สารบัญ

บทที่ 1 อะตอมและตารางธาตุ 6

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 1 21

เฉลยแบบฝึกหัดเคมี บทที่ 1 25

บทที่ 2 พันธะเคมี 32

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 2 52

เฉลยแบบฝึกหัดเคมี บทที่ 2 56

บทที่ 3 สมบัติของธาตุและสารประกอบ 64

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 3 74

เฉลยแบบฝึกหัดเคมี บทที่ 3 77

บทที่ 4 ปริมาณสารสัมพันธ์ 82

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 4 96

เฉลยแบบฝึกหัดเคมี บทที่ 4 101

บทที่ 5 ของแข็ง ของเหลว แก๊ส 111

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 5 124

เฉลยแบบฝึกหัดเคมี บทที่ 5 128

บทที่ 6 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 135

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 6 144

เฉลยแบบฝึกหัดเคมี บทที่ 6 150

บทที่ 7 สมดุลเคมี 156

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 7 164

เฉลยแบบฝึกหัดเคมี บทที่ 7 168

page01_□□□□□□ □□□□ 9 □□□□□□□□□ □.□□□□.indd 4 18/9/61 15:15

บทที่ 8 กรด–เบส 175

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 8 193

เฉลยแบบฝึกหัดเคมี บทที่ 8 198

บทที่ 9 ไฟฟ้าเคมี 207

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 9 228

เฉลยแบบฝึกหัดเคมี บทที่ 9 233

บทที่ 10 ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม 240

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 10 253

เฉลยแบบฝึกหัดเคมี บทที่ 10 257

บทที่ 11 เคมีอินทรีย์ 262

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 11 288

เฉลยแบบฝึกหัดเคมี บทที่ 11 293

บทที่ 12 เชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์ และผลิตภัณฑ์ 301

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 12 321

เฉลยแบบฝึกหัดเคมี บทที่ 12 326

บทที่ 13 สารชีวโมเลกุล 332

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 13 352

เฉลยแบบฝึกหัดเคมี บทที่ 13 356

แนวข้อสอบ 361

เฉลยแนวข้อสอบ 433

ประวัตินักเขียน 558

page01_□□□□□□ □□□□ 9 □□□□□□□□□ □.□□□□.indd 5 18/9/61 15:15

บทที่ 1

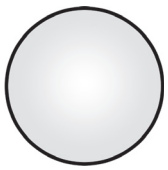
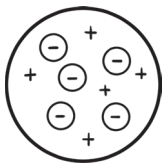
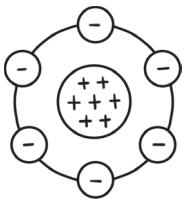
อะตอมและตารางธาตุ

page01_□□□□□□ □□□□ 9 □□□□□□□□□ □.□□□□.indd 6 18/9/61 15:15

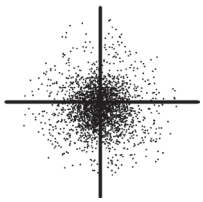
1.1 แบบจำลองอะตอม

แบบจำลองอะตอม คือ ภาพจำลองที่แปลผลมาจากข้อมูลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ของอะตอม สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีผลการทดลองใหม่แล้วแบบจำลองอะตอมเดิมไม่สามารถอธิบายได้

วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอมสามารถอธิบายได้ดังตาราง

	แบบจำลองอะตอม		สาระสำคัญ
1.	ดาลตัน		อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุด เป็นทรงกลมตัน ไม่สามารถแบ่งแยกได้ ทำให้สูญหายหรือสร้างขึ้นใหม่ไม่ได้ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกัน แต่แตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น อะตอมของธาตุมากกว่า 1 ชนิดสามารถทำปฏิกิริยาเคมีกันในอัตราส่วนที่เป็นเลขลงตัวน้อยๆ เกิดเป็นสารประกอบ
2.	ทอมสัน		อะตอมมีรูปร่างเป็นทรงกลม ประกอบด้วยเนื้ออะตอมซึ่งมีประจุบวก และอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายทั่วไป อะตอมที่อยู่ในสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับจำนวนประจุลบ
3.	รัทเทอร์ฟอร์ด		อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมาก อยู่ภายในและมีประจุไฟฟ้าบวก โดยมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบๆ นิวเคลียส มวลส่วนใหญ่ของอะตอม คือ มวลของนิวเคลียส ถือว่ามวลของอิเล็กตรอนน้อยมาก (ไม่มีผลต่อมวลอะตอม)
4.	โบร์		อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสเป็นวง แต่ละวงจะมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุด ซึ่งมีพลังงานต่ำที่สุด เรียกว่า ระดับ K และระดับถัดมาเรียกเป็น L M N ... ตามลำดับ

page01_□□□□□□ □□□□ 9 □□□□□□□□□ □.□□□□.indd 7 18/9/61 15:15

	แบบจำลองอะตอม		สาระสำคัญ
5.	กลุ่มหมอก		อิเล็กตรอนมีสมบัติเป็นทั้งอนุภาคและคลื่น โดยเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในลักษณะคลื่นนิ่งและมีรูปทรงต่างๆ ตามระดับพลังงานของอิเล็กตรอน บริเวณที่กลุ่มหมอกหนาทึบแสดงว่ามีโอกาสพบอิเล็กตรอนได้มากกว่าบริเวณที่มีกลุ่มหมอกจาง

อนุภาคมูลฐานของอะตอม

อะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่สำคัญ 3 ชนิด คือ อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน อนุภาคทั้ง 3 ชนิด เรียกว่า **อนุภาคมูลฐานของอะตอม** โดยมีสมบัติดังตาราง

อนุภาค	สัญลักษณ์	ประจุไฟฟ้า (คูลอมบ์)	ชนิดประจุไฟฟ้า	มวล (กรัม)
อิเล็กตรอน	e	1.602×10^{-19}	-	9.109×10^{-28}
โปรตอน	p	1.602×10^{-19}	+	1.673×10^{-24}
นิวตรอน	n	0	0	1.675×10^{-24}

1.2 เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป

เลขอะตอม (Atomic Number : Z) คือ ตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอน อะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีจำนวนโปรตอนเฉพาะตัวและไม่ซ้ำกับธาตุอื่นๆ

เลขมวล (Mass Number : A) คือ ตัวเลขที่แสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนและนิวตรอน เนื่องจากมวลอะตอมส่วนใหญ่เป็นมวลของนิวเคลียสที่ประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน

สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ คือ สัญลักษณ์ของธาตุที่เขียนแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอม ดังภาพ

$$ {}^{A}_{Z}X $$

โดย X แทน สัญลักษณ์ของธาตุ
A แทน เลขมวล
Z แทน เลขอะตอม

ข้อควรจำ

การคำนวณหาจำนวนอนุภาคมูลฐาน
- กรณีอะตอมของธาตุเป็นกลางทางไฟฟ้า (ไม่มีประจุบวกหรือลบ)
  จำนวนโปรตอน = จำนวนอิเล็กตรอน
- กรณีอะตอมของธาตุเป็นไอออนบวก (มีประจุบวก +a)
  จำนวนโปรตอน > จำนวนอิเล็กตรอน = a
- กรณีอะตอมของธาตุเป็นไอออนลบ (มีประจุลบ –b)
  จำนวนโปรตอน < จำนวนอิเล็กตรอน = b

ไอโซโทป (Isotope) คือ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวน**โปรตอน**เท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน หรือเป็นธาตุที่มีเลขอะตอมเท่ากัน แต่มีเลขมวลต่างกัน เช่น $^{12}_{6}C$, $^{13}_{6}C$ และ $^{14}_{6}C$

ไอโซโทน (Isotone) คือ อะตอมของธาตุต่างชนิดกันที่มีจำนวน**นิวตรอน**เท่ากัน แต่โปรตอนหรือเลขมวลต่างกัน เช่น $^{37}_{17}Cl$, $^{38}_{18}Ar$, $^{39}_{19}Ar$

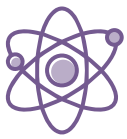
ไอโซบาร์ (Isobar) คือ อะตอมของธาตุต่างชนิดกันที่มี**เลขมวล**เท่ากัน แต่มีเลขอะตอมต่างกัน เช่น $^{40}_{16}S$, $^{40}_{20}Ca$

ไอโซอิเล็กทรอนิกส์ (Isoelectronics) คือ อะตอมหรือไอออนที่มีจำนวน**อิเล็กตรอน**เท่ากัน แต่เป็นธาตุต่างชนิดกัน เช่น $^{14}_{7}N$, $^{16}_{8}O^{+}$

เทคนิคน่ารู้

หลักการจำ ไอโซโทป ไอโซโทน ไอโซบาร์ และไอโซอิเล็กทรอนิกส์ เมื่ออ่านโจทย์เจอคำดังกล่าวให้ ขีดเส้นใต้ ดังนี้

1. ไอโซโทป ขีดเส้นใต้ ป (ไอโซโทป) หมายถึง ธาตุที่มีจำนวน โปรตอน เท่ากัน
2. ไอโซโทน ขีดเส้นใต้ น (ไอโซโทน) หมายถึง ธาตุที่มีจำนวน นิวตรอน เท่ากัน
3. ไอโซบาร์ ขีดเส้นใต้ บาร์ (ไอโซบาร์) หมายถึง ธาตุที่มีเลขมวล (อยู่**ด้านบน**สัญลักษณ์ของธาตุ) เท่ากัน
4. ไอโซอิเล็กทรอนิกส์ ขีดเส้นใต้ อิเล็ก (ไอโซอิเล็กทรอนิกส์) หมายถึง ธาตุที่มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน



page01_□□□□□□ □□□□ 9 □□□□□□□□□ □.□□□□.indd 9 18/9/61 15:15

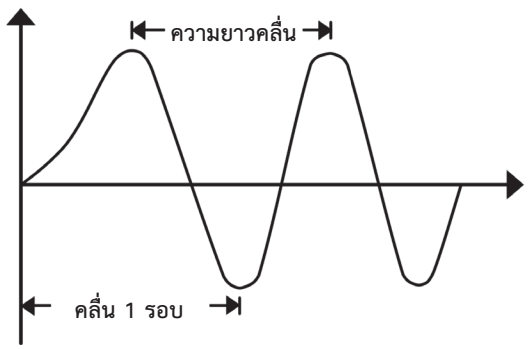
1.3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves)

คือ คลื่นที่เกิดจากการสั่นของประจุไฟฟ้า เป็นคลื่นที่ไม่ต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่ จึงสามารถเคลื่อนที่ในสุญญากาศได้ ได้แก่ คลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ รังสีอินฟราเรด คลื่นแสง รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา

คลื่นมีสมบัติ 2 ประการ

1. **ความยาวคลื่น** หมายถึง ระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ มีหน่วยเป็นเมตร (m) หรือนาโนเมตร (nm)
2. **ความถี่ของคลื่น** หมายถึง จำนวนรอบของคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็นจำนวนรอบต่อวินาที (s^{-1}) หรือเรียกว่า เฮิรตซ์ (Hz)



ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน ความถี่ และความยาวคลื่น

มักซ์ พลังค์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้ศึกษาพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและได้ข้อสรุปว่า **พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความถี่ของคลื่น** เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$E \propto \nu$$

หรือ

$$E = h\nu$$

เมื่อ E คือ พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หน่วย จูล

h คือ ค่าคงตัวของพลังค์ มีค่า 6.626×10^{-34} จูลวินาที

ν คือ ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หน่วย เฮิรตซ์

นอกจากนี้ความถี่ของคลื่นยังมีความสัมพันธ์กับความยาวคลื่นดังต่อไปนี้

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

เมื่อ c คือ ความเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสุญญากาศ มีค่าเท่ากับ 2.997×10^8 เมตรต่อวินาที (อาจใช้ 3.0×10^8 เมตรต่อนาที)

λ คือ ความยาวคลื่น หน่วย เมตร หรือนาโนเมตร

ดังนั้น ค่าพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงมีความสัมพันธ์กับความยาวคลื่น ดังนี้

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

ข้อควรจำ

จากความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและความยาวคลื่น

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

แสดงว่า $E \propto \frac{1}{\lambda}$

หมายความว่า คลื่นที่มีพลังงานสูง จะมีความยาวคลื่นสั้น

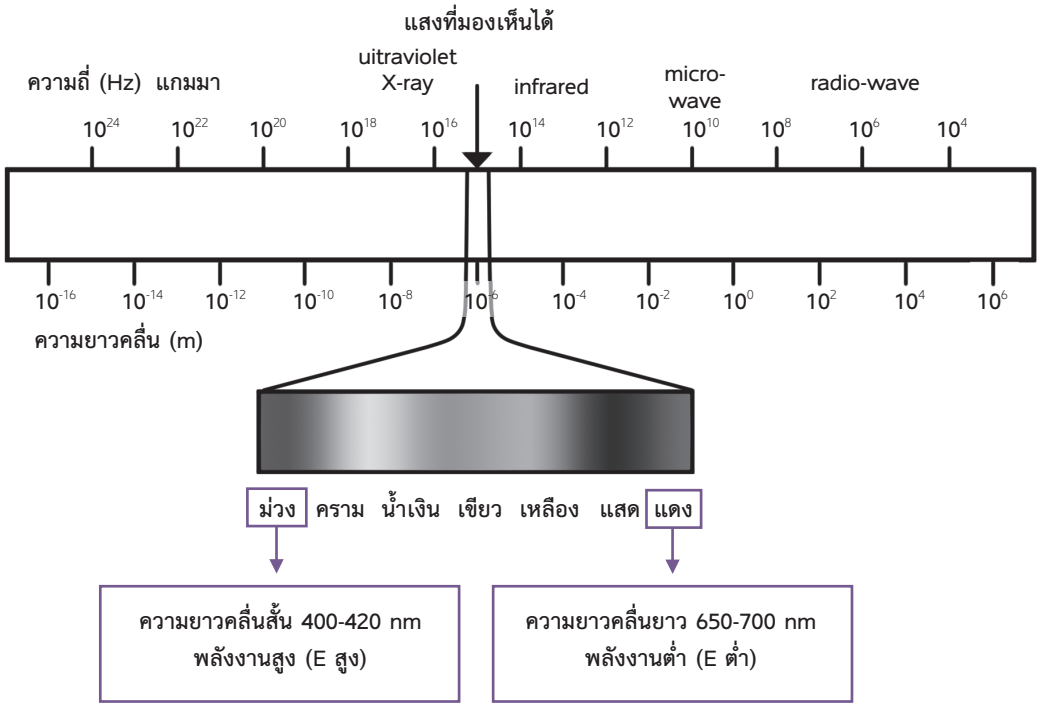
คลื่นที่มีพลังงานต่ำ จะมีความยาวคลื่นยาว

1.4 สเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมาย

สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นต่างๆ กัน และมีความถี่ต่อเนื่องกันเป็นช่วงกว้าง มีทั้งที่มองเห็นได้และมองไม่เห็น แสงที่ประสาทตาของมนุษย์สามารถรับรู้ได้เรียกว่า แสงที่มองเห็นได้ มีความยาวคลื่นในช่วง 400–700 นาโนเมตร ซึ่งประกอบด้วยแสงสีต่างๆ กัน แต่ประสาทตาของมนุษย์ไม่สามารถแยกแสงที่มองเห็นออกเป็นสีต่างๆ ได้ จึงมองเห็นเป็นสีรวมกันเรียกว่า **แสงขาว**

page01_□□□□□□ □□□□ 9 □□□□□□□□□ □.□□□□.indd 11 18/9/61 15:15

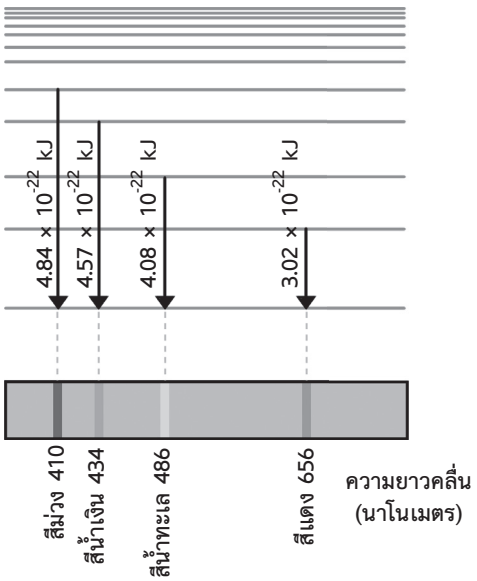


สเปกตรัมของธาตุ

ธาตุแต่ละชนิดมีเส้นสีต่างกันและมีจำนวนเส้นสีเฉพาะตัว เส้นสีต่างๆ นี้เรียกว่า **เส้นสเปกตรัม** เมื่อเผาสารประกอบของโลหะชนิดต่างๆ จะทำให้มองเห็นเป็นแสงสีต่างๆ เนื่องจากอิเล็กตรอนที่อยู่ใน**สถานะพื้น**ได้รับความร้อนและถูกกระตุ้นให้มีพลังงานสูงขึ้น เรียกว่า อะตอมอยู่ใน**สถานะกระตุ้น** ที่สถานะนี้ อะตอมจะไม่เสถียร อิเล็กตรอนจึงคายพลังงานออกมาส่วนหนึ่งแล้วมีพลังงานลดลงจึงกลับเข้าสู่สถานะที่ต่ำกว่า พลังงานที่คายออกมาจะปรากฏเป็นเส้นสเปกตรัม

สเปกตรัมของไฮโดรเจน

อะตอมของไฮโดรเจนมี 1 อิเล็กตรอน พบว่ามีเส้นสเปกตรัมที่ปรากฏในช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ โดยมีความยาวคลื่น 410, 434, 486 และ 656 นาโนเมตร ตามลำดับ แสดงว่าอิเล็กตรอนในอะตอมของไฮโดรเจนขึ้นไปอยู่ในสถานะกระตุ้นที่มีพลังงานแตกต่างกันได้หลายระดับ และความแตกต่างระหว่างพลังงานของแต่ละระดับที่อยู่ถัดไปก็มีค่าไม่เท่ากัน ความแตกต่างของพลังงานจะมีค่าน้อยลงเมื่อระดับพลังงานสูงขึ้น



1.5 การจัดอิเล็กตรอนในอะตอม

การจัดเรียงอิเล็กตรอนมี 3 ระดับ

จัดเรียงเข้าระดับพลังงานหลัก → จัดเรียงเข้าระดับพลังงานย่อย → จัดเรียงเข้าระดับออร์บิทัล

การจัดเรียงอิเล็กตรอนเข้าระดับพลังงานหลัก

ในแต่ละระดับพลังงานหลักมีอิเล็กตรอนมากสุดเท่ากับ $2n^2$ เมื่อ n คือ ตัวเลขแสดงระดับพลังงาน แต่มีเงื่อนไขว่าต้องไม่เกิน 32 อิเล็กตรอน และอิเล็กตรอนชั้นนอกสุด (Valence Electron) ต้องไม่เกิน 8 อิเล็กตรอน

ระดับพลังงาน K n = 1 $2(1)^2$ = 2 บรรจุอิเล็กตรอนได้ไม่เกิน 2 อิเล็กตรอน
ระดับพลังงาน L n = 2 $2(2)^2$ = 8 บรรจุอิเล็กตรอนได้ไม่เกิน 8 อิเล็กตรอน
ระดับพลังงาน M n = 3 $2(3)^2$ = 18 บรรจุอิเล็กตรอนได้ไม่เกิน 18 อิเล็กตรอน
ระดับพลังงาน N n = 4 $2(4)^2$ = 32 บรรจุอิเล็กตรอนได้ไม่เกิน 32 อิเล็กตรอน
ระดับพลังงาน O n = 5 $2(5)^2$ = 50 บรรจุอิเล็กตรอนได้ไม่เกิน 32 อิเล็กตรอน
ระดับพลังงาน P n = 6 $2(6)^2$ = 72 บรรจุอิเล็กตรอนได้ไม่เกิน 32 อิเล็กตรอน
ระดับพลังงาน Q n = 7 $2(7)^2$ = 98 บรรจุอิเล็กตรอนได้ไม่เกิน 32 อิเล็กตรอน

page01_□□□□□□ □□□□ 9 □□□□□□□□□ □.□□□□.indd 13 18/9/61 15:15

การจัดเรียงอิเล็กตรอนเข้าระดับพลังงานย่อยหรือระดับออร์บิทัล

ระดับพลังงานย่อยกำหนดเป็นตัวอักษร s, p, d และ f ตามลำดับ เนื่องจากอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสมีสูงและมีพลังงานเฉพาะนี้เรียกว่า **ออร์บิทัล**

ระดับพลังงานย่อย s	บรรจุอิเล็กตรอนได้ 2 อิเล็กตรอน	มี 1 ออร์บิทัล
ระดับพลังงานย่อย p	บรรจุอิเล็กตรอนได้ 6 อิเล็กตรอน	มี 3 ออร์บิทัล
ระดับพลังงานย่อย d	บรรจุอิเล็กตรอนได้ 10 อิเล็กตรอน	มี 5 ออร์บิทัล
ระดับพลังงานย่อย f	บรรจุอิเล็กตรอนได้ 14 อิเล็กตรอน	มี 7 ออร์บิทัล

หลักการบรรจุอิเล็กตรอนหนึ่งๆ ลงในออร์บิทัลที่เหมาะสม

1. หลักการกีดกันของเพาลี มีใจความสำคัญดังนี้

- กำหนดให้บรรจุอิเล็กตรอนลงในออร์บิทัลได้สูงสุด 2 อิเล็กตรอน
- อิเล็กตรอนคู่ที่อยู่ในออร์บิทัลเดียวกันต้องหมุนรอบตัวเองในทิศที่ต่างกัน โดยตัวหนึ่งหมุนตามเข็มนาฬิกาและอีกตัวหนึ่งหมุนทวนเข็มนาฬิกา เพื่อให้ระบุได้ว่าเป็นอิเล็กตรอนตัวใดเมื่ออยู่ในระดับพลังงานหลัก ระดับพลังงานย่อย และออร์บิทัลเดียวกัน

การเขียนสัญลักษณ์แทนในออร์บิทัล

แทน ออร์บิทัล

หรือ (ลูกศร) แทน อิเล็กตรอนที่บรรจุในออร์บิทัล

แทน การบรรจุอิเล็กตรอนลงในออร์บิทัลแบบเดี่ยวและคู่

2. หลักของเอาฟบาว มีใจความสำคัญดังนี้

- ต้องบรรจุอิเล็กตรอนลงในออร์บิทัลที่มีพลังงานต่ำที่สุดและว่างอยู่ก่อนเสมอ คือ 1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p ... ตามลำดับ เพราะจะทำให้พลังงานรวมทั้งหมดมีค่าต่ำสุด และอะตอมมีความเสถียรที่สุด
- ในกรณีที่มีหลายออร์บิทัลและแต่ละออร์บิทัลมีพลังงานเท่ากัน ให้บรรจุอิเล็กตรอนในลักษณะอิเล็กตรอนเดี่ยวให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ (กฎของฮุนด์) ถ้าบรรจุอิเล็กตรอนครบแล้วยังเหลืออิเล็กตรอน ให้บรรจุอิเล็กตรอนที่เหลือให้เต็มออร์บิทัลเป็นคู่ๆ ไป

ตัวอย่าง

$2p^2$ มี 2 อิเล็กตรอน (เนื่องจากระดับพลังงานย่อย p มี 3 ออร์บิทัล) จึงสามารถบรรจุได้ดังนี้

$2p^4$ มี 4 อิเล็กตรอน (เนื่องจากระดับพลังงานย่อย p มี 3 ออร์บิทัล) จึงสามารถบรรจุได้ดังนี้

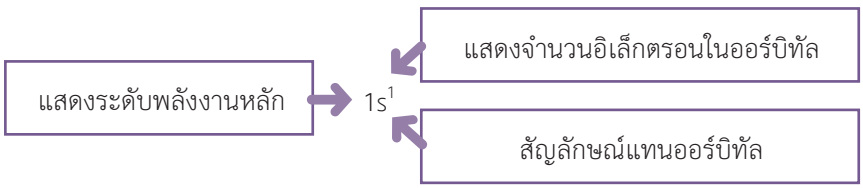
3. การบรรจุอิเล็กตรอนในออร์บิทัลแบบที่มีความเสถียรมากที่สุด ได้แก่

- **การบรรจุเต็ม** คือ การบรรจุอิเล็กตรอนเต็มในทุกๆ ออร์บิทัลที่มีพลังงานเท่ากัน

- **การบรรจุครึ่ง** คือ การบรรจุอิเล็กตรอนอยู่เพียงครึ่งเดียว ทำให้มีความเสถียรมากกว่าการบรรจุอิเล็กตรอนแบบอื่น

การบรรจุอิเล็กตรอนในออร์บิทัลต่างๆ ตามลำดับระดับพลังงานจากต่ำไปสูง

สามารถใช้แผนภาพดังข้างล่าง โดยมีสัญลักษณ์แสดงการจัดอิเล็กตรอนในออร์บิทัลดังนี้



page01_□□□□□□ □□□□ 9 □□□□□□□□□ □.□□□□.indd 15 18/9/61 15:15

n = 1

n = 2

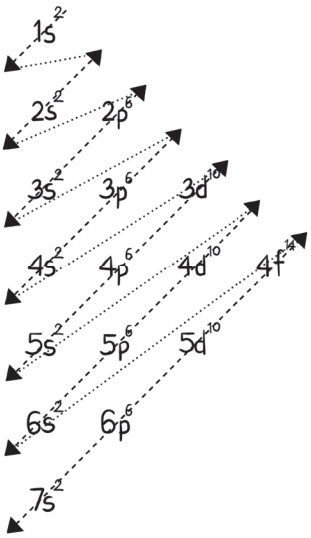
n = 3

n = 4

n = 5

n = 6

n = 7



1.6 ตารางธาตุ

ตารางธาตุที่ใช้ปัจจุบันได้ปรับปรุงมาจากตารางธาตุของเมนเดเลเยฟ โดยเรียงธาตุตามลำดับเลขอะตอม และมีการกำหนดหมู่ของธาตุด้วยระบบที่เป็นตัวเลขอารบิกทั้งหมด ตั้งแต่หมู่ที่ 1–18 โดยองค์การนานาชาติทางเคมี (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC)

ตารางธาตุแบ่งเป็น	แนวตั้ง	เรียกว่า	หมู่	มีทั้งหมด 18 หมู่
	แนวนอน	เรียกว่า	คาบ	มีทั้งหมด 7 คาบ

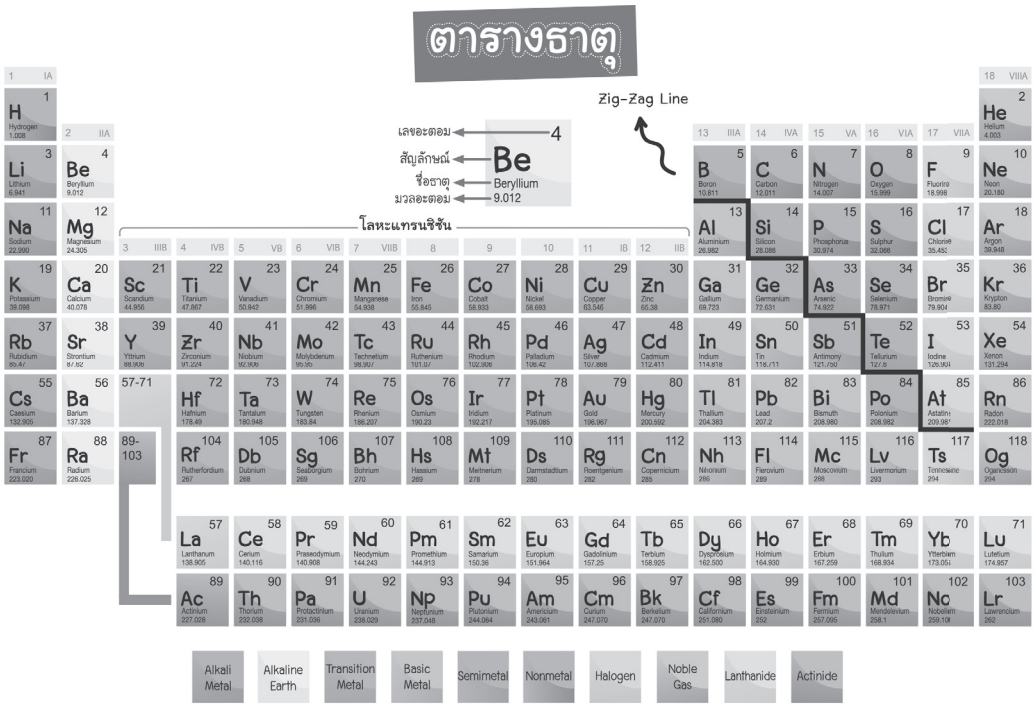
จากตารางธาตุทั้ง 18 หมู่ แบ่งเป็นกลุ่ม A และ B

กลุ่ม A มี 8 หมู่ คือ IA–VIIIA	หมู่ IA	เรียกว่า โลหะแอลคาไล
	หมู่ IIA	เรียกว่า โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท
	หมู่ VIIA	เรียกว่า หมู่ธาตุแฮโลเจน
	หมู่ VIIIA	เรียกว่า แก๊สเฉื่อยหรือแก๊สมีตระกูล

กลุ่ม B มี 8 หมู่ คือ IB–VIIIB แต่ในหมู่ VIIIB จะมี 3 แถว เรียกธาตุกลุ่ม B ว่า ธาตุแทรนซิชัน

ข้อสังเกต

คาบที่ 6 มีธาตุ 2 กลุ่ม	กลุ่มที่ 1 มี 18 ธาตุ คือ Cs ถึง Rn ตามตารางธาตุ กลุ่มที่ 2 มี 14 ธาตุ คือ Ce ถึง Lu เรียกว่า กลุ่มธาตุแลนทาไนด์
คาบที่ 7 มีธาตุ 2 กลุ่ม	กลุ่มที่ 1 เริ่มจาก Fr เป็นต้นไป ในปัจจุบันค้นพบธาตุเพิ่มขึ้นถึงธาตุที่ 118 กลุ่มที่ 2 มี 14 ธาตุ คือ Th ถึง Lr เรียกว่า กลุ่มธาตุแอกทิไนด์



page01_□□□□□□ □□□□ 9 □□□□□□□□□ □.□□□□.indd 17 18/9/61 15:15

1.7 สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ

ขนาดอะตอม

การบอกขนาดอะตอมจะบอกด้วยรัศมีอะตอม ซึ่งมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมทั้งสองที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมไว้ด้วยกัน หรือที่อยู่ชิดกัน รัศมีอะตอมมีหลายแบบ ดังนี้

1. **รัศมีโคเวเลนต์** คือ ระยะทางครึ่งหนึ่งของความยาวพันธะโคเวเลนต์ระหว่างอะตอมชนิดเดียวกันหรือต่างกัน เช่น รัศมีของ H_2 = 37 pm รัศมี Cl_2 = 99 pm รัศมีของ CCl_4 = 77 pm
2. **รัศมีแวนเดอร์วาลส์** คือ ระยะทางครึ่งหนึ่งของระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมที่อยู่ใกล้ที่สุด เช่น รัศมีของ Kr = 202 pm
3. **รัศมีโลหะ** คือ มีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมโลหะที่อยู่ใกล้กันมากที่สุด เช่น รัศมีของธาตุ Mg = 160 pm

แนวโน้มของขนาดอะตอมตามหมู่ ขนาดอะตอมเพิ่มขึ้นตามจำนวนระดับชั้นพลังงาน

แนวโน้มของขนาดอะตอมตามคาบ ขนาดอะตอมลดลงเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น

4. **รัศมีไอออน**

แนวโน้มของขนาดไอออนของไอออนบวก ยิ่งไอออนบวกมาก ขนาดไอออนยิ่งเล็ก

แนวโน้มของขนาดไอออนของไอออนลบ ยิ่งไอออนลบมาก ขนาดไอออนยิ่งใหญ่

พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy : IE)

พลังงานไอออไนเซชัน คือ พลังงานปริมาณน้อยที่สุดที่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดจากอะตอมในสถานะแก๊ส เขียนย่อเป็น IE ธาตุที่มีหลายอิเล็กตรอนก็จะมีพลังงานไอออไนเซชันหลายค่า พลังงานน้อยที่สุดที่ทำให้อิเล็กตรอนตัวแรกหลุดออกจากอะตอมที่อยู่ในสถานะแก๊ส เรียกว่า พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่หนึ่ง เขียนย่อเป็น IE_1

$B\ (g) \rightarrow B^+\ (g) + e^-$ IE_1 = 807 kJ/mol

$B^+\ (g) \rightarrow B^{2+}\ (g) + e^-$ IE_2 = 2,433 kJ/mol

$B^{2+}\ (g) \rightarrow B^{3+}\ (g) + e^-$ IE_3 = 3,666 kJ/mol

ธาตุเดียวกัน IE จะมีค่ามากขึ้นเรื่อยๆ ดังนี้ $IE_1 < IE_2 < IE_3 < IE_4 < ....$

ธาตุคนละชนิดจะเปรียบเทียบโดยใช้เฉพาะ IE_1 เท่านั้น

แนวโน้มของ IE ตามหมู่ ลดลงเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น

แนวโน้มของ IE ตามคาบ เพิ่มขึ้นตามเลขอะตอม

อิเล็กโทรเนกาติวิตี (Electronegativity : EN)

อิเล็กโทรเนกาติวิตี คือ ความสามารถของอะตอมในการดึงดูดอิเล็กตรอนคู่ที่ใช้ร่วมกันในโมเลกุลของสาร อะตอมที่ดึงดูดอิเล็กตรอนได้ดีกว่าเกิดสภาพอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างเป็นลบ ส่วนอะตอมที่ดึงดูดอิเล็กตรอนได้น้อยกว่าจะเกิดสภาพอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างเป็นบวก

แนวโน้มของ EN ตามหมู่ ลดลงเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น

แนวโน้มของ EN ตามคาบ เพิ่มขึ้นตามเลขอะตอม

สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Electron Affinity : EA)

สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน คือ พลังงานที่คายออกมาเมื่ออะตอมในสถานะแก๊สได้รับอิเล็กตรอน 1 อิเล็กตรอน เขียนย่อเป็น EA ถ้า EA มีค่าเป็นลบมาก แสดงว่าอะตอมของธาตุนั้นมีแนวโน้มที่จะรับอิเล็กตรอนเข้ามาได้ดี เขียนเป็นสมการแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานได้ดังนี้

$A\ (g) + e^- \rightarrow A^-\ (g)$ EA = –142 kJ/mol (ติดลบเพราะคายพลังงานออกมา)

$B\ (g) + e^- \rightarrow B^-\ (g)$ EA = –333 kJ/mol (ติดลบเพราะคายพลังงานออกมา)

ธาตุหมู่ IA ถึงหมู่ IIIA มีค่า EA เป็นลบน้อยกว่า มีแนวโน้มรับอิเล็กตรอนน้อยมาก โดยเฉพาะหมู่ IIA รับอิเล็กตรอนยากที่สุด

ธาตุหมู่ IVA, VA, VIA, และ VIIA มีค่า EA เป็นลบมากกว่า มีแนวโน้มรับอิเล็กตรอนมาก โดยเฉพาะหมู่ VIIA รับอิเล็กตรอนสูงที่สุด

จุดหลอมเหลวและจุดเดือด

พลังงานความร้อนที่จะใช้ในการแยกอนุภาคของสารออกจากกัน จะใช้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอนุภาคหรือความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคในสารนั้น สารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากจะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง

แนวโน้มจุดหลอมเหลวและจุดเดือดตามหมู่

หมู่ IA, IIA และ IIIA มีค่าลดลงเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น

หมู่ VA, VIA, VIIA และ VIIIA มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดเพิ่มขึ้นตามเลขอะตอม

แนวโน้มจุดหลอมเหลวและจุดเดือดตามคาบ

หมู่ IA, IIA, IIIA และ IVA มีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะหมู่ IVA มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงที่สุด

หมู่ VA, VIA, VIIA และ VIIIA มีแนวโน้มจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ

page01_□□□□□□ □□□□ 9 □□□□□□□□□ □.□□□□.indd 19 18/9/61 15:15

เลขออกซิเดชัน

เลขออกซิเดชัน คือ ตัวเลขแสดงถึงค่าประจุไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้าสมมติของไอออนหรืออะตอมของธาตุนั้น การกำหนดว่าธาตุต่างๆ มีเลขออกซิเดชันเป็นเท่าใด มีหลักเกณฑ์ดังนี้

1. ธาตุอิสระทุกชนิดที่อยู่ในรูปอะตอมหรือโมเลกุลมีเลขออกซิเดชันเท่ากับศูนย์ เช่น Ca, Na, Zn, He, O_2, P_4 และ S_8
2. ออกซิเจนในสารประกอบทั่วไปมีเลขออกซิเดชัน –2 ยกเว้น
   - สารประกอบเปอร์ออกไซด์ เช่น H_2O_2, BaO_2 ออกซิเจนมีเลขออกซิเดชัน –1
   - สารประกอบซูเปอร์ออกไซด์ เช่น KO_2 ออกซิเจนมีเลขออกซิเดชัน $-\frac{1}{2}$
   - สารประกอบ OF_2 ออกซิเจนมีเลขออกซิเดชัน +2
3. ไฮโดรเจนในสารประกอบทั่วไปมีเลขออกซิเดชัน +1 ยกเว้นสารประกอบไฮไดรด์ของโลหะ เช่น NaH หรือ CaH_2 ไฮโดรเจนมีเลขออกซิเดชัน –1
4. ไอออนของธาตุมีเลขออกซิเดชันเท่ากับประจุของไอออนนั้น เช่น H^+ มีเลขออกซิเดชัน +1 Mg^{2+} มีเลขออกซิเดชัน +2 หรือ Cl^- มีเลขออกซิเดชัน –1
5. ไอออนที่ประกอบด้วยอะตอมมากกว่าหนึ่งชนิด ผลรวมของเลขออกซิเดชันของทุกอะตอมจะเท่ากับประจุของไอออนนั้น เช่น SO_4^{2-} มีประจุ –2 ผลรวมของเลขออกซิเดชันของ SO_4^{2-} จึงเท่ากับ –2
6. ในสารประกอบใดๆ ผลรวมของเลขออกซิเดชันจะเท่ากับศูนย์ เช่น ในสารประกอบ MgO เลขออกซิเดชันของแมกนีเซียมเท่ากับ +2 และออกซิเจนเท่ากับ –2 ผลรวมของเลขออกซิเดชันจึงมีค่าเท่ากับศูนย์

ตัวอย่าง

หาเลขออกซิเดชันของธาตุแทรนซิชันของสารประกอบ $[Fe(CN)_6]^{-2}$

วิธีทำ

สมมติให้เลขออกซิเดชันของ Fe = x

เลขออกซิเดชันของ CN^- = –1

ผลรวมเลขออกซิเดชันของ CN^- = 6 × (–1)

= –6

ผลรวมของเลขออกซิเดชันของสารประกอบ = –2

X + (–6) = –2

X = +4 **ตอบ**

แบบฝึกหัดเคมี บทที่ 1

1 กำหนดธาตุ W, X, Y และ Z มีเลขอะตอม 14, 15, 35 และ 52 ตามลำดับ ข้อใดเรียงจำนวนอิเล็กตรอนเดี่ยวในอะตอมที่สถานะพื้นจากมากไปหาน้อย

1. W > X > Y = Z
2. X > W = Z > Y
3. X > W = Y > Z
4. Y > Z = W > X
5. Z = Y > W > X

2 ธาตุ A, B, C, D และ E มีค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับต่างๆ (MJ/mol) ดังตารางต่อไปนี้

ธาตุ	IE_1	IE_2	IE_3	IE_4	IE_5	IE_6	IE_7	IE_8	IE_9
A	1.09	2.36	4.63	6.23	37.84	47.29	-	-	-
B	1.41	2.86	4.59	7.48	9.45	53.27	-	-	-
C	0.74	1.46	7.74	10.55	13.64	18.00	-	-	-
D	1.30	3.40	5.30	7.50	11.00	13.30	37.83	47.29	-
E	1.70	3.40	6.10	8.40	11.00	15.20	17.90	92.1	106.4

สูตรสารประกอบไอออนิกข้อใดเป็นไปได้ ถ้าธาตุ A, B, C, D และ E มีเลขอะตอมไม่เกิน 20

1. AD_2
2. AE_4
3. B_2D_3
4. C_3B_2
5. B_2D_5

3 กำหนดให้รัศมีไอออนของ K^+ และ Cs^+ เท่ากับ 138 และ 169 pm ตามลำดับ ข้อสรุปใดถูกต้องเกี่ยวกับขนาดรัศมีไอออนของ Rb^+ และ Ca^{2+} (กำหนดเลขอะตอมของ K = 19, Ca = 20, Rb = 37, Cs = 55)

1. Rb^+ มีขนาดรัศมีไอออนระหว่าง K^+ กับ Cs^{2+} และ Ca^{2+} มีขนาดรัศมีไอออนใหญ่กว่า 138 pm
2. Rb^+ มีขนาดรัศมีไอออนระหว่าง K^+ กับ Cs^{2+} และ Ca^{2+} มีขนาดรัศมีไอออนเล็กกว่า 138 pm
3. Rb^+ มีขนาดรัศมีไอออนใหญ่กว่า K^+ และ Ca^{2+} มีขนาดรัศมีไอออนใหญ่กว่า 169 pm
4. Ca^{2+} มีขนาดรัศมีไอออนใหญ่กว่า K^+ และ Rb^+ มีขนาดรัศมีไอออนเล็กกว่า 169 pm
5. Ca^{2+} มีขนาดรัศมีไอออนใกล้เคียงกับ K^+ และ Rb^+ มีขนาดใหญ่กว่า Cs^{2+}

page01_□□□□□□ □□□□ 9 □□□□□□□□□ □.□□□□.indd 21 18/9/61 15:15

4 โลหะแทรนซิชันใดจากสารต่อไปนี้มีเลขออกซิเดชันมากที่สุด

ก. $[CuCl_4]^{2-}$ ข. $[Cr(SCN)_4(NH_3)_2]^-$

ค. $[Co(NH_3)_2(NO_2)_4]^-$ ง. $[Fe(NH_3)_6]^{2+}$

จ. $[Ni(CN)_4]^{2-}$

1. Cu และ Cr 2. Cr และ Fe 3. Co และ Cr
4. Fe และ Ni 5. Ni และ Co

5 ข้อใดแสดงสถานะกระตุ้นของการบรรจุอิเล็กตรอนสำหรับธาตุ Y ที่มีเลขอะตอม 12 ได้ถูกต้อง

1. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ 2. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$
3. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$ 4. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$
5. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$

6 จากข้อมูลต่อไปนี้

ธาตุ	เลขมวล	เลขอะตอม
A	16	10
B	16	9
C	15	9
D	14	10
E	23	11

ข้อใดถูกต้อง

1. A และ B เป็นไอโซโทปกัน 2. C และ D เป็นไอโซโทนกัน
3. A และ D เป็นไอโซอิเล็กทรอนิกส์กัน 4. B อาจเป็นธาตุเดียวกับ C หรือไม่ก็ได้
5. D และ E เป็นไอโซบาร์กัน

7 ถ้า A, B และ C เป็นธาตุที่มีเลขอะตอม 17, 19 และ 35 ตามลำดับ ข้อใดผิด

1. ค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของ A มากกว่า C
2. ค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีของ B มีค่าน้อยที่สุด
3. A มีแนวโน้มที่จะรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า B
4. เมื่อเป็นสารประกอบขนาดไอออนของ A เล็กกว่าไอออนของ B
5. ขนาดอะตอมของ B > C > A

8 การเรียงลำดับขนาดอะตอมและขนาดของไอออน ข้อใดถูกต้อง

1. Br > Ca > Cl และ $Br^- > Cl^- > Ca^{2+}$
2. Cl > Mg > Ca และ $Cl^- > Mg^{2+} > Ca^{2+}$
3. Ca > Mg > Cl และ $Cl^- > Ca^{2+} > Mg^{2+}$
4. Ca > Br > Cl และ $Ca^{2+} > Br^- > Cl^-$
5. Ca > Cl > Mg และ $Ca^{2+} > Cl^- > Mg^{2+}$

9 พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. สเปกตรัมของแสงขาวแยกเป็นสีต่างๆ ซึ่งมีความยาวคลื่นเพิ่มขึ้นจากสีม่วงถึงสีแดง แสงสีม่วงมีพลังงานน้อยกว่าแสงสีแดงเพราะคายพลังงานความร้อนน้อยกว่า

ข. สเปกตรัมของแสงขาว สามารถเรียงลำดับความถี่ของแสงเป็นดังนี้ แสงสีแดง > แสงสีเหลือง > แสงสีม่วง

ค. เมื่อเผาสารประกอบของโซเดียมคลอไรด์และแคลเซียมคลอไรด์จะเห็นสีของเปลวไฟเหมือนกัน เนื่องจากสารประกอบทั้งสองประกอบด้วยไอออนลบชนิดเดียวกัน

ง. การเปลี่ยนตำแหน่งอิเล็กตรอนจากระดับพลังงานสูงมายังระดับพลังงานที่ต่ำกว่า จะทำให้อะตอมเสถียร

จ. การทำให้อิเล็กตรอนแต่ละตัวหลุดออกจากอะตอมบางช่วงมีค่าพลังงานที่ใช้แตกต่างกันมาก แสดงว่าอิเล็กตรอนอยู่คนละระดับพลังงาน

ข้อใดถูกต้อง

1. ก และ ข
2. ข และ ค
3. ค และ ง
4. ง และ จ
5. ค, ง และ จ

page01_□□□□□□ □□□□ 9 □□□□□□□□□ □.□□□□.indd 23 18/9/61 15:15