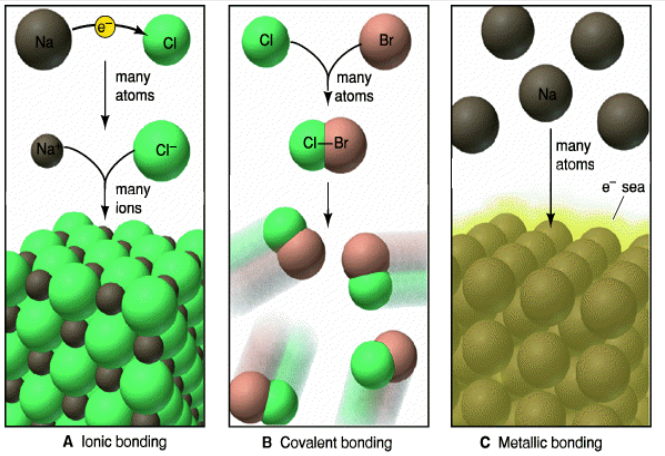
ในธรรมชาติจะพบก๊าซเฉื่อยอยู่ในรูปของธาตุอะตอมเดี่ยวๆ แตกต่างจากธาตุอื่นๆ เช่น ธาตุอโลหะจะพบอยู่ในรูปโมเลกุล (F_2 , Cl_2 , O_2 , N_2 , H_2 , P_4 , S_8 เป็นต้น) ส่วนธาตุโลหะจะพบอยู่ในรูปโมเลกุลอะตอมเดี่ยว เช่น ก้อนทองแดง จะมี Cu เป็นองค์ประกอบอยู่หลายอะตอม จากการศึกษาพบว่าก๊าซเฉื่อย (ได้แก่ He , Ne , Ar , Kr , Xe และ Rn) มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด = 8 ยกเว้นฮีเลียมซึ่ง = 2 แสดงว่าธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 จะเป็นอะตอมที่เสถียร (stable atom) ซึ่งอะตอมที่เสถียรจะไม่ทำปฏิกิริยาหรือเกิดปฏิกิริยายาก ดังนั้นอะตอมส่วนใหญ่ที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนไม่เท่ากับ 8 จึงไม่เสถียร อะตอมของธาตุต่างๆ จึงมารวมตัวกันเป็นกลุ่มอะตอม เพื่อต้องการให้วาเลนซ์อิเล็กตรอนเหมือนกับแก๊สเฉื่อยนั่นเอง

พันธะเคมี Chemical bonding

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร

อะตอม ยึดกับ อะตอม	**โมเลกุล ยึดกับ โมเลกุล**
แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม	แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล
แรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุล	แรงยึดเหนี่ยวภายนอกโมเลกุล
-พันธะโลหะ	
-พันธะไอออนิก	
-พันธะโคเวเลนต์	-โครงผลึกร่างตาข่าย
	-H-bond
	-แรงระหว่างขั้ว



A Ionic bonding B Covalent bonding C Metallic bonding

สัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส (Lewis dot symbol)

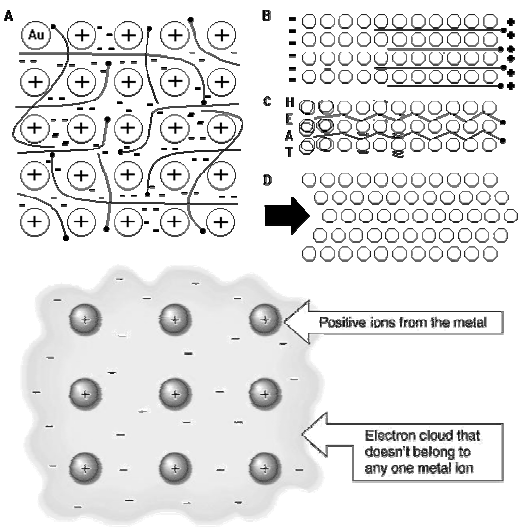
ลิวอิส ได้เสนอสัญลักษณ์พิเศษสำหรับเขียนแทนอะตอมของธาตุ เพื่อแสดงพันธะเคมีของอะตอมนั้น เรียกว่า สัญลักษณ์ของลิวอิส โดยใช้ จุด (●) แทนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเขียนไว้รอบๆ อะตอมนั้น เนื่องจาก จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนในแต่ละอะตอม มีได้สูงสุดเพียงแค่ 8 อิเล็กตรอนเท่านั้น ดังนั้นการใส่จุด (●) เพื่อแทนจำนวนอิเล็กตรอนจะอยู่ที่ด้านทั้ง 4 ด้านของสัญลักษณ์ธาตุ คือ บน-ล่าง-ซ้าย-ขวา โดยแต่ละด้านใส่จุดได้ไม่เกิน 2 จุดและด้านทั้ง 4 นี้ถือว่าเหมือนกันหมด การใส่อิเล็กตรอน 2 ตัวหรือ 1 ตัว จึงสลับที่เป็น ซ้าย-ขวา-บน-ล่าง ได้เหมือนกัน

กฎออกเตต (Octet rule)

จากความรู้ในเรื่องโครงสร้างอะตอม ธาตุหมู่ 8A หรือธาตุเฉื่อย เป็นธาตุที่เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ยาก คือ ไม่ค่อยจะยอมสร้างพันธะกับธาตุอื่น ที่เป็นเช่นนี้เพราะธาตุเฉื่อยมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนในวงนอกสุดเป็น 8 ทำให้โครงสร้างของอะตอมเสถียร ดังนั้นในการสร้างพันธะของอะตอมของธาตุอื่นๆ จึงพยายามที่จะทำให้การจัดเรียงอิเล็กตรอนเหมือนกับธาตุเฉื่อย โดยอาจจะจ่ายเวเลนซ์อิเล็กตรอนออกไปหรือรับอิเล็กตรอนเข้ามาเพิ่มเติมหรืออาจจะนำเอาเวเลนซ์อิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกันกับอะตอมอื่น ทั้งนี้เพื่อให้อิเล็กตรอนวงนอกสุดเป็น 8 การที่อะตอมของธาตุต่างๆ พยายามทำให้อิเล็กตรอนวงนอกสุดเป็น 8 ถือว่าเป็นกฎๆหนึ่งในการสร้างพันธะ เรียกกฎนี้ว่า กฎออกเตต (octet rule)

พันธะโลหะ Metallic Bond

เกิดจาก **<u>ทฤษฎีแบบจำลองทะเลอิเล็กตรอน</u>** ที่หมายถึงการซ้อนเกยกันในทุกทิศทุกทางของออร์บิทัลที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนบรรจุอยู่ ความแข็งแรงของพันธะโลหะจะขึ้นอยู่กับจำนวนของเวเลนซ์อิเล็กตรอนถ้าโหละมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่มากจะให้ปริมาณกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนอิสระมาก และไอออนบวกที่ยิ่งมีประจุบวกมากประกอบกับขนาดเล็ก จะทำให้เกิดแรงดึงดูดเป็นพันธะโลหะที่แข็งแรงมาก และจุดเดือดจุดหลอมเหลวจะมีค่าสูง



สมบัติของพันธะโลหะ

- จุดเดือด จุดหลอมเหลวสูงมาก
- โลหะสะท้อนแสงได้
- นำไฟฟ้าได้ดีมากและนำได้ทุกทิศทาง
- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการนำไฟฟ้าจะลดลง นำไฟฟ้าได้ในสถานะของแข็งกับของเหลว และไม่นำไฟฟ้าถ้าเป็นแก๊ส
- โลหะตีเป็นแผ่นบางๆได้ เพราะภายในก้อนโลหะมีแรงยึดเหนี่ยวที่แน่นหนาเมื่อเราตีโลหะให้แผ่ออกจะเป็นการผลักให้ไอออนบวกของโลหะลื่นไถลออกจากกัน โดยไม่ชนกัน เพราะมีกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนกระจายอยู่ทั่วไป และการออกแรงตีหรือผลักให้ไอออนบวกไถลออกจากกันนี้จะไม่ทำให้ไอออนบวกหลุดออกจากกัน
- เขียนสูตรโมเลกุลไม่ได้ เขียนได้เฉพาะสูตรอย่างง่าย เพราะการสร้างพันธะโลหะนี้ไม่มีขีดจำกัดมีการดึงดูดกันระหว่างไอออนบวกกับอิเล็กตรอนอยู่ทั่วไป เสมือนกับว่าทั้งก้อนโลหะนั้นเป็น 1 โมเลกุล
- เรียกหน่วยที่เล็กที่สุดของโลหะว่า "**อะตอม**"

พันธะไอออนิก Ionic Bond

เป็นพันธะที่เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างไอออนที่มีประจุต่างชนิดกัน เช่น ใน NaCl ซึ่งเป็นสารประกอบไอออนิก เกิดจากการสร้างพันธะระหว่าง Na^{1+} กับ Cl^{1-} ไอออน ดังนั้น พันธะไอออนิกจึงเป็นแรงดึงดูดทางไฟฟ้านั่นเอง ถ้าธาตุ 2 ธาตุสร้างพันธะกันกลายเป็นสารไอออนิกต้องประกอบด้วยเงื่อนไขดังต่อไปนี้

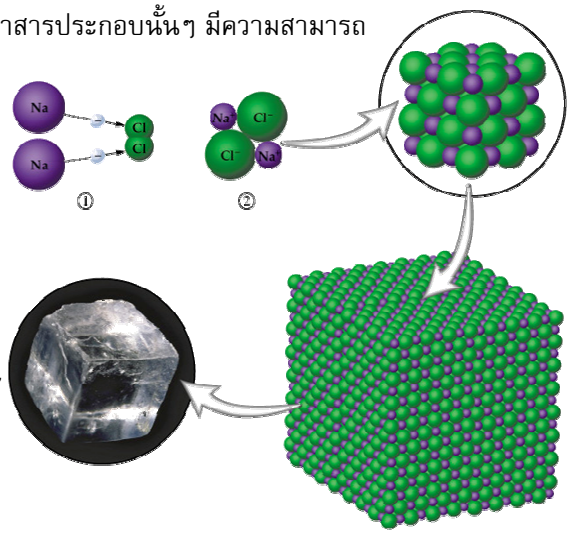
- ธาตุหนึ่งต้องเกิดเป็นไอออนบวก คือ ต้องจ่ายเวเลนซ์อิเล็กตรอนออกไป อะตอมที่อิเล็กตรอนจะหลุดออกไปกลายเป็นไอออนบวกได้ง่ายๆ ต้องมีพลังงานไอออไนเซชันต่ำ (โดยทั่วไปนิยมดูที่ค่า IE_1) ได้แก่ อะตอมของธาตุที่อยู่ทางซ้ายของตารางธาตุ โดยเฉพาะธาตุหมู่ 1A และหมู่ 2A
- อีกธาตุหนึ่งต้องกลายเป็นไอออนลบ คือ ต้องรับอิเล็กตรอนเข้ามาเติมในระดับพลังงานชั้นนอกสุดให้เต็ม อะตอมที่จะรับอิเล็กตรอนเข้ามากลายเป็นไอออนลบได้ง่ายๆ ต้องมีค่า อิเล็กโทรเนกาติวิตีสูง ได้แก่ อะตอมที่อยู่ทางขวาของตารางธาตุ โดยเฉพาะธาตุหมู่ 7A และหมู่ 6A

สมบัติของสารประกอบไอออนิก

- โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก มีการจัดเรียงของไอออนบวกสลับต่อเนื่องกับไอออนลบยึดกันด้วยแรงไฟฟ้าต่อกันไปเรื่อยๆ เกิดเป็นโครงผลึกขนาดใหญ่ไม่มีที่สิ้นสุด ไม่สามารถแยกเป็นโมเลกุล ทำให้ไม่สามารถเขียนสูตรโมเลกุลที่แท้จริงได้ สูตรที่เขียนเป็นสูตรอย่างง่ายแสดงจำนวนอะตอมต่อ 1 หน่วย
- เป็นสารประกอบที่ยึดกันด้วยพันธะ ionic ซึ่งยึดกันด้วยแรงทางไฟฟ้า เพราะมีการรับ–จ่าย อิเล็กตรอนอย่างแท้จริง จุดเดือดจุดหลอมเหลวจะสูงมาก แต่ก็จะต่ำกว่าพันธะโลหะ และมีสมบัติแข็งแต่เปราะแตกง่าย เพราะเมื่อถูกแรงกระแทกทำให้ไอออนที่เหมือนกันเข้าใกล้กันจึงเกิดแรงผลักให้กระเด็นออกจากกัน
- ในสถานะ Solid หรือ Gas จะไม่นำไฟฟ้า ถ้าสถานะ liquid หรือ นำไปทำเป็นสารละลายจะนำไฟฟ้าได้
- สมบัติที่เรียกว่าเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารประกอบไอออนิกจริงๆ คือ หลอมเหลวแล้วนำไฟฟ้าได้
- พลังงานที่เกี่ยวข้องกับผลึกไอออนิก เรียกว่า พลังงานโครงร่างผลึกหรือพลังงานแลตทิช ซึ่งเป็นพลังงานที่คายออกมาเมื่อไอออนบวกและไอออนลบในภาวะก๊าซจับรวมกันเกิดเป็นผลึกไอออนิก1 โมล

$$A^{a+}(g) + B^{b-}(g) \longrightarrow A_bB_a(s) + \text{heat kJ/mol}$$ พลังงานแลตทิช มีค่าเท่ากับ heat kJ/mol

- การพิจารณาความเป็นไอออนิก เป็นการพิจารณาว่าสารประกอบนั้นๆ มีความสามารถเกิดสารประกอบไอออนิกได้มากน้อยเพียงใด ดูจากผลต่างค่า EN ของธาตุ ยิ่งต่างกันมาก ความเป็นไอออนิกก็ยิ่งสูง



- ปัจจัยที่มีผลต่อค่าพลังงานโครงร่างผลึก

คือ ประจุ และ ขนาดของไอออน ดังนี้ ไอออนที่มีประจุสูงจะดึงดูดกันได้แรงกว่าไอออนที่มีประจุต่ำ ทำให้พลังงานโครงร่างผลึกจะมีค่ามาก และเมื่อขนาดไอออนใกล้เคียงกัน ไอออนขนาดเล็กจะดึงดูดกันได้แรงกว่าไอออนที่มีประจุต่ำ พลังงานโครงร่างผลึกจะมีค่ามาก เมื่อประจุของไอออนมีค่าเท่ากัน

กระบวนการการเกิดสารประกอบไอออนิก

ไอออนบวกของโลหะ(g) + ไอออนลบของอโลหะ(g) ⟶ สารประกอบไอออนิก(s) + พลังงาน

พลังงานในการเกิดสารประกอบไอออนิก (heat of formation : ΔH_f)

โลหะ(s,l) + อโลหะ(s,l,g) ⟶ สารประกอบไอออนิก(s) + พลังงาน

Born–Fajans–Haber cycle.

เป็นการเขียนแผนภาพเพื่อแสดงค่าพลังงานโครงร่างผลึก (Lattice Energy) หรือ พลังงานพันธะของผลึกไอออนิกซึ่งได้จากการคำนวณจากค่าพลังงานอื่นๆ เพื่อเปลี่ยนรูปจากธาตุองค์ประกอบในสภาวะปรกติไปเป็นผลึกไอออนิก โดยแผนภาพนี้ไม่ได้เป็นการแสดงกลไกการเกิดปฏิกิริยาแต่อย่างใด เพียงแต่เป็นแผนภาพที่แสดงการนำค่าพลังงานที่ทราบค่าแล้วมาคำนวณหาค่าพลังงานโครงร่างผลึกเท่านั้น

แบบฝึกหัด เรื่อง ขั้นตอนการเกิดพันธะไอออนิก

CaO

เตรียมไอออนบวก

เตรียมไอออนลบ

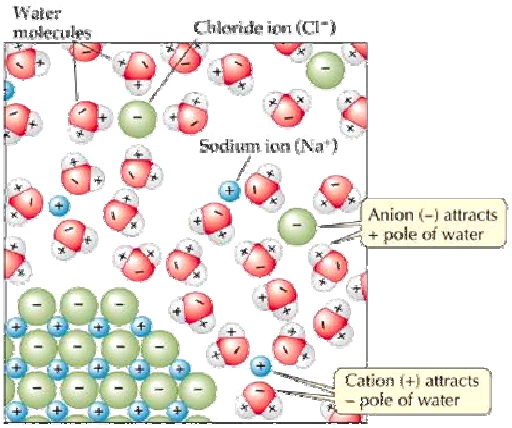
ไอออนบวก+ไอออนลบ

ปฏิกิริยารวม

พลังงานรวม

การละลายของสารประกอบไอออนิก (เกลือ)

กลไกในการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก จะเกิดขึ้นโดย โมเลกุลของน้ำจะหันด้านขั้วบวกเข้าหาไอออนลบและหันด้านขั้วลบเข้าหาไอออนบวกที่อยู่บริเวณผิวของผลึกไอออนิก เกิดแรงดึงดูดระหว่างขั้วของโมเลกุลน้ำกับไอออนในผลึกไอออนิกที่มากกว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนในผลึกไอออนิก ผลึกไอออนิกนั้นก็จะละลายน้ำได้ โดย เมื่อไอออนบวกและไอออนลบหลุดออกมาจากผลึก โมเลกุลของน้ำจะล้อมรอบเกิดเป็นโมเลกุลไฮเดรตขึ้น $(A^+(H_2O)_X$ และ $B^-(H_2O)_Y$ หรือ เขียนเป็น $A^+(aq)$, $B^-(aq)$



การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก มีพลังงานที่เกี่ยวข้อ 2 ชนิด

คือ พลังงานพันธะระหว่างไอออน หรือ พลังงานโครงร่างผลึก (lattice energy : U) และแรงยึดเหนี่ยว ไอออน-ไดโพล หรือ พลังงานไฮเดรชัน (hydration energy : H) เนื่องจากพลังงานทั้ง 2 ชนิดนี้มีค่ามากกว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำมาก จึงไม่ต้องนำพลังงานจากแรงยึดเหนี่ยวของน้ำมาคิด ถ้าการละลายเป็นการละลายแบบ

- **ดูดความร้อน (Endothermic change)** U > H ($\Delta H = +$) เมื่อละลายแล้วอุณหภูมิจะลดลง
- **คายความร้อน (Exothermic change)** U < H ($\Delta H = -$) เมื่อละลายแล้วอุณหภูมิจะสูงขึ้น
- **ไม่ดูดไม่คาย (Athermic change)** U = H ($\Delta H = 0$) เมื่อละลายแล้วอุณหภูมิจะไม่เปลี่ยน
- **ถ้าสารนั้นไม่ละลายน้ำ** นั่นคือ lattice energy >>>>>>>>> Hydration energy (เฉพาะ ionic เท่านั้น)
- สารใดละลายน้ำได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การละลายนั้นเป็นการละลายประเภทดูดความร้อน
- สารใดละลายน้ำได้น้อยลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การละลายนั้นเป็นการละลายประเภทคายความร้อน

สารประกอบไอออนิกที่ละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้ เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินสภาพการละลายของสารมี 2 วิธี

- เราจะดูความสามารถในการละลายน้ำ ในหน่วยกรัม/น้ำ 100 cm^3 ที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นหลัก
  - ถ้าละลายได้มากกว่า 1 กรัม แสดงว่า ละลายได้ดี
  - ถ้าละลายได้มากกว่า 0.1 กรัมแต่ไม่เกิน 1 กรัม แสดงว่า ละลายได้เล็กน้อย
  - ถ้าละลายได้น้อยกว่า 0.1 กรัม แสดงว่า ไม่ละลาย
- ดูจากค่าผลคูณการละลาย (Soluability product : K_{sp})

สมการไอออนิกรวม (total ionic equation) เขียนการแตกตัวของเกลือที่ละลายน้ำ ส่วนเกลือที่ไม่ละลายน้ำจะไม่แตกตัวออกมาให้คงรูปโมเลกุลเดิม $(A_mB_n) + (C_xD_y) \longrightarrow (A_xD_n) + (C_mB_y)$

สมการไอออนิกรวมได้คือ $A^{+n}(aq) + B^{+m}(aq) + C^{+y}(aq) + D^{+x}(aq) \longrightarrow A_xD_n(s) + B^{+m}(aq) + C^{+y}(aq)$

สมการไอออนิกสุทธิ (net ionic equation) คือ สมการที่เขียนเฉพาะไอออนบวกและไอออนลบที่ทำให้เกิดเกลือที่ไม่ละลายน้ำ โดยการหักล้างไอออนบวกและไอออนลบที่เหมือนกันในฝั่งสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์ออก จากสมการไอออนิกรวม $A^{+n}(aq) + C^{+y}(aq) \longrightarrow A_xD_n(s)$

พันธะโคเวเลนต์ Covalent Bond

ธาตุที่เกิดพันธะโควาเลนต์จะเป็นธาตุที่ EN ต่างกันไม่มาก (ยกเว้นธาตุบางคู่) คือ **มักเป็นอโลหะกับอโลหะเป็นส่วนใหญ่** ซึ่งต่างก็เป็นธาตุที่มี EN สูง **เกิดจาก** แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมที่เกิดจากการใช้เวเลนต์อิเล็กตรอนรวมกันเป็นคู่ๆ เพื่อให้เวเลนต์อิเล็กตรอนของแต่ละอะตอมครบ 8 (ครบกฎออกเตต) ยกเว้นธาตุไฮโดรเจนครบ 2

การเขียนสูตรโครงสร้างโมเลกุลโควาเลนต์ : Rojrit's Method

1. วางธาตุที่มีค่า EN ต่ำที่สุดเป็นอะตอมกลาง (ยกเว้น H)/วางธาตุที่มีค่า EN สูงกว่าเป็นอะตอมล้อมรอบ
2. สร้างพันธะและวางอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวให้อะตอมล้อมรอบเสถียรที่สุด คือมีอิเล็กตรอนครบ 8
3. ถ้ามีอิเล็กตรอนในระบบเหลือ ให้บรรจุไว้ที่อะตอมกลางทั้งหมด
4. จัดโครงสร้างให้เสถียรขึ้นโดย : ถ้าอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนไม่ครบ 8 จะไม่เสถียร
   - โคออร์ดิเนตอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวจากอะตอมล้อมรอบไปสร้างพันธะให้อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนครบถ้าอะตอมกลางในระดับพลังงาน L มีอิเล็กตรอนเกิน 8
   - ดึงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะออกไปไว้ที่อะตอมล้อมรอบ จนกว่าอะตอมกลางจะมีอิเล็กตรอนตามกฎ 8 ประจุลบควรอยู่กับธาตุที่มีค่า EN สูง และประจุบวกควรอยู่กับธาตุที่มีค่า EN ต่ำ ควรมีการกระจายประจุให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

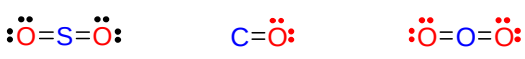
ตัวอย่าง

SO_2	CO	O_3	N_3^-	SO_4^{2-}
6+6+6 = 18	4+6 = 10	6+6+6 = 18		

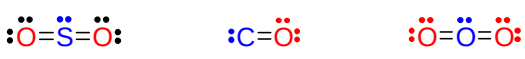
1. วางธาตุที่มีค่า EN ต่ำที่สุดเป็นอะตอมกลาง/วางธาตุที่มีค่า EN สูงกว่าเป็นอะตอมล้อมรอบ

O S O C–O O O O

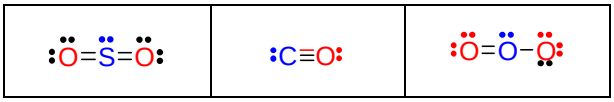
2. สร้างพันธะและวางอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวให้อะตอมล้อมรอบเสถียรที่สุด คือมีอิเล็กตรอนครบ 8



3. ถ้ามีอิเล็กตรอนในระบบเหลือ ให้บรรจุไว้ที่อะตอมกลางทั้งหมด



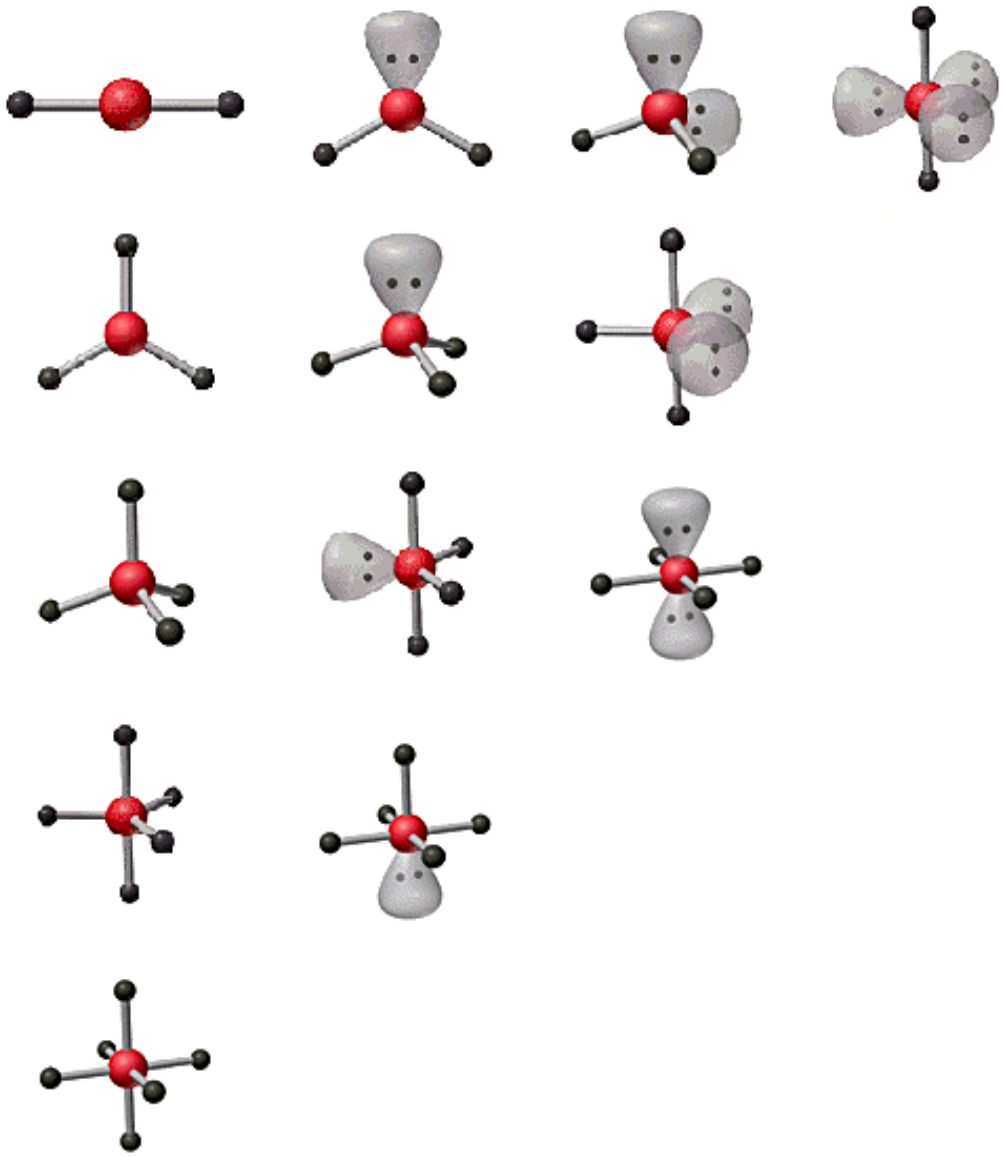
4. ถ้าอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนไม่ครบ 8 จะไม่เสถียร , อะตอมกลางในระดับพลังงาน L มีอิเล็กตรอนเกิน 8 ไม่ได้ ให้ทำการดึงสองอิเล็กตรอนจากอะตอมข้างหรือ อะตอมล้อมรอบเพื่อจัดให้อะตอมกลางเสถียรที่สุด



รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

ปัจจัยสำคัญในการกำหนดรูปร่าง คือ จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอม หลักการกำหนดรูปร่าง คือ ต้องจัดให้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมวางในที่ว่างที่ลดแรงผลักกันของคู่อิเล็กตรอนเหล่านี้มากที่สุด

เทคนิคในการพิจารณารูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์



แบบฝึกหัดเรื่องการเขียนสูตรโครงสร้างของพันธะโคเวเลนต์

โมเลกุลหรือไอออน	สูตรรูปร่าง				รูปร่างโมเลกุล
	N	N-1	e^-		
H_2					
$BeCl_2$					
BrF_3					
SF_6					
F_2					
BI_3					
H_2S					
HBr					
XeF_2					

CO_3^{2-}					
PCl_5					
SO_2					
HCN					
PH_3					
$BrCl_3$					
NH_2^-					
NO_2^-					
H_2O					
ClF_5					

ปรากฏการณ์ Resonance

เกิดจากการที่สูตรโมเลกุลหนึ่ง สามารถเขียนสูตรโครงสร้างได้หลายแบบ เป็นพันธะที่เกิดจากอิเล็กตรอนในพันธะคู่เกิดการเคลื่อนที่ได้ไปในทุกๆ พันธะ ตัวอย่างเช่น SO_3^{2-} , N_2O , NO , N_2O_4 , N_2O_5

- สูตรโครงสร้างหลายแบบที่เขียนได้ เรียกแต่ละสูตรโครงสร้างว่า โครงสร้างเรโซแนนซ์
- สารหรือไอออนโคเวเลนต์ที่เกิดปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ มีสมบัติที่สำคัญ 2 ข้อ คือ มีความยาวพันธะเท่ากันหมด มีพลังงานพันธะเท่ากันหมด และอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะในแต่ละพันธะจะมีจำนวนคู่เท่ากัน

สมบัติของขั้วในโมเลกุลโควาเลนต์

พันธะไม่มีขั้ว เกิดจากธาตุที่มี EN เท่ากันสร้างพันธะต่อกัน สภาพขั้วพันธะโคเวเลนต์มีค่าเป็นศูนย์

พันธะมีขั้ว เกิดจากธาตุที่มี EN ไม่เท่ากันมาสร้างพันธะต่อกัน อะตอมที่มีค่า $EN_{\text{มากกว่า}}$ สภาพขั้วลบ(δ^-) และอะตอมที่มีค่า $EN_{\text{ต่ำกว่า}}$ สภาพขั้วบวก(δ^+) และถ้า EN ยิ่งต่างกันมาก สภาพของขั้วจะยิ่งมีความแรงมาก

โมเลกุลไม่มีขั้ว เกิดจากพันธะในโมเลกุลเป็นชนิดไม่มีขั้ว หรือขั้วของแต่ละพันธะหักล้างกันหมด

โมเลกุลมีขั้ว เกิดจากขั้วของแต่ละพันธะในโมเลกุลมาหักล้างกันไม่หมด

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล

1. แรงวันเดอร์วาลส์ (Vanderwaal's force) ซึ่งจะแบ่งได้เป็นอีก 3 ประเภท

1.1 แรงลอนดอน (London force) - เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แรงแผ่กระจาย(dispersion force)

คือ แรงระหว่างโมเลกุลที่เกิดจากการที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ตลอดเวลา ในชั่วขณะหนึ่งการกระจายของกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนไม่สม่ำเสมอ ไปหนาแน่นในบริเวณหนึ่งมากกว่าปกติ จึงทำให้เกิดขั้วลบขึ้น และขั้วบวกเกิดขึ้น เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลข้างเคียงขึ้น และเหนี่ยวนำต่อกันไปเป็นทอดๆ

1.2 แรงเหนี่ยวนำ (dipole-induced force) - แรงเดอบาย(debye force)

คือ แรงที่เกิดขึ้นเมื่อโมเลกุลโควาเลนต์ชนิดมีขั้วเข้าใกล้กับโมเลกุลโควาเลนต์ชนิดไม่มีขั้ว ส่งผลให้หมอกอิเล็กตรอนบนโมเลกุลไม่มีขั้วเกิดการกระจายผิดปกติไป โดยจะหนาแน่น บริเวณที่ใกล้กับขั้วบวกของโมเลกุลโควาเลนต์มีขั้ว หรือ เบาบางบริเวณที่ใกล้กับขั้วลบของโมเลกุลโควาเลนต์มีขั้ว ทำให้บนโมเลกุลไม่มีขั้วเกิดขั้วลบและบวกเกิดขึ้น ยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลทั้งสอง

1.3 แรงระหว่างขั้ว (Dipole-dipole force)

คือ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่มีขั้วบวกและขั้วลบแยกกันแบบถาวรภายในโมเลกุล โดยขั้วบวกของโมเลกุลหนึ่งจะดูดกับขั้วลบของอีกโมเลกุลหนึ่งที่อยู่ถัดไป การที่โมเลกุลมีขั้วจะเข้าใกล้กันจากแรงดึงดูดระหว่างขั้วที่ต่างชนิดกันแล้ว ยังมีแรงผลักระหว่างขั้วที่เหมือนกันเกิดขึ้นด้วย ดังนั้นโมเลกุลมีขั้วจะอยู่ห่างกันระยะหนึ่ง

2. พันธะไฮโดรเจน (Hbond) เกิดจาก H สร้างพันธะกับธาตุที่มีค่า EN สูง และขนาดเล็ก คือ F O N และเมื่อสร้างแล้ว ต้องมี e^- คู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่ แรงที่เกิดขึ้นโดยอะตอมของ H ที่มีขั้วบวกดึงดูดกับคู่อิเล็กตรอนโดดเดี่ยวของอะตอมที่มีขั้วลบ(และต้องมีสภาพไฟฟ้าลบสูง) ของอีกโมเลกุลหนึ่ง แรงดึงดูดนี้จะมีค่ามากกว่าแรงระหว่างขั้ว เนื่องจากอะตอมของ H มีขนาดเล็กทำให้อะตอมทั้งสองอยู่ชิดกันมาก และลักษณะจะคล้ายกับการเกิดพันธะเพราะมีคู่อิเล็กตรอนระหว่างอะตอมที่ดึงดูดกันอยู่

1. (A-NET 49) ข้อมูลที่กำหนดให้

สาร	จุดเดือด (°C)	จุดหลอมเหลว (°C)	การนำไฟฟ้า	
			สถานะของแข็ง	ขณะหลอมเหลว
X	-254	-260	ไม่นำ	ไม่นำ
Y	358	-40	นำ	นำ
W	1,389	746	ไม่นำ	นำ
Z	4,828	>3,551	ไม่นำ	ไม่นำ

สาร X , Y , W และ Z น่าจะเป็นสารในข้อใด

	X	Y	W	Z
1.	H_2	Hg	KBr	เพชร
2.	CH_4	Na	KCl	แกรไฟต์
3.	N_2	Fe	$MgCl_2$	S_8
4.	NH_3	S_8	NaCl	Si

2. (A-NET 51) กำหนดสมบัติทางกายภาพของสารดังนี้

ก. มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง

ข. มีสถานะเป็นแก๊สที่อุณหภูมิห้อง

ค. นำความร้อนได้

ง. นำไฟฟ้าได้

จ. ละลายน้ำได้

ข้อใดเป็นสมบัติทางกายภาพที่สอดคล้องกับประเภทสารที่กำหนด

	ประเภทสาร	สมบัติทางกายภาพ
1.	โคเวเลนต์ไม่มีขั้ว	ข และ ค
2.	โครงผลึกร่างตาข่าย	ก และ จ
3.	ไอออนิก	ก , ข และ จ
4.	โลหะ	ก , ค และ ง

3. (A-NET 49) พันธะเคมีของสารต่อไปนี้ข้อใดถูก

	ไอออนิก	โคเวเลนต์	โคออร์ดิเนตโคเวเลนต์	ไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล
1.	NaBr	I_2O	PH_3	H_2S
2.	SF_6	PI_5	SO_2	H_2O
3.	CaO	BCl_3	O_3	NH_3
4.	SiI_4	XeF_4	NH_4^+	HF

4. (PAT ต.ค. 52) สูตรโครงสร้างของโมเลกุลข้อใดไม่ถูก

1. $O=O-O$
2. $O=Xe=O$
3. $HO-\overset{\overset{O}{\|}}{\underset{\underset{O}{\|}}{S}}-OH$
4. $Cl-\overset{\overset{O}{|}}{\underset{\underset{Cl}{|}}{N}}-Cl$

5. (PAT มี.ค. 52) โมเลกุลในข้อใดมีโครงสร้างเหมือนกันทั้งหมด

1. CO_2 SO_2 CS_2
2. NH_3 PH_3 SO_3
3. CO_2 N_2 N_3^-
4. CCl_4 SO_4^{2-} XeF_4

6. (PAT ก.ค. 52) โมเลกุลหรือไอออนในข้อใด ที่มีรูปร่างแตกต่างจากข้ออื่น

1. I_3^-
2. SCN^-
3. XeO_2
4. XeF_2

7. (B-PAT ต.ค. 51) ธาตุเทลลูเรียม (Te) เป็นธาตุที่อยู่หมู่เดียวกับออกซิเจน สารประกอบของเทลลูเรียมมีสูตรเคมีเป็น$[TeF_4]^n$ โดย n คือประจุของสารประกอบ สารประกอบสามชนิดของธาตุเทลลูเรียม มีรูปร่างเป็นทรงสี่หน้า ทรงสี่หน้าบิด-เบี้ยว และ ทรงสี่เหลี่ยมแบนราบ ควรมีค่า n เป็นเท่าไรตามลำดับ

1. n = 1+ 2+ และ 2-
2. n = 1+ 2- และ 2+
3. n = 2+ 0 และ 2-
4. n = 2- 0 และ 2+

8. (B-PAT ต.ค. 51) ฟอสฟอรัสทำปฏิกิริยากับโบรมีนได้สารประกอบ PBr_x ซึ่งเป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว ค่าของ x และโครงสร้างของสารประกอบข้อใดถูกต้อง

1. x = 3 และ มีโครงสร้างแบบ พีระมิดฐานสามเหลี่ยม
2. x = 3 และ มีโครงสร้างแบบ สามเหลี่ยมแบนราบ
3. x = 5 และ มีโครงสร้างแบบ พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม
4. x = 5 และ มีโครงสร้างแบบ พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม

9. (A-NET 50) ในโมเลกุลคู่ใดเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีรูปร่างโมเลกุลลักษณะเดียวกัน แต่สภาพขั้วของโมเลกุลต่างกัน

1. CO_2 และ SO_2
2. AsI_3 และ BCl_3
3. XeF_4 และ $CHCl_4$
4. CCl_4 และ $POCl_3$

10. (A-NET 51) พิจารณาธาตุสมมติต่อไปนี้ : ${}_{31}A$, ${}_{35}B$, ${}_{53}C$, ${}_{56}D$ สมบัติของธาตุสมมติข้างต้น ข้อใดถูกต้อง

1. ธาตุ C เป็นธาตุที่รับอิเล็กตรอนยากกว่า ธาตุ A B และ D
2. ธาตุ A เป็นธาตุที่อยู่หมู่เดียวกับธาตุที่มีเลขอะตอมเท่ากับ 51
3. ธาตุ B เมื่อเกิดสารประกอบกับ ${}^{31}_{15}P$ ได้สารประกอบที่เป็นโมเลกุลมีขั้ว
4. ธาตุ D เป็นอโลหะ เกิดสารประกอบกับ ${}^{35}_{17}Cl$ ได้สารประกอบโคเวเลนต์ที่มีสูตรเป็น DCl_2

11. (A-NET 50) ถ้าสารประกอบโคเวเลนต์ที่มีสูตร AB_5 และมีรูปร่างโมเลกุลเป็นพีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม ข้อใดต่อไปนี้ถูก

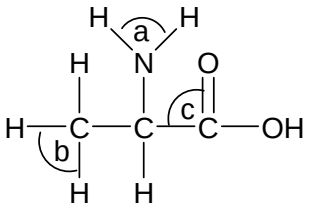
1. โมเลกุลเป็นไปตามกฎออกเตต
2. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเป็นแรงลอนดอน
3. A เป็นธาตุที่อยู่หมู่เดียวกันกับธาตุที่มีเลขอะตอมเท่ากับ 34
4. B เป็นธาตุที่อยู่หมู่เดียวกันกับธาตุที่รับหรือให้อิเล็กตรอนยากที่สุดในตารางธาตุ

12. (PAT มี.ค. 52) โมเลกุลในข้อใดเป็นโมเลกุลมีขั้วทั้งหมด หรือไม่มีขั้วทั้งหมด

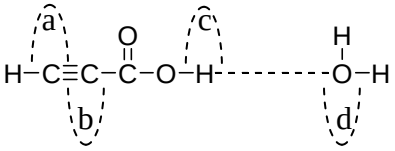
1. HI CS_2 O_2
2. N_2 PCl_5 CCl_4
3. N_2 NH_3 SO_3
4. O_2 SO_2 CO_2

13. (A-NET 51) สูตรของกรดอะมิโนชนิดหนึ่งเขียนได้ดังนี้ มุมระหว่างพันธะ a b และ c ควรเป็นข้อใด (หน่วยองศา)

	a	b	c
1.	106	109	90
2.	106	109	120
3.	120	90	90
4.	120	90	120



14. (PAT ก.ค. 52) การเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างกรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งกับน้ำมุมระหว่างพันธะในข้อใดที่มีขนาดต่างจากข้ออื่น



1. a
2. b
3. c
4. d

15. (A-NET 51) การเรียงลำดับความยาวพันธะที่เกิดจากอะตอมที่ต่างกันในโมเลกุล ข้อใดแตกต่างจากข้ออื่น

1. NH_3 H_2O
2. CO CO_2
3. C_2H_2 C_2H_4
4. CCl_4 CBr_4

16. (A-NET 51) กำหนดให้ A D E G J X Y และ Z เป็นธาตุที่อยู่ในคาบที่ 2-5 ของตารางธาตุ ดังนี้

คาบ																		
2	A														X	Y		
3		D																
4					E			G				J					Z	
5																		

ข้อใดเป็นสมบัติของธาตุหรือสารประกอบที่เกิดจากธาตุในตารางธาตุที่กำหนด

1. E G และ J เป็นธาตุแทรนซิชันที่มีเลขออกซิเดชันหลายค่า
2. พันธะในโมเลกุลที่เกิดจาก X กับ Y ยาวกว่าพันธะในโมเลกุลที่เกิดจาก Y กับ Z
3. สารประกอบ AY และสารประกอบ DZ ไม่ละลายน้ำ เพราะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมที่แข็งแรง
4. มุมระหว่างพันธะของโมเลกุลที่เป็นไปตามกฎออกเตตที่เกิดจาก X และ Z ใหญ่กว่าที่เกิดจาก Y และ Z

17. (B-PAT ต.ค. 51) ข้อใดเรียงลำดับเลขออกซิเดชันของคลอรีนในสารเคมีต่อไปนี้จาก<u>น้อยไปมาก</u>ได้ถูกต้อง

1. $Cl_2O_7 < Cl_2O_2 < Cl_2 < MgCl_2$
2. $MgCl_2 < Cl_2 < Cl_2O_2 < Cl_2O_7$
3. $Cl_2O_7 < Cl_2 < Cl_2O_2 < MgCl_2$
4. $MgCl_2 < Cl_2O_2 < Cl_2 < Cl_2O_7$

18. (A-NET 50) กำหนดพลังงานพันธะเฉลี่ย (ในหน่วย kJ/mol) เป็นดังนี้

C-C = 348
C=C = 614
C-H = 413
H-Cl = 431
C-Cl = 327

$$CH_3CH{=}CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}HCH_3$$

ปฏิกิริยานี้คายพลังงานหรือดูดพลังงานกี่กิโลจูล

1. ดูดพลังงาน 284
2. คายพลังงาน 284
3. ดูดพลังงาน 43
4. คายพลังงาน 43

19. (A-NET 51) กำหนดให้ X เป็นธาตุในหมู่ VA และ Y เป็นธาตุในหมู่ VIIA พลังงานพันธะของ $X_2(g)$ และ $Y_2(g)$ เท่ากับ 960 และ 240 kJ/mol ตามลำดับ เมื่อ $X_2(g)$ ทำปฏิกิริยากับ $Y_2(g)$ ในสองสภาวะได้ผลิตภัณฑ์ XY_3 และ X_2Y_4 ซึ่งเป็นสารโคเวเลนต์ที่มีแต่พันธะเดี่ยวในโมเลกุลเท่านั้น ดังสมการ ก และ ข (สมการยังไม่ได้ดุล)

ก. $X_2(g) + Y_2(g) \longrightarrow XY_3(g)$ ข. $X_2(g) + Y_2(g) \longrightarrow X_2Y_4(g)$

ปฏิกิริยา ก และ ข ที่ให้ผลิตภัณฑ์ 1 mol จะคายพลังงานเท่ากับ 600 และ 1540 kJ ตามลำดับ พลังงานพันธะ X-X และ X-Y ในผลิตภัณฑ์มีค่ากี่ kJ/mol

	พลังงานพันธะ X-X (kJ/mol)	พลังงานพันธะ X-Y (kJ/mol)
1.	320	665
2.	340	600
3.	1060	480
4.	1460	380

20. (PAT ต.ค. 52) ข้อใดถูก
1. แรงแวนเดอวาลมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแรงลอนดอน
2. แรงลอนดอนขึ้นอยู่กับมวลของสารเพราะเป็นแรงดึงดูดระหว่างมวล
3. สารประกอบแอลเคนที่มีมวลเท่ากันย่อมมีแรงลอนดอนเท่ากัน
4. แรงที่แอลเคนยึดเหนี่ยวกันคือแรงลอนดอนเท่านั้น

21. (PAT ต.ค. 52) ปัจจัยสำคัญที่สุดที่ทำให้จุดเดือดของ HI สูงกว่า HBr คือข้อใด
1. พลังงานพันธะที่แตกต่างกัน
2. มวลโมเลกุลที่แตกต่างกัน
3. ขนาดโมเลกุลที่แตกต่างกัน
4. เกิดพันธะไฮโดรเจนได้แตกต่างกัน

22. (A-NET 51) กำหนดสารประกอบฟลูออไรด์ต่อไปนี้

(a) A_aF_b (b) B_dF_d (c) C_eF_f (d) D_gF_h

ถ้าเลขอะตอมของ A = 1 , B = 7 , C = 8 , D = 15 , F = 9 และ a b c d e f g h เป็นตัวเลขจำนวนเต็มบวก การเรียงลำดับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ข้อใดถูกต้อง

1. (a) > (d) > (b) > (c)
2. (a) > (d) > (c) > (b)
3. (d) > (b) > (a) > (c)
4. (d) > (c) > (b) > (a)

23. ข้อใดมีสภาพขั้วเหมือนกันทั้งหมด

1. $CHCl_3$ H_2O CS_2
2. CCl_4 CO_2 BF_3
3. PCl_5 SO_2 $BeCl_2$
4. NH_3 HCl CO_2

24. (A-NET 51) การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารในข้อใดถูก

	สูตร	เรียกชื่อ
1.	NaS_2O_3	โซเดียมไดซัลเฟอร์ไดออกไซด์
2.	$Cu_2(PO_4)$	คอปเปอร์(II)ฟอสเฟต
3.	AsF_3	อาร์เซนิกไตรฟลูออไรด์
4.	P_2S_5	ฟอสฟอรัสซัลไฟด์

25. (A-NET 49) การผสมสารละลายในข้อใดมีการเกิดปฏิกิริยา แล้วสามารถเขียนสมการไอออนิกสุทธิได้ทั้งคู่

	สารละลายผสม I	สารละลายผสม II
1.	$Mg(OH)_2$ กับ $Pb(NO_3)_2$	Rb_2SO_4 กับ $CaCl_2$
2.	$CaCl_2$ กับ K_2SO_4	NH_4CN กับ K_2HPO_4
3.	KCl กับ $AgNO_3$	NaI กับ K_2CO_3
4.	$AgNO_3$ กับ NaCl	Ca กับ HCl

26. (A-NET 51) พิจารณาปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบต่อไปนี้

$$Na(s) + \tfrac{1}{2}X_2(g) \longrightarrow NaX(s) \text{.....เมื่อ X = } {}_{17}Cl \text{ หรือ } {}_{35}Br \text{ หรือ } {}_{53}I$$

จากข้อมูลข้างต้น ข้อใดถูก

1. จุดหลอมเหลว ของ NaCl < NaBr < NaI
2. ถ้า X เป็น ${}_{53}I$ พบว่าพลังงานที่คายออกมาจากปฏิกิริยามีค่าสูงสุด
3. พลังงานแลตทิซของ NaX จะขึ้นกับแรงดึงดูดระหว่าง $Na^+(g)$ และ $X^-(g)$
4. พลังงานที่คายออกมาจากปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของโลหะโซเดียมเป็นสำคัญ

27. (PAT มี.ค. 53) สมการการเกิดสารประกอบ $CaBr_2$

$Ca(s) + Br_2(l) \longrightarrow CaBr_2(s)$ ขั้นตอนใดที่ไม่อยู่ในแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงาน

1. $Br_2(l) \longrightarrow 2Br(g)$
2. $Ca^{2+}(g) + 2Br^-(g) \longrightarrow CaBr_2(s)$
3. $Ca(g) + Br_2(g) \longrightarrow Ca(g) + Br_2(g)$
4. $Ca(g) + 2\,Br(g) \longrightarrow Ca^{2+}(g) + 2Br(g) + 2e^-$

28. (PAT มี.ค. 53) สารประกอบโคเวเลนต์ข้อใดมีรูปร่างเหมือนกันทั้งหมด

1. CCl_4 NH_4^+ XeF_4
2. BF_3 NH_3 PCl_3
3. BrF_5 PCl_5 IF_5
4. H_2O SO_2 O_3

29. (PAT ก.ค. 53) สารประกอบหรือไอออนในข้อใดที่มีรูปร่างเหมือนกันและมีมุมพันธะเท่ากันทั้งหมด (กำหนดเลขอะตอม Be=4 , Br=35 , H=1 , O=8 , C=6 , Cl=17 , S=16 , N=7)

1. $BeBr_2$ และ H_2O
2. CCl_4 และ SO_4^{2-}
3. NH_4^+ และ CH_3Cl
4. CO_2 และ H_2S

30. (PAT ก.ค. 53) ปฏิกิริยาใดต่อไปนี้ เกิดขึ้นไม่ได้อย่างแน่นอน

1. $ClF + F_2 \longrightarrow ClF_3$
2. $PF_3 + F_2 \longrightarrow PF_5$
3. $SF_2 + F_2 \longrightarrow SF_4$
4. $SiF_4 + F_2 \longrightarrow SiF_6$

31. (PAT ก.ค. 53) ผลึกไอออนิกแตกหักเมื่อมีแรงเข้าไปกระทำเพราะเหตุใด

1. ประจุชนิดเดียวกันผลักกัน
2. อิเล็กตรอนหลุดออกจากผลึก
3. จำนวนประจุบวกและลบไม่เท่ากัน
4. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เร็วขึ้น เนื่องจากมีพลังงานจลน์มากขึ้น

32. (PAT ก.ค. 53) โมเลกุลของสารอินทรีย์ชนิดหนึ่งไม่มีขั้ว จุดเดือดเท่ากับ 77°C เมื่อนำมาผสมกับน้ำ ข้อใดถูก

1. ละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกัน
2. สารอินทรีย์แยกชั้นอยู่ด้านบน
3. สารอินทรีย์แยกชั้นอยู่ด้านล่าง
4. แยกชั้นแต่ไม่สามารถระบุได้

33. (PAT ต.ค. 53) มุมพันธะในสารประกอบข้อใด เมื่อรวมกันในทุกสารประกอบแล้วมีค่าน้อยที่สุด (กำหนดเลขอะตอม Be=4 , F=9 , C=6 , O=8 , H=1 , S=16 , Cl=17 , Xe=54)

1. BeF_2 CO_2
2. H_2F^+ $BeCl_2$
3. BeH_2 O_3
4. SO_2 XeF_2

34. (PAT ต.ค. 53) ข้อใด ไม่ใช่ สมการที่อยู่ในวัฏจักรพลังงานการละลายน้ำของ $NaNO_3(s)$

1. $NaNO_3(s) \longrightarrow Na^+(g) + NO_3^-(g)$
2. $Na^+(g) \longrightarrow Na^+(aq)$
3. $NO_3^-(g) \longrightarrow NO_3^-(aq)$
4. $NaNO_3(g) \longrightarrow Na^+(g) + NO_3^-(aq)$

35. (PAT ต.ค. 53) ข้อใดผิดเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของสารชนิดต่างๆ
    1. การนำไฟฟ้าของสารประกอบไอออนิกในสถานะของเหลวเกิดจากการถ่ายเทอิเล็กตรอนจากไอออนบวกให้ไอออนลบ
    2. การนำไฟฟ้าของโลหะเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่มีพลังงานจลน์สูง
    3. แกรไฟต์ซึ่งเป็นอัญรูปหนึ่งของคาร์บอนนำไฟฟ้าได้เนื่องจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน
    4. สารกึ่งตัวนำจะนำไฟฟ้าได้ก็ต่อเมื่อได้รับพลังงานจำนวนหนึ่ง แล้วทำให้อิเล็กตรอนเกิดการเปลี่ยนระดับพลังงาน

36. (PAT มี.ค. 54) พิจารณาปฏิกิริยา $Ca(s) + 0.5O_2(g) \longrightarrow CaO(s)$
พลังงานในข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยานี้
    1. พลังงานแลตทิซ
    2. พลังงานการระเหิดของ Ca
    3. พลังงานไอออไนเซชันของธาตุออกซิเจน
    4. พลังงานการสลายพันธะของธาตุออกซิเจน

37. (PAT มี.ค. 54) พิจารณาการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุสมมติต่อไปนี้

ธาตุ	การจัดเรียงอิเล็กตรอน
A	$[Ar]\ 4s^1$
D	$[Ar]\ 4s^2\ 3d^5$
E	$[Ar]\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^4$
G	$[Ar]\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^5$

จากข้อมูลข้างต้น ข้อใดผิด
    1. เลขออกซิเดชันของ D มีค่าสูงสุดเป็น +5
    2. ค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอนของ G > E > A
    3. ธาตุ A เมื่อเกิดสารประกอบกับคาร์บอนได้สูตรเป็น A_4C
    4. ธาตุ E สามารถเกิดสารประกอบไอออนิกกับ A ได้สารที่มีสูตรเป็น A_2E

38. (PAT มี.ค. 54) สารประกอบใดต่อไปนี้มีโครงสร้างแตกต่างจากข้ออื่น
    1. NF_3
    2. SO_3
    3. NO_3^-
    4. $B(C_6F_5)_3$

39. (PAT มี.ค. 54) เลขออกซิเดชันของคาร์บอนในหมู่คาร์บอกซิลิกในกรด $HOOC(CH_2)_3COOH$ มีค่าเท่าใด
    1. 1
    2. 2
    3. 3
    4. 4