกต้อง

ก.

Co-60 ใช้ฉายรังสีแกมมาเพื่อรักษาโรคมะเร็ง

ข.

I-131 ใช้ติดตามการทำงานของต่อมไทรอยด์

ค.

C-14 ใช้หาอายุวัตถุโบราณที่มีสารอินทรีย์ เช่น ไม้และกระดูก

ง.

Na-24 ใช้หาอายุหินและแร่ที่มีอายุหลายพันล้านปี

ข้อ 35. ★★★☆☆

ไอโซโทปกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีมวลเริ่มต้น 80 กรัม สลายตัวจนเหลือ 5 กรัม ในเวลา 36 วัน ครึ่งชีวิตของไอโซโทปนี้เท่ากับกี่วัน

ก.

4.5 วัน

ข.

9 วัน

ค.

12 วัน

ง.

18 วัน

ข้อ 36. ★★★★☆

ไอโซโทป $^{232}_{90}\mathrm{Th}$ สลายตัวต่อเนื่องโดยปล่อยรังสีแอลฟาทั้งหมด 6 ครั้ง และรังสีบีตา (β^-) ทั้งหมด 4 ครั้ง ไอโซโทปสุดท้ายที่ได้คือข้อใด (กำหนดเลขอะตอม W = 74, Pt = 78, Pb = 82, Po = 84)

ก.

$^{208}_{82}\mathrm{Pb}$

ข.

$^{208}_{78}\mathrm{Pt}$

ค.

$^{208}_{74}\mathrm{W}$

ง.

$^{212}_{84}\mathrm{Po}$

ข้อ 37. ★★★★★

ไอโซโทป $^{234}_{90}\mathrm{Th}$ มีครึ่งชีวิต 24 วัน สลายตัวโดยปล่อยรังสีบีตา (β^-) ต่อเนื่อง 2 ครั้ง ได้ไอโซโทปของธาตุ M ถ้าเริ่มต้นมี $^{234}_{90}\mathrm{Th}$ อยู่ 64 กรัม พิจารณาข้อความต่อไปนี้ (กำหนดเลขอะตอม Ra = 88, Th = 90, Pa = 91, U = 92) (ก) เมื่อเวลาผ่านไป 72 วัน จะเหลือ $^{234}_{90}\mathrm{Th}$ อยู่ 8 กรัม (ข) ไอโซโทปของธาตุ M คือ $^{234}_{92}\mathrm{U}$ (ค) การปล่อยบีตา 2 ครั้งทำให้เลขมวลลดลง 8 (ง) ธาตุ M เป็นธาตุในกลุ่มแอกทิไนด์ซึ่งอิเล็กตรอนบรรจุในออร์บิทัล f ข้อใดถูกต้อง

ก.

เฉพาะ (ก) และ (ค)

ข.

เฉพาะ (ข) (ค) และ (ง)

ค.

เฉพาะ (ก) (ข) และ (ง)

ง.

ทั้ง (ก) (ข) (ค) และ (ง)

เฉลยย่อ บทที่ 3

1. ข	2. ก	3. ง	4. ง	5. ค	6. ก	7. ง	8. ค	9. ค	10. ค
11. ข	12. ก	13. ก	14. ข	15. ง	16. ง	17. ก	18. ค	19. ข	20. ค
21. ง	22. ข	23. ข	24. ก	25. ค	26. ก	27. ข	28. ข	29. ก	30. ค
31. ข	32. ง	33. ก	34. ง	35. ข	36. ก	37. ค			

เฉลยละเอียดทีละขั้นดูได้ในแอป (โหมดไต่บันได/เรียน+ฝึก)