

## บทที่ 2

### สารและการเปลี่ยนแปลง

บทนี้จะกล่าวถึงสารต่างๆ พร้อมการแยกสารเพื่อเป็นพื้นความรู้ในบทอื่นๆ เพราะในความเป็นจริงคงไม่ได้พบธาตุอยู่อย่างอิสระแต่จะพบในรูปของสารประกอบ สารผสม สารละลาย ฯลฯ มากกว่า ซึ่งเป็นสาระที่อยู่ในหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน และเพิ่มเติมเคมีเล่ม 1 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2548) , เคมีเล่ม2(ทบวงมหาวิทยาลัย, 2540) และกฤษณา ชุติมา เล่ม 1 , 2(2549 , 2551)

### สารประกอบ

จากความรู้เดิมที่ว่า ธาตุ หมายถึงสารเนื้อเดียวที่ไม่สามารถแยกสลายให้เกิดสารใหม่ ได้จึงจัดว่าธาตุเป็นสารบริสุทธิ์

สารประกอบ หมายถึง สารบริสุทธิ์เนื้อเดียวที่เกิดจากธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปรวมตัวกัน ทำให้มีสมบัติที่แตกต่างไปจากสารเดิม การรวมตัวของธาตุอาจเกิดจากพันธะเคมีหรือแรงยึดเหนี่ยวก็ได้ แต่อัตราส่วนของธาตุที่เป็นองค์ประกอบจะต้องคงที่เสมอ เช่น น้ำ ( $H_2O$ ) เกิดจากธาตุ H ซึ่งติดไฟ และธาตุ O ซึ่งช่วยให้ไฟติด แต่พอเป็นน้ำซึ่งเป็นสารประกอบ น้ำจะสามารถดับไฟได้

### สารละลาย คอลลอยด์ สารแขวนลอย

สารละลาย หมายถึง ของผสมเนื้อเดียวที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุหรือสารประกอบก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีอัตราส่วนที่คงที่ มีส่วนประกอบสำคัญคือตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย อนุภาคของสารละลายมีขนาดเล็กมากคือจะเล็กกว่า $10^{-7}$  จึงสามารถผ่านได้ทั้งกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟน เช่น น้ำเชื่อม จัดเป็นสารละลายที่เกิดจากน้ำตาล และน้ำ โดยจะใช้น้ำตาล 2 ช้อนโต๊ะ หรือ 3 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำก็ยังคงได้น้ำเชื่อม เพียงแต่ความหวานจะไม่เท่ากัน

การพิจารณาตัวทำละลายและตัวถูกละลายในสารละลาย

- กรณีที่สารทั้ง 2 ชนิดมีสถานะต่างกัน ตัวทำละลายจะมีสถานะเหมือนสารละลาย เช่นน้ำเชื่อม เกิดจากน้ำตาลที่เป็นของแข็ง รวมกับน้ำที่เป็นของเหลว ได้น้ำเชื่อมที่เป็นของเหลว ดังนั้นน้ำเป็นตัวทำละลาย

- กรณีที่สารทั้ง 2 ชนิดมีสถานะเดียวกัน ตัวทำละลายจะเป็นตัวที่มีปริมาณมากกว่า เช่นแอลกอฮอล์ที่ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อในโรงพยาบาล ประกอบด้วยแอลกอฮอล์ 70 % และน้ำ 30 % เนื่องจากมีสถานะเดียวกันจึงดูที่ปริมาณ ปริมาณของแอลกอฮอล์มีมากกว่าน้ำ ดังนั้นแอลกอฮอล์จึงเป็นตัวทำละลาย และน้ำเป็นตัวถูกละลาย

สารละลายไม่จำเป็นจะต้องมีสถานะเป็นของเหลวเท่านั้นอาจเป็นของแข็ง เช่นเหล็กกล้าไร้สนิม(เหล็ก 73%, โครเมียม 18%, นิกเกิล 8%, คาร์บอน 1% ; เหล็กเป็นตัวทำละลาย) ของเหลว เช่น น้ำเกลือ (น้ำ กับเกลือ) หรือแก๊ส เช่น แก๊สหุงต้ม(แก๊สโพรเพน 70%, แก๊สบิวเทน 30% ; แก๊สโพรเพนเป็นตัวทำละลาย)ก็ได้ นอกจากนี้ยังไม่จำเป็นต้องเกิดจากสารเพียง 2 ชนิด อาจเกิดจากสารหลายๆชนิดรวมกันเป็นสารละลาย ทำให้มีตัวถูกละลายหลายตัว แต่ตัวทำละลายจะมีเพียงตัวเดียว

สารละลายแบ่งได้หลายชนิด ดังนี้

1. สารละลายอิ่มตัว หมายถึง สารละลายที่มีตัวถูกละลายมากจนไม่สามารถละลายในตัวทำละลายได้อีก(ทั้งนี้พิจารณาในภาวะปกติเช่นอุณหภูมิปกติ เพราะถ้าเพิ่มอุณหภูมิอาจละลายได้อีก)

2. สารละลายไม่อิ่มตัว หมายถึง สารละลายที่มีตัวถูกละลายน้อยกว่าปกติ จึงสามารถละลายได้อีกเมื่อเติมตัวถูกละลาย

3. สารละลายเข้มข้น หมายถึง สารละลายที่มีปริมาณตัวถูกละลายอยู่ในสารละลายจำนวนมาก โดยจะเป็นสารละลายอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวก็ได้

4. สารละลายเจือจาง หมายถึง สารละลายที่มีปริมาณตัวถูกละลายอยู่ในสารละลายจำนวนน้อย

ความสามารถในการละลายของสารละลายขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของสาร , อุณหภูมิ , ความดัน

ถ้ามีสารที่ไม่แน่ใจว่าเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์สามารถทำการทดสอบได้ กรณีที่สารมีสถานะเป็นของเหลว ให้นำไประเหยจนแห้ง ตรวจสอบจุดเดือด หรือจุดหลอมเหลว(จุดเยือกแข็ง)

การระเหยแห้ง : ถ้าเป็นสารละลายจะมีของแข็งเหลืออยู่ ทำให้สรุปได้ว่าสารนั้นเป็นสารละลาย แต่ถ้าระเหยหมดยังสรุปอะไรไม่ได้ต้องหาจุดเดือดหรือจุดหลอมเหลว(จุดเยือกแข็ง)

การหาจุดเดือด : วิธีสังเกตจะสังเกตที่อุณหภูมิขณะเดือด โดยถ้าเป็นสารบริสุทธิ์ อุณหภูมิขณะเดือดจะคงที่(จุดเดือดคงที่) ถ้าไม่คงที่จะเป็นพวกสารละลาย

การหาจุดหลอมเหลว(จุดเยือกแข็ง) : วิธีสังเกตจะสังเกตที่อุณหภูมิขณะหลอมเหลว และช่วงอุณหภูมิขณะหลอมเหลว (วิธีนี้นิยมใช้กับสารที่มีสถานะเป็นของแข็ง)

- โดยถ้าเป็นสารบริสุทธิ์อุณหภูมิขณะหลอมเหลวจะคงที่และช่วงอุณหภูมิขณะหลอมเหลวจะแคบ

- โดยถ้าเป็นสารละลายอุณหภูมิขณะหลอมเหลวจะไม่คงที่และช่วงอุณหภูมิขณะหลอมเหลวจะกว้าง

จุดหลอมเหลว หมายถึง อุณหภูมิที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว ส่วนจุดเยือกแข็ง หมายถึง อุณหภูมิที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง ดังนั้นถ้าเป็นสารชนิดเดียวกันจุดหลอมเหลวและจุดเยือกแข็ง จะเท่ากัน

คอลลอยด์ หมายถึง ของผสมซึ่งมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคอยู่ระหว่าง  $10^{-7}$  ถึง  $10^{-4}$  จึงสามารถผ่านกระดาษกรอง แต่ไม่สามารถผ่านกระดาษเซลโลเฟนได้

สมบัติของคอลลอยด์

1. ปรากฏการณ์ทินดอลล์ คือ ปรากฏการณ์ที่สามารถมองเห็นลำแสงในคอลลอยด์ได้เมื่อผ่านแสงเข้าไป

2. คอลลอยด์จะไม่ตกตะกอนเมื่อวางทิ้งไว้ เพราะคอลลอยด์ซึ่งอนุภาคเล็กจะเคลื่อนที่และชนกันตลอดเวลา เรียกว่าการเคลื่อนที่แบบไม่มีระเบียบและไม่มีทิศทางนี้ว่า Brownian movement

3. คอลลอยด์บางชนิดมีประจุไฟฟ้า (จะเป็นประจุบวกหรือลบก็ได้)สามารถถูกอนุภาคอื่นที่มีประจุตรงข้ามห้อมล้อมได้

คอลลอยด์มีหลายชนิด ดังนี้

- ซอล เกิดจากของแข็งกระจายตัวในของเหลว เช่น แป้งในน้ำ
- อิมัลชัน เกิดจากของเหลวกระจายในของเหลว เช่น น้ำสลัด นำนม เป็นต้น สารที่ทำหน้าที่ให้ของเหลว 2 ชนิดผสมกันเรียกว่า อิมัลซิฟายเออร์ หรือ อิมัลซิฟายอิงเอเจนต์
- เจล เกิดจากของแข็งกระจายตัวในของเหลวที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ เช่น แป้งเปียก
- แอโรซอล เกิดจากของแข็ง/ของเหลวกระจายตัวในแก๊ส เช่น ควีน , เมฆ
- โฟมของเหลว เกิดจากแก๊สกระจายตัวในของเหลว เช่น ฟองสบู่

- โฟมของแข็ง เกิดจากแก๊สกระจายตัวในของแข็ง เช่น ฟองน้ำ  
คอลลอยด์ ประเภทอิมัลชัน ถ้าไม่เติมอิมัลซิฟายเออร์ จะใช้กระบวนการโฮโมจีไนเซชัน  
ช่วยในการอัดให้อนุภาคของเหลวที่มีขนาดใหญ่ผ่านช่องเล็กๆ ด้วยความดันสูง ทำให้อนุภาค  
ของมันสามารถแทรกตัวอยู่ในอนุภาคที่มีขนาดเล็กได้  
สารแขวนลอย หมายถึง ของผสมซึ่งมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคใหญ่กว่า  
 $10^{-4}$  จึงไม่สามารถผ่านทั้งกระดาษกรองและกระดาษเซลโลเฟน

## การแยกสาร

เนื่องจากในธรรมชาติสารต่างๆจะอยู่ในรูปของสารประกอบ ซึ่งจัดเป็นสารไม่บริสุทธิ์  
เวลาใช้งานจึงควรแยกสาร เพื่อให้ได้สารบริสุทธิ์มาใช้ประโยชน์ตามความต้องการ วิธีการแยก  
สารที่จะกล่าวถึงมีดังนี้

**การกรอง** ใช้แยกของแข็งออกจากของเหลว

**การกลั่น** ใช้แยกของเหลว หลักการ : จุดเดือดของสารต้องแตกต่างกัน

วิธีการ : นำของเหลวมาให้ความร้อนจนกลายเป็นไอ สารที่มีจุดเดือดต่ำกว่าจะเป็นไอออกมา  
ก่อน แล้วจึงทำให้ไอนั้นควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ(ของเหลว)

**ประเภทของการกลั่น**

- การกลั่นธรรมดา ใช้แยกของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันมาก (มากกว่า  $80^{\circ}\text{C}$ ) เช่น  
น้ำกับแอลกอฮอล์
- การกลั่นลำดับส่วน ใช้แยกของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันน้อย (น้อยกว่า  $80^{\circ}\text{C}$ ) เช่น  
ปิโตรเลียม
- การกลั่นด้วยไอน้ำ ใช้แยกสารที่ไม่ละลายน้ำ ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ และระเหยง่าย  
ออกจากสารที่ระเหยยาก เช่นการแยกน้ำมันอบเชยออกจากเปลือกต้นอบเชย  
วิธีการ : ต้มน้ำให้ร้อนจนกลายเป็นไอ แล้วผ่านไอน้ำไปยังสารที่ต้องการแยก ไอน้ำจะช่วยสกัด  
สารที่ระเหยง่ายออกมา ไอของสารที่ระเหยง่ายจะผ่านเข้าเครื่องควบแน่น แล้วกลายเป็น  
ของเหลวออกมาพร้อมน้ำ จึงได้ของเหลว 2 ชั้นที่ไม่ละลายซึ่งกันและกัน
- การกลั่นโดยการลดความดัน ใช้กับของเหลวที่สลายตัวได้ง่ายถ้าใช้การกลั่น  
ธรรมดา หรือของเหลวประเภทที่สลายตัวที่จุดเดือดของสารนั้น ณ ความดันบรรยากาศ เช่น  
กลีเซอรอล

วิธีการ : ให้ลดความดันลง(10 – 20 มิลลิเมตรปรอท) เพื่อให้สามารถถลันของเหลวออกมา  
ได้ที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเดือดของสาร สารนั้นจะได้ไม่สลายตัว

**การใช้กรวยแยก** ใช้แยกของเหลวที่ไม่ละลายซึ่งกันและกัน (แยกชั้น)

**การสกัดด้วยตัวทำละลาย** ใช้แยกสารอินทรีย์/สารที่ผสมออกจากกัน สารผสมอาจ  
เป็นของแข็ง 2 ชนิด (เช่น ลูกเหม็นกับเกลือแกง ; น้ำเป็นตัวทำละลาย) หรือ ของเหลว 2 ชนิด  
(เช่น เบนซีนกับแอลกอฮอล์ ; น้ำเป็นตัวทำละลาย)

วิธีการ : ให้เลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารออกจากของผสม (สามารถสกัดได้  
มากกว่า 1 ครั้ง)

หลักการ : สารแต่ละชนิดละลายในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน และละลายได้ไม่เท่ากัน

การเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม

- ตัวทำละลายนั้นจะต้องละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดีและไม่ละลายกับสารอื่นที่ไม่  
ต้องการสกัด

- ตัวทำละลายจะต้องไม่ไปทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด

- ตัวทำละลายจะควรจะต้องเป็นสารที่ปลอดภัย หาง่าย ราคาถูก และเมื่อทำ  
ปฏิกิริยาเสร็จจะต้องแยกออกจากสารที่ต้องการสกัดได้ง่าย

**โครมาโทกราฟี** ใช้แยกสารอินทรีย์/สารผสมที่มีปริมาณน้อย

หลักการ : สารแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายได้มากน้อยไม่เท่ากัน  
และสามารถถูกดูดซับโดยตัวดูดซับต่างกัน

สารที่แยกได้ก่อนแสดงว่า สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายและถูกดูดซับน้อยจึง  
เคลื่อนที่ออกมาก่อน

สารที่แยกได้ทีหลังแสดงว่า สามารถละลายได้ไม่ดีในตัวทำละลายและถูกดูดซับมากจึง  
เคลื่อนที่ออกมาช้า

ระบบของโครมาโทกราฟีประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน

- ตัวทำละลาย : น้ำ คลอโรฟอร์ม เบนซีน ฯลฯ หรือ ตัวทำละลายผสม (ลักษณะของ  
ตัวทำละลายที่ดีจะต้องแยกสารที่ผสมออกจากกันได้ดี)

- ตัวดูดซับ : กระดาษโครมาโทกราฟี , ซิลิกาเจล ( $\text{SiO}_2$ ) และอลูมินา ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

ประเภทของโครมาโทกราฟี

1. โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ : ใช้กระดาษกรอง,กระดาษโครมาโทกราฟีมาหยด  
สารที่ต้องการแยก แล้วนำไปจุ่มในตัวทำละลายแล้วจะปรากฏแถบสี ตัดกระดาษไปแช่ในตัวทำ  
ละลายที่เหมาะสม นำสารละลายที่ได้ไประเหยหรือถลันให้ได้สารบริสุทธิ์

2. โครมาโทกราฟีแบบธินเลเยอร์ : ใช้กระจกที่ฉาบซิลิกาเจล หรือ อลูมินามาหดยดสารที่ต้องการแยก แล้วนำไปจุ่มในตัวทำละลายแล้วจะปรากฏแถบสี ชุดตัวดูดซับที่มีสารไปแช่ในตัวทำละลายที่เหมาะสม นำสารละลายที่ได้ไประเหยหรือกลั่นให้ได้สารบริสุทธิ์

โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ และโครมาโทกราฟีแบบธินเลเยอร์ สามารถระบุได้ว่ามีสารผสมกี่ชนิดโดยนับจากจุดต่างๆที่ปรากฏในตัวทำละลาย และสามารถหาค่า Rate of flow values ( $R_f$ ) ได้ค่านี้จะคงที่ในสารชนิดเดียวกันเมื่อทำการทดลองภาวะเดียวกันใช้ตัวทำละลายและตัวดูดซับเหมือนกัน นั่นคือสามารถตรวจสอบได้ว่าสารที่แยกเป็นสารใด

$$R_f = \text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่} / \text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}$$

(ค่า  $R_f$  จะน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1)

3. โครมาโทกราฟีแบบคอลัมน์ : ใช้ตัวดูดซับ (ซิลิกาเจล หรือ อลูมินา) ใส่ในคอลัมน์แก้ว แล้วนำสารตัวอย่าง(ที่ต้องการแยก)ละลายในตัวทำละลายมาหยดในตัวดูดซับที่จะแยกและเติมตัวทำละลายลงไป ตัวทำละลายจะพาสารที่ต้องการแยกออกมา โดยสารที่ละลายได้ดีจะเคลื่อนที่เร็วปรากฏอยู่ตอนล่างของคอลัมน์ นำสารละลายที่ได้ไปกลั่นจะได้สารบริสุทธิ์

ประโยชน์ : ใช้กับสารที่มีปริมาณน้อยมีสีหรือไม่ก็ได้ แยกได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ

ข้อจำกัด : ถ้าของผสมมีองค์ประกอบที่สามารถเคลื่อนที่บนตัวดูดซับได้ใกล้เคียงกันจะแยกสารไม่ได้ หรือถ้าแยกได้ก็อาจได้สารที่ไม่บริสุทธิ์

**การตกผลึก** ใช้ทำให้ของแข็งเป็นสารบริสุทธิ์

หลักการ : เนื่องจากสารที่ผสมปนกันจะมีความสามารถในการละลายไม่เท่ากัน (ควรเลือกตัวทำละลายให้เหมาะสม)การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ตัวทำละลายถูกระเหยออกไป ส่วนการลดอุณหภูมิจะทำให้การละลายของสารลดลง ทำให้เกิดการตกผลึกจึงกรองแยกสารออกมาได้

**การตกตะกอน** ใช้แยกสารที่เป็นของแข็งแขวนลอยในของเหลว ถ้าสารแขวนลอยเป็นสารที่ตกตะกอนยากสามารถใช้เครื่องเข็นตีฟิวช่วยได้ แรงเหวี่ยงจะช่วยให้ของแข็งในสารตกตะกอนง่ายขึ้น

**การแพร่** ใช้แยกแก๊สผสมที่มีมวลไม่เท่ากัน หลักการ : แก๊สที่มีมวลน้อยแพร่ได้เร็วกว่าแก๊สที่มีมวลมาก (ถ้าทำซ้ำหลายครั้งจะได้แก๊สที่บริสุทธิ์)

## พลังงานและการเปลี่ยนแปลงของสาร

พลังงาน หมายถึง ความสามารถในการทำงาน พลังงานจะไม่มีการสูญหายแต่เปลี่ยนแปลง

รูปไปมาได้ตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน มีหลายรูปแบบ เช่น พลังงานจลน์ (พลังงานที่มีการเคลื่อนที่ของวัตถุขึ้นกับมวลและความเร็ว  $E = \frac{1}{2}mv^2$ ) พลังงานศักย์ (พลังงานสะสม ซึ่งจะอยู่กับที่) พลังงานเคมี (พลังงานศักย์ที่อยู่ในสารต่างๆ สามารถคำนวณหาได้จากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาเคมี)

มวลกับพลังงานสัมพันธ์กันตามที่ไอน์สไตน์เสนอไว้ดังนี้  $E = mc^2$  (E มีหน่วยเป็นเอิร์ก , m มีหน่วยเป็นกรัม และ c ความเร็วแสง =  $3 \times 10^{10}$  เซนติเมตร/วินาที) จากสมการแสดงว่าถ้ามวลเปลี่ยน พลังงานจะเปลี่ยนด้วย

เนื่องจากสารมีสมบัติเฉพาะของตนเอง ถ้าเรากระทำต่อสารจะทำให้มีสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ไม่ว่าจะเป็นสมบัติทางกายภาพ(เปลี่ยนเฉพาะรูปร่างภายนอกไม่มีสารใหม่เกิดขึ้น) หรือสมบัติทางเคมี(เปลี่ยนทั้งรูปร่างและองค์ประกอบทำให้เกิดสารใหม่) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงจะมีพลังงานเกิดขึ้นเสมอ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเรียกว่า ระบบ ส่วนสิ่งที่อยู่นอกเหนือจากการศึกษา เรียกว่า สิ่งแวดล้อม จากความรู้ที่ว่าถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงจะมีพลังงานเกิดขึ้นด้วย ทำให้สรุปการถ่ายเทของพลังงานได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

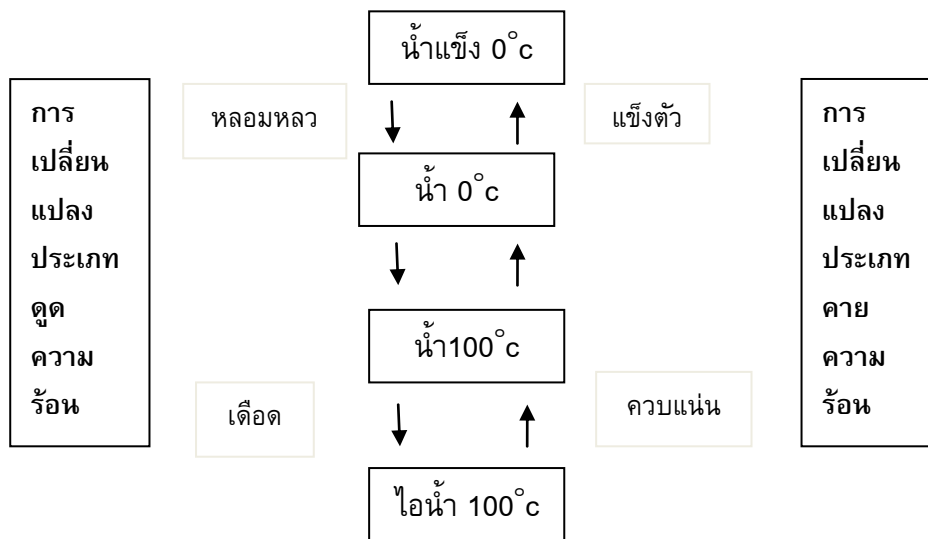
1. การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน ถ่ายเทพลังงานจากระบบไปสู่สิ่งแวดล้อม(แบบนี้สิ่งแวดล้อมมีพลังงานต่ำกว่าระบบ) แบบนี้เตาที่ภาชนะจะร้อน หรืออ่านอุณหภูมิจะสูงขึ้น

2. การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน ถ่ายเทพลังงานจากสิ่งแวดล้อมไประบบ(แบบนี้สิ่งแวดล้อมมีพลังงานสูงกว่าระบบ) แบบนี้เตาที่ภาชนะจะเย็น หรืออ่านอุณหภูมิจะต่ำลง

**หมายเหตุ :** การเปลี่ยนแปลงทั้ง 2 แบบจะต้องไม่ไปกระทำอะไรกับระบบ เช่น ต้ม,แช่เย็น ฯลฯ ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่พบจะมีทั้งการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (เช่น การเปลี่ยนสถานะ การละลายเป็นสารละลาย) และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี(เช่นการเกิดปฏิกิริยาเคมี)

### การเปลี่ยนสถานะ

การเปลี่ยนสถานะของสารจะมีทั้งการเปลี่ยนแปลงแบบดูดและคายพลังงาน ตัวอย่างเช่น น้ำ เกิดการเปลี่ยนสถานะจะมีทั้งเปลี่ยนสถานะจากของแข็ง(น้ำแข็ง) เป็นของเหลว(น้ำ) และจากของเหลว เป็นแก๊ส(ไอน้ำ) เช่นกันสามารถเกิดกระบวนการย้อนกลับได้คือสามารถทำให้ไอน้ำ(แก๊ส)เปลี่ยนเป็น น้ำ(ของเหลว) และน้ำแข็ง(ของแข็งได้)



จากเปลี่ยนสถานะของสารจะพบว่า ขณะที่สารเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิจะคงที่(เช่นตอนที่หลอมเหลว และตอนที่เดือด) เพราะพลังงานความร้อนที่สารได้รับจะถูกนำไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะของสาร ดังนั้นถ้าพิจารณาน้ำแข็งที่ 0°C กับน้ำที่ 0°C น้ำแข็งที่ 0°C จะมีพลังงานต่ำกว่าน้ำที่ 0°C

พลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะ เรียกว่า ความร้อนแฝง มี 2 ประเภท

- ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว เป็นปริมาณความร้อนที่ใช้เปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งเป็นของเหลว โดยอุณหภูมิของสารคงที่
- ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ เป็นปริมาณความร้อนที่ใช้เปลี่ยนสถานะของสารจากของเหลวเป็นแก๊ส โดยอุณหภูมิของสารคงที่

สารส่วนใหญ่ที่มีจุดหลอมเหลวสูง ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวจะสูงด้วย เช่นกันถ้ามีจุดเดือดสูง ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอก็จะสูงด้วย

#### การละลายเป็นสารละลาย

การเกิดสารละลายสามารถนำสารที่เป็นของแข็งมาละลายให้เกิดเป็นสารละลายได้ในลักษณะนี้ จะเกิดการเปลี่ยนแปลง 2 ขั้นตอนดังนี้

- การแตกตัวของของแข็งเป็นอนุภาคเล็กๆ ขั้นนี้จะใช้พลังงาน(ดูดพลังงาน)ในการแยกผลึกของแข็งให้เล็กลง เรียกพลังงานนี้ว่า พลังงานโครงร่างผลึก(พลังงานแลตทิซ)



- อนุภาคเล็กๆของของแข็งยึดเหนี่ยวและรวมตัวกับน้ำ ชั้นนี้จะมีการคายพลังงานออกมาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า พลังงานไฮเดรชัน

การละลายน้ำของของแข็ง จึงสรุปได้ดังนี้

1. ของแข็งที่ละลายน้ำเป็นสารละลายจะมีการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน เมื่อมีพลังงานแลตทิซ มากกว่า พลังงานไฮเดรชัน หรือพิจารณาจากการเพิ่มอุณหภูมิ ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นสารนั้นจะละลายน้ำได้มากขึ้น

2. ของแข็งที่ละลายน้ำเป็นสารละลายจะมีการเปลี่ยนแปลงแบบคายความร้อน เมื่อมีพลังงานแลตทิซ น้อยกว่า พลังงานไฮเดรชัน หรือพิจารณาจากการเพิ่มอุณหภูมิ ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นสารนั้นจะละลายน้ำได้น้อยลง

3. ของแข็งไม่ละลายน้ำเพราะพลังงานแลตทิซ มากกว่า พลังงานไฮเดรชันมากๆ เนื่องจากสารที่เป็นของแข็งมีทั้งสารยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิก และพันธะโคเวเลนต์ จึงสามารถสรุป การเปลี่ยนแปลงของการเกิดปฏิกิริยาได้ดังนี้

สารประกอบไอออนิกพิจารณาจาก พลังงานแลตทิซ และ พลังงานไฮเดรชัน ถ้า พลังงานแลตทิซ มากกว่า พลังงานไฮเดรชัน จะเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน แต่ถ้า พลังงานแลตทิซ น้อยกว่า พลังงานไฮเดรชัน จะเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบคายความร้อน

ส่วนสารประกอบโคเวเลนต์ เนื่องจากมีทั้งโคเวเลนต์แบบมีขั้วและไม่มีขั้วให้พิจารณาจากการสร้างพันธะ และการสลายพันธะระหว่างโมเลกุล ถ้ามีการสร้างพันธะไฮโดรเจนกัน มักจะเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบคายพลังงาน ถ้าไม่มีการสร้างพันธะไฮโดรเจนกันมักจะเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบดูดพลังงาน

### การเกิดปฏิกิริยาเคมี

เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้น ตัวอย่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น การสันดาป การหมัก การสะเทิน การไฮโดรลิซิส ฯลฯ ซึ่งจะมีการถ่ายเทพลังงานได้ 2 แบบ ดังนี้

1. ปฏิกิริยาคายพลังงาน แบบนี้จะมีการถ่ายเทพลังงานจากระบบไปสิ่งแวดล้อม ถ้าสัมผัสภาชนะ(ภาชนะจัดเป็นสิ่งแวดล้อม)จะร้อนขึ้น ปฏิกิริยาแบบนี้มักเกิดกับสารเล็กๆ ที่รวมตัวกันเป็นสาร/โมเลกุลที่ใหญ่ขึ้น(เช่น  $H_2$  กับ  $F_2$  รวมกันได้  $HF$  2 โมเลกุล) และปฏิกิริยาที่เกิดการสันดาปทั้งหลาย

2. ปฏิกิริยาดูดพลังงาน แบบนี้จะมีการถ่ายเทพลังงานจากสิ่งแวดล้อมไประบบ ถ้าสัมผัสภาชนะจะเย็นลง ปฏิกิริยาแบบนี้มักเกิดกับการสลายตัวของโมเลกุลใหญ่ๆให้เล็กลง (เช่น  $HF$  2 โมเลกุล เกิดการสลายตัวได้  $H_2$  กับ  $F_2$ )

พลังงานเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราด้วยเพราะในร่างกายของคนเราก็จะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีด้วยเช่นกัน เช่นการเผาผลาญสารอาหารต่างๆเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในร่างกาย ส่วนภายนอกร่างกายเป็นสิ่งที่พบเห็นได้ทั่วไปรอบตัว เช่นการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ การทำปฏิกิริยาของกรด และเบส ฯลฯ ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์ในการทำงานด้านต่างๆ แต่ผู้ใช้พลังงานควรระมัดระวังไม่ให้เกิดมลภาวะจากการใช้พลังงาน เพราะจะทำให้สิ่งแวดล้อมถูกทำลายทั้งทางอากาศ ทางดิน และทางน้ำ

## สรุป

สารต่างๆในธรรมชาติมักไม่อยู่เดี่ยวๆหรืออยู่ในรูปของสารบริสุทธิ์ แต่จะพบในรูปของสารประกอบหรือสารผสม เวลานั้นไปใช้งานจึงต้องแยกสารเพื่อให้ได้สารที่บริสุทธิ์จะได้นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีวิธีการแยกสารหลายวิธีเช่นการกรอง การกลั่น การตกผลึก ฯลฯ การเปลี่ยนแปลงสารไม่ว่าจะเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือทางเคมีจะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องของด้วยเสมอ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอาจเป็นประเภทดูดความร้อนหรือคายความร้อนก็ได้

## แบบฝึกหัด

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงบอกวิธีแยกสารละลาย คอลลอยด์ และสารแขวนลอย
2. จงบอกวิธีแยกน้ำมันมะกูดออกจากผิวมะกูด
3. การสลายตัวของแก๊สแอมโมเนียเป็นปฏิกิริยาประเภทใด