

## บทที่ 2 อะตอม โครงสร้างอะตอม และตารางธาตุ

1. อธิบายว่าแบบจำลองแต่ละแบบต่อไปนี้ มีส่วนไหนที่ถูกต้อง และส่วนไหนที่ไม่ถูกต้อง

แบบจำลองอะตอม	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
1.1 ทอมป์สัน	มีอิเล็กตรอนและประจุบวก	อิเล็กตรอนอยู่ร่วมกับประจุบวก
1.2 รัทเทอร์ฟอร์ด	อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส(ประจุบวก) ส่วนใหญ่เป็นที่ว่าง	อิเล็กตรอนมีวงโคจรที่แน่นอนและเสียพลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขณะเคลื่อนที่
1.3 บอร์ห์	อิเล็กตรอนมีวงโคจรและระดับพลังงานขึ้นกับค่า $n$ และไม่มีการสูญเสียพลังงานขณะเคลื่อนที่ อาจมีการเปลี่ยนระดับพลังงานได้เมื่อมีการรับหรือเสียพลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	อิเล็กตรอนมีวงโคจรที่แน่นอน ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนขึ้นกับค่า $n$ อย่างเดียว
1.4 กลศาสตร์คลื่น	อิเล็กตรอนมีสมบัติเป็นคลื่น ไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอน แต่บอกบริเวณที่จะพบอิเล็กตรอนได้ (ออร์บิทัล)	เป็นแบบจำลองที่ถูกต้องที่สุดในปัจจุบัน

2. จงระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน หรือชนิดของอะตอม จากข้อมูลที่ให้ (X เป็นตัวอักษรสมมติ)

สัญลักษณ์อะตอม	โปรตอน	นิวตรอน	อิเล็กตรอน	ประจุ	ชนิดของธาตุ
2.1 $^{13}\text{C}$	6	7	6	0	Carbon
2.2 $^{80}_{35}\text{X}^*$	35	45	35	0	Bromine (Br)
2.3 $^{101}_{44}\text{Ru}$	44	57	44	0	Ruthenium (Rh)
2.4 $^{48}_{22}\text{Ti}^{+3}$	22	26	19	+3	Titanium

3. ถ้าอิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานจาก  $n = 3$  เป็น  $n = 1$

- 3.1 มีการคายหรือดูดพลังงานเท่าใด

$E_3$  มีพลังงานสูงกว่า  $E_1$  ดังนั้นจาก  $n=3$  เป็น  $n=1$  อิเล็กตรอนมีพลังงานลดลงและคายพลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

$$\Delta E = E_1 - E_3 = -13.605 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) = -13.605 \times 0.88 = -12.0933 \text{ eV}$$

$\Delta E$  มีค่าเป็นลบแสดงว่าเป็นกระบวนการคายพลังงาน

- 3.2 มีการดูดกลืนหรือแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่และความยาวคลื่นเท่าใด

$$\nu = 1.097 \times 10^5 \times \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 9.7544 \times 10^4 \text{ cm}^{-1} = \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1}{9.7544 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}} = 1.0252 \times 10^{-5} \text{ cm} = 1.0252 \times 10^{-7} \text{ m}$$

ค่าความถี่ ( $\nu$ ) และความยาวคลื่น ( $\lambda$ ) เป็นบวกแสดงว่าเป็นการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

4. จงอธิบายความหมายและความสำคัญของเลขควอนตัมแต่ละตัว ( $n, l, m_l, m_s$ )

- 1) เลขควอนตัมหลัก ( $n$ ) บอกระดับพลังงานหลัก และขนาดของออร์บิทัล
- 2) เลขควอนตัมออร์บิทัล ( $l$ ) บอกรูปร่างของออร์บิทัล

**เฉลยแบบฝึกหัด วิชา 01403111 เคมี - ม.เกษตรศาสตร์ กำแพงแสน**

3) เลขควอนตัมแม่เหล็ก ( $m_l$ ) บอกทิศทางการจัดวางตัวของออร์บิทัล แสดงถึงจำนวนออร์บิทัลที่มีระดับพลังงานเท่ากัน

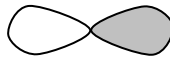
4) เลขควอนตัมสปิน ( $m_s$ ) บอกทิศทางการหมุนรอบตัวเองของอิเล็กตรอน

5. จงวาดรูปออร์บิทัลต่อไปนี้

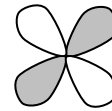
1)  $2s$



2)  $3p_x$



3)  $n=3 \ l=2 \ m_l=1$



6. จงบอกจำนวนออร์บิทัล เลขควอนตัมที่เป็นไปได้ และจำนวนอิเล็กตรอนทั้งหมดที่สามารถบรรจุได้ เมื่อ

6.1  $n = 2$

4 orbitals รวม 8 อิเล็กตรอน

$\{2,0,0,1/2\}; \{2,1,-1,1/2\}; \{2,1,0,1/2\}; \{2,1,1,1/2\};$

$\{2,0,0,-1/2\}; \{2,1,-1,-1/2\}; \{2,1,0,-1/2\}; \{2,1,1,-1/2\}$

6.2  $n = 4$  และ  $l = 3, 0$

8 orbitals รวม 16 อิเล็กตรอน

$\{4,3,3, 1/2\} \{4,3,3,- 1/2\} \{4,3,2, 1/2\} \{4,3,2,- 1/2\} \{4,3,1, 1/2\} \{4,3,1,- 1/2\} \{4,3,0, 1/2\}$

$\{4,3,0,- 1/2\} \{4,3,-1, 1/2\} \{4,3,-1,- 1/2\} \{4,3,-2, 1/2\} \{4,3,-2,- 1/2\} \{4,3,-3, 1/2\} \{4,3,-3,- 1/2\}$

$\{4,0,0, 1/2\} \{4,0,0,- 1/2\}$

6.3  $n = 3$  และ  $m_l = +2$

1 orbitals รวม 2 อิเล็กตรอน

$\{3,2,2, 1/2\} \{4,2,2,- 1/2\}$

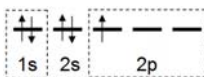
6.4  $n = 2$  และ  $m_s = +1/2$

4 orbitals รวม 4 อิเล็กตรอน

$\{2,1,1, 1/2\} \{2,1,0, 1/2\} \{2,1,-1, 1/2\} \{2,0,0, 1/2\}$

7. จงระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน เขียนโครงแบบอิเล็กตรอน (Electronic Configuration) การเติมอิเล็กตรอนของอะตอมหรือไอออนต่อไปนี้ พร้อมระบุว่าธาตุเหล่านี้อยู่ในหมู่และคาบใดของตารางธาตุ

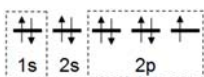
7.1 B  $1s^2 2s^2 2p^1$



5 โปรตอน 5 อิเล็กตรอน

ธาตุอยู่ในคาบ 2 ( $n$  มากที่สุดคือ 2) หมู่ที่ 1 ของ p-block

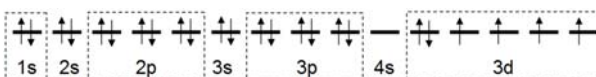
7.2 F  $1s^2 2s^2 2p^5$



9 โปรตอน 9 อิเล็กตรอน

ธาตุอยู่ในคาบ 2 ( $n$  มากที่สุดคือ 2) หมู่ที่ 5 ของ p-block

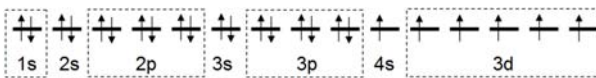
7.3  $Fe^{2+}$   $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^6$  หรือ  $[Ar] 3d^6$



26 โปรตอน 24 อิเล็กตรอน (ไอออนบวก)

ธาตุอยู่ในคาบ 4 หมู่ที่ 6 ของ d-block

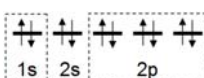
7.4 Cr  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$  หรือ  $[Ar] 4s^1 3d^5$



24 โปรตอน 24 อิเล็กตรอน

ธาตุอยู่ในคาบ 4 หมู่ที่ 4 ของ d-block (ก่อนการสลับอิเล็กตรอนเป็น  $4s^2 3d^4$ )

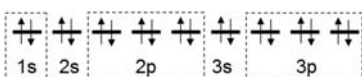
7.5  $O^{2-}$   $1s^2 2s^2 2p^6$



8 โปรตอน 10 อิเล็กตรอน (ไอออนลบ)

ธาตุอยู่ในคาบ 2 หมู่ที่ 2 ของ p-block

7.6  $K^{+1}$   $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  หรือ  $[Ne] 3s^2 3p^6$



19 โปรตอน 18 อิเล็กตรอน (ไอออนบวก)

ธาตุอยู่ในคาบ 4 หมู่ที่ 1 ของ s-block

**เฉลยแบบฝึกหัด วิชา 01403111 เคมี - ม.เกษตรศาสตร์ กำแพงแสน**

8. พิจารณเลขควอนตัมหรือสัญลักษณ์โครงแบบอิเล็กตรอนต่อไปนี้และระบุว่าเป็นไปได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

- |     |                          |                             |     |              |  |
|-----|--------------------------|-----------------------------|-----|--------------|--|
| 8.1 | $3, 0, 0, \frac{1}{2}$   | เป็นไปได้                   | 8.2 | $2, 1, 1, 1$ | $m_s$ ผิด ( $+\frac{1}{2}$ หรือ $-\frac{1}{2}$ ) |
| 8.3 | $3, -2, 2, -\frac{1}{2}$ | l ผิด (ค่าบวกหรือ 0)        | 8.4 | $2, 1, 2, 0$ | $m_l$ ผิด ( $\pm \rightarrow 0$ ) $m_s$ ผิด      |
| 8.5 | $2d^5$                   | l ผิด ( $l=2$ เป็นไปไม่ได้) | 8.6 | $4s^3$       | s-orbital มีอิเล็กตรอนได้แค่ 2 ตัว               |

9. จงเปรียบเทียบสมบัติต่อไปนี้พร้อมอธิบายเหตุผล

9.1 ขนาดอะตอมของ Mg และ Cl

Mg มีขนาดใหญ่กว่า Cl เนื่องจากนิวเคลียสของ Mg มีประจุบวกน้อยกว่า (n เท่ากัน)

9.2 ขนาดอะตอม(ไอออน)ของ  $Cl^-$  และ  $K^+$

$Cl^- (3s^2 3p^6)$  และ  $K^+ (3s^2 3p^6)$  มีค่า n เท่ากันแต่ประจุที่นิวเคลียสของ Cl มีค่าน้อยกว่าจึงมีขนาดใหญ่กว่า

9.3 ค่า  $1^{st}$  ionization energy ของ Li และ K

$1^{st}$  IE ของ Li มากกว่า เนื่องจากมี n น้อยกว่า (อิเล็กตรอนอยู่ใกล้นิวเคลียส แรงยึดเหนี่ยวสูง)

9.4 ค่า  $1^{st}$  ionization energy ของ N และ O

n เท่ากัน ประจุที่นิวเคลียสของ O มีค่ามากกว่า (แรงยึดเหนี่ยวสูงกว่า) แต่ถ้าเสียอิเล็กตรอนแล้ว

N:  $1s^2 2s^2 2p^3 \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^2$  (เสถียรน้อยลง) O:  $1s^2 2s^2 2p^4 \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^3$  (เสถียรมากขึ้น) ดังนั้น O มีแนวโน้มจะเสียอิเล็กตรอนง่ายกว่าเพราะเสียแล้วทำให้เสถียรขึ้น ดังนั้น O มีค่า IE ต่ำกว่า

9.5 ค่า Electron Affinity ของ N และ P

EN ของ N มากกว่าเนื่องจาก n น้อยกว่า (อยู่หมู่เดียวกัน แต่ r น้อยกว่าทำให้ดึงอิเล็กตรอนได้ดีกว่า)

9.6 ค่า Electronegativity ของ F และ N

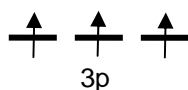
EN ของ F มากกว่าเนื่องจากประจุบวกมีค่ามากกว่า N (n เท่ากัน) จึงทำให้ดึงอิเล็กตรอนได้ดีกว่า

10. พิจารณาการจัดเรียงอิเล็กตรอน  $3p^3$  และตอบคำถามต่อไปนี้

10.1 n เท่ากับ 3 / เท่ากับ 1  $m_l$  ที่เป็นไปได้เท่ากับ +1 0 -1 และ  $m_s$  ที่เป็นไปได้เท่ากับ  $\frac{1}{2}$  (สปินขึ้น)

10.2 จำนวนออร์บิทัลทั้งหมดเท่ากับ 3 อิเล็กตรอนทั้งหมดเท่ากับ 3 ออร์บิทัลที่มีอิเล็กตรอนบรรจุเท่ากับ 3

10.3 จงแสดงการเติมอิเล็กตรอน



11. จงอธิบายโดยใช้ความรู้เรื่องโครงแบบอิเล็กตรอนและระดับพลังงานออร์บิทัลของอะตอม ว่าทำไมออกซิเจนจึงเกิดเป็นไอออนสองลบ ( $O^{2-}$ ) ได้ง่าย ในขณะที่ Na จะเกิดไอออนหนึ่งบวก ( $Na^+$ ) ได้ง่าย

1) Oxygen (O) มีโครงแบบอิเล็กตรอนเป็น  $1s^2 2s^2 2p^4$  และเมื่อรับสองอิเล็กตรอน ( $O^{2-}$ ) จะมีโครงแบบอิเล็กตรอนเป็น  $1s^2 2s^2 2p^6$  ซึ่งเสถียรมากกว่า(ตามกฎของฮุนด์)

2) Sodium (Na) มีโครงแบบอิเล็กตรอนเป็น  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  และเมื่อเสียหนึ่งอิเล็กตรอน ( $Na^+$ ) จะมีโครงแบบอิเล็กตรอนเป็น  $1s^2 2s^2 2p^6$  ซึ่งเสถียรมากกว่า(ตามกฎของฮุนด์)

12. ไอออน +2 มีโครงแบบอิเล็กตรอนเป็น  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$  เป็นธาตุใด อยู่ในหมู่ใด คาบใด

จากโครงแบบมีอิเล็กตรอนรวม 21 อะตอม มีประจุ +2 แสดงว่ามีโปรตอน 23 เป็นธาตุ V (Vanadium) อยู่ในหมู่ที่ 3 ของ d-block (VB) คาบ 4