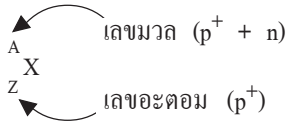
# บทที่ 1 โครงสร้างอะตอม

## สัญลักษณ์นิวเคลียร์




**1.** จงหาอนุภาคมูลฐานของธาตุ หรือไอออนต่อไปนี้

| | $^{23}_{11}Na$ | $^{31}_{15}P$ | $^{85}_{37}Rb^+$ | $^{137}_{56}Ba^{2+}$ | $^{35}_{17}Cl^-$ | $^{79}_{34}Se^{2-}$ | $^{b}_{a}X^{c-}$ | $^{A}_{Z}Y^{b+}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $P^+$ | | | | | | | | |
| $e^-$ | | | | | | | | |
| n | | | | | | | | |

**2.** จงจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุหรือไอออนต่อไปนี้

| | การจัดเรียงอิเล็กตรอน | หมู่ | คาบ | จำนวน $e^-$ เดี่ยวใน Orbital |
|---|---|---|---|---|
| $_{21}X$ | | | | |
| $_{24}X$ | | | | |
| $_{32}X$ | | | | |
| $_{47}X$ | | | | |
| $_{52}X^{2-}$ | | | | |
| $_{56}X^{2+}$ | | | | |
| $_{88}X^{2+}$ | | | | |

**จงหาสัญลักษณ์นิวเคลียร์ ต่อไปนี้**

1. X อยู่หมู่ 3 คาบ 4 มีจำนวนนิวตรอนมากกว่าโปรตอนอยู่ 8 ตัว ถ้าธาตุนี้อยู่ในรูปไอออนที่เสถียร จะมีสัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็น .....
2. $X^{2+}$ มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 18 Y มีจำนวนโปรตอนน้อยกว่าจำนวนโปรตอนของ X อยู่ 4 โปรตอน มีเลขมวลเป็น 2 เท่าของเลขอะตอม ถ้าธาตุนี้อยู่ในรูปไอออนที่เสถียรจะมีสัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็น .....
3. X มีประจุในนิวเคลียสเป็น 2 เท่าของแคลเซียมมีนิวตรอน 53 มีอิเล็กตรอน 38 สัญลักษณ์นิวเคลียร์คือ .....
4. ${}^{a}_{b}X$ ถ้าทำให้ 2 โปรตอน และ 4 อิเล็กตรอนหลุดออกไป แต่รับนิวตรอนเข้ามา 3 นิวตรอนจะมีสัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็นอย่างไร.....

**การหาจำนวนอิเล็กตรอน**

**Ex 1.** ธาตุหรือไอออนในข้อใดจัดเรียงอิเล็กตรอนได้เท่ากัน และมีอิเล็กตรอนเท่าใด

..... A : Na Mg $Al^{3+}$ $Si^{4+}$

..... B : $Mg^{2+}$ $Ca^{2+}$ Ar $Cl^{-}$

..... C : $Si^{4-}$ $Cl^{-}$ Ar $Ca^{2+}$

..... D : $K^{+}$ $Ca^{2+}$ $O^{2-}$ $S^{2-}$

**Ex 2.** สารประกอบคู่ใดไอออนลบจัดเรียงอิเล็กตรอนได้เท่ากัน

..... A : LiCl และ $BaBr_2$

..... B : $BaCl_2$ และ $Na_2S$

..... C : KF และ KI

..... D : $Na_2O$ และ HCl

**Ex 3.** ไอออนลบต่อไปนี้ $VO_4^{3-}$ , $CrO_4^{2-}$ , $MnO_4^{-}$ , $ClO_4^{-}$ ธาตุที่เป็นอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนเท่าใด ตามลำดับ.....

# พลังงานไอออไนเซชัน

**พลังงานไอออไนเซชัน** คือ พลังงานอย่างน้อยที่สุดที่ใช้ดึงอิเล็กตรอนให้หลุดออกจากอะตอมในภาวะแก๊ส

**ข้อสรุปเกี่ยวกับค่า IE**

**1.** การดึงอิเล็กตรอนให้หลุดจากอะตอมต้องหลุดในภาวะแก๊สเท่านั้น เช่น

$$A(g) \longrightarrow A^{+}(g) + e^{-} \qquad IE_1$$

- จงเขียนสมการแสดงค่า IE ลำดับที่ 3 ของ Al .....
- จงเขียนสมการแสดงค่า IE ลำดับที่ 5, 6 ของ K .....
- จงบอกชื่อพลังงานที่เกี่ยวข้องและบอกความสัมพันธ์ของพลังงานต่อไปนี้

| | การเปลี่ยนแปลง | พลังงานที่เกี่ยวข้อง |
|---|---|---|
| 1 | $A(s) \longrightarrow A(g)$ | |
| 2 | $A(s) \longrightarrow A^{+}(g) + e^{-}$ | |
| 3 | $A(s) \longrightarrow A^{2+}(g) + 2e^{-}$ | |
| 4 | $A(g) \longrightarrow A^{3+}(g) + 3e^{-}$ | |
| 5 | $A^{2+}(g) \longrightarrow A^{3+}(aq) + e^{-}$ | |

1. $IE_2$ ของ A สามารถหาได้จากความสัมพันธ์ของสมการอย่างไร .....

2. $IE_3$ ของ A สามารถหาได้จากความสัมพันธ์ของสมการอย่างไร .....

**2.** ค่า IE สามารถบอกเวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุได้ เช่น

2.1 กำหนดค่า IE ของธาตุ A, B, C, D และ E ดังต่อไปนี้

| ธาตุ | IE (MJ/mol) | | | | เวเลนซ์อิเล็กตรอน | หมู่ของธาตุ | เลขออกซิเดชันที่เสถียร |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $IE_1$ | $IE_2$ | $IE_3$ | $IE_4$ | | | |
| A | 0.4 | 3.1 | 4.4 | 5.9 | | | |
| B | 0.6 | 1.1 | 4.9 | 6.5 | | | |
| C | 0.6 | 1.8 | 2.7 | 11.6 | | | |
| D | 0.7 | 1.5 | 7.7 | 10.5 | | | |
| E | 2.1 | 4.0 | 6.1 | 8.2 | | | |

1. ธาตุ B และ D ธาตุใดเวเลนต์อิเล็กตรอนอยู่ในเลขที่ของคาบที่สูงกว่า .....

2. ถ้า C เป็นธาตุคาบที่ 3 การทำให้เกิด $C^{4+}$ จะต้องใช้พลังงานอย่างน้อยเท่าใด .....

   และอิเล็กตรอนหลุดในระดับพลังงานใด .....

3. สูตรของสารประกอบที่เกิดจาก B กับ ฟอสเฟตไอออน ได้แก่ .....

   เป็นพันธะ ..... การละลายน้ำ .....

**3.** การเปรียบเทียบพลังงาน $IE_1$ ของธาตุต่างชนิดกันเรียงลำดับดังนี้

- ธาตุที่เป็นอโลหะมีค่า IE สูงกว่าโลหะ
- อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานสูงจะหลุดง่ายกว่าอิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานต่ำ
- ถ้าดึงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานเดียวกันให้พิจารณาจำนวน $p^+$ ในนิวเคลียส์ ถ้า $p^+$ มีมาก ต้องใช้ค่า IE สูง ยกเว้น หมู่ 2 กับหมู่ 5

1. จงเปรียบเทียบค่า $IE_1$ จากมากไปน้อยของ ${}_3A$, ${}_{15}B$, ${}_{16}C$, ${}_{19}D$, ${}_{32}F$

   ${}_3A$

   ${}_{15}B$

   ${}_{16}C$

   ${}_{19}D$

   ${}_{32}F$

2. จงเปรียบเทียบค่า $IE_1$ จากมากไปน้อยของ $F^-$, Ne, $Na^+$, $Mg^{2+}$, $Al^{3+}$

   $F^-$

   Ne

   $Na^+$

   $Mg^{2+}$

   $Al^{3+}$

3. จงเปรียบเทียบค่า $IE_3$ จากมากไปน้อยของ Li , Be , B , C

   Li

   Be

   B

   C

# บทที่ 2 ตารางธาตุ

**สมบัติตามตารางธาตุ**

**1. ถ้าเปรียบเทียบขนาดอะตอม หรือขนาดไอออน** ให้พิจารณาจาก

- **ขนาดอะตอม** พิจารณาระดับพลังงานก่อน ถ้าระดับพลังงานมากกว่าขนาดจะโตกว่า
  ถ้าระดับพลังงานเท่ากัน พิจารณาโปรตอนในนิวเคลียส

  **Ex.** จงเรียงลำดับขนาดอะตอมจากใหญ่ไปเล็กของธาตุต่อไปนี้ $_{7}A$ $_{13}B$ $_{19}C$ $_{34}D$

  $_{7}A$

  $_{13}B$

  $_{19}C$

  $_{34}D$

- **ขนาดไอออน** พิจารณาระดับพลังงานก่อน และจึงพิจารณาชนิดของไอออน
  โดยไอออนบวกจะเล็กลง ไอออนลบจะโตขึ้น

  **Ex.** จงเรียงลำดับขนาดไอออนจากใหญ่ไปเล็กที่เสถียรของ $_{9}A$ $_{12}B$ $_{16}C$ $_{20}D$

  $_{9}A$

  $_{12}B$

  $_{16}C$

  $_{20}D$

- **ขนาดอะตอมและขนาดไอออนปนกัน (ในระดับพลังงานที่เท่ากัน)**

  ***ไอออนลบ > อะตอมกลาง > ไอออนบวก***

  **Ex.** จงเรียงลำดับขนาดของธาตุและไอออนต่อไปนี้ N $F^-$ Ne $Na^+$ จากใหญ่ไปเล็ก

  N

  $F^-$

  Ne

  $Na^+$

**2.** **ถ้าเปรียบเทียบจุดเดือด** ให้พิจารณาจากพันธะโดย

**พันธะโลหะ** จุดเดือดจะสูงมาก ถ้ามีขนาดเล็ก (ระวังหมู่ 1 จุดเดือดจะไม่สูงนัก)

**พันธะโคเวเลนต์** จุดเดือดจะต่ำ แต่จุดเดือดเพิ่มตามมวล

**Ex.** จงเปรียบเทียบจุดเดือดของธาตุต่อไปนี้ $_{10}A$ $_{19}B$ $_{35}C$ $_{38}D$ จากสูงไปต่ำ

$_{10}A$

$_{19}B$

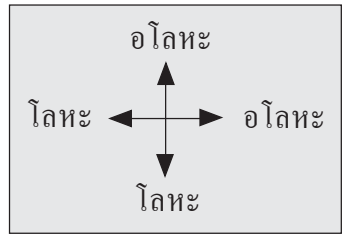
$_{35}C$

$_{38}D$

**3.** **เปรียบเทียบแนวโน้มอื่น ๆ**

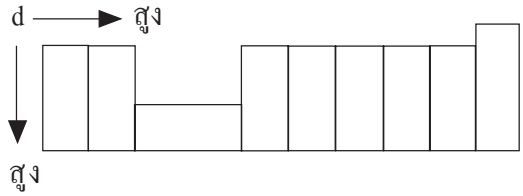
* IE, EN, $E^0$ แยกเป็น
  - โลหะ (ต่ำ) ยิ่งไกล F ยิ่งต่ำ
  - อโลหะ(สูง) ยิ่งใกล้ F ยิ่งสูง

* ความเป็นโลหะแยกเป็น
  - โลหะ (สูง)
  - อโลหะ (ต่ำ)




* ความสามารถในการ Oxidize, Reduce พิจารณาจากค่า $E^0$

* ความหนาแน่น




**Ex.** จงเปรียบเทียบค่า IE และความเป็นโลหะของ $_{15}A$ $_{16}B$ $_{19}C$ $_{20}D$ จากมากไปน้อย

$_{15}A$

$_{16}B$

$_{19}C$

$_{20}D$

# การคิดเลข Oxidation

**หลักการคิด**

**1.** เลขออกซิเดชันที่แน่นอนของธาตุต่าง ๆ มีดังนี้

1.1 ธาตุหมู่ I, II, III มีเลข Oxidation เป็น +1, +2, +3

1.2 ฟลูออรีนมีค่า −1 เสมอ ($F^-$)

1.3 ธาตุ Transition ที่มีเลข Oxidation เพียงค่าเดียว ได้แก่ $Ag^+$ $Zn^{2+}$ $Se^{3+}$

1.4 อนุมูลกลุ่มแต่ละชนิดมีค่าประจุคงที่ เช่น

$NO_3^-$ $NO_2^-$ $ClO^-$ $ClO_2^-$ $ClO_3^-$ $ClO_4^-$ $SO_4^{2-}$ $SO_3^{2-}$ $PO_4^{3-}$ $PO_3^{3-}$

$CN^-$ $SCN^-$ $OH^-$ $NH_4^+$ $CrO_4^{2-}$ $Cr_2O_7^{2-}$ $MnO_4^-$ $MnO_4^{2-}$

**2.** H มีค่าเป็น +1 ถ้าเป็นสารประกอบไอออนิก และมีค่าเป็น -1 ถ้าเป็นสารประกอบโคเวเลนต์

**3.** ธาตุที่มีค่า EN สูงกว่าจะมีเลข Oxidation เป็นลบ

$KO_2$ $OF_2$ $H_2O_2$ $CH_3OH$ $CHCl_3$

$K_2MnO_4$ $K_3CrF_6$ $K_4Fe(CN)_6$ $Na_2Pt(NO_2)_4$ $S_4O_6^{2-}$

$[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ $Co_3(AsO_4)_2.H_2O$ $Pb_3(VO_4)_2.PbCl_2$ $[Cr(H_2O)_5Cl]SO_4$

$[Pt(NH_3)_4(NO_2)Cl]SO_4$ $Na_2[Cu(NH_3)_2Cl_2SO_4]$ $K_2Zn_2[Fe(CN)_6]_2$ $Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2.H_2O$

## ครึ่งชีวิต

$$N_{เหลือ} = \frac{N_{เริ่มต้น}}{2^n} \qquad T = nt_{\frac{1}{2}}$$

**ตัวอย่างการคำนวณ**

**Ex 1.** ถ้าทิ้งไอโซโทปกัมมันตรังสีชนิดหนึ่ง 4,800 กรัม ไว้เป็นเวลา 120 วัน ปรากฏว่ามีไอโซโทปนั้นเหลืออยู่ 300 กรัม ครึ่งชีวิตของไอโซโทปนี้มีค่าเท่าใด

ก. 10 วัน

ข. 30 วัน

ค. 20 วัน

ง. 40 วัน

**Ex 2.** $^{238}_{92}U$ มีครึ่งชีวิต $4.5 \times 10^9$ ปี สลายตัวดังนี้ $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8(^4_2He) + 6(^0_{-1}e)$ ถ้าหินโบราณก้อนหนึ่งมี $^{238}_{92}U$ 1.00 กรัม และเกิดการสลายตัวไป 2 ครึ่งชีวิต อัตราส่วน Pb–206 ต่อ U–238 มีค่าเท่าใดในหินโบราณ

ก. 0.502

ข. 0.866

ค. 1.225

ง. 2.596

**Ex 3.** Na – 24 ในรูป NaCl ถูกฉีดเข้าไปในร่างกายเพื่อศึกษาภาวะสมดุลของระดับโซเดียมในร่างกาย ถ้า NaCl 79.34 มิลลิกรัม ถูกฉีดเข้าไปในร่างกาย จะมี Na – 24 เหลือกี่มิลลิกรัม หลังจากผ่านไป 60 ชั่วโมง กำหนดให้ ครึ่งชีวิตของ Na – 24 เท่ากับ 15 ชั่วโมง

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 5

## สมการนิวเคลียร์

| อนุภาคและกัมมันตภาพรังสี | สัญลักษณ์ทั่วไป | สัญลักษณ์นิวเคลียร์ |
|---|---|---|
| แอลฟา | $\propto$ | $^{4}_{2}He$ |
| บีตา | $\beta, \beta^{-}$ | $^{0}_{-1}e$ |
| โพซิตรอน | $\beta^{+}$ | $^{0}_{+1}e$ |
| แกมมา | $\gamma$ | – |
| นิวตรอน | – | $^{1}_{0}n$ |
| โปรตอน | – | $^{1}_{1}H$ |

**Ex 1.** ธาตุ A สลายตัวให้อนุภาคแอลฟาและธาตุ B แล้วธาตุ B สลายตัวต่อให้ อนุภาคบีต้า กับธาตุ C ซึ่งธาตุ C สลายตัวให้อนุภาคแอลฟาและธาตุ $^{Y}_{31}D$ อยากทราบว่าธาตุ E เมื่อสลายตัวให้อนุภาคบีต้าแล้วจะได้ธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนต่างจากธาตุ B เท่าไร

ก. 2 $^{X18}_{XX}$

ข. 3

ค. 4

ง. 5

# แบบฝึกหัด

1. พิจารณาอะตอมและไอออนต่อไปนี้ : ${}_{25}A^{2+}$ ${}_{15}B$ ${}_{16}C^{2-}$ ${}_{44}D$ อะตอมหรือไอออนใดมีจำนวนอิเล็กตรอนเดี่ยวมากที่สุด

   ก. $A^{2+}$ ข. B ค. $C^{2-}$ ง. D

2. ข้อความใดกล่าว **ถูกต้อง**

   ก. ธาตุ X มีเลขมวล 80 เมื่อเป็นไอออน $X^-$ จะมีนิวตรอน 45 ธาตุนี้เมื่ออยู่ในรูปไอออนที่เสถียรจะจัดเรียงอิเล็กตรอน 2 8 18 7

   ข. อนุภาค X มีประจุในนิวเคลียสเท่ากับ 11 นิวตรอน 12 อิเล็กตรอน 10 X เป็นอะตอมของโลหะหมู่ 1

   ค. ${}^{a}_{b}X$ ถ้าทำให้อิเล็กตรอนหลุด 2 ตัว และรับโปรตรอน 3 ตัว จะเกิดเป็น ${}^{a+3}_{b+3}X^{5+}$

   ง. เวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุ ต่อไปนี้ ${}_{5}A$, ${}_{13}B$, ${}_{12}C^-$, ${}_{14}D^+$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอน ดังนี้

3. พิจารณาพลังงานที่เปลี่ยนไปจากสมการของปฏิกิริยานี้

   1. $M(s) \longrightarrow M(g)$
   2. $M(s) \longrightarrow M^{2+}(g) + 2e^-$
   3. $M(g) \longrightarrow M^{+}(g) + e^-$
   4. $M^{+}(g) \longrightarrow M^{2+}(g) + e^-$
   5. $M(g) \longrightarrow M^{2+}(g) + 2e^-$

   พลังงานไอออไนเซชันอันดับที่ 2 ของ M สามารถหาได้จากพลังงานที่เปลี่ยนไปจากสมการของปฏิกิริยาโดย:-

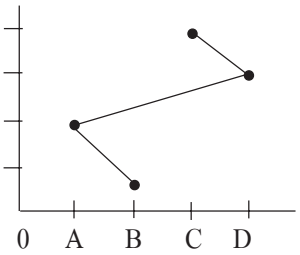
   1. 5 – 3 2. 2 – 1 – 3 3. 3 – 4 4. 5 – 4

   ข้อใด **ถูกต้อง**

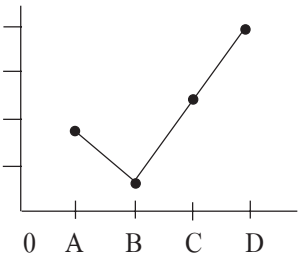
   ก. 1 , 2 ข. 2 , 3 ค. 1 , 4 ง. 3 , 4

4. กราฟแสดงความสัมพันธ์ของพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของธาตุ A B C D ที่มีเลขอะตอม เป็น 12 17 19 และ 38 ควรเป็นเช่นใด

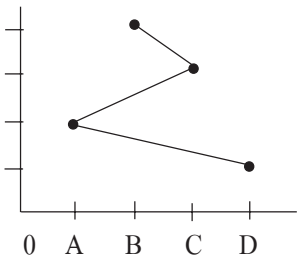
ก. พลังงาน



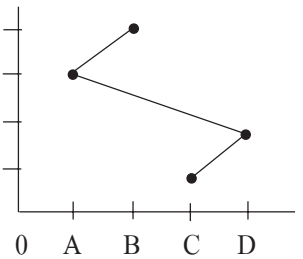

ข. พลังงาน




ค. พลังงาน




ง. พลังงาน




5. ข้อใด **ถูกต้อง**

ก. $_{31}X$ มีผลต่างระหว่าง $IE_3$ และ $IE_4$ น้อยกว่าผลต่างระหว่าง $IE_1$ และ $IE_2$

ข. ไอออนที่มีประจุ +2 เกิดได้ง่ายกับธาตุที่มีเลขอะตอม 35

ค. A และ B เป็นไอโซบาร์ซึ่งกันและกัน A มีเลขอะตอม 2 มีจำนวนนิวตรอน b B มีเลขอะตอม c จำนวนนิวตรอนของ B มีค่า 2 + b – c

ง. แมกนีเซียมไอออนมีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าฟลูออไรด์ไอออน 3 อิเล็กตรอน

6. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. เรียงขนาดไอออนจากใหญ่ไปเล็ก : $P^{3-} > Cl^- > O^{2-} > Na^+$
2. ไอออนมีเวเลนต์อิเล็กตรอนเท่ากัน : $Ag^+$ , $Cu^+$, $K^+$
3. พลังงานไอออไนเซชันลำดับสามเรียงจากมากไปหาน้อย : Be > Li > B

ข้อใด **ถูกต้อง**

ก. 1 ข. 2 , 3 ค. 1 , 3 ง. 1 , 2 , 3

7. การจัดเรียงอิเล็กตรอนของโลหะทรานซิชันในสารประกอบเชิงซ้อนใด **ถูกต้อง**

ก. $[Cr(NH_3)_3(H_2O)_3]Cl_3$ [Ar] $3d^4$ $4s^0$

ข. $K_4[Fe(CN)_6]$ [Ar] $3d^5$ $4s^1$

ค. $Na_2[NiCl_4]$ [Ar] $3d^6$ $4s^2$

ง. $[Cu(H_2O)_6]Br_2$ [Ar] $3d^9$ $4s^0$

8. ธาตุ A เป็นไอโซโทน กับ ธาตุ B เมื่อดึงเอาโปรตอนและนิวตรอนออกจากอะตอม B อย่างละ 1 และ 3 ตัว ตามลำดับจะได้ธาตุ Z ซึ่งเป็นไอโซบาร์กับ C–12 การจัดเรียงอิเล็กตรอนของ Z เป็น 2 , 1 ธาตุ A ควรจะเป็นธาตุใด

ก. Ne ข. O ค. F ง. Mg

9. สูตรในข้อใดต่อไปนี้ **ถูกต้อง** ทั้งหมด

ก. $NaClO_3$ , $PbH_4$ , $(NH_4)_2[Cu(NH_3)_2Cl_2SO_4]$

ข. $N_2O_4$ , $NaFeO_3$ , $Cu_2S$

ค. $[Fe(CN)_6]^{5-}$ , $PbO_2$ , $Na_2SiO_3$

ง. $K_4Fe(CN)_6$ , $SiS_3$ , $ZnHPO_4$

10. ถ้ายิงนิวเคลียสของ Mg ด้วยอนุภาคแอลฟาจะได้ผลผลิต A ที่ไม่เสถียรและอนุภาคโพซิตรอน ซึ่งผลิตผล A นี้จะสลายตัวต่อได้ผลิตผล B และอนุภาคบีตา ธาตุ X ซึ่งมีเลขอะตอมเท่ากับผลรวมเลขอะตอมของผลิตผล A และ B ข้อใดกล่าว **ไม่ถูกต้อง** เกี่ยวกับธาตุ X

ก. เลขออกซิเดชันที่พบมากที่สุดของธาตุ X คือ +2 และ +3

ข. จำนวนอิเล็กตรอนของ $X^{3+}$ มากกว่าจำนวนอิเล็กตรอนของ $Fe^{2+}$

ค. ธาตุ X มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 , 8 , 15 , 2

ง. ธาตุ X เป็นธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกับ Ni

## เฉลยแบบฝึกหัด

1. ก 2. ง 3. ก 4. ง 5. ค 6. ค 7. ง 8. ก 9. ก 10. ข