

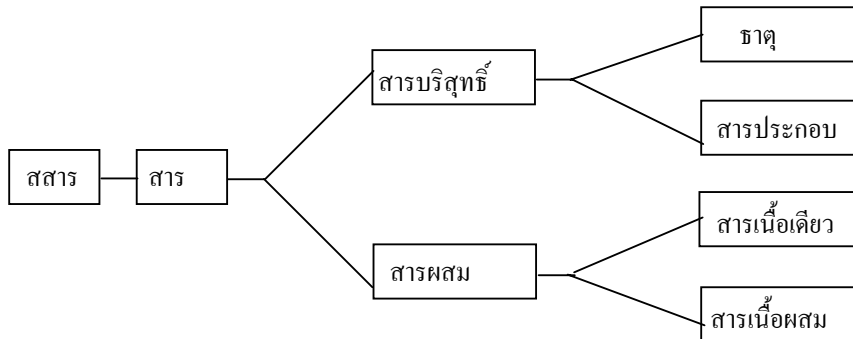


วิชาเคมี

โดย รศ. อินทิรา หาญพงษ์พันธ์ และ ผศ. ดร. บัญชา พูลโกคา

สถานะสสาร, ตารางธาตุ, โครงสร้างอะตอม, พันธะเคมี

การจำแนกสสาร



สสาร (Matter) หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่มีอยู่รอบๆ ตัวเรา มีขนาด ต้องการที่อยู่ มีมวล สัมผัสได้ เช่น อากาศ

สาร (Substances) คือ สิ่งหนึ่งของสสาร เช่น โด๊ยะ แก้ว คน ต้นไม้ อากาศ ก๊าซ O_2 เป็นต้น

สารบริสุทธิ์ เป็นสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบชนิดเดียวกันหมด มีสมบัติทั้งทางเคมี และกายภาพเหมือนกัน เช่น มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวคงที่ ได้แก่ ธาตุ สารประกอบ

ธาตุ : โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ (ดูจากตารางธาตุ)

ธาตุเป็นอะตอม มีสัญลักษณ์เขียนเป็นทั่วไป คือ X และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ คือ ${}^A_Z X$

ตัวอย่าง เช่น B, C และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ : ${}^{11}_5 B$ ${}^{12}_6 B$ ${}^{12}_6 C$ ${}^{13}_6 C$ ตามลำดับ

สารประกอบ : สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ อาจแบ่งเป็น สารประกอบไอออนิก และโคเวเลนต์

สารเนื้อเดียว หมายถึง สารที่เป็นเนื้อเดียวกันตลอด อาจเป็นสารบริสุทธิ์หรือไม่บริสุทธิ์ก็ได้ เช่น ทอง เงิน นาก น้ำเกลือ อากาศ เป็นต้น

สารเนื้อผสม หมายถึง สารไม่บริสุทธิ์ที่สามารถมองเห็นความแตกต่างได้ง่าย คือไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันนั่นเอง และสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย โดยการกรองด้วยกรวยกรอง หรือกรวยแยกได้

สมบัติของสสารหรือสาร แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สมบัติที่เกี่ยวกับสถานะ รูปร่าง กลิ่น สี รส การละลาย รวมทั้งจุดเดือด จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น
2. สมบัติทางเคมี เป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี เช่น การเผาไหม้ (การสันดาป) การสลายตัว การระเบิด

การเปลี่ยนแปลงของสาร แบ่งตามสมบัติของสาร ได้แก่

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้สารใหม่ เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างภายนอก และไม่ทำให้องค์ประกอบของสารเปลี่ยนแปลง เช่น เกลือละลายน้ำได้น้ำเกลือซึ่งยังมีความเข้มข้นของเกลืออยู่ ทุบน้ำตาลก้อนให้เป็นเกร็ดเล็กๆ



2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี จะได้สารใหม่ที่มีส่วนประกอบของสารใหม่แตกต่างไปจากสารเดิม สารใหม่ที่สามารถมองเห็นได้ชัด คือ ก๊าซ ตะกอน สีของสารเปลี่ยน

ตัวอย่างข้อสอบ

1. ข้อใดที่แยกตัวอย่างสารแต่ละประเภทถูกต้อง

ข้อ	ธาตุ	สารประกอบ	สารละลาย	คอลลอยด์	สารแขวนลอย
1	Ne	S ₈	3% H ₂ O ₂	กาวน้ำ	น้ำแข็ง
2	Na	Cl ₂	น้ำส้มสายชู	ควันไฟ	น้ำสนุ่
3	Fe	Fe ₂ O ₃	น้ำโซดา	น้ำมันลิเชล	น้ำสลัด
4	O ₂	H ₂ O	อากาศ	น้ำเต้าหู้	น้ำโคลน

วิธีทำ 1) ให้พิจารณา สารประกอบก่อน เพราะว่า

สารประกอบต้องมีสูตร = ธาตุ + ธาตุ เช่น Fe₂O₃ H₂O HCl

∴ ตัดข้อ 1, 2 ออก โอกาสถูกข้อ 3, 4

2) ให้พิจารณา สารแขวนลอย

สารแขวนลอยเป็นสารเนื้อผสม ตั้งทิ้งไว้จะตกตะกอนได้

∴ ข้อ 4 เป็นข้อถูก

2. สมบัติในการจำแนกสารเหล่านี้ ออกเป็นธาตุหรือสารประกอบ

สาร	ความหนาแน่น g/cm ³	จุดหลอมเหลว °C	สี	จำนวนธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
A	3.12	-7	น้ำตาลแดง	1
B	8.94	1083	น้ำตาล	1
C	2.11	334	ขาว	3
D	2.68	398	ส้ม	3

ข้อใดถูก

ข้อ	สาร	ธาตุหรือสารประกอบ	สมบัติที่ใช้
1	A	ธาตุ	จุดหลอมเหลว
2	B	ธาตุ	ความหนาแน่น
3	C	สารประกอบ	สี
4	D	สารประกอบ	จำนวนธาตุที่เป็นองค์ประกอบ

วิธีทำ หลัก ธาตุเป็นอะตอม มีสัญลักษณ์ เช่น คาร์บอน : C แคลเซียม : Ca

ส่วนสารประกอบ มีสูตร เท่ากับ ธาตุ + ธาตุ เช่น H₂O HCl NaCl

∴ ตอบข้อ 4 สาร D เป็นสารประกอบ

โจทย์จะถามเกี่ยวกับการแยกสาร

การแยกสาร เป็นการทำให้สารบริสุทธิ์ที่สามารถทำได้โดยวิธีทางกายภาพ และทางเคมี เช่น



การกรอง : โดยกรวยกรอง กรวยแยก

การกลั่น : กลั่นธรรมดา กลั่นลำดับส่วน

การตกผลึก : การสกัดด้วยตัวทำละลาย

การกรอง เป็นวิธีแยกของแข็งที่ไม่ละลายในของเหลวโดยกรองด้วยกรวยกรอง เช่น แยก $PbI_{2(s)}$ สีเหลือง ออกจากสารละลายผสมระหว่าง $Pb(NO_3)_2$ กับ KI

การตกผลึก เป็นวิธีแยกของแข็งที่รวมเป็นเนื้อเดียวกับตัวทำละลาย โดยทำให้สารละลายอิ่มตัวที่อุณหภูมิสูงแล้วลดอุณหภูมิลง จะได้ผลึกของแข็งแยกออกมา เช่น การตกผลึกของยูนิตี $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ในน้ำ

การสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นการแยกของผสมออกจากกันโดยอาศัยสมบัติการละลายของสารในของผสม

หลักสำคัญที่ต้องเลือกตัวทำละลายให้เหมาะสม ควรจะมีสมบัติโดยทั่วไป ดังนี้

1. ต้องละลายได้เพียงสารเดียว ไม่ละลายสิ่งเจือปน หรือสารอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ
2. ไม่ทำปฏิกิริยากับตัวละลายที่ต้องการแยก
3. หลังจากสกัดสารนั้นๆ ออกแล้ว นำไปใช้ได้ใหม่อีก
4. สามารถแยกออกจากสารละลายได้ง่าย

วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย สามารถแยกของผสมออกจากกันได้ทั้งในสถานะของแข็งของเหลว เช่น

ถ้าเป็นของผสมระหว่างของเหลว-ของเหลว เมื่อเติมตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้วจะได้สารละลายแยกเป็น 2 ชั้น จะแยกจากกันได้โดยใช้กรวยที่เรียกว่า **กรวยแยก** แยกสารตัวละลายออกจากกันแล้วนำไปกลั่นไล่ตัวทำละลายออก จะได้สารที่ต้องการ

ถ้าเป็นของผสมระหว่างของแข็ง-ของแข็ง เมื่อเติมตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้ว นำส่วนของแข็งที่ไม่ละลายไปกรองด้วยกรวยกรอง ส่วนที่เหลือที่เป็นสารละลายนำไปไล่ตัวทำละลายออก จะได้ของแข็งที่ละลายในตัวทำละลายนั้นๆ ตามต้องการ

ตัวอย่าง ของผสมระหว่าง NaCl-AgCl ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย

ของผสมระหว่าง เอทานอล-เบนซีน ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย

ของผสมระหว่าง ลูกเหม็น-เกลือแกง ใช้โทลูอีนเป็นตัวทำละลาย

ตัวอย่างข้อสอบ

A, B และ C เป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีจุดเดือด $40^\circ C$, $45^\circ C$ และ $110^\circ C$ A ไม่ละลายใน B และ C แต่ B ละลายใน C วิธีที่เหมาะสมในการแยกของเหลวทั้ง 3 ชนิดออกจากกัน คือข้อใด

1. นำของผสมมากลั่นแยก A, B และ C ออกตามลำดับ
2. กรอง A ออกจาก B และ C แล้วแยก B ออกจาก C ด้วยการกลั่น
3. กลั่น A ออกจาก B และ C ด้วยไอน้ำ แล้วแยก B ออกจาก C ด้วยการกลั่น
4. แยก A ออกจาก B และ C ด้วยกรวยแยก แล้วแยก B ออกจาก C ด้วยการกลั่น

วิธีทำ - โจทย์กำหนด A, B, C เป็นของเหลวไม่มีสี

- ของเหลว A ไม่ละลายในของเหลว B และ C

หลักการแยกของเหลวที่ไม่ละลายซึ่งกันและกัน จะใช้วิธีการแยกจากกันด้วยกรวยแยก

∴ ตอบข้อ 4



การกลั่น เป็นวิธีการทำให้สารให้บริสุทธิ์ ซึ่งเป็นที่นิยมกันมาก ใช้แยกได้ทั้งของเหลว-ของเหลวที่ละลายเป็นเนื้อเดียวกันออกจากกันโดยอาศัยจุดเดือดต่างกัน หลักการที่สำคัญ คือ ทำให้ของเหลวมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงจุดเดือด แยกไอของเหลวนั้นๆ ออกไปแล้วนำไปควบแน่น ทั้งนี้ของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำกว่าจะแยกออกไปก่อน

การกลั่นจะทำให้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ได้แก่ การกลั่นธรรมดา และการกลั่นลำดับส่วน

การกลั่นธรรมดา ใช้แยกสารละลายที่ประกอบด้วยตัวถูกละลายที่ระเหยยากกับตัวทำละลายที่ระเหยง่าย มักจะใช้กับของเหลวหรือสารละลายที่มีจุดเดือดของของผสมนั้นๆ ต่างกันมากๆ เช่น กลั่นน้ำออกจากน้ำเกลือ กลั่นน้ำออกจากน้ำเชื่อม

ถ้าสารละลายที่มีจุดเดือดของของผสมใกล้เคียงกัน และของผสมในของเหลวระเหยง่ายจะใช้วิธีการกลั่นธรรมดาไม่ได้ เช่น เอทานอล-น้ำ

การกลั่นลำดับส่วน ใช้แยกของเหลวที่มีในของผสมและมีจุดเดือดใกล้เคียงกัน และของเหลวนั้นๆ ระเหยได้ง่าย เช่น การกลั่นน้ำมันดิบ (Petroleum)

การกลั่นด้วยไอน้ำ ใช้แยกสารที่ระเหยง่าย และไม่ละลายน้ำ (เมื่อเย็นตัวลง) ออกจากสารผสม

ปกติวิธีนี้ใช้สกัดสารอินทรีย์ออกจากสารผสม เช่น สกัดน้ำมันหอมระเหยออกจากพืช เป็นต้น

การแยกสารอีกวิธีหนึ่งที่ข้อสอบออกมาก ก็คือ วิธีโครมาโทกราฟี เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งสำหรับทำให้สารบริสุทธิ์ ปกติจะใช้แยกสารที่มีสีออกจากกัน

หลักสำคัญการแยกวิธีนี้ คือ อาศัยการละลาย การดูดซับ สารที่จะแยกออกจากกันควรละลายได้ไม่เท่ากัน และถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับได้ไม่เท่ากัน จะพิจารณาได้ว่า

สารที่ละลายในตัวทำละลายได้ดี แต่ถูกซับได้น้อยจะแยกออกมาก่อน ในขณะที่สารที่ละลายได้น้อยแต่ถูกดูดซับมากจะแยกออกมาทีหลัง โดยทั่วไปสารแต่ละชนิดจะละลายในตัวทำละลายได้ต่างกัน และการดูดซับก็ต่างกันหรือไม่เท่ากัน จึงทำให้อัตราการเคลื่อนที่ไปพร้อมกันของตัวทำละลายได้ไม่เท่ากัน จึงทำให้แยกออกจากกันได้ง่าย

การเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมจึงจำเป็นอย่างยิ่งในการแยกสารที่ใช้วิธีโครมาโทกราฟี ตัวทำละลายที่นิยมใช้มาก ได้แก่ เฮกเซน ปิโตรเลียมอีเทอร์ คลอโรฟอร์ม เบนซีน และ อะซีโตน เป็นต้น ส่วนตัวดูดซับที่ใช้กันมากคือ อลูมินา (Al_2O_3) และ ซิลิกาเจล (SiO_2)

ข้อจำกัดของโครมาโทกราฟี คือ ไม่สามารถแยกสารที่มีการเคลื่อนที่ไปบนตัวดูดซับได้ไม่เท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน

โครมาโทกราฟีที่นักเรียนระดับมัธยมปลายศึกษา ก็คือ โครมาโทกราฟีกระดาษ จะใช้ค่าคงที่เฉพาะตัวตรวจสอบชนิดของสาร เรียกว่า R_f value (= Retardation factor) ซึ่งหมายถึง อัตราส่วนระหว่าง ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ ต่อระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่

$$\therefore R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}}$$

ตัวอย่างข้อสอบ Entrance

1. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. ตะปูเหล็กเกิดสนิม การเผาต่างทับทิม การระเหยแอลกอฮอล์ เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี



- ข. ทองเหลือง น้ำทะเล น้ำโซดา จัดเป็นสารเนื้อเดียวประเภทสารละลาย
- ค. สมบัติของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการตกผลึก คือ ต้องละลายสารที่จะตกผลึกได้มากที่สุดที่อุณหภูมิสูง และละลายได้น้อยที่อุณหภูมิต่ำ
- ง. การละลายประเภทคายความร้อนเกิดจากพลังงานที่ใช้แยกอนุภาคของสารออกจากกันมีปริมาณมากกว่าพลังงานที่เกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารกับโมเลกุลของตัวทำละลาย
- คำกล่าวข้อใดถูกต้อง

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

วิธีทำ เราทราบว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นต้องมีสารใหม่เกิดขึ้น ได้แก่ ก๊าซ ตะกอน และสีของสารเปลี่ยนไป เมื่อนำสาร 2 ชนิดมาทำปฏิกิริยาต่อกัน

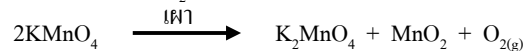
จาก (1) ตะปูเหล็กเกิดสนิม

สนิมเป็นสารใหม่มีสูตร Fe_2O_3 เหล็กเป็นธาตุ คือ Fe

ตะปูเหล็กเป็นสนิมได้ต้องมี เหล็ก น้ำ อากาศ



การเผาด้วยแท่งไม้ ได้ก๊าซ O_2 ตามสมการ



การระเหยแอลกอฮอล์ เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอ ไม่ใช่ปฏิกิริยาเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

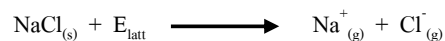
ตัดข้อ 1 และ 4 ทิ้งไป

พิจารณาข้อ ง เพราะว่าสารที่เป็นของแข็งจะละลายในตัวทำละลายได้ มีพลังงานเกี่ยวข้องกับอยู่ 2 ชนิด คือ

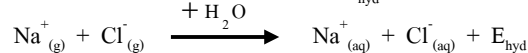
1. พลังงานโครงผลึก หรือ Lattice Energy (E_{latt}) เป็นพลังงานที่ใช้สลายสารให้เป็นอนุภาค หรืออนุภาคคายพลังงานออกเพื่อรวมเป็นสาร
2. พลังงานไฮเดรชัน หรือ Hydration Energy (E_{hyd}) หมายถึง พลังงานที่อนุภาคหรือไอออนคายออกเมื่อรวมกับน้ำหรือตัวทำละลาย

ตัวอย่าง แกลือแกง NaCl ที่เป็นของแข็งละลายในน้ำ เขียนเป็นปฏิกิริยาการละลายของ $NaCl_{(s)}$ ได้ดังนี้

1. $NaCl_{(s)}$ แยกเป็นไอออนโดยใช้พลังงาน E_{latt}



2. ไอออน (g) รวมกับน้ำจะคายพลังงาน E_{hyd}



$$\therefore \text{พลังงานการละลายน้ำ} = E_{\text{การละลาย}} = E_{latt} - E_{hyd} = \pm X \text{ kJ}$$

ถ้าเป็น +X แสดงว่า เป็นการละลายชนิดดูดพลังงาน

ถ้าเป็น -X แสดงว่า เป็นการละลายชนิดคายพลังงาน

หรือ +X ได้จาก $E_{latt} > E_{hyd}$

-X ได้จาก $E_{latt} < E_{hyd}$

ข้อ ง จึงเป็นข้อที่ผิด \therefore ตอบข้อ 3 (ข้อ ข และ ค)

2. สารในข้อใดที่แยกออกจากกันได้ด้วยวิธีการอง



1. $S + CS_2$ 2. $I_2 + C_2H_5OH$ 3. $AgCl + NH_3(aq)$ 4. $BaSO_4 + H_2O$

วิธีทำ ตามข้อ 1. S : กำมะถัน ละลายได้ดีในคาร์บอนไดซัลไฟด์

2. I_2 : ไอโอดีน ละลายได้ใน Ethanol = C_2H_5OH

3. $AgCl$: Silver chloride ละลายในน้ำ ammonia

∴ ตอบข้อ 4

3. ของผสมประกอบด้วยเทียนไข น้ำตาล เกลือ ลูกเหม็น ปนกันอยู่ วิธีใดเหมาะสมที่สุด เพื่อใช้ลูกเหม็นออกจากของผสมให้ได้สารบริสุทธิ์

1. อุ่นของผสมให้ค่อยๆ ร้อนขึ้น 2. สกัดของผสมด้วยเฮกเซน
3. ละลายของผสมด้วยน้ำ 4. เผาของผสมให้ร้อน

วิธีทำ สิ่งที่เราต้องรู้ คือ ลูกเหม็นระเหิดได้ง่าย

∴ ใช้วิธีค่อยๆ อุ่นให้ร้อน ลูกเหม็นก็จะระเหิดเป็นไอได้เร็วขึ้น

นำไอลูกเหม็นไปควบแน่น ก็จะได้ลูกเหม็นบริสุทธิ์

สารที่เหลือระเหยยาก ถ้าใช้วิธีอื่นไม่ใช่เผา

∴ ข้อ 1 เป็นข้อถูก

4. สาร A, B, C, X, Y และ Z เป็นสารที่มีสี ในการทำโครมาโทกราฟีชนิดกระดาษของสาร A, B และ C ใช้ตัวทำละลายชนิดที่ 1 ส่วนของสาร X, Y และ Z ใช้ตัวทำละลายชนิดที่ 2 ได้ผลการ ทดลองดังนี้

สาร	ค่า R_f		
A	0.40		
B	0.30	0.50	0.70
C	0.60	0.80	
X	0.30	0.70	0.80
Y	0.55		
Z	0.60	0.80	

พิจารณาข้อสรุปต่อไปนี้

- ก. สาร A และ Y เป็นสารบริสุทธิ์
ข. สาร C และ Z เป็นของผสมชนิดเดียวกัน
ค. สาร B, C, X และ Z เป็นของผสม
ง. สาร B และ X มีส่วนผสมบางตัวเหมือนกัน

ข้อใดถูกต้อง

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



วิธีทำ การแยกสาร โดยวิธี โครมาโทกราฟี โดยใช้วิธีวัดค่า R_f

ถ้าวัดค่า R_f ได้เพียงค่าเดียว จะบอกได้ว่า สารนั้นน่าจะเป็นสารบริสุทธิ์ หรืออาจมีสารอื่นที่ไม่มีสีเจือปนก็ได้ แต่
ถ้าวัดค่า R_f ได้หลายค่า แสดงว่าสารนั้นไม่บริสุทธิ์

ดังนั้น ค่า R_f ของข้อ ค เป็นข้อถูกต้อง เพราะว่าค่า R_f ของสาร B, C, X และ Y มีหลายค่า

ตามข้อ ง บอกไม่ได้ เพราะที่ใช้ตัวทำละลายคนละชนิด

5. สมบัติของสาร A, B, C และ D ในตาราง

สาร	สมบัติ	การละลายในตัวทำละลาย	การดูดซับบนตัวดูดซับ
		X	Y
A		++++	+
B		++	++
C		++	+++
D		+	++++

(เครื่องหมาย + หมายถึง ความสามารถในการละลาย)

ถ้านำของผสมที่ประกอบด้วยสาร A สาร B สาร C และ สาร D อย่างละเท่าๆ กันมาแยกโดยวิธีโครมาโทกราฟี คอลัมน์ที่

ใช้สาร Y เป็นตัวดูดซับ และชะด้วยตัวทำละลาย X

ข้อใดผิด

1. สาร A จะถูกชะออกมาก่อน
2. สาร D จะถูกชะออกเป็นลำดับสุดท้าย
3. สาร B และสาร C จะแยกจากกันไม่ได้
4. สามารถแยกสาร A และสาร D ได้อย่างบริสุทธิ์

วิธีทำ จากเครื่องหมาย + ที่กำหนดให้ แสดงว่า

ข้อ 1 ข้อ 2 ถูกต้อง

จากข้อ 4 พิจารณาจากการละลายในตัวทำละลาย และการดูดซับ แสดงว่าสามารถแยก A และ D ออกจากกันได้

จึงเป็นข้อถูก

∴ ข้อ 3 เป็นข้อผิด

แสดงว่า B และ C แยกจากกัน โดยดูการดูดซับ Y ได้ต่างกัน ถึงแม้ไม่มากนัก อาจใช้คอลัมน์ยาวๆ ก็จะแยกจากกันได้

พลังงานกับการเปลี่ยนแปลง

พลังงาน หมายถึง ความสามารถในการทำงาน มีทั้งพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ นอกจากนี้ยังมีพลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน พลังงานแสง และพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาเคมี เป็นต้น

กฎของพลังงาน กล่าวว่า พลังงานเป็นสิ่งที่ไม่มีการสูญหาย และไม่มีการสร้างขึ้นมาใหม่ แต่สามารถเปลี่ยนรูปได้จากรูปหนึ่งไปยังรูปหนึ่ง เช่น การเปลี่ยนพลังงานเคมีในแบตเตอรี่รถยนต์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้า (จากกฎทรงมวลแห่งสสารและพลังงาน)

สูตรสัมพันธ์ระหว่างมวลของสารและพลังงาน ตามกฎของไอน์สไตน์ (Einstein) เสนอสูตร

$$E = mc^2$$

E = พลังงาน, m = มวลของสาร, c = ความเร็วของแสง

ระบบและสิ่งแวดล้อม

ระบบ หมายถึง สิ่งที่กำลังศึกษาอยู่ มีขอบเขตแน่นอน

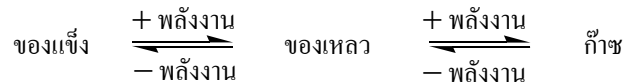
สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่อยู่ล้อมรอบระบบ อาจมีผลต่อระบบหรือไม่ก็ได้

ระบบ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ระบบปิด มวลสารคงที่ ถ่ายเทพลังงานให้กับสิ่งแวดล้อม เช่น ปล่อยน้ำร้อนในภาชนะที่ปิดฝาไว้ในอากาศ
2. ระบบเปิด มวลสารและพลังงานถ่ายเทให้กับสิ่งแวดล้อม เช่น ต้มน้ำในกาน้ำ
3. ระบบอิสระ มวลสารและพลังงานของระบบคงที่ ไม่มีการถ่ายเทให้กับสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำร้อนในกระติกน้ำร้อน

การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบมี 2 ประเภท คือ

1. การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน เช่น การเผาไหม้
2. การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน เช่น การละลายน้ำแข็ง NH_4NO_3 ละลายน้ำ เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงสถานะกับพลังงาน

การเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร มีพลังงานเกี่ยวข้อง 2 ประเภท

1. ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว เป็นพลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนของแข็งให้เป็นของเหลวที่อุณหภูมิคงที่ เช่น ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวน้ำแข็งเท่ากับ 334.8 kJ/kg หมายความว่า ถ้าต้องการทำให้น้ำแข็ง 1 kg ที่ 0°C กลายเป็นน้ำ 1 kg ต้องใช้ความร้อน 334.8 kJ
2. ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ ใช้ในการเปลี่ยนของเหลวให้เป็นไอที่อุณหภูมิคงที่ เช่น ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอน้ำเท่ากับ 2,256 kJ/kg หมายความว่า ต้องใช้ความร้อน 2,256 kJ ผ่านน้ำ 1 kg ที่ 100°C จึงจะได้ไอน้ำ 1 kg ที่ 100°C

พลังงานการละลาย

การละลายได้ของสารจะต้องใช้หรือคายพลังงานก็ได้ ทั้งนี้จะเกี่ยวข้องกับพลังงาน 2 ประเภท คือ พลังงานโครงร่างผลึก

(Lattice Energy : E_{latt}) และพลังงานไฮเดรชัน (Hydration Energy : E_{hyd})

จะคำนวณหาค่าพลังงานได้จากสูตร

$$\Delta H = ms\Delta T$$

ΔH = พลังงานการละลาย

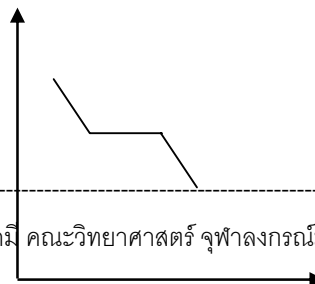
m = มวลของตัวทำละลาย

s = ความร้อนจำเพาะของสารละลาย

ΔT = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

ตัวอย่างข้อสอบ

1. กราฟตามข้างล่างนี้ เป็นผลการทดลองข้อใด





1. การให้ความร้อนแก่แก๊สไอโอดีน อุณหภูมิ
2. การลดอุณหภูมิของน้ำร้อน
3. การลดอุณหภูมิของน้ำแข็ง
4. การลดอุณหภูมิของน้ำเกลือ

เวลา

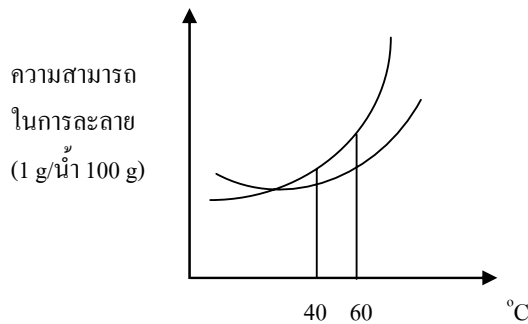
วิธีทำ ตามข้อ 1 การให้ความร้อนแก่ไอโอดีน ต้องจากอุณหภูมิต่ำไปสูง ข้อนี้จึงเป็นข้อผิด

2 น้ำร้อนมีอุณหภูมิสูง เมื่อลดอุณหภูมิจะได้กราฟที่มีลักษณะอุณหภูมิตกลงจากสูงไปต่ำ ณ อุณหภูมิคงที่จะทำให้ น้ำร้อนเปลี่ยนสถานะ

ข้อนี้จึงเป็นข้อถูก

3 อุณหภูมิของน้ำแข็ง 0°C คงจะไม่ตกลงลดอุณหภูมิของน้ำแข็งที่อุณหภูมิห้อง

2. กราฟต่อไปนี้แสดงความสามารถในการละลายของสาร X และสาร Y ในน้ำ



นำสาร X และสาร Y ไปละลายน้ำในภาชนะเดียวกัน จนสาร X และ Y อิ่มตัวที่อุณหภูมิ 60°C แล้วค่อยๆ ลดอุณหภูมิจนเป็น 40°C พบว่ามีตะกอนอยู่ที่ก้นภาชนะ ตะกอนนี้คือสารใด

1. สาร X อย่างเดียว
2. สาร Y อย่างเดียว
3. สาร X ปนสาร Y แต่มีสาร X มากกว่า
4. สาร X ปนสาร Y แต่มีสาร Y มากกว่า

วิธีทำ พิจารณาจากกราฟ

ที่ 60°C สาร X ละลายได้มากกว่าสาร Y

ที่ 40°C สาร X ก็ยังละลายได้มากกว่าสาร Y

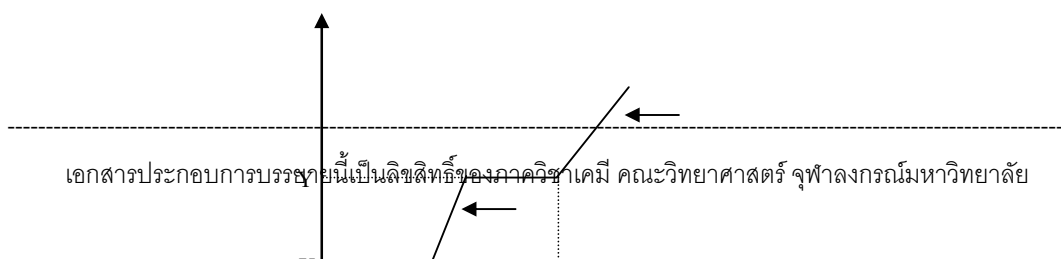
ช่วงที่สาร Y ละลายได้ที่ 60°C ต่างกับที่ 40°C มาก

ช่วงที่สาร Y ละลายที่ 60°C มากกว่าที่ 40°C เล็กน้อย

\therefore ที่ 40°C จึงมี X ตกผลึกมากกว่า Y

จึงตอบข้อ 3

3. พิจารณากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับพลังงานที่ให้กับสาร A 1 โมล





อุณหภูมิ

ก๊าซ

ของเหลว

/

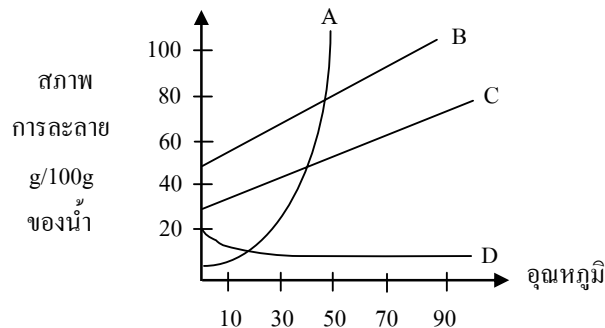
ข้อสรุปใดถูก

1. ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของ A มีค่าเท่ากับ $E_1 - E_2$ kJ
2. ของเหลว A ที่อุณหภูมิ $Y^\circ\text{C}$ เปลี่ยนเป็นของเหลว A ที่อุณหภูมิ $X^\circ\text{C}$ ต้องคายพลังงานออกมาเท่า $E_2 - E_3$ kJ
3. ของเหลว A ที่อุณหภูมิ $Y^\circ\text{C}$ ใช้พลังงาน $E_4 - E_3$ เพื่อเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอที่ $Y^\circ\text{C}$
4. ไอของสาร A เปลี่ยนสถานะกลายเป็นของแข็ง A ต้องคายพลังงาน $E_4 - E_2$ kJ

วิธีทำ พิจารณาจากกราฟ

ที่ E_1 คือ พลังงานที่อุณหภูมิหนึ่ง สาร A ของแข็งจะเปลี่ยนเป็นของเหลว เรียกว่า จุดหลอมเหลว
 ที่ $E_1 \rightarrow$ ที่ E_2 เป็นพลังงานที่สาร A ใช้เปลี่ยนสถานะเพื่อเป็นของเหลว เรียกว่า พลังงานหรือความร้อนแฝง
 ของการหลอมที่อุณหภูมิตั้งที่ $X^\circ\text{C} = (E_2 - E_1)$ kJ
 ที่ E_3 คือ พลังงานที่ของเหลว A เปลี่ยนสถานะเป็นไอ ณ อุณหภูมิหนึ่ง เรียกว่า จุดเดือด
 ที่ $E_3 \rightarrow$ ที่ E_4 คือ พลังงานที่ของเหลวใช้เปลี่ยนสถานะไปเป็นไอ เรียกว่า ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว
 ณ อุณหภูมิตั้งที่ $Y^\circ\text{C} = (E_4 - E_3)$ kJ
 \therefore ข้อ 3 เป็นข้อถูก

4. กราฟแสดงความสัมพันธ์ของความสามารถในการละลายน้ำของเกลือ A, B, C และ D มีดังนี้



ข้อสรุปใดผิด

1. อุณหภูมิที่มีผลต่อการละลายของเกลือ A มากกว่าการละลายของเกลือ C
2. เกลือ B ละลายน้ำได้ดีกว่าเกลือ C ทุกๆ อุณหภูมิ



3. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แก๊ส B ละลายน้ำได้มากขึ้น
4. การละลายของแก๊ส D เป็นกระบวนการดูดความร้อน

วิธีทำ พิจารณาจากข้อสรุป

จากข้อ 4 แก๊ส D ละลายน้ำได้น้อยลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่ม

แสดงว่า เป็นการละลายชนิดคายพลังงาน

แก๊ส D + น้ำ \longrightarrow สารละลายแก๊ส + พลังงาน

\therefore ข้อ 4 เป็นข้อผิด

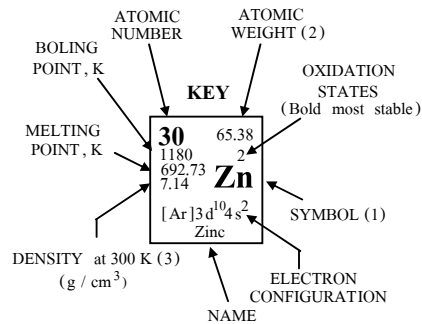


ตารางธาตุ และสมบัติของธาตุ

โครงสร้างอะตอม พันธะเคมี

โดย รศ. อินทรีฯ หาญพงษ์พันธ์ และ ผศ. ดร. บัญชา พูลโกคา

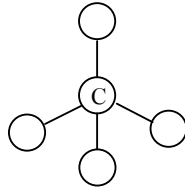
1. การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ
2. การจัดเรียงอิเล็กตรอนของอะตอม
3. เลขอะตอม
4. ขนาดอะตอม
5. ค่า IE EN EA และการเป็นอโลหะ
6. จุดเดือด จุดหลอมเหลว
7. โครงสร้างอะตอม พันธะเคมี
8. ค่า Σ^0 และเลขออกซิเดชัน
9. การเกิดสารประกอบออกไซด์ ซัลไฟด์ คลอไรด์
10. โลหะแทรนซิชัน และสารประกอบเชิงซ้อน





วิชา เคมีทั่วไป
เรื่อง พันธะเคมี

รศ. อินทิรา หาญพงษ์พันธ์
ผศ. ดร. บัญชา พูลโกคา



พันธะเคมี หมายถึง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค เพื่อความคงตัวหรือเสถียรภาพของสารนั้นๆ เกิดจาก

1. การให้และการรับอิเล็กตรอนระหว่างอนุภาค
2. การใช้อิเล็กตรอนร่วมกันระหว่างอนุภาค

แบ่งออกเป็น 4 ประเภท

1. พันธะไอออนิก
2. พันธะโควาเลนต์
3. พันธะโลหะ
4. พันธะไฮโดรเจน

พันธะไอออนิก หมายถึง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนของสารประกอบไอออนิกเข้าไว้ด้วยกันตามกฎคูลอมบ์

พลังงานที่เกิดจากแรงยึดเหนี่ยวไอออนบวกและไอออนลบของสารประกอบไอออนิก เรียกว่า แรงขั้ว หรือกล่าวได้ว่าสารประกอบไอออนิกยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงไฟฟ้า หรือพันธะไอออนิกเกิดจากการรวมตัวทางเคมีหรือปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะกับอโลหะ

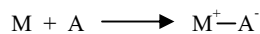
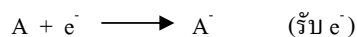
โลหะให้ e^- ไปเปลี่ยนเป็นไอออนบวก

อโลหะรับ e^- เปลี่ยนเป็นไอออนลบ

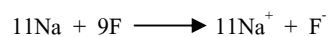
กำหนดให้

M = Metal แทน โลหะ

A หรือ X แทน อโลหะ



เช่น NaF





การเกิดสารประกอบไอออนิก จะมีพลังงานเกี่ยวข้อง 5 ชนิด คือ

1. พลังงานการระเหิด ΔH_{sub}
2. พลังงานการสลายพันธะ ΔH_{dis} หรือ $D_{(A-A)}$
3. พลังงานไอออไนเซชัน IE
4. พลังงานอิเล็กตรอนแอฟินิตี้ EA
5. พลังงานโครงร่างผลึก $\Delta H_{\text{latt}} = U$

การละลายน้ำ สารประกอบไอออนิกที่ละลายน้ำได้ดี คือ

สารประกอบของโลหะหมู่ I (เช่น Na, K)

สารประกอบของหมู่ NH_4^+

สารประกอบของหมู่ NO_3^- , CH_3COO^-

การละลายน้ำของสารประกอบมีพลังงานเกี่ยวข้อง 2 ชนิด คือ

1. พลังงานโครงร่างผลึกใช้สลายโครงผลึก

$$\Delta H_{\text{โครงร่างผลึก}} = \Delta H_{\text{latt}}$$

2. พลังงานไฮเดรชัน หมายถึง

$$\begin{aligned} \text{พลังงานคายออกมาเมื่อ ไอออนรวมกับน้ำ} &= \Delta H_{\text{hyd}} \\ &= \Delta H_{\text{ไฮเดรชัน}} \end{aligned}$$

สูตรที่ใช้คำนวณพลังงานการละลาย

1. ΔH ของการละลาย $= \Delta H_{\text{latt}} - \Delta H_{\text{hyd}}$
 ΔH การละลายมีค่าเป็นลบ แสดงว่าละลายได้ชนิดคายพลังงาน
 ΔH การละลายมีค่าเป็นบวก แสดงว่าละลายได้ชนิดดูดพลังงาน
2. ΔH การละลาย $= MS\Delta T$

M = มวลของตัวทำละลาย

S = ความร้อนจำเพาะของน้ำ

ΔT = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

สารประกอบไอออนิก

- ไม่มีสูตรโมเลกุล
- เป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า
- การนำไฟฟ้าจะลดลงถ้าอุณหภูมิเพิ่ม
- นำไฟฟ้าได้ ถ้าหลอมเหลวเป็นสารอิเล็กโทรไลต์

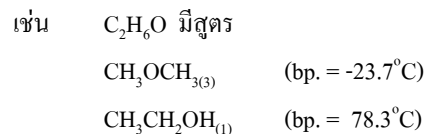
โมเลกุลโคเวเลนต์ สารประกอบโคเวเลนต์มี 2 ประเภท

1. มีสูตรโมเลกุล เรียกว่า โมเลกุลโคเวเลนต์ มักเป็นโมเลกุลเดี่ยว ขนาดเล็ก มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวที่แน่นอนแต่ค่อนข้างต่ำ เช่น น้ำ (H_2O), CO_2
2. ไม่มีสูตรโมเลกุล เรียกว่า โครงผลึกตาข่าย มักมีขนาดใหญ่และมีจำนวนอะตอมไม่แน่นอน มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง เพราะมีจำนวนอะตอมยึดเหนี่ยวต่อเนื่องกันคล้ายตาข่าย เช่น เพชร, แกรไฟต์, SiO_2 , SiC

สมบัติทั่วไปของโมเลกุลโคเวเลนต์

1. จุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำ
2. การละลายน้ำ ละลายได้ดีเป็นโมเลกุลมีขั้ว
3. การนำไฟฟ้า ไม่นำไฟฟ้า
4. รูปร่างโมเลกุล หรืออัตราส่วนจำนวนโมลแน่นอน

โมเลกุลบางชนิดมีสูตรเหมือนกัน แต่มีสูตรโครงสร้างแตกต่างกัน ทำให้สมบัติบางอย่างแตกต่างกัน เรียกว่า เป็นไอโซเมอร์กัน



ทั้งจุดเดือด จุดหลอมเหลว กลิ่น การละลายน้ำ สถานะจะแตกต่างกันด้วย ดังนั้นโครงสร้างของโมเลกุลมีผลโดยตรงต่อสมบัติของสาร

ปัจจัยที่สำคัญในการพิจารณา รูปร่างโมเลกุล

1. ชนิดอะตอมกลาง
2. จำนวนพันธะรอบๆ อะตอมกลาง
3. จำนวน e⁻ คู่โดดเดี่ยวรอบๆ อะตอมกลาง

การศึกษาโครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนต์ ว่าด้วย

1. รูปร่างโมเลกุล
2. มุมของอะตอมกลาง
3. ขั้วพันธะ
4. ขั้วโมเลกุล

กำหนดให้ A เป็นอะตอมกลาง

B เป็นตัวล้อมอะตอมกลาง

สูตรทั่วไปของโมเลกุลโคเวเลนต์

1. A โมเลกุลธาตุเดี่ยว (monatomic) ได้แก่ ก๊าซเดี่ยว He, Ne, Ar, Kr, Xe และ Rn
2. A_2 โมเลกุลเดี่ยว (diatomic) เช่น $H_2, N_2, O_2, F_2, Cl_2, Br_2, I_2$
3. $AB = A + B$ เช่น HCl, CO, NO, BrCl
4. $AB_2 = A + 2B$ อะตอมกลาง A ได้แก่ หมู่ II : Be และหมู่ VI เช่น O, S
ตัวล้อมอะตอมกลาง เช่น H



	หมู่ II	หมู่ VI
โครงสร้างอะตอม	H-Be-H	
มุม	180°	104.5°
พันธะ	(H-Be) มีขั้ว	(H-O) มีขั้ว
ตัวล่อมอะตอมกลาง	2H	2H และ e ⁻ คู่ว่าง
โมเลกุล	ไม่มีขั้ว	มีขั้ว
ตัวอย่าง	BeH ₂ , CO ₂ HCN (มีขั้ว)	SO ₂ , O ₃ H ₂ O, H ₂ S, ClO ₂ ⁻ , NO ₂ ⁻

5. $AB_3 = A + 3B$

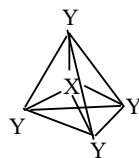
อะตอมกลาง A ได้แก่ หมู่ III : B และหมู่ V : N หรือ P
ตัวล่อมอะตอมกลาง เช่น H

	หมู่ III	หมู่ V
สูตรโครงสร้าง		
มุม	120°	107.3°
พันธะ	(H-B) มีขั้ว	(H-N) มีขั้ว
ตัวล่อมอะตอมกลาง	3H	3H และ e ⁻ คู่ว่าง
โมเลกุล	ไม่มีขั้ว	มีขั้ว
ตัวอย่าง	BH ₃ , SO ₃ CO ₃ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , H ₂ CO ₃ (มีขั้ว)	H ₃ O ⁺ , SO ₃ ²⁻ ClO ₃ ⁻ , NH ₃ , PH ₃

6. $AB_4 = A + 4B$

อะตอมกลาง A ได้แก่ หมู่ IV : C
V : N, P
VI : S
VII : Cl

สูตรโครงสร้าง รูปเหลี่ยมสี่หน้า



พันธะ (X-Y) เป็นธาตุต่างกัน พันธะมีขั้ว มุม ณ จุดศูนย์กลาง = 109.5° เช่น



IV	V	VI	VII
CH ₄	NH ₄ ⁺	SO ₄ ²⁻	ClO ₄ ⁻
	PO ₄ ³⁻		

เวเลนซ์อิเล็กตรอนของ

CH ₄	=	4+(1x4)	=	8
NH ₄ ⁺	=	5+(4x1)-1	=	8
SO ₄ ²⁻	=	6+(4x6)+2	=	32
ClO ₄ ⁻	=	7+(4x6)+1	=	32
PO ₄ ³⁻	=	5+(4x6)+3	=	32

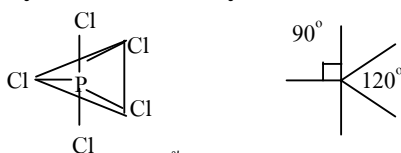
7. $AB_5 = A + 5B$

อะตอมกลาง A ได้แก่ หมู่ V : ₁₅P

$${}_{15}P = 2, 8, 5$$

ตัวล้อมอะตอมกลาง เช่น Cl

สูตร โครงสร้างปิรามิดคู่ฐานสามเหลี่ยม



พันธะ (P-Cl) เป็นธาตุต่างกัน พันธะมีขั้ว

Cl เป็นตัวล้อมรอบเหมือนกัน โมเลกุลไม่มีขั้ว, มุม 120° และ 90°

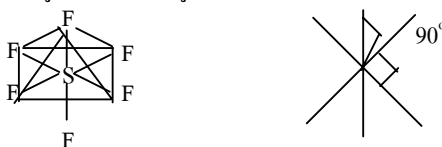
8. $AB_6 = A + 6B$

อะตอมกลาง A ได้แก่ หมู่ VI : ₁₆S

$${}_{16}S = 2, 8, 6$$

B ตัวล้อมอะตอมกลาง ได้แก่ F

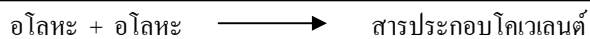
สูตร โครงสร้างรูปเหลี่ยมแปดหน้า



พันธะ (F-S) เป็นธาตุต่างกัน พันธะมีขั้ว Fเป็นตัวล้อมเหมือนกัน มุม F-S-F = 90° (มุมยอดและฐาน)

AB₅, AB₆ โมเลกุลไม่เป็นไปตามกฎออกเตด โครงสร้างมี 5, 6 พันธะ มี 10e⁻ และ 12e⁻ ตามลำดับ

สรุปเกี่ยวกับขั้วของพันธะ ขั้วโมเลกุล และมุม





ธาตุ	พันธะ	ค่า EN
เหมือนกัน	ไม่มีขั้ว	เท่ากัน
ไม่เหมือนกัน	มีขั้วแน่	ไม่เท่ากัน

ตัวล้อมอะตอมกลางต่างกัน โมเลกุลมีขั้ว

- สารใดมีจำนวนอิเล็กตรอนรวมของอะตอมในสารเท่ากัน จะมีแนวโน้มที่มีสูตร โครงสร้างเหมือนกัน
- หมู่มากขึ้น มุมเล็กลง

พันธะโลหะ เกิดจากอะตอมของโลหะใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ทำให้ภายในของผลึกโลหะมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้ตลอด

- นำความร้อน และนำไฟฟ้าได้ดี
- ตีแผ่เป็นแผ่นบาง ดึงเป็นเส้นได้
- จุดเดือด จุดหลอมเหลวสูงมาก ได้แก่

หมู่ I อัลคาไล Li, Na และ K

หมู่ II อัลคาไลน์เอิร์ธ Mg, Ca, Sr

โลหะทรานซิชัน Fe, Co, Ni, Cu

พันธะไฮโดรเจน เป็นแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดจากสารประกอบที่มี

H ต่อ N เช่น NH_3

H ต่อ O เช่น H_2O , alcohol, กรดอินทรีย์

H ต่อ F เช่น HF

ระดับพลังงาน

พันธะไฮโดรเจน > แรงขั้ว > แรงแวนเดอร์วาลส์

สรุปสั้นๆ เกี่ยวกับพันธะเคมี

โจทย์ถามพันธะตามหาโลหะ เพราะ

- โลหะ ให้อิเล็กตรอนไปเกิดบวก เกิดพันธะไอออนิก ขนาดจะเล็กลง
- อโลหะ รับหรือใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเกิดไอออนบวกหรือลบ ขึ้นอยู่กับค่า EN จะเกิดพันธะไอออนิก หรือพันธะโคเวเลนต์ก็ได้

โลหะที่ถามบ่อยๆ ได้แก่

- โลหะหมู่ I เช่น Li, Na, K
- โลหะหมู่ II เช่น Mg, Ca, Sr, Ba
- โลหะหมู่ III เช่น Al
- โลหะหมู่ IV เช่น Sn, Pb
- โลหะทรานซิชัน เช่น Fe, Cr, Cu, Zn, Ag

สิ่งที่จะศึกษาโมเลกุลโคเวเลนต์

1. รูปร่างโมเลกุล



2. มุมพันธะ
3. จำนวนพันธะ
4. อะตอมกลาง
5. อิเล็กตรอนคู่สร้างพันธะ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

e ⁻ คู่สร้างพันธะ	*e ⁻ คู่ว่าง	รูปร่าง	มุม ° (องศา)
2	- โซ่ตรง	 BeCl ₂ , HgCl ₂	180°
2	1 มุมงอ 2	 SO ₂ , O ₃ , NO ₂ ⁻ H ₂ O, ClO ₂ ⁻	104.5°
3	- สามเหลี่ยม แบนราบ	 BF ₃ , SO ₃ , CO ₃ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , CH ₂ O	120°
3	1 ปิรามิดฐาน สามเหลี่ยม	 NH ₃ , PH ₃ , SO ₃ ²⁻ , ClO ₃ ⁻	107.3°
4	- รูปเหลี่ยมสี่หน้า	 CH ₄ , SiH ₄ , NH ₄ ⁺ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ , ClO ₄ ⁻	109.5°
5	- ปิรามิดฐาน สามเหลี่ยม	 PCl ₅	120°, 90°
6	- รูปเหลี่ยมแปดหน้า	 SF ₆ , [Fe(CN) ₆] ⁴⁻	90°, 90°

* พิจารณาจากอะตอมกลางของสูตรอย่างน้อย 1 คู่

อะตอมกลางได้แก่ ธาตุในคาบ 2 และ 3 คือ

II	III	IV	V	VI	VII
Be	B	C	N	O	F



Si	P	S	Cl
----	---	---	----

โครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนต์มีผลโดยตรงต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสาร เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น กลไกการเกิด และปฏิกิริยาเคมี

ตาราง 1 สมบัติบางประการของก๊าซมีตระกูล

สัญลักษณ์	เลขอะตอม	การจัดเรียงอิเล็กตรอน	รัศมีอะตอม (pm)	พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 (kJ/mol)	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
He	2	2	93	2397	-270	-269
Ne	10	2, 8	112	2087	-249	-246
Ar	18	2, 8, 8	154	1527	-189	-186
Kr	36	2, 8, 18, 8	169	1357	-157	-152
Xe	54	2, 8, 18, 18, 8	190	1177	-112	-108
Rn	86	2, 8, 18, 32, 18, 8	220	1043	-71	-62

พิจารณาจาก

- การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน(n) = 2n²
จะได้จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน = 2 8 18 32 ... ≤ 8
- จำนวนธาตุในคาบจะสัมพันธ์กับจำนวนe/n = 2 8 18 18 32 ...

ตาราง 2 สมบัติบางประการของธาตุหมู่ 1

ธาตุ	เลขอะตอม	การจัดเรียงอิเล็กตรอน	รัศมีอะตอมในโลหะ* (pm)	พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 (kJ/mol)	จุดหลอมเหลว (°C)	ความหนาแน่น (g/cm ³)	E° (V) M ⁺ + e ⁻ → M
Li	3	2, 1	152	526	180	0.53	-3.05
Na	11	2, 8, 1	186	502	98	0.97	-2.71
K	19	2, 8, 8, 1	227	425	64	0.86	-2.92
Rb	37	2, 8, 18, 8, 1	248	409	39	1.53	-2.92
Cs	55	2, 8, 18, 18, 8, 1	265	382	28	1.89	-2.92

* รัศมีอะตอมในโลหะเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะยาวระหว่างนิวเคลียสของอะตอมที่อยู่ติดกันในผลึกของโลหะ

- เลขอะตอมของธาตุหมู่ VIII สัมพันธ์กับ e/n และ ธาตุ/คาบ ดังนี้
 $e/n = 2n^2$

ธาตุ/คาบ	เลขอะตอมของหมู่ VIII	ธาตุ	เรียง e/ คาบ
2	2	He	2
8	8	Ne	2 8



18	8	18	Ar	2 8 8
32	18	32	Kr	2 8 18 18 8
< 8	18	54	Xe	2 8 18 18 8
	32	86	Rn	2 8 18 32 18 8

ตาราง 3 สมบัติบางประการของธาตุในคาบที่ 2

ธาตุ สมบัติของธาตุ	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
เลขอะตอม	3	4	5	6	7	8	9	10
การจัดอิเล็กตรอน	2,1	2, 2	2, 3	2, 4	2, 5	2, 6	2, 7	2, 8
พลังงานไอออไนเซชัน ลำดับที่ 1 (kJ/mol)	526	906	807	1093	1407	1320	1687	2087
อิเล็กโทรเนกาติวิตี	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	-
รัศมีอะตอม (pm)	123*	89*	80*	77*	74*	74*	72*	160**
จุดหลอมเหลว (°C)	180	1280	2030	3500	-210	-218	-220	-249
ชนิดของธาตุ	โลหะ	โลหะ	กึ่งโลหะ	อโลหะ	อโลหะ	อโลหะ	อโลหะ	อโลหะ

* รัศมีโคเวเลนต์

** รัศมีวันเดอร์วาลส์

4. IE ของธาตุตามคาบเพิ่ม ตามหมู่ลด ค่า IE ของธาตุต่ำสุดตามเลขหมู่

5B เรียง e = 2 3

$IE_1 < IE_2 < IE_3 \ll IE_4 < IE_5$

800, 2500, 3600, 25,000, 32,000

ตาราง 4 สมบัติบางประการของธาตุในคาบที่ 3

ธาตุ สมบัติของธาตุ	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
เลขอะตอม	11	12	13	14	15	16	17	18
การจัดอิเล็กตรอน	2, 8, 1	2, 8, 2	2, 8, 3	2, 8, 4	2, 8, 5	2, 8, 6	2, 8, 7	2, 8, 8
พลังงานไอออไนเซชัน ลำดับที่ 1 (kJ/mol)	502	744	548	793	1018	1006	1257	1527
อิเล็กโทรเนกาติวิตี	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0	-
รัศมีอะตอม (pm)	157*	136*	125*	117*	110*	104*	99*	192**
จุดหลอมเหลว (°C)	98	649	660	1410	44	113	-101	-189
ชนิดของธาตุ	โลหะ	โลหะ	โลหะ	กึ่งโลหะ	อโลหะ	อโลหะ	อโลหะ	อโลหะ



* รัศมีโคเวเลนต์

** รัศมีวันเดอร์วาลส์

1. ธาตุ K, L และ M มีเลขอะตอม 10, 14 และ 20 ตามลำดับ ธาตุทั้งสามควรอยู่ในหมู่และคาบใดตามลำดับ

หมู่	คาบ	หมู่	คาบ
1.	2, 4, 8 และ 2, 3, 4	2.	4, 8, 2 และ 3, 2, 4
3.	4, 2, 8 และ 4, 3, 2	4.	8, 4, 2 และ 2, 3, 4

2. ถ้าธาตุ A, B, C, D มีเลขอะตอมเป็น 10, 20, 24 และ 36 ตามลำดับ ธาตุใดจัดเป็นธาตุแทรนซิชัน

1. A	2. B	3. C	4. D
------	------	------	------

3. ธาตุ 117 (สัญลักษณ์ A) ซึ่งเป็นธาตุที่ค้นพบใหม่ น่าจะมีสมบัติอย่างไร

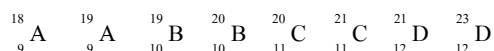
- (ก) เป็นของแข็งสีดำ มีสูตรโมเลกุล A_2
 (ข) เกิดสารประกอบธาตุคู่ได้หลายชนิด เช่น NaA , MgA_2 เป็นต้น
 (ค) มีขนาดอะตอมใหญ่ที่สุดในหมู่
 (ง) มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวต่ำกว่าทุกธาตุในหมู่เดียวกัน
- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1. (ข) และ (ค) | 2. (ข) และ (ง) |
| 3. (ก), (ข) และ (ค) | 4. (ก), (ข) และ (ง) |

4. ธาตุ J และ Q มีสัญลักษณ์ ${}_{10}^{22}J$ และ ${}_{16}^{24}Q$ ตามลำดับ ธาตุทั้งสองชนิดมีจำนวนโปรตรอนและนิวตรอนต่างกันเท่าใด

	จำนวนโปรตรอนที่ต่างกัน	จำนวนนิวตรอนที่ต่างกัน
1.	12	18
2.	12	12
3.	6	12
4.	6	6

5. ถ้าไอโซโทน คือ อะตอมจำนวนนิวตรอนเท่ากัน และ ไอโซบาร์ คือ อะตอมที่มีเลขมวลเท่ากัน

จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ต่อไปนี้



ข้อใดไม่ถูกต้อง

- | | |
|----|--|
| 1. | ${}_{9}^{18}A$ กับ ${}_{10}^{19}B$ เป็นไอโซโทน แต่ไม่เป็นไอโซบาร์ |
| 2. | ${}_{9}^{19}A$ กับ ${}_{12}^{23}D$ ไม่เป็นไอโซโทน และไม่เป็นไอโซบาร์ |
| | ${}_{11}^{20}C$ กับ ${}_{11}^{21}C$ |
| | ${}_{10}^{20}B$ กับ ${}_{11}^{21}C$ |



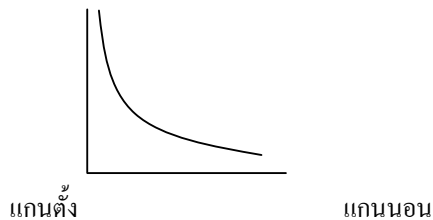
3. กัม ไม่เป็นไอโซโทน แต่เป็นไอโซโทป
4. กัม เป็นไอโซบาร์ แต่ไม่เป็นไอโซโทน
6. ถ้ายิง ${}^1_5\text{B}$ ด้วยรังสีแอลฟาได้นิวตรอนกับไอโซโทป X ซึ่งสลายตัวให้รังสีโพซิตรอนกับไอโซโทป Y X และ Y ควรมีสัญลักษณ์อะไรตามลำดับ
1. ${}^{13}_7\text{N}, {}^{13}_6\text{C}$ 2. ${}^{14}_7\text{N}, {}^{13}_6\text{C}$ 3. ${}^{14}_7\text{N}, {}^{12}_6\text{C}$ 4. ${}^{13}_7\text{N}, {}^{12}_6\text{C}$
7. จากสมการนิวเคลียร์ต่อไปนี้ ในข้อใดแผ่รังสีเบตา
1. ${}^{66}_{29}\text{Cu} \longrightarrow {}^{65}_{30}\text{Zn} + \dots\dots\dots$
2. ${}^{238}_{92}\text{U} \longrightarrow {}^{234}_{90}\text{U} + \dots\dots\dots$
3. ${}^{16}_6\text{C} \longrightarrow {}^{15}_6\text{C} + \dots\dots\dots$
4. ${}^{222}_{86}\text{Rn} \longrightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + \dots\dots\dots$
8. ข้อความเปรียบเทียบสมบัติของธาตุหมู่ 1 และหมู่ 2 ในคาบเดียวกันต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง
1. ธาตุหมู่ 2 มีรัศมีอะตอมใหญ่ธาตุหมู่ 1
 2. อะตอมของธาตุหมู่ที่ 2 มีมวลมากกว่าอะตอมของธาตุหมู่ที่ 1
 3. ธาตุหมู่ 2 มีความหนาแน่นมากกว่าธาตุหมู่ 1
 4. ธาตุหมู่ 2 มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงกว่าธาตุหมู่ 1
9. A เป็นธาตุหมู่ V คาบที่ 3 B มีเลขอะตอมสูงกว่า A อยู่ 5 และมีเลขมวล 40 C เป็นธาตุที่อยู่ถัด B ไปทางขวาและมีนิวตรอนมากกว่า B อยู่ 5 ข้อสรุปใดผิด
1. สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของ C คือ ${}^{45}_{21}\text{C}$
 2. ค่า IE_1 เปรียบเทียบกันได้ดังนี้ $B < C < A$
 3. C จัดเป็นอิเล็กตรอนดังนี้ 2, 8, 9, 2
 4. B เป็นโลหะทรานซิชัน
10. ธาตุ X Y และ Z มีเลขอะตอม 19 20 และ 37 ตามลำดับ การเปรียบเทียบสมบัติของ X Y และ Z ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง
1. อิเล็กโตรเนกาติวิตี $Y > X > Z$
 2. ขนาดอะตอม $Z > X > Y$
 3. พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 $X > Y > Z$
 4. จุดเดือดและจุดหลอมเหลว $Y > X > Z$
11. ธาตุ A และ B มีรัศมีอะตอม 180 และ 92 pm ตามลำดับ รัศมีไอออนของธาตุ A และ B เท่ากับ 90 และ 180 pm ตามลำดับ เลขอะตอมของ A และ B ตามลำดับในข้อใดเป็นไปได้มากที่สุด
1. 19, 35
 2. 20, 25
 3. 34, 37
 4. 30, 31



12. กำหนดเลขอะตอมของ O, F, Na, Mg และ Al เท่ากับ 8, 9, 11, 12 และ 13 ตามลำดับ การเรียงลำดับขนาดของไอออน O^{2-} , F^- , Na^+ , Mg^{2+} และ Al^{3+} ในข้อใดถูก

1. $O^{2-} > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+}$
2. $Al^{3+} > Mg^{2+} > Na^+ > F^- > O^{2-}$
3. $Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+} > O^{2-} > F^-$
4. $O^{2-} > F^- > Al^{3+} > Mg^{2+} > Na^+$

13. กราฟต่อไปนี้ใช้แสดงความสัมพันธ์ในข้อใดไม่ได้



1. IE_1 เลขอะตอมของ He, Ne, Ar, Kr, Xe
2. รัศมีอะตอม เลขอะตอมของ Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl
3. จุดหลอมเหลว เลขอะตอมของ Li, Na, K, Rb, Cs
4. $E^{\circ}(M^+ + e^- \rightarrow M)$ เลขอะตอมของ Li, Na, K, Rb, Cs

14. กำหนดสมบัติของธาตุ A B C และ D ดังนี้

ธาตุ	สมบัติ
A	เป็นของแข็ง กลอไรด์ของ A เป็นของเหลวไม่ละลายน้ำ ออกไซด์ของ A เป็นก๊าซที่เมื่อผ่านสารละลาย $Ca(OH)_2$ เกิดตะกอนขุ่นขาว
B	เป็นของแข็ง ว่องไวต่อปฏิกิริยามาก มีค่า $IE_1 = 495 \text{ kJ/mol}$ และ $IE_2 = 4562 \text{ kJ/mol}$
C	เป็นก๊าซ โมเลกุลเป็นอะตอมเดี่ยว ไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยา
D	เป็นก๊าซ โมเลกุลเป็นอะตอมคู่ ทำปฏิกิริยากับธาตุ B ได้สาร B_2D

การเรียงลำดับธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนจากมากไปน้อย ข้อใดถูกต้อง

1. $A > B > C > D$
2. $B > C > D > A$
3. $C > D > A > B$
4. $D > A > B > C$

15. ธาตุ A, B, C และ D อยู่ในคาบเดียวกัน มีสมบัติดังนี้

ธาตุ A ที่อุณหภูมิห้องเป็นก๊าซ โมเลกุลเป็นอะตอมคู่ เมื่อทำปฏิกิริยากับธาตุ D ได้สารที่มีสูตรอย่างง่าย

DA ซึ่ง DA เป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า แต่ในสารละลายนำไฟฟ้า

ธาตุ B ทำปฏิกิริยากับธาตุ A ได้สารประกอบ BA_2 ซึ่งสารละลายนี้ละลายน้ำแล้วนำไฟฟ้าได้ดี ธาตุ B

มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า D

ธาตุ C มีอุณหภูมิห้องเป็นก๊าซอะตอมเดี่ยว ไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยา



ธาตุ D ทำปฏิกิริยากับน้ำอย่างรวดเร็ว ได้ก๊าซที่จุดติดไฟได้ ธาตุ D มีค่า

$$IE_1 = 495.8 \text{ kJ/mol}, IE_2 = 4,562 \text{ kJ/mol}$$

การเรียงลำดับของธาตุตามการเพิ่มขึ้นของเลขหมู่ข้อใดถูกต้อง

1. D, B, A, C
2. A, B, C, D
3. D, A, C, D
4. B, A, D, C

16. สมบัติของธาตุต่างๆ ข้อใดถูก

ธาตุ	สมบัติ
1. Mg	มีรัศมีอะตอมเล็กที่สุดในบรรดา 4 ธาตุในข้อนี้
2. Al	เป็นตัวรีดิวซ์ที่ดีที่สุดในบรรดา 4 ธาตุในข้อนี้
3. P	สารประกอบชนิดหนึ่งควบคุมความเป็นกรด-เบสในเลือดและในอุตสาหกรรมใช้ทำปุ๋ย
4. S	การจัดเรียง e ในอะตอม อยู่ในรูป 2, 8, 8, 2

17. สมบัติของธาตุหมู่ต่างๆ ข้อใดถูก

หมู่ธาตุ	สมบัติ
1. แอลโลเจน	มีธาตุที่มี EN สูงกว่าธาตุอื่น
2. โลหะอัลคาไล	ธาตุในหมู่นี้มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน = 2
3. โลหะอัลคาไลน์เอิร์ท	มีธาตุที่มีขนาดใหญ่กว่าธาตุอื่น
4. ก๊าซมีตระกูล	ธาตุในหมู่เกิดสารประกอบโคเวเลนต์ได้น้อย ส่วนใหญ่เกิดไอออนเวเลนซ์ = 1

18. พิจารณาหมู่และคาบของธาตุ A, B, C, D และ E ต่อไปนี้

ธาตุ	หมู่	คาบ
A	1	2
B	2	3
C	2	4
D	5	3
E	6	2

ขนาดของอะตอมเรียงจากใหญ่ไปเล็ก เป็นไปตามข้อใด

1. $A > B > C > D > E$
2. $B > D > A > C > E$
3. $C > B > D > A > E$
4. $D > A > E > C > B$

19. ธาตุในหมู่ VII ซึ่งเรียงจากบนลงล่างมี F, Cl, Br และ I ตามลำดับ เมื่อธาตุเหล่านี้ทำปฏิกิริยากัน จะได้สารประกอบเป็นโมเลกุลที่มีขั้ว โมเลกุลที่เกิดขึ้นตามข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อถูกต้อง



1. C 2. D 3. J 4. K

33. A B C และ D เป็นธาตุอยู่ในคาบที่ 3 หมู่ IVA VIA VIIA และ VIIIA ตามลำดับ จุดเดือดและจุดหลอมเหลวเรียงลำดับจากน้อยไปมากควรเป็นอย่างไร

1. $D < B < C < A$ 2. $D < C < B < A$
3. $A < C < B < D$ 4. $A < B < C < D$

34. ตารางนี้แสดงสมบัติของธาตุหมู่เดียวกัน แต่ข้อมูลยังไม่ครบ

คาบ	ธาตุ	มวลอะตอม	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)
2	A	7	181
3	B	23	98
4	C		
5	D	85	39
6	E		

ข้อใดเป็นการคาดคะเนที่ผิด

- จุดหลอมเหลวของ C อยู่ระหว่าง $40-90^{\circ}\text{C}$
- มวลอะตอมของ C อยู่ระหว่าง 70-80
- จุดหลอมเหลวของ E น้อยกว่า 30°C
- มวลอะตอมของ E อยู่ระหว่าง 70-80

35. ตารางแสดงสมบัติที่ไม่ครบบางอย่างของธาตุหมู่เดียวกัน

ธาตุ	มวลอะตอม	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)	การนำไฟฟ้า
A		-196	ไม่นำไฟฟ้า
B	209		
C			นำไฟฟ้า
D	75	575	กึ่งไฟฟ้า
E	31	280	

ข้อใดเป็นการทำนายแนวโน้มตามหมู่ผิด

- มวลอะตอมของ A ควรอยู่ระหว่าง 10-28
- การนำไฟฟ้าของ E ควรจะดีกว่า D แต่แย่กว่า C
- จุดเดือดของ C ควรอยู่ในช่วงที่มากกว่า E แต่น้อยกว่า B
- ลำดับตามคาบจากน้อยไปมากเป็นดังนี้ $A < E < D < C < B$



42. ขวดบรรจุสารเคมีเก่าใบหนึ่งไม่มีฉลากกำกับไว้ สารในขวดดูความชื้นจากอากาศจนละลายหมดเป็นของเหลวสีเหลืองเข้ม นำสารละลายนี้มาเจือจางด้วยน้ำ และทดสอบด้วยวิธีต่างๆ กล่าวคือ ทดสอบความเป็นกรด-เบส พบว่าเป็นกรด ทดสอบการนำไฟฟ้า พบว่านำไฟฟ้าได้ ทดสอบกับสารละลาย $AgNO_3$ ได้ตะกอนสีขาว ทดสอบกับสารละลาย NH_4SCN ได้สารละลายสีแดง สารในขวดนี้น่าจะเป็นสารใด

1. $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$
2. $FeCl_3$
3. PCl_5
4. $CrCl_3$

43. ไอออนในข้อใดมีรูปร่างเหมือนกัน

1. CO_3^{2-}, SO_3^{2-}
2. NO_3^-, ClO_3^-
3. CO_3^{2-}, NO_3^-
4. NO_3^-, SO_3^{2-}

44. ข้อใดแสดงสมบัติของ A_xB_y ที่เกิดจากสาร 2 ชนิด (A และ B) รวมตัวกันได้ถูกต้อง

ข้อ	ธาตุ A	ธาตุ B	สูตร	ชนิดพันธะ	สภาพขั้วของโมเลกุล	รูปร่างโมเลกุล
1	C	H	C_2H_2	โควาเลนต์	มี	สามเหลี่ยมแบนราบ
2	Na	Cl	NaCl	ไอออนิก	ไม่มี	เส้นตรง
3	Xe	F	XeF_4	ไอออนิก	ไม่มี	ทรงสี่หน้า
4	N	O	NO_2	โควาเลนต์	มี	มุมงอ

45. ธาตุ X และ Y มีเลขอะตอม 12 และ 34 ตามลำดับ ออกไซด์ของ X และ Y ในข้อใดถูกต้อง

ข้อ	สูตร	สมบัติกรด-เบส (ตามลำดับ)
1	XO_2, YO_2	กรด, กรด
2	XO_2, Y_2O	เบส, กรด
3	XO, YO_2	เบส, กรด
4	XO, YO_3	เบส, เบส

46. นำสารละลาย A B C D ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน ทดสอบความสามารถในการนำไฟฟ้าจากความสว่างของหลอดไฟ และสมบัติกรด-เบสของสารจากสีของกระดาษลิตมัส ได้ผลการทดลองดังนี้

สารละลาย	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส	ความสว่างของหลอดไฟ
A	น้ำเงิน → แดง	สว่าง
B	ไม่เปลี่ยนสี	สว่างมาก
C	แดง → น้ำเงิน	สว่างเล็กน้อย
D	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่สว่าง

สารละลาย A, B, C, D อาจเป็นสารละลายใดตามลำดับ

1. CH_3COOH NaCl NaOH CH_3COCH_3



2. HCl	KMnO ₄	CH ₃ COONa	I ₂
3. NH ₄ Cl	Na ₂ SO ₄	NH ₄ OH	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁
4. H ₂ SO ₄	KNO ₃	NH ₄ Cl	NH ₂ CONH ₂

47. ธาตุสมมุติ P, Q, R และ S อยู่ในคาบเดียวกัน เมื่อธาตุเหล่านี้ทำปฏิกิริยากับคลอรีนจะให้สารประกอบ PCl₂, QCl₄, RCl₃, และ SCl₂ สาร QCl₄ และ SCl₂ เป็นสารที่ไม่มีสี สาร RCl₃ และ QCl₄ ไม่ละลายน้ำ ส่วน PCl₂ ละลายน้ำมีสมบัติเป็นกรด ลำดับเลขอะตอมของธาตุเหล่านี้เรียงจากน้อยไปมากควรเป็นอย่างไร

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. S, Q, R, P | 2. P, Q, R, S |
| 3. P, S, Q, R | 4. R, S, P, Q |

48.

ชุด	สารละลาย A	สารละลาย B
1	NaCl	Pb(NO ₃) ₂
2	Na ₂ S	ZnSO ₄
3	Al(NO ₃) ₃	KOH
4	KI	Mg(OH) ₂

เมื่อนำสารละลายใส่ไม่มีสี A และ B ในแต่ละชุดรวมกันเข้า การทดลองชุดใดให้ผลแบบเดียวกัน

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. ชุด 1, 2 และ 3 | 2. ชุด 1, 2 และ 4 |
| 2. ชุด 1, 3 และ 4 | 3. ชุด 2, 3 และ 4 |

49. ถ้าการเกิดสีของสารในชั้นของ เป็นดังนี้

X₂ เกิดสีเขียว Y₂ เกิดสีชมพู Z₂ เกิดสีเหลือง

ตารางข้างล่างแสดงการเกิดสีในชั้น CCl₄ เมื่อผสมสารละลายชนิดต่างๆ

สารละลายที่มีไอออน	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเติมสารละลาย		
	(X ₂ + CCl ₄)	(Y ₂ + CCl ₄)	(Z ₂ + CCl ₄)
X ⁻	เขียว	เขียว	เหลือง
Y ⁻	เขียว	ชมพู	เหลือง
Z ⁻	เหลือง	เหลือง	เหลือง

ลำดับความแรงของตัวรีดิวซ์เป็นดังข้อใด

- | | |
|---|---|
| 1. Z ₂ > X ₂ > Y ₂ | 2. X ₂ > Y ₂ > Z ₂ |
| 3. Z ⁻ > X ⁻ > Y ⁻ | 4. X ⁻ > Y ⁻ > Z ⁻ |



50. ออกไซด์ในข้อใดประกอบด้วย เบสิกออกไซด์ แอซิดิกออกไซด์ และแอมโฟเทอริกออกไซด์ ตามลำดับ

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 1. Al_2O_3 SiO_2 P_4O_{10} | 2. MgO P_4O_{10} Al_2O_3 |
| 3. MgO P_4O_{10} SO_3 | 4. Na_2O MgO Al_2O_3 |

51. เมื่อผ่านก๊าซคลอรีนหรือก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ไปบนโลหะ M ที่เผาร้อน ปรากฏว่าได้สารประกอบคลอไรด์ของโลหะ M เกิดขึ้น เมื่อนำสารประกอบดังกล่าวนี้มาละลายน้ำพบว่า สารละลายไม่มีสี และมีสมบัติเป็นกรด M น่าจะเป็นโลหะใด

- | | |
|---------------|-------------|
| 1. อลูมิเนียม | 2. เหล็ก |
| 3. แบเรียม | 4. คอปเปอร์ |

52. ธาตุ X นำไฟฟ้าได้ ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในกรด HCl เกิดก๊าซและสารละลายไม่มีสี เมื่อเติมสารละลาย NaOH ลงในสารละลายที่ละน้อย พบว่าเกิดตะกอนวุ้นซึ่งจะหายไปเมื่อเติม NaOH เกินพอ เตรียมตะกอนวุ้นใหม่ พบว่าละลายในกรดด้วย ข้อสรุปใดมีความเป็นไปได้มากที่สุด

1. ก๊าซที่เกิดขึ้นคือ Cl_2
2. ตะกอนวุ้น คือ สารประกอบไฮดรอกไซด์ของ X ซึ่งมีสมบัติเป็นทั้งกรด และเบส
3. X เป็นโลหะทรานซิชัน
4. เมื่อนำสารละลายไม่มีสีดังกล่าว ไปประเหยจนแห้งจะได้สารประกอบไฮดรอกไซด์ของ X

53. ปฏิกริยาในข้อใดไม่เกิดขึ้นตามที่แสดง

1. เติมสารละลาย Na_2SO_4 ในสารละลาย $BaCl_2$ ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง
2. ใส่ชิ้นโซเดียมลงในน้ำเย็น เกิดก๊าซทันที
3. เติมเกลือไอโอดีนลงในสารละลาย NaCl ไอโอดีนละลายช้าๆ แต่ถ้าเติม CCl_4 ลงไปด้วย และเขย่าจะเห็นชั้น CCl_4 เป็นสีม่วง
4. เมื่อเติมสารละลายแอมโมเนียมลงในสารละลาย $CuSO_4$ จะเกิดตะกอนวุ้นสีฟ้า ซึ่งละลายได้เมื่อมีแอมโมเนียมเกินพอ

54. กลุ่มสารประกอบในข้อใดที่มีธาตุชนิดเดียวกัน แสดงเลขออกซิเดชันต่างกัน

- | | |
|--|--------------------------|
| 1. $SOCl_2, Na_2SO_3$ | 2. $CoCl_2, K_2[CoCl_4]$ |
| 2. $K_4[Fe(CN)_6], FeSO_4 \cdot 7H_2O$ | 4. H_2S, LiH |

55. กำหนดค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของพอลลิง ดังนี้

อะตอม	ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี
H	2.2
B	2.0
C	2.5
N	3.0



F	4.0
S	2.6

ข้อใดต่อไปนี้มีความเป็นพันธะไอออนิก ลำดับ

1. H-F // H-N // H-B // H-C // H-S
2. H-N // H-F // H-B // H-C // H-S
3. H-F // H-N // H-S // H-C // H-B
4. H-S // H-N // H-F // H-C // H-B

56. ธาตุ A เป็นก๊าซที่อุณหภูมิห้อง อยู่คาบที่ 5 การทำนายเกี่ยวกับสารประกอบฟลูออไรด์ AF₂ ต่อไปนี้ข้อใดน่าจะเป็นไปได้

1. เป็นสารประกอบไอออนิก
2. เป็นสารประกอบโคเวเลนต์แบบโครงร่างตาข่าย
3. โมเลกุลมีรูปร่างเป็นเส้นตรง
4. การสร้างพันธะเป็นไปตามกฎออกเตต

57. ธาตุ Q และ R มีเลขอะตอม 5 และ 35 ตามลำดับ สารประกอบคลอไรด์และสารประกอบระหว่าง Q กับ R ควรเป็นไปตามข้อใด

ข้อ	คลอไรด์ของ Q	คลอไรด์ของ R	สารประกอบระหว่าง Q-R
1	QCl ₃ เป็นกรด	RCl โมเลกุลมีขั้ว	QR ₃ Q มีเลขออกซิเดชัน +3
2	QCl เป็นกรด	RCl เป็นกรด	QR ₃ โมเลกุลไม่มีขั้ว
3	QCl เป็นกลาง	RCl ₃ โมเลกุลไม่มีขั้ว	Q ₃ R Q มีเลขออกซิเดชัน +1
4	QCl ₃ ไม่ละลายน้ำ	RCl ₃ ไม่ละลายน้ำ	Q ₃ R โมเลกุลมีขั้ว

58. มุมพันธะของโมเลกุลใดมีค่าแคบที่สุด

1. BeH₂
2. BF₃
3. H₂S
4. CH₄

59. โมเลกุลต่อไปนี้จัดเป็นโมเลกุลมีขั้ว

1. CO₂
2. BeH₂
3. BCl₃
4. NCl₃

60. โมเลกุลและไอออนในข้อใด มีจำนวนอิเล็กตรอนทั้งหมดเท่ากัน

1. CO O₂ CN⁻ NO⁺
2. O₂ CN⁻ NO⁺ N₂
3. CN⁻ NO⁺ N₂ CO
4. NO⁺ N₂ CO O₂

61. สารละลายคู่ใด เมื่อผสมกันแล้วมีตะกอนเกิดขึ้น

1. NaOH + HNO₃
2. Ca(OH)₂ + HCl
3. NiCl₂ + Na₂SO₃
4. LiOH + MnCl

62. ธาตุที่ขีดเส้นใต้ในข้อใดมีเลขออกซิเดชันเรียงตามลำดับ ดังนี้ +5, +3, +1, -2



- | | | | |
|-----------------|---------------|--------|--------|
| 1. $K_4P_2O_7$ | $NaAuCl_4$ | ICl | K_2S |
| 2. $K_4P_2O_7$ | $Ca(ClO_2)_2$ | ICl | OF_2 |
| 3. MnO_4^{2-} | $NaAuCl_4$ | OF_2 | K_2S |
| 4. MnO_4^{2-} | $Ca(ClO_2)_2$ | ICl | K_2S |

63. เลขออกซิเดชันของ Cr ใน $Cr_2O_7^{2-}$ (aq), CrO_4^{2-} (aq) และ $K_3Cr(CN)_6$ (s) ตามลำดับ ตรงกับข้อใด

- | | |
|------------------|------------------|
| 1. +7, +4 และ +3 | 2. +6, +5 และ +2 |
| 3. +6, +6 และ +3 | 4. +6, +6 และ +2 |

เฉลยคำตอบ

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. 4 | 16. 3 | 31. 1 | 46. 3 | 61. 4 |
| 2. 3 | 17. 1 | 32. 4 | 47. 1 | 62. 1 |
| 3. 3 | 18. 3 | 33. 2 | 48. 1 | 63. 3 |
| 4. 4 | 19. 4 | 34. 4 | 49. 3 | |
| 5. 4 | 20. 1 | 35. 2 | 50. 2 | |
| 6. 2 | 21. 4 | 36. 1 | 51. 1 | |
| 7. 1 | 22. 3 | 37. 2 | 52. 2 | |
| 8. 1 | 23. 1 | 38. 3 | 53. 1 | |
| 9. 4 | 24. 2 | 39. 2 | 54. 4 | |
| 10. 3 | 25. 1 | 40. 2 | 55. 3 | |
| 11. 1 | 26. 4 | 41. 2 | 56. 3 | |
| 12. 1 | 27. 1 | 42. 2 | 57. 1 | |
| 13. 4 | 28. 3 | 43. 3 | 58. 3 | |
| 14. 3 | 29. 3 | 44. 4 | 59. 4 | |
| 15. 1 | 30. 2 | 45. 3 | 60. 2 | |