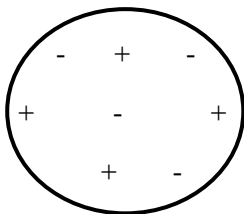


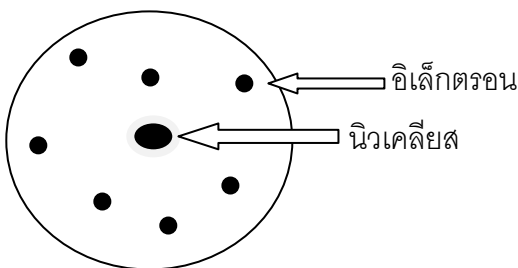
## เฉลยแบบฝึกหัด

### เรื่องโครงสร้างอะตอม ตารางพีริออดิกและสมบัติธาตุตามตารางพีริออดิก

1.1 แบบจำลองอะตอมของทอมสันสรุปว่า เป็นทรงกลมของประจุบวกและอิเล็กตรอนฝังอยู่ในทรงกลม



1.2 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดสรุปว่า ประจุบวกจะรวมกันอยู่ตรงกลางเรียกว่า นิวเคลียสซึ่งมีมวลมาก และมีอิเล็กตรอนซึ่งมีขนาดเล็กและเบามากกระจายตัวอยู่รอบ ๆ เนื้อที่ส่วนใหญ่ในอะตอมจะเป็นที่ว่างเปล่า



1.3 แบบจำลองอะตอมของโบร์มีแนวคิดที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงกลมและจะเคลื่อนที่ในวงโคจรที่แน่นอนเท่านั้น (ไม่ใช่ว่าจะอยู่ที่ไหนก็ได้) เนื่องจากแต่ละวงโคจรมีพลังงานประจำอยู่เป็นค่าเฉพาะ นั่นคือพลังงานมีลักษณะเป็นขั้น (quantized) ซึ่งรัทเทอร์ฟอร์ดไม่ได้กล่าวถึงว่าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในวงโคจรที่มีพลังงานแน่นอน นอกจากนี้โบร์ยังพบว่าอิเล็กตรอนสามารถเปลี่ยนวงโคจรได้ สืบเนื่องจากการพบสเปกตรัมการเปล่งแสงของไฮโดรเจนอะตอม

2. โจทย์กำหนดเป็นสัญลักษณ์ทางนิวเคลียร์ของอะตอม

$$\text{ถ้าให้ } X \text{ เป็นอะตอมใด ๆ จะเขียนสัญลักษณ์ทางนิวเคลียร์ได้เป็น } {}_Z^AX$$

$$\text{เมื่อ } A = \text{จำนวนโปรตอน} + \text{จำนวนนิวตรอน}$$

$$Z = \text{จำนวนโปรตอน}$$

$$\therefore A - Z = \text{จำนวนนิวตรอน}$$

การหาจำนวนอิเล็กตรอนต้องพิจารณาว่าสัญลักษณ์ที่โจทย์กำหนดเป็นของอนุภาคใดต่อไปนี้

อะตอม	จำนวนอิเล็กตรอน = จำนวนโปรตอน
ไอออนบวก	จำนวนอิเล็กตรอน = จำนวนโปรตอน - เลขประจุบวก
ไอออนลบ	จำนวนอิเล็กตรอน = จำนวนโปรตอน + เลขประจุลบ

❖ คำตอบคือ

	โปรตอน	อิเล็กตรอน	นิวตรอน
${}^7_3\text{Li}$	3	3	4
${}^{27}_{13}\text{Al}$	13	13	14
${}^{51}_{23}\text{X}^{2-}$	23	25	28
${}^{106}_{46}\text{Pd}^{4+}$	46	42	60

3. ไอโซโทป คือ อะตอมที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน

❖ ไอโซโทป คือ  ${}^{12}_6\text{B}$   ${}^{15}_6\text{B}$  มี 6 โปรตอน

ไอโซโทน คือ อะตอมที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน

❖ ไอโซโทน คือ  ${}^{18}_9\text{D}$   ${}^{15}_6\text{E}$   ${}^{20}_{11}\text{F}$  มี 9 นิวตรอน และ  ${}^{12}_6\text{B}$   ${}^{14}_8\text{C}$  มี 6 นิวตรอน

ไอโซบาร์ คือ อะตอมที่มีจำนวนนิวคลีออนเท่ากัน (นิวคลีออน = โปรตอน + นิวตรอน)

❖ ไอโซบาร์ คือ  ${}^{14}_7\text{A}$   ${}^{14}_8\text{C}$  มี 14 นิวคลีออน

4. สเปกตรัมการเปล่งแสงคือ สเปกตรัมแบบต่อเนื่องหรือแบบเส้นของรังสีที่เปล่งออกมาจากสารต่าง ๆ  
สเปกตรัมแบบเส้นคือ สเปกตรัมเปล่งแสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะบางค่าเท่านั้น ไม่ได้มีการเปล่งแสงแบบต่อเนื่องจากแสงสีแดงถึงสีม่วง

$$5. \quad \frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^5 \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right) \text{ cm}^{-1} = 7800 \text{ cm}^{-1}$$

$$\text{ความยาวคลื่น} = \lambda = \frac{1}{7800 \text{ cm}^{-1}} = 1.3 \times 10^{-4} \text{ cm หรือ } 1.3 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\text{ความถี่} = f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.3 \times 10^{-6} \text{ m}} = 2.31 \times 10^{14} \text{ s}^{-1} (\text{Hz})$$

6. คำนวณหาพลังงานโดยใช้สมการ  $E_n = \frac{-1312(Z^2)}{n^2} \text{ kJ/mol}$

(หมายเหตุ สูตรนี้เป็นสูตรที่มีหน่วยเป็น KJ/mol แต่สูตร  $E_n = -13.605 \left( \frac{1}{n^2} \right)$  มีหน่วยเป็น eV )

เมื่อ Z = เลขเชิงอะตอมของธาตุ และ n = ระดับพลังงานหลักหรือลำดับที่ของวงโคจรของอิเล็กตรอน

คำนวณหารัศมีโดยใช้สมการ  $r_n = \frac{a_0 n^2}{Z}$

เมื่อ  $a_0$  = ค่าคงตัวของโบร์ = 0.529 Å

ก)  ${}_3\text{Li}^{2+}$   $Z = 3, n = 1$

จะได้  $E_1 = \frac{-1312(Z^2)}{n^2} \text{ kJ/mol} = -11808 \text{ kJ/mol}$

และ  $r_1 = \frac{(0.529 \text{ \AA})(n^2)}{Z} = 0.176 \text{ \AA}$

ข)  ${}_1\text{H}$   $Z = 1, n = 4$

จะได้  $E_1 = \frac{-1312(Z^2)}{n^2} \text{ kJ/mol} = -82 \text{ kJ/mol}$

และ  $r_1 = \frac{(0.529 \text{ \AA})(n^2)}{Z} = 8.46 \text{ \AA}$

ค)  ${}_2\text{He}^+$   $Z = 2, n = 5$

จะได้  $E_1 = \frac{-1312(Z^2)}{n^2} \text{ kJ/mol} = -209.9 \text{ kJ/mol}$

และ  $r_1 = \frac{(0.529 \text{ \AA})(n^2)}{Z} = 6.61 \text{ \AA}$

ง) ระดับพลังงานหลักที่มีค่าสูงสุดคือข้อ ข) (-82 kJ/mol)  
 (-82 kJ/mol > -209.9 kJ/mol > -11808 kJ/mol)

จ) รัศมีในข้อ ข) ยาวที่สุด (8.46 Å)

ฉ) อิเล็กตรอนที่เสถียรที่สุดจะมีระดับพลังงานต่ำสุดคือข้อ ก) (-11808 kJ/mol)

ช) อิเล็กตรอนที่มีระดับพลังงานหลักต่ำสุดจะมีแรงดึงดูดกับนิวเคลียสมากที่สุด คือ ข้อ ก)

7. (ก)  $(1, 0, \frac{1}{2}, -\frac{1}{2})$  เนื่องจาก  $m_l$  ต้องเป็น 0

(ค)  $(2, 2, 1, +\frac{1}{2})$  เนื่องจาก  $l$  ต้องเป็น 0, 1

(จ)  $(3, 2, 1, 1)$  เนื่องจาก  $m_s$  ต้องเป็น  $\frac{1}{2}$  หรือ  $-\frac{1}{2}$

8. (ก) 2p  $\longrightarrow$   $n=2, l=1, m_l = -1, 0, 1$

(ข) 3s  $\longrightarrow$   $n=3, l=0, m_l = 0$

(ค) 5d  $\longrightarrow$   $n=5, l=2, m_l = -2, -1, 0, 1, 2$

**หมายเหตุ** การระบุเลขควอนตัมของออร์บิทัลจะระบุด้วยค่า  $n, l, m_l$  แต่ถ้าเป็นการระบุเลขควอนตัมของอิเล็กตรอนต้องระบุค่า  $m_s$  ด้วย

9. หาดำแหน่งของธาตุสมมติในตารางพีริออดิก

${}_{16}\text{A} = 2, 8, 6$  เป็นธาตุลำดับที่ 6 ในคาบที่ 3 (ลำดับที่ คือ หมู่และ จำนวนชั้นคือ คาบ)

${}_{17}\text{B} = 2, 8, 7$  เป็นธาตุลำดับที่ 7 ในคาบที่ 3

${}_{18}\text{C} = 2, 8, 8$  เป็นธาตุลำดับที่ 8 ในคาบที่ 3

${}_{19}\text{D} = 2, 8, 8, 1$  เป็นธาตุลำดับที่ 1 ในคาบที่ 4

ก) จากสมบัติของธาตุที่มีแนวโน้มตามตารางพีริออดิก D จะมีพลังงานไอออไนเซชันน้อยที่สุด เพราะมีขนาดใหญ่ที่สุด

ข) A B C เป็นธาตุคาบเดียวกันอยู่ลำดับติดกัน จึงใช้การจัดเรียงอิเล็กตรอนในการพิจารณาค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (D มีขนาดใหญ่ที่สุดมีค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอนน้อยที่สุดตามแนวโน้มจึงไม่นำมาพิจารณาร่วมด้วย)

**B มีสัมพรรคภาพอิเล็กตรอนมากที่สุด** เพราะการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น  $3s^2 3p^5$  ถ้ารับอิเล็กตรอนอีก 1 อิเล็กตรอนจะได้การจัดเรียงอิเล็กตรอนแบบบรรจุเต็ม ( $3s^2 3p^6$ ) ซึ่งเสถียรเป็นพิเศษ (A เป็น  $3s^2 3p^4$  ถ้ารับอิเล็กตรอนอีก 1 อิเล็กตรอน ได้  $3s^2 3p^5$  ซึ่งไม่ใช่บรรจุอิเล็กตรอนที่เสถียรเป็นพิเศษ สัมพรรคภาพอิเล็กตรอนมีค่าปกติตามแนวโน้ม ส่วน C เป็น  $3s^2 3p^6$  รับอิเล็กตรอนไม่ได้อีกแล้ว จึงมีค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอนต่ำ)

10. หาตำแหน่งของธาตุสมมติทั้งหมดในตารางพีริออดิก

${}_{37}A = 2, 8, 8, 18, 1$	เป็นธาตุลำดับที่ 1	ในคาบที่ 5
${}_{39}B = 2, 8, 8, 18, 3$	เป็นธาตุลำดับที่ 3	ในคาบที่ 5
${}_{42}C = 2, 8, 8, 18, 6$	เป็นธาตุลำดับที่ 6	ในคาบที่ 5
${}_{49}D = 2, 8, 8, 18, 13$	เป็นธาตุลำดับที่ 13	ในคาบที่ 5
${}_{51}E = 2, 8, 8, 18, 15$	เป็นธาตุลำดับที่ 15	ในคาบที่ 5
${}_{53}F = 2, 8, 8, 18, 17$	เป็นธาตุลำดับที่ 17	ในคาบที่ 5

ก) จากตำแหน่งในตารางพีริออดิก เขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในออร์บิทัลในคาบ

สูงสุด เพื่อดูว่าอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายอยู่ในออร์บิทัลชนิดใด

A =  $5s^1$                       บล็อก s

B =  $5s^2 4d^1$                       บล็อก d

C =  $5s^2 4d^6 \rightarrow 5s^1 4d^7$                       บล็อก d

D =  $5s^2 4d^{10} 5p^1$                       บล็อก p

E =  $5s^2 4d^{10} 5p^3$                       บล็อก p

F =  $5s^2 4d^{10} 5p^5$                       บล็อก p

ธาตุบล็อก p คือ D E F

ข) ธาตุที่มีสมบัติกึ่งโลหะเป็นธาตุในบล็อก p (หมู่ IIIA คาบที่ 2, หมู่ IVA คาบที่ 3 หมู่ IVA และหมู่ VA คาบที่ 4, หมู่ VA และหมู่ VIA คาบที่ 5)

F ไม่ใช่กึ่งโลหะ เพราะเป็นหมู่ VIIA คาบที่ 5

D ไม่ใช่กึ่งโลหะ เพราะเป็นธาตุแรกในบล็อก p (หมู่ IIIA) ของคาบที่ 5

∴ E เป็นกึ่งโลหะ เพราะเป็นธาตุหมู่ VA คาบที่ 5

- ค) ดูจากตำแหน่งในตารางพีริออดิกที่เขียนไว้ข้างต้น ธาตุลำดับที่หนึ่งในคาบ (ที่ 5) คือ A  
A มี 1 อิเล็กตรอนเดียว
- ง) ธาตุหมู่ III B คือธาตุลำดับที่ 3 ในคาบที่ 5 คือ B

11. หาดำแหน่งของ  ${}_{14}\text{Si}$  และ  ${}_{15}\text{P}$  ในตารางพีริออดิก

$${}_{14}\text{Si} = 2, 8, 4 \quad \text{เป็นธาตุลำดับที่ 4 ในคาบที่ 3}$$

$${}_{15}\text{P} = 2, 8, 5 \quad \text{เป็นธาตุลำดับที่ 5 ในคาบที่ 3}$$

∴  ${}_{14}\text{Si}$  มีขนาดใหญ่กว่า  ${}_{15}\text{P}$  (เป็นธาตุในคาบเดียวกัน ธาตุทางซ้ายมีเลขเชิงอะตอมน้อยกว่า มีจำนวนโปรตอนและเวเลนซ์อิเล็กตรอนน้อยกว่า แรงดึงดูดของโปรตอนกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนมีน้อยกว่า ดังนั้นจึงมีขนาดใหญ่กว่า)

พิจารณาการจัดเรียงอิเล็กตรอนในออร์บิทัลของคาบที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Si และ P เป็นธาตุลำดับติดกันในคาบเดียวกันต้องใช้การจัดเรียงอิเล็กตรอนพิจารณา)

$$\text{Si} = 3s^2 3p^2$$

$$\text{P} = 3s^2 3p^3$$

∴ Si มีสัมพรรคภาพอิเล็กตรอนมากกว่า เพราะรับอิเล็กตรอนอีก 1 อิเล็กตรอนจะได้การจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็นแบบบรรจุครึ่งในออร์บิทัล 3p ( $3p^3$ ) ส่วน P มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนที่เสถียรอยู่แล้ว ( $3p^3$ ) จึงรับอิเล็กตรอนยาก และสัมพรรคภาพอิเล็กตรอนจะต่ำ