คู่มือเตรียมสอบ

ตำรวจพิสูจน์หลักฐาน

สาขา เคมี

สำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ

ประกอบด้วย

- ความรู้เกี่ยวกับสาขาเคมี จำนวน 75 ข้อ
- ภาษาไทย จำนวน 20 ข้อ
- ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) จำนวน 15 ข้อ
- ความสามารถทั่วไป จำนวน 30 ข้อ
- พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยหลักเกณฑ์และวิธีการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี พ.ศ.2546 จำนวน 10 ข้อ

เปิดติวครบวงจร ทุกหน่วยงานสอบและติวทางไปรษณีย์ ติดต่อ 02-3186868, 02-3141492
ศูนย์รวมคู่มือเตรียมสอบและแนวข้อสอบ มีวางจำหน่ายตามศูนย์หนังสือทั่วประเทศ
บริการจัดส่งพัสดุ หรือ ไฟล์ดาวน์โหลด www.thebestcenter.com
ติดต่อไลน์ Line ID : @thebestcenter หรือ Line ID : 0822151906

280.-

คู่มือเตรียมสอบ
ตำรวจพิสูจน์หลักฐาน
สาขาเคมี
สำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ

ราคา 280 -.

คำนำ

สำหรับชุดคู่มือเตรียมสอบตำรวจพิสูจน์หลักฐาน สาขาเคมี สำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ เล่มนี้ทางสถาบัน THE BEST CENTER และฝ่ายวิชาการของสถาบันได้เรียบเรียงขึ้น เพื่อให้ผู้สมัครสอบใช้สำหรับเตรียมสอบในการสอบแข่งขันฯในครั้งนี้

ทางสถาบัน THE BEST CENTER ได้เล็งเห็นความสำคัญจึงได้จัดทำหนังสือ เล่มนี้ขึ้นมา ภายในเล่มประกอบด้วยทุกส่วนที่กำหนดในการสอบ เจาะข้อสอบทุกส่วน พร้อมคำเฉลยอธิบาย มาจัดทำเป็นหนังสือชุดนี้ขึ้น เพื่อให้ผู้สอบได้เตรียมตัวอ่านล่วงหน้า มีความพร้อมในการทำข้อสอบ

ท้ายนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบคุณทางสถาบัน THE BEST CENTER ที่ได้ให้การสนับสนุนและมีส่วนร่วมในการจัดทำต้นฉบับ ทำให้หนังสือเล่มนี้สามารถสำเร็จขึ้นมาเป็นเล่มได้ พร้อมกันนี้คณะผู้จัดทำขอน้อมรับข้อบกพร่องใดๆ อันเกิดขึ้นและยินดีรับฟังความคิดเห็นจากทุกๆท่าน เพื่อที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

ขอให้โชคดีในการสอบทุกท่าน

ฝ่ายวิชาการ

สถาบัน The Best Center

www.thebestcenter.com

สารบัญ

➢ความรู้เกี่ยวกับสาขาเคมี 1
➢กระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการวิเคราะห์ทดสอบ 28
➢ความรู้เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี 44
★แนวข้อสอบ ความรู้เกี่ยวกับเคมี 62
★แนวข้อสอบ ภาษาไทย ชุดที่ 1 110
★แนวข้อสอบ ภาษาไทย ชุดที่ 2 116
★แนวข้อสอบ ภาษาไทย ชุดที่ 3 128
★แนวข้อสอบ ภาษาไทย ชุดที่ 4 137
★แนวข้อสอบความเข้าใจในการอ่านบทความ (Reading Comprehension) 147
★แนวข้อสอบ คำศัพท์ (Vocabulary) 155
★แนวข้อสอบ ไวยากรณ์ (Grammar) หรือโครงสร้าง (Structure) 163
★แนวข้อสอบการสนทนา (Conversation) 172
★แนวข้อสอบ ความสามารถทั่วไป ชุดที่ 1 184
★แนวข้อสอบ ความสามารถทั่วไป ชุดที่ 2 201
★แนวข้อสอบ ความสามารถทั่วไป ชุดที่ 3. 211
★แนวข้อสอบ ความสามารถทั่วไป ชุดที่ 4 239
➢พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยหลักเกณฑ์และวิธีการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี พ.ศ. 2546 251
★แนวพระราชกฤษฎีกาว่าด้วยหลักเกณฑ์และวิธีการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี พ.ศ. 2546 265

THE BEST CENTER
เดอะเบสท์ เซ็นเตอร์

ความรู้เกี่ยวกับสาขาเคมี

.....

- **ความรู้พื้นฐานเคมี**

1.1 ขอบเขตและความสำคัญของวิชาเคมี

1.1.1 ความหมายของวิชาเคมี

เคมี (Chemistry) คือ วิทยาศาสตร์สาขาหนึ่ง ที่กล่าวถึงส่วนประกอบ (composition) และสมบัติของสสาร(properties of matter) ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของสสาร (matter revolution) การเปลี่ยนแปลงของสสารนี้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงทางส่วนประกอบของสสาร (matter composition) ทำให้เกิดสารใหม่ที่มีส่วนประกอบทางเคมีต่างจากสารเดิม ซึ่งถือเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี หรือเรียกอีกอย่างว่า เกิดปฏิกิริยาเคมี (chemical reaction) เมื่อสารมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น สภาพหลังการเปลี่ยนแปลงจะแตกต่างจากสภาพก่อนการเปลี่ยนแปลงรอบตัวเรามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา เช่น น้ำระเหยเป็นไอน้ำ น้ำแข็งละลายเป็นน้ำ เมล็ดพืชงอก ต้นไม้เจริญเติบโต เหล็กเป็นสนิมสีแดง ถ่านลุกไหม้บางครั้งการเปลี่ยนแปลงเป็นไปอย่างรวดเร็วเห็นได้ชัด บางครั้งการเปลี่ยนแปลงช้า ยากที่จะสังเกตเห็นได้ การที่น้ำระเหยเป็นไอ หรือน้ำแข็งละลายเป็นน้ำ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เหมือนกับ เหล็กเป็นสนิม หรือถ่านลุกไหม้ไอน้ำ หรือน้ำแข็งเป็นสารอย่างเดียวกัน เพียงแต่มีรูปร่างต่างกัน แต่เหล็กกับสนิมเป็นสารคนละชนิดที่มีสมบัติต่างกัน การเปลี่ยนแปลงซึ่งทำ ให้เกิดสารใหม่ที่มีส่วนประกอบทางเคมีต่างจากสารเดิม “เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (chemical revolution)” ส่วนการที่น้ำเป็นไอเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (physical revolution) ซึ่งไม่มีสารใหม่เกิดขึ้นวิชาเคมีเป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ สิ่งมีชีวิตในโลก (living thing in the world) คือ มนุษย์(human) และสัตว์(animal) ซึ่งเกี่ยวโยงถึงวัตถุ (object) หรือสารต่าง ๆ (matters) ที่ใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์เช่น อาหาร (food)เครื่องนุ่งห่ม (clothes) ยารักษาโรค(medicine) และวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ (construction materials)

การศึกษาวิชาเคมีประกอบด้วยกระบวนการ 3 ขั้น คือ 1. การสังเกต (observation) 2. การแสดงผล (representation) 3. การแปลความหมายข้อมูล (interpretation) ข้อมูลทางเคมีมักจะได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ที่มีขนาดใหญ่แต่คำอธิบายมาจากโลกของอะตอมและโมเลกุลที่มองไม่เห็น วิชาเคมีมีบทบาทสำคัญร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ ทั้งวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural science) ซึ่งจะกล่าวถึง วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ตามธรรมชาติรอบตัวเราและวิทยาศาสตร์ประยุกต์(applied science)กล่าวถึง วิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยเรื่องราวต่างๆ ที่มุ่งประโยชน์ในทางปฏิบัติยิ่งกว่าทางทฤษฎีดังนั้นวิชาเคมี(chemistry) จึงเป็นวิทยาการที่น่าสนใจทำให้เราเรียนรู้ปรากฏการณ์ธรรมชาติ (natural phenomenon) และพฤติกรรมของสสารต่าง ๆ (matter behavior) ในชีวิตประจำวัน (everyday life) เราจึงจำเป็นต้องศึกษาเคมีเพื่อจะได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพ และในการดำรงชีวิตประจำวันของตัวเรา

1.1.2 <u>สาขาของวิชาเคมี</u>

ความรู้ทางเคมีโดยทั่วไป แบ่งได้เป็น 5 สาขาใหญ่ๆ ดังนี้

1. เคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry) เป็นการศึกษาสารประกอบของธาตุคาร์บอน และปฏิกิริยาเคมีในสารประกอบของธาตุคาร์บอน และอื่น ๆ

2. เคมีอนินทรีย์ (Inorganic Chemistry) เป็นการศึกษาเรื่องของธาตุและสารประกอบ

3. เคมีฟิสิกส์ (Physical Chemistry) เป็นการศึกษาอัตราเร็วของปฏิกิริยากลไกต่างๆ ของการเกิดปฏิกิริยา รวมทั้งศึกษาเรื่องของเทอร์มอไดนามิกส์

4. เคมีวิเคราะห์ (Analytical Chemistry) เป็นการศึกษาเรื่องของการเกิดปฏิกิริยาแล้วได้สารใดบ้าง (qualitative analysis) ในปริมาณมากน้อยเพียงใด (quantitative analysis)

5. ชีวเคมี (Biochemistry) เป็นการศึกษากรรมวิธีเคมีทางชีวภาพของธาตุ และสารประกอบในด้านของอาหาร ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ศึกษา เมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ของสิ่งมีชีวิต

1.1.3 **<u>ประโยชน์ของวิชาเคมี</u>**

เคมีเป็นสาขาหนึ่งของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural science) โดยศึกษาเรื่องของสสารและโครงสร้างของสสาร ซึ่งประกอบอยู่บนโลกโดยมนุษย์ก่อนประวัติศาสตร์ได้ใช้ความร้อนจากไฟแยกโลหะออกจากกัน แต่ได้โลหะลักษณะไม่บริสุทธิ์ รู้จักเครื่องเคลือบดินเผา และอิฐ ทองคำ เป็นโลหะชนิดหนึ่งในหลาย ๆ ชนิดที่พบในโลกและอยู่ในสภาพอิสระ ประมาณ 300 – 3500 ปีก่อนคริสตศักราช มนุษย์ได้รู้จักบรอนซ์ได้พบวิธีทำ แก้ว อียิปต์เป็นชนชาติที่นำแก้วมาใช้เป็นเครื่องประดับในยุคก่อนคริสตศักราช มนุษย์ได้แสวงหายารักษาโรค โดยสกัดจากรากเปลือกไม้และส่วนอื่น ๆ ของพืช พาราเซลซัส (Paracelsus) จัดว่า เป็นคนแรกที่นำ เอาสารเคมีมาใช้เป็นยารักษาโรค นักวิทยาศาสตร์หลายท่าน มีความตั้งใจแน่วแน่ที่จะค้นคว้าหาความรู้ ค.ศ. 1627 – 1691 โรเบิร์ต บอยล์(Robert Boyle) เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงมากในด้านพัฒนาความรู้เคมี ได้ศึกษาและพบว่าเมื่อนำโลหะไปเผาในอากาศ มวลของโลหะจะเพิ่มขึ้น ทำให้พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและความดันของแก๊ส เซอร์โรเบิร์ต โรบินสัน (Sir Robert Robinson) นักเคมีชาวอังกฤษ ได้สังเคราะห์สารทางยาที่มีประโยชน์ใช้รักษาโรคได้แก่สูตรโครงสร้างของโมเลกุลสติกนิน ศาสตราจารย์ลิวอิส (Professor Lewis) ได้อธิบายถึงเรื่องความรู้เกี่ยวกับ พันธะเคมีและเรื่องของกรดและด่าง วอลเลซ คาโรเทอร์ (Wallace H. Carothers) ได้พบไนลอน ศึกษาเรื่องโครงสร้างโปรตีน และบทบาทของยาสลบ นอกจากนี้ยังมีนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงของโลกอีกเป็นจำนวนมากที่ค้นคว้าวิจัยด้านเคมีและนำเคมีมาใช้ประโยชน์จะเห็นได้ว่าอาหารที่เรารับประทาน เสื้อผ้าที่เราสวมใส่ยาที่เรารับประทานเพื่อรักษาโรคเครื่องใช้ต่าง ๆ ของอาคารบ้านเรือน ล้วนมาจากประโยชน์ของวิชาเคมีทั้งสิ้น ดังนั้น ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาวิชาเคมีนั้นไม่เพียงแต่เป็นองค์ความรู้พื้นฐานเท่านั้น แต่ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวัน ซึ่งเราไม่สามารถปฏิเสธได้เลยว่าสิ่งเหล่านั้นจำเป็นมากเพียงใด

1.2 **สสาร และการเปลี่ยนแปลง**

1.2.1 **ความหมายและสถานะของสสาร**

สสาร (matter) คือ สิ่งที่มีมวลต้องการที่อยู่มองเห็นและจับต้องได้เช่น โต๊ะ เก้าอี้ ดิน น้ำ ไม้และอื่นๆอีกมากมาย ส่วนสิ่งที่มองไม่เห็น เช่น อากาศ สสาร มีอยู่ทั่ว ไปรอบ ๆ ตัวเรามี 3 สถานะ คือ ของแข็ง (solid)

ของเหลว (liquid) และแก๊ส (gas) นักวิทยาศาสตร์พยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับ สสาร มาตั้งแต่สมัยโบราณ สสารแบ่งออกเป็นหลายชนิด แต่ละชนิดย่อยๆ ของสสารเรียกว่า สาร (substance) เช่น เซลลูโลส เป็นสารที่พบในพืชคลอโรฟิลล์เป็นสารที่ทำให้ใบไม้มีสีเขียว แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจน เป็นสารที่พบในอากาศ โลหะทองแดงเป็นสารที่ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าในสายไฟ สสารมีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น อาหารที่เรารับประทานเข้าไป ไม่ว่าจะเป็นข้าว น้ำ พืช ผัก และผลไม้ล้วนแต่มีสารที่ให้พลังงานและแร่ธาตุต่างๆแก่ร่างกาย เมื่อเจ็บป่วยก็ต้องรักษาโดยการรับประทานยาที่ถูกกับโรค การพัฒนาและวิวัฒนาการเกี่ยวกับยารักษาโรคจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจเกี่ยวกับสารที่ใช้ในการผลิตยาอย่างถ่องแท้ทุกแง่มุม นอกจากนี้ความรู้ความเข้าใจในสมบัติของสารยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆอีก เช่น การผลิตวัสดุอุปกรณ์สิ่งของเครื่องใช้สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ การพัฒนาหาพลังงานทดแทน แหล่งพลังงานจากธรรมชาติที่กำลังจะหมดไป วิวัฒนาการให้มีแหล่งผลิตอาหารเพิ่มมากขึ้น การสร้างเครื่องมือใหม่ ๆ รวมถึงการส่งเสริมให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นในทุกๆด้าน

1.2.2 **<u>การจำแนกสสาร</u>** (Classification of Matter)

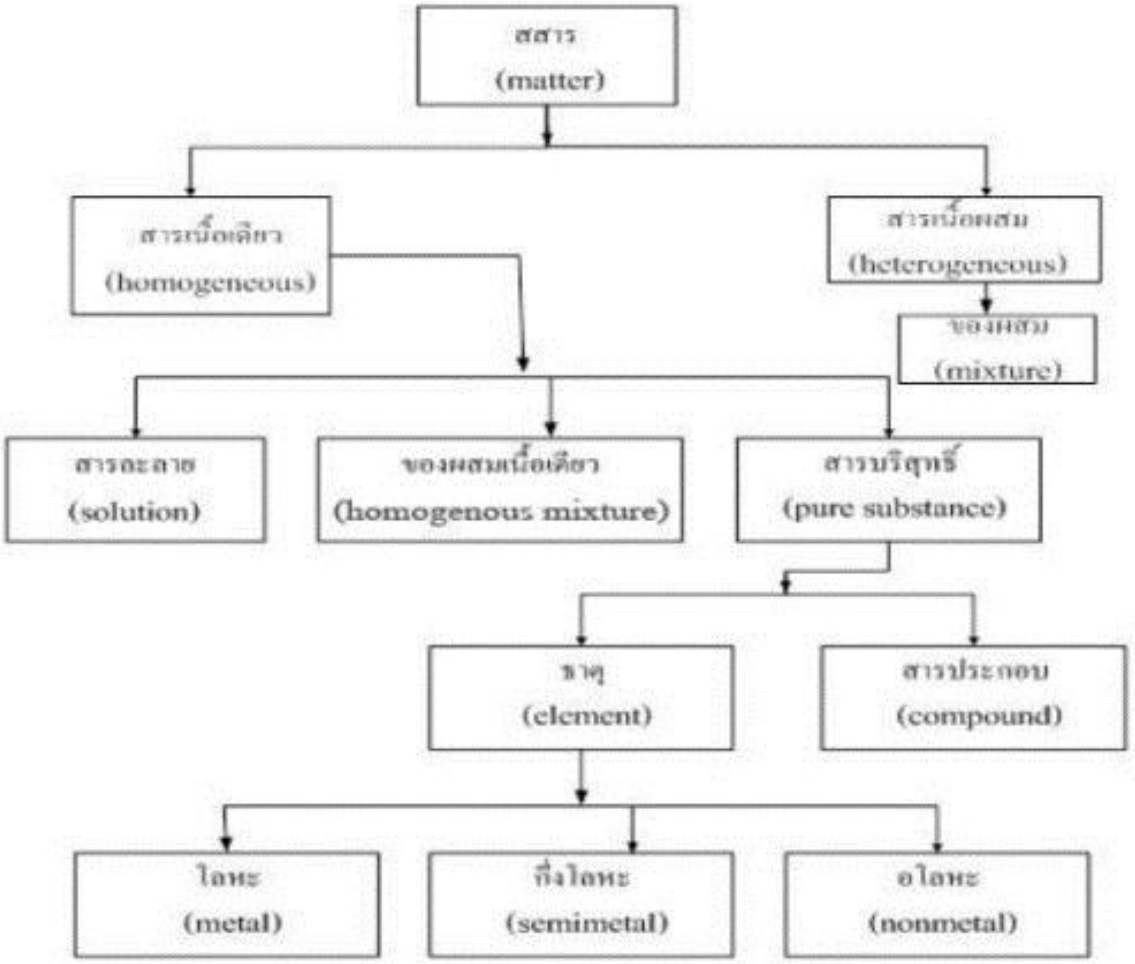
ในปัจจุบันมีการจำแนกหรือการจัดกลุ่มของสสารให้มีเป็นระเบียบเหมาะสมกับการใช้งานและความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกและโครงสร้างของมันเองดังนั้นถ้าใช้สถานะเป็นเกณฑ์ในการจำแนกแล้ว สามารถจำแนกสสารได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.ของแข็ง (solid) เป็นสารที่มีอนุภาคของสารอยู่ชิดกันอย่างหนาแน่น ของแข็งจึงมีรูปร่างแน่นอน รูปทรงของสารไม่ขึ้นกับรูปร่างของภาชนะที่ใช้บรรจุเช่น หิน แก้ว และเหล็ก เป็นต้น

2. ของเหลว (liquid) เป็นสารที่มีอนุภาคของสารจัดตัวอยู่อย่างหลวมๆ จึงทำให้ของเหลวมีรูปร่างไม่แน่นอน รูปร่างจะเปลี่ยนไปตามรูปร่างของภาชนะที่ใช้บรรจุเช่น น้ำ สารละลาย ปรอท เป็นต้น

3.แก๊ส (gas) เป็นสารที่มีอนุภาคของสารอยู่ห่างกันมากกว่า ของเหลว จึงเคลื่อนที่ได้ทุกทิศทางอย่างไม่เป็นระเบียบ ทำให้แก๊สเป็นสารที่มีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอนสามารถขยายตัวหรือถูกบีบอัดให้มีรูปร่างและปริมาตรตามภาชนะที่ใช้บรรจุ เช่น แก๊สไนโตรเจน แก๊สออกซิเจน แก๊สไฮโดรเจน เป็นต้น

ดังนั้นจึงได้มีการจำแนกประเภทของสารตามลักษณะทางกายภาพของสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ได้แสดงตามไดอะแกรมข้างล่างนี้



สารเนื้อเดียวหรือสารเอกพันธ์ (homogeneous substance) เป็นสสารที่มีเนื้อเดียวมีองค์ประกอบเหมือนกันทุกส่วน มีสมบัติแน่นอน ถ้านำ ส่วนหนึ่งส่วนใดของสารเนื้อเดียวไปทดสอบ จะแสดงสมบัติเหมือนกันทุกประการเช่น น้ำ น้ำเกลือ น้ำเชื่อม ทองคำ เงิน ทองแดง ผงชูรส น้ำตาลทรายและเกลือ เป็นต้น

สารเนื้อผสมหรือสารวิวิธพันธุ์ (heterogeneous substance) เป็นสสารที่มีองค์ประกอบไม่แน่นอนแต่ละองค์ประกอบเมื่อผสมกันจะไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีและไม่กลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกันสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าและแยกแต่ละองค์ประกอบจากกันได้โดยวิธีทางกายภาพ เช่น คอนกรีต น้ำคลองและพริกกับเกลือ เป็นต้น

สารละลาย (solution) เป็นสารเนื้อเดียวมีองค์ประกอบตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปมาผสมกันโดยองค์ประกอบที่มีปริมาณมากกว่า เรียกว่า ตัวทำละลาย (solvent)และองค์ประกอบที่มีปริมาณน้อยกว่า เรียกว่า ตัวถูกละลาย (solute) เช่น น้ำเชื่อม น้ำทะเล ทองเหลือง (ทองแดง ในสังกะสี)และน้ำโซดา (คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ) เป็นต้น

สารบริสุทธิ์ (pure substance) เป็นสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบเพียงชนิดเดียวและมีองค์ประกอบทางเคมีที่แน่นอน มีสมบัติทางเคมีและกายภาพเฉพาะตัว เช่น จุดเดือดจุดหลอมเหลวคงที่ สารบริสุทธิ์อาจจะเป็นธาตุหรือสารประกอบก็ได้เช่น เหล็กคาร์บอน แก๊สไฮโดรเจน เกลือแกง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เป็นต้น

ของผสมเนื้อเดียว (homogeneous mixture) เป็นสารที่ประกอบด้วยสารบริสุทธิ์ ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป มีอัตราส่วนผสมต่าง ๆ กัน และแปรเปลี่ยนไปได้โดยไม่จำกัด เช่น อากาศที่เราหายใจ ประกอบด้วย แก๊สออกซิเจน

ร้อยละ 21 ผสมกับแก๊สไนโตรเจนร้อยละ 78 และแก๊สอื่น ๆ อีกร้อยละ 1 (พวกแก๊สเฉื่อยและไอน้ำ)

ธาตุ (element) เป็นสารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยอนุภาคเล็กที่สุดที่เป็นอะตอมชนิดเดียวกันตั้งหมด แต่ละอะตอมมีสมปดเหมือนกันทุกประการ และไม่สามารถแบ่งแยกออกเป็นสารอื่นได้ด้วยวิธีทางเคมี ธาตุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมี 92 ธาตุ และมีธาตุอีกจำนวนหนึ่งที่มักวิทยาศาสตร์สังเคราะห์ขึ้นจากห้องทดลอง ธาตุชนิด เดียวกันจะมีจำนวนโปรตอน และอิเล็กตรอนเท่ากัน ตัวอย่างธาตุที่เราคุ้นเคย ได้แก่ เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) ตะกั่ว (Pb) ออกซิเจน ออกซิเจน (O2) และไฮโดรเจน (H2) เป็นต้น

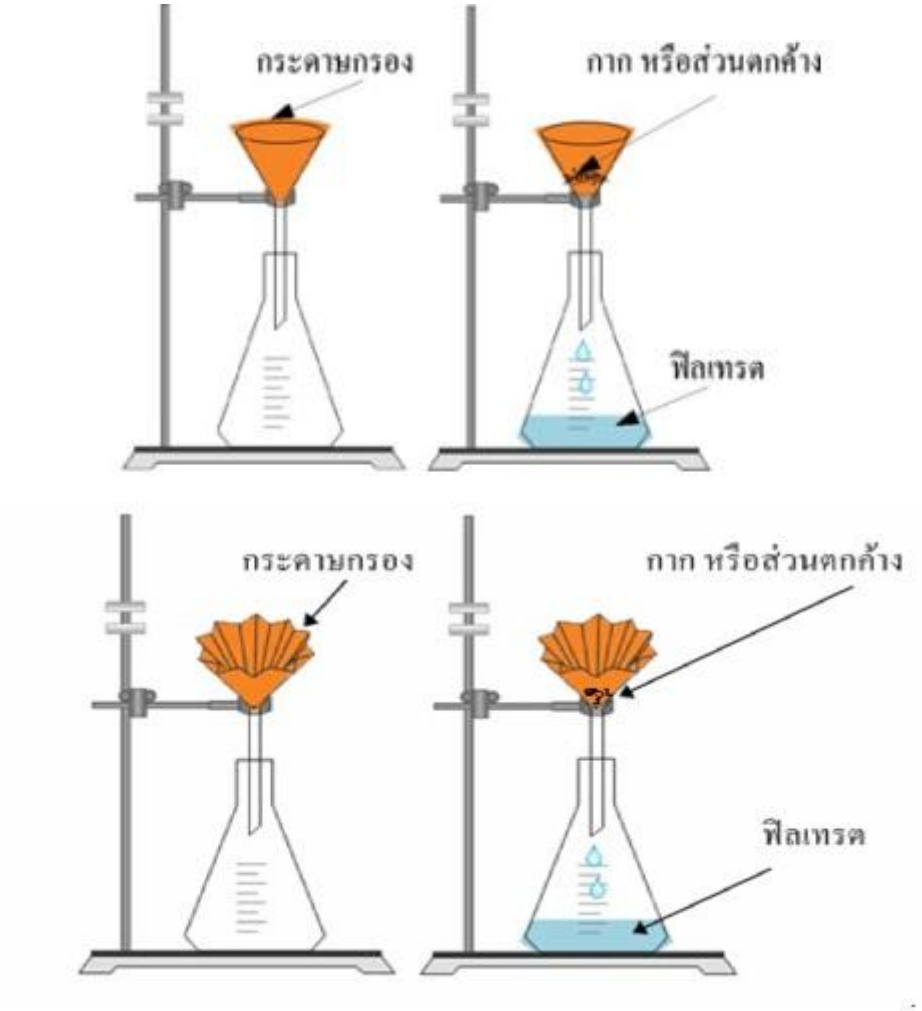
สารประกอบ (Compound) เป็นสารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยอนุภาคเล็กสุดเป็นโมเลกุล เกิดจากอะตอมของ ธาตุต่างชนิดกัน ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป มารวมตัวกันด้วยสัดส่วนคงที่แน่นอน และไม่สามารถแบ่งแยกองค์ประกอบเหล่านี้ออกจากกันได้ด้วยวิธีทางกายภาพ ต้องใช้วิธีทางเคมี เช่น โมเลกุลของน้ำมีสูตรเคมี H,0 เป็นสารประกอบที่ประกอบด้วย H 2 อะตอม และ o 1 อะตอม และมีอัตราส่วนโดยมวลของ H : 0 เท่ากัน 1 : 8 เสมอ ตั้งต้นถ้านำไฮโดรเจน (H) 1 ส่วน และออกซิเจน (0) 8 ส่วน ผสมกันภายใต้สภาวะที่เหมาะสม จะเกิดเป็น H20 ได้

ของผสม (mixture) ประกอบด้วยสารบริสุทธิ์ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปผสมกันในอัตราส่วนที่ไม่คงที่แน่นอน โดยแต่ละสารยังคงเอกลักษณ์ของตนเองอยู่ ของผสมเป็นได้ตั้งของผสมเนื้อเดียว และของผสมเนื้อผสม เช่น น้ำนม น้ำอัดลม สารละลาย โลหะเจือ คอนกรด และหินแกรนิต เป็นต้น

การแยกสารผสม เป็นกระบวนการที่จะทำให้สารบริสุทธิ์ โดยอาศัยสมบัติต่าง ๆ ของสาร เช่น สถานะ ขนาดของสาร ความหนาแน่น ความตันไอ หรือความสามารถในการละลาย โดยทั่วไปสารต่าง ๆ ที่พบในธรรมชาตินักจะอยู่ในรูปของสารเนื้อผสม หรือสารละลาย โดยองค์ประกอบแต่ละชนิดมักมีสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างกันทำให้สามารถแยกองค์ประกอบแต่ละชนิดในสารเนื้อผสมหรือสารละลายออกมาได้ ซึ่งการแยกสารมีประโยชน์อย่างมากต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืช การกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม การสกัดสารที่เป็นองค์ประกอบของยาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช การทำน้ำให้บริสุทธิ์กระบวนการแยกสารให้บริสุทธิ์นี้สามารถทำได้โดยวิธีการทางกายภาพและทางเคมี ขึ้นกับลักษณะทางกายภาพของสาร เช่น

1. **การกรอง (**filtration)

การกรองเป็นการแยกของแข็งออกจากของเหลว โดยเทสารผสมผ่านกระดาษกรอง หรือเยื่อกรอง ทำให้ของแข็งที่ไม่ละลายในของเหลวถูกแยกออกมา เรียกว่า กาก หรือ ส่วนตกค้าง (residue) ส่วนของเหลวที่ได้จากการกรองเรียกว่า ฟิลเทรด (filtrate) เช่น การกรองแยกผงถ่านออกจากน้ำ การกรองเป็นวิธีการหนึ่งทางเคมีที่ใช้ในกระบวนการแยกสารให้บริสุทธิ์มักใช้ควบคู่กับการละลาย เช่น ในการแยกสารผสมระหว่าง ผงทองกับผงเหล็ก โดยใช้กรดเป็นตัวทำละลายผงเหล็ก ในขณะที่ผงทองไม่ละลาย จากนั้นจึงกรองแยกผงทองออกจากสารละลาย เป็นต้น กระดาษกรองที่ใช้ในการกรอง ก่อนนำไปใช้ต้องพับ เพื่อให้วางไว้บนกรวยกรองได้ การพับกระดาษ กรองเป็นทบ (พับจีบ) เพื่อใช้ในการกรองสารละลายที่ร้อนแล้วนำไปตกผลึกเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวให้ของเหลว สามารถไหลผ่านได้มาก และป้องกันไม่ให้เกิดการตกผลึกบนกระดาษกรองขณะที่ทำการกรอง ในบางกรณีที่ ตะกอนมีขนาดเล็กมีลักษณะเบาหรือละเอียดมาก ๆ การกรองผ่านกระดาษกรองธรรมดาต้องใช้เวลาในการกรองนาน จึงอาจใช้วิธีการกรองด้วยแรงสุญญากาศ (vacuum filtation) ซึ่งสะดวกและรวดเร็วมากกว่า



ภาพที่ 2 การกรองขณะร้อน (พับจีบ)

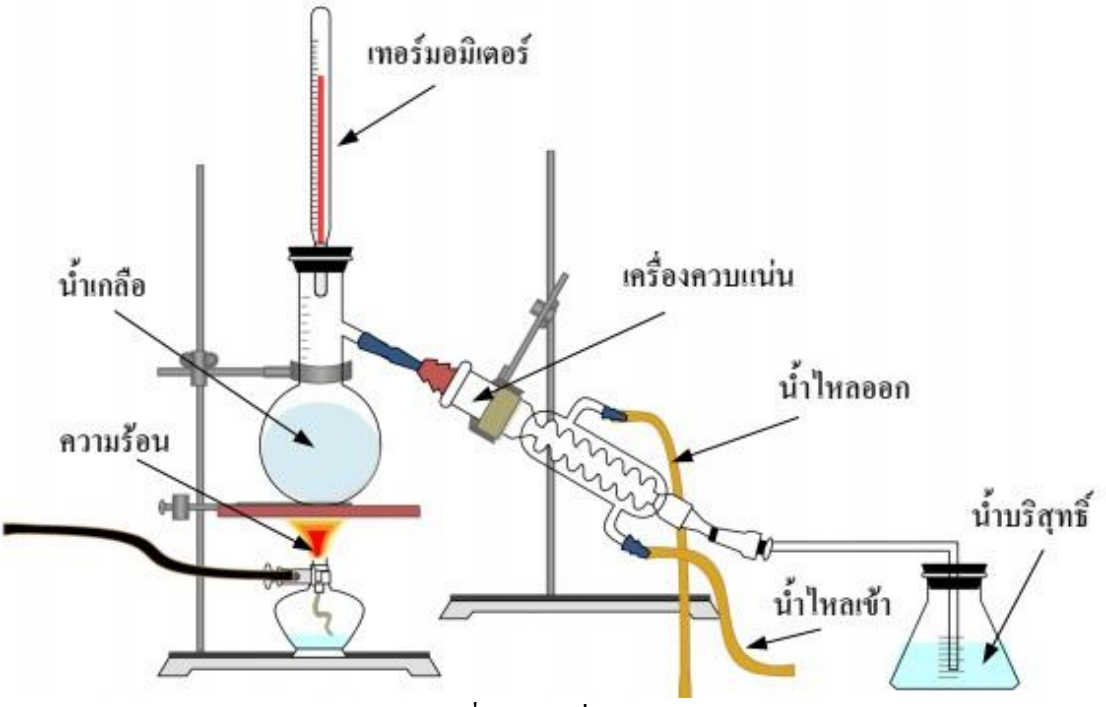
ภาพที่ 3 การกรองด้วยแรงสุญญากาศ

2. **<u>การกลั่น</u>** (distillation)

การกลั่นเป็นการแยกสารผสมที่มีสถานะเป็นของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันออกจากกัน โดยสารที่มีจุดเดือดต่ำ กว่าจะระเหยแยกออกมาก่อน เช่น การแยกนทออกจากน้ำเกลือ และการกลั่นน้ำกลั่น เป็นต้น การกลั่นสามารถใช้ ในการแยกของผสมระหว่างของแข็งผสมอยู่กับของเหลว โดยของแข็งละลายอยู่ในของเหลว หรือของเหลวผสมกับของเหลว หลักการของการกลั่นจะอาศัยความแตกต่างของจุดเดือดต่ำหรือความดันไอของแต่ละองค์ประกอบในของผสม เมื่อของผสมได้รับความร้อน องค์ประกอบที่มจุดเดือดต่ำกว่าหรือความดันไอสูงกว่า จะระเหยกลายเป็นไอก่อน จากนั้นทำให้ไอกระทบกับความเย็น โดยผ่านเครื่องควบแน่น (condenser) ไอจะควบแน่นกลายเป็นของเหลวกลับคืนมา การกลั่นมีหลายประเภท คือ

2.1 **การกลั่นแบบธรรมดา** (simple distillation)

เป็นการกลั่นภายใต้สภาวะที่ความดันปกติ คือ ประมาณ 1 บรรยากาศ หรือที่ความดัน 760 มิลลิเมตรของปรอท มักใช้ในการแยกของเหลวผสมที่มีจุดเดือดต่างกันมาก ๆ ออกจากกัน โดยจุดเดือดต้องต่างกันมากกว่า 30 องศาเซลเซียส ขึ้นไป ดังนั้นการกลั่นแบบธรรมดาจึงไม่สามารถใช้แยกของผสมระหว่างน้ำและเอทิลแอลกอฮอล์ได้เนื่องจากจุดเดือดระหว่างน้ำและเอทิลแอลกอฮอล์ใกล้เคียงกัน แต่วิธีนี้สามารถแยกสารละลายที่ตัวทำละลายระเหยได้ง่ายออกจากตัวถูกละลายที่ไม่ระเหย เช่น การแยกเกลือแกงออกจากน้ำเกลือ



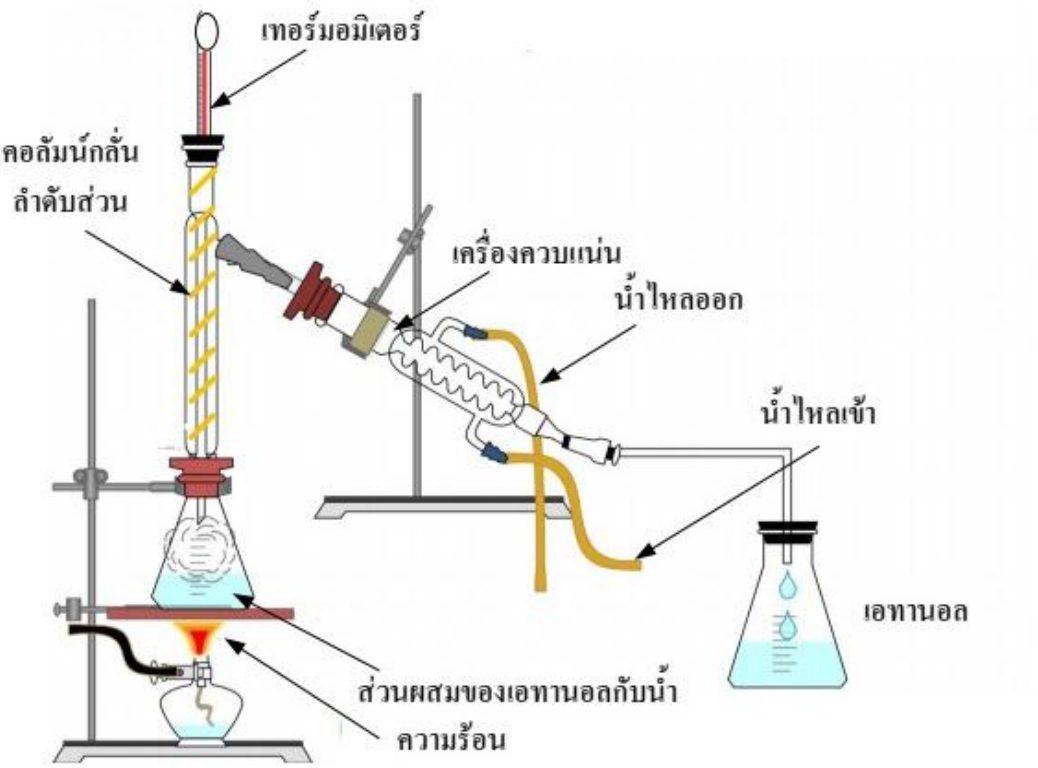
ภาพที่ 4 การกลั่นแบบธรรมดา

จากรูปแสดงอุปกรณ์การกลั่นแบบธรรมดา โดยเมื่อให้ความร้อนแก่สารละลายด้วยเตาหลุมให้ความร้อนตัวทำละลายที่มีจุดเดือดตากว่าจะระเหยกลายเป็นไอ ผ่านเครื่องควบแน่น เมื่อไอกระทบกับความเย็น ก็จะกลั่นตัวเป็นของเหลวไหลลงสู่ภาชนะที่รองรับ ทำให้สามารถแยกตัวทำละลายที่บริสุทธิ์ออกมาได้ ในการกลั่นแบบ

ธรรมดาต้องมีการใส่เศษกระเบื้อง หรือเศษแก้ว (boilling chip) ลงในสารละลายที่จะกลั่นด้วย เพื่อช่วยระบายความร้อนในสารละลาย และไม่ให้สารละลายเกิดการเดือดที่รุนแรงเกินไป

2.2 **การกกันลำดับส่วน** (fractional distillation)

เป็นการกลั่นภายใต้สภาวะความดันปกติ เช่นเดียวกับการกลั่นแบบธรรมดา แต่จะใช้ในการแยกของเหลวผสมที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกันออกจากกัน เช่น การกลั่นแยกสารผสมของน้ำมันปิโตรเลียม โดยนำของเหลวผสมสองชนิดที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกัน มาทำการแยกโดยการกลั่นแบบธรรมดาของเหลวทั้งสองชนิดจะกลายเป็นไอ เมื่อได้รับความร้อน และเมื่อไอระเหยมากระทบกับความเย็นก็จะกลั่นตัวเป็นของเหลวผสมอีก แต่ไอของสารที่มีจุดเดือดต่ำกว่า หรือไอที่มีความดันไอสูงกว่าจะมีปริมาณมากกว่า ทำให้ของเหลวที่ได้มีปริมาณที่แตกต่างกัน นำของเหลวผสมที่กลั่นตัวออกมานี้ไปทำการกลั่นซ้ำอีกครั้ง ของเหลวที่ได้จากการกลั่นครั้งที่สองจะมีปริมาณของของเหลวที่มีจุดเดือดตากว่า หรือมีความดันไอสูงกว่ามากขึ้นอีก ทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ หลาย ๆ ครั้ง เป็นการกลั่นซ้ำหลายๆครั้งอย่างต่อเนื่องก็จะสามารถแยกของผสมที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกันออกจากกันได้จึงเรียกวิธีการแบบ นี้ว่า การกลั่นลำดับส่วน

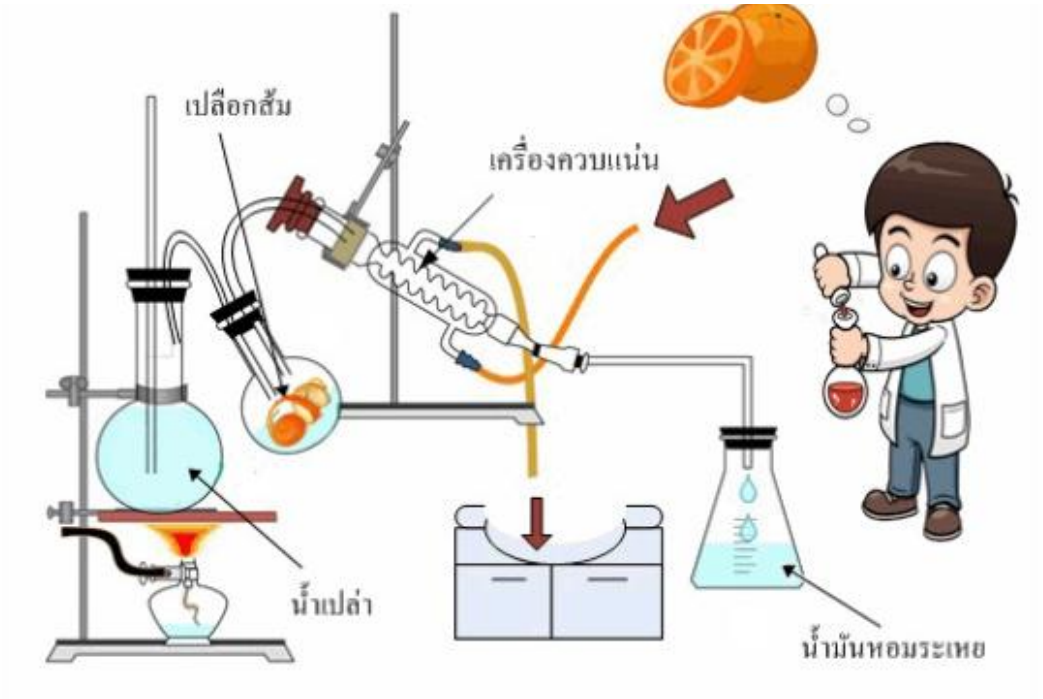


ภาพที่ 5 การกลั่นลำดับส่วน

จากรูปแสดงอุปกรณ์การกลั่นลำดับส่วน ซึ่งจะต่างจากอุปกรณ์ที่ใช้กลั่นแบบธรรมดา โดยชุดกลั่นลำดับ ส่วนจะมีคอลัมน์ลำดับส่วน (fraction column) ที่อยู่ในลักษณะตั้งตรงเชื่อมระหว่างขวดกลั่นกับเครื่องควบแน่น ทำให้เกิดการกลั่นซ้ำหลาย ๆ ครั้งอย่างต่อเนื่อง

2.3 **การกลั่นด้วยไอน้ำ (**steam distillation)

เป็นการกลั่นแยกสารที่ระเหยง่าย และไม่ละลายน้ำออกจากสารที่ระเหยยากหรือสารที่มียางเหนียว โดยใช้ไอน้ำเป็นตัวพาสารที่สกัดได้จะเป็นของเหลวที่แยกชั้นกับน้ำ และสามารถแยกสารผสมนี้ออกจากกันได้โดยใช้กรวยแยก การกลั่นด้วยไอน้ำนี้นิยมใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ส่วนของ ดอก ใบ ผล เมล็ด และราก เป็นต้น



ภาพที่ 6 การกลั่นด้วยไอน้ำ

2.4 **การกลั่นโดยลดความดัน (**vacuum distillation)

การกลั่นโดยลดความดัน หรือการกลั่นในสุญญากาศ เป็นการแยกของเหลวออกมาได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของของเหลวนั้นโดยปกติจุดเดือดของของเหลวจะแปรผันกับความดันไอ ถ้าความดันเหนือของเหลวลดลงจะทำให้จุดเดือดต่ำลงด้วย เช่น การต้มน้ำ ที่ยอดเขาความดันเหนือน้ำจะต่ำกว่าที่ระดับ พื้นดิน ดังนั้น จุดเดือดของน้ำที่ยอดเขาจึงต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้เรายังสามารถใช้วิธีการนี้ในการกลั่นแยกของเหลวผสมที่มีจุดเดือดสูง เพื่อที่จะทำให้องค์ประกอบที่เราต้องการแยกตัวออกมาได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือด และไม่เกิดการสลายตัว เช่น กลีเซอรอล (glycerol) มีจุดเดือด290องศาเซลเซียส ที่ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท ถ้าเรากลั่นกลีเซอรอล ที่อุณหภูมินี้จะทำให้กลีเซอรอลสลายตัว แต่ถ้าเราลดความดันของชุดกลั่นเหลือประมาณ 12 มิลลิเมตรปรอท จุดเดือดของกลีเซอรอลจะลดลงมาที่180องศาเซลเซียส ทำให้เราสามารถกลั่นกลีเซอรอลได้โดยที่ไม่เกิดการสลายตัว

3. **การตกผลึก (**recrystallization)

การตกผลึกเป็นการแยกของแข็งที่ละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยการนำสารผสม นี้ไปต้มให้ตัวทำละลายระเหยออกไปจนได้สารละลายอิ่มตัว ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จะได้ของแข็ง

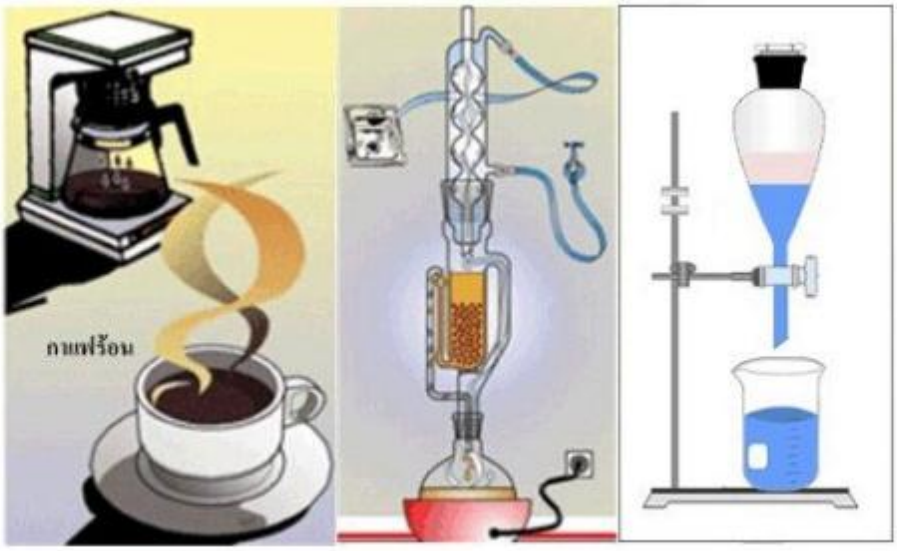
แยกตัว ตกผลึกออกมา ในกระบวนการตกผลึกจำเป็นต้องคำนึงถึงตัวทำละลายซึ่งตัวทำละลายที่ดีต้องไม่ทำปฏิกิริยากับตัว ถูกละลาย และตัวทำละลาย ต้องละลายตัวถูกละลายได้มากขณะร้อนและไม่ละลาย หรือละลายได้น้อยขณะเย็น ตัวทำละลายต้องไม่ละลายสิ่งเจือปนเพื่อให้สามารถกำจัดสิ่งเจือบนออกไปจากสารละลาย โดยการกรองในขณะที่ สารละลายยังร้อน เพื่อ!เองกันไม่ให้ตัวถูกละลายตกผลึกออกมาบนกระดาษกรองขณะกรองแยกสิ่งเจือปนออกไป ตัวทำละลายต้องไม่เป็นพิษ ไม่ไวไฟ และควรมีราคาถูก ตัวทำละลายที่นิยมใช้ ได้แก่ น้ำ เอทานอล (ethanol) เอทิลแอซิเทต (ethyl acetate) และเฮกเซน (hexane) เป็นต้น

ภาพที่ 7 การตกผลึก

4. **การสกัดด้วยตัวทำละลาย (**solvent extraction)

เป็นการแยกของผสมที่เป็นของแข็งกับของแข็ง หรือของเหลวกับของเหลว โดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม เช่น ของผสมระหว่างผงเกลือแกง กับผงลูกเหม็น (แนฟทาลีน; naphthalene) ซึ่งสารทั้งสองนี้มีสีขาวเหมือนกัน การแยกสีโดยดูด้วยตาจึงทำได้ยาก ขนาดของสารทั้งสองก็มีขนาดเล็กมากไม่สามารถหยิบหรือเขี่ยให้ออกจากกันได้ แต่เราสามารถใช้น้ำเป็นตัวทำให้เกลือแกงละลาย เป็นสารละลายของเกลือแกงในขณะที่แนฟทาลีนไม่ละลายน้ำ เป็นสารแขวนลอย จึงใช้กรวยแยกสารทั้งสองออกจากกัน แล้วนำสารละลายเกลือแกงไประเหย ก็จะได้เกลือแกงกับคืนมา

การสกัดด้วยตัวทำละลาย สามารถใช้สกัดสารจากธรรมชาติโดยแช่สารที่ต้องการสกัดด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมที่อุณหภูมิห้อง จนได้ปริมาณสารที่ต้องการละลายออกมาได้มากที่สุด จากนั้นทำการกรองแล้วนำสารละลายที่ได้ไประเหย เพื่อแยกตัวทำละลายออกไป ก็จะได้สารที่ต้องการสกัด ตัวอย่างเช่น การสกัดน้ำมันจากรำข้าว การสกัดน้ำมันจากถั่วเหลือง โดยการนำเมล็ดถั่วเหลืองมาแช่ในตัวทำละลายเฮกเซน (hexane) เมื่อกลั่นเอาเฮกเซนออกไป ก็จะได้น้ำมันถั่วเหลืองออกมา ตัวทำละลายที่เหมาะสม จะต้องละลายตัวถูกละลายหรือสารที่ต้องการสกัดเท่านั้น หรือละลายสารอื่น ๆ ในของผสมได้น้อยมาก ตัวทำละลายต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด และสามารถแยกออกจากสารที่ต้องการสกัดได้ง่าย มีราคาลูกและหาได้ง่าย



การสกัดคาเฟอีนออกจากเมล็ดกาแฟ การสกัดสารด้วยการทำซอกเลต การสกัดสารด้วยกรวยแยก

ภาพที่ 8 การสกัดด้วยตัวทำละลาย

5. **โครมาโทกราฟี** (chromatography)

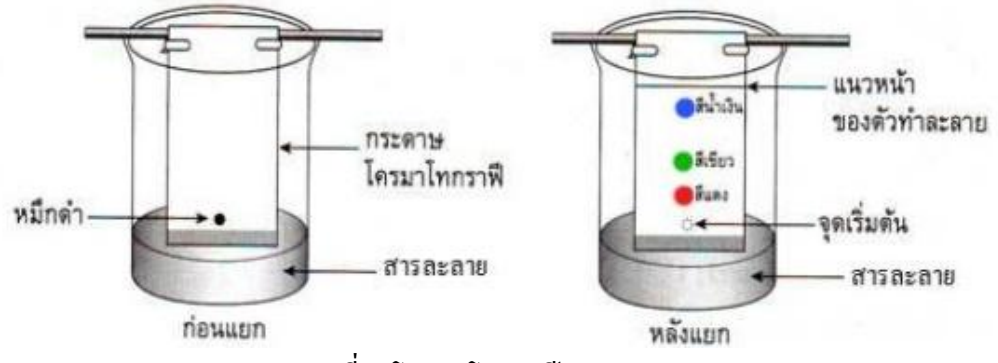
เป็นวิธีการแยกสารผสมออกจากกัน โดยอาศัยสมบัติที่ต่างกันขององค์ประกอบแต่ละชนิดที่กระจายอยู่ใน 2 เฟส (phase) ได้แก่ เฟสที่อยู่กับที่ (stationary phase) ทำหน้าที่เป็นตัวดูดซับสารที่ต้องการแยก เช่น อะลูมินา (alumina, $A1_20_3$) หรือ ซิลิกาเจล (silica gel, $Si0_2$) และ เฟสที่เคลื่อนที่ (mobile phase) ทำหน้าที่เป็นตัวพา หรือ ตัวทำละลายสารที่ต้องการแยกให้เคลื่อนที่ไปบนตัวดูดซับ เช่น เฮกเซน เอทิลแอลกอฮอล์ เอทิลแอซิเทต แอซิโตน และปิโตรเลียมอีเทอร์ เป็นต้น เมื่อตัวทำละลายเคลื่อนที่ผ่านตัวดูดซับที่มีของผสมอยู่ องค์ประกอบแต่ละชนิดในของผสมจะมีการเคลื่อนที่ไปบนตัวดูดซับ องค์ประกอบที่ละลายในตัวทำละลายได้ดีจะถูกดูดซับได้น้อย จึงเคลื่อนที่ออกมาก่อน ส่วนองค์ประกอบที่ละลายในตัวทำละลายได้น้อย จะถูกดูดซับได้นานจึงเคลื่อนที่ ออกมาภายหลัง เทคนิคของโครมาโทกราฟีมี ดังนี้

5.1 **โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ** (paper chromatography)

ในการทำโครมาโทกราฟแบบกระดาษ เราใช้กระดาษกรองเป็นเฟสที่อยู่กับที่ หรือตัวดูดซับ แล้วกำหนด จุดไว้ให้เป็นจุดเริ่มต้น สำหรับของผสมที่ต้องการแยก นำสารที่จะแยกมาหยดเป็นจุดเล็ก ๆ บนกระดาษกรอง ณ จุดที่ได้กำหนดไว้ แล้วนำกระดาษไปตั้งไว้ในภาชนะปิดที่อิ่มตัวด้วยเฟสที่เคลื่อนที่ หรือตัวทำละลายที่เหมาะสม เมื่อปล่อยให้ตัวทำละลายซึมผ่านกระดาษกรอง และผ่านจุดของสารที่ต้องการแยกไปจนถึงระดับที่กำหนดไว้ จาก การละลายและการถูกดูดซับขององค์ประกอบที่ต่างกันในของผสมเราจะเห็นแถบลีต่าง ๆ แยกออกมาจากของผสม กระดาษกรองที่ปรากฏสีต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการแยกของผสมนี้ เรียกว่า โครมาโทแกรม (chromatogram) ถ้าวัด ระยะทางที่องค์ประกอบแต่ละชนิดเคลื่อนที่ได้ และระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ จะสามารถนำไปคำนวณหา อัตราการเคลื่อนที่ (Rj., Retention factor) เพื่อบอกถึงจำนวนและชนิดของแต่ละองค์ประกอบในของผสมได้

$$R_f = \frac{\text{ระยะทางที่องค์ประกอบแต่ละชนิดเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}}$$

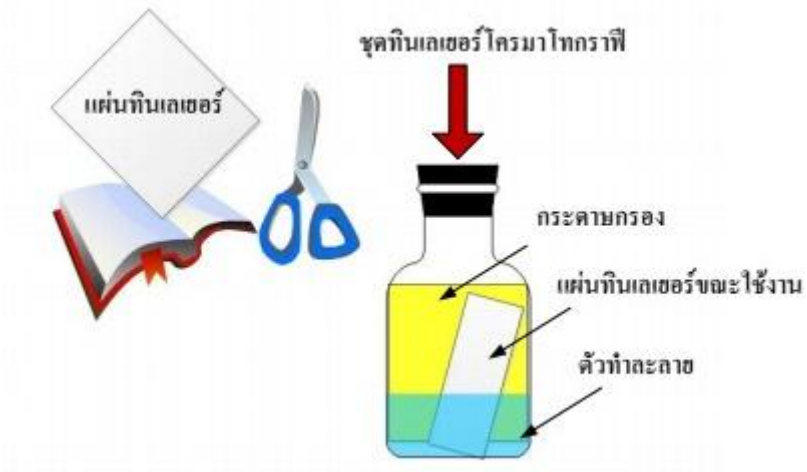
สารชนิดเดียวกัน เมื่อทดสอบด้วยโครมาโทกราฟีแบบกระดาษในเฟสเคลื่อนที่ หรือตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ย่อมจะให้ค่า Rf เท่ากัน แต่ในบางครั้งสารต่างชนิดในสภาวะเดียวกันอาจให้ค่า Rf เท่ากันก็ได้ ซึ่ง สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นสารต่างชนิดกัน โดยเปลี่ยนชนิดของเฟสที่เคลื่อนที่หรือตัวทำละลาย หรือในบางครั้ง องค์ประกอบแต่ละชนิดในของผสม อาจไม่เกิดการแยกให้เห็น ต้องการทำการทดลองใหม่ โดยการเพิ่มความยาว ของกระดาษกรอง หรือเปลี่ยนชนิดของเฟสเคลื่อนที่ หรือตัวทำละลาย เป็นต้น



ภาพที่ 9 โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

5.2 **ทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี** (thin-layer chromatography : TLC)

วิธีนี้จะใช้วิเคราะห์และแยกสารที่มีปริมาณน้อยได้ดีและรวดเร็วเป็นโครมาโทกราฟีที่มีวิธีการเดียวกับโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ เพียงแต่เปลี่ยนตัวดูดซับจากกระดาษกรองเป็นผงละเอียดของอะลูมินา หรือซิลิกาเจลที่เคลือบเป็นฟิล์มบาง ๆ บนแผ่นแก้ว หรือแผ่นอะลูมิเนียมที่เรียบ เทคนิคการทำจะหยดสารที่ต้องการแยกบนแผ่น TLC ที่แห้งในแนวเดียวกันทิ้งไว้หรือเป่าให้แห้งแล้วนำ ไปใส่ในแท็งก์ซึ่งอิ่มตัวด้วยไอของตัวทำละลาย ซึ่งทำหน้าที่เป็นเฟสเคลื่อนที่ ปิดฝาแท็งก์ทิ้งไว้ให้ตัวทำละลายพาสารที่ต้องการแยกเคลื่อนที่ไปบนแผ่นTLC จนเกิดการแยก

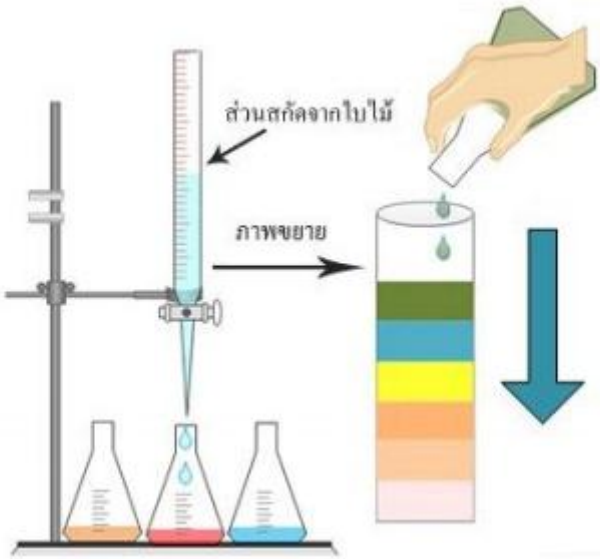


ภาพที่ 10 ทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี

5.3 คอลัมน์โครมาโทกราฟี (column chromatography)

เป็นวิธีการแยกของผสมในปริมาณมาก ๆ ได้ดีโดยนำตัวดูดซับพวกอะลูมินา หรือซิลิกาเจล บรรจุในคอลัมน์แก้ว (column) ให้เรียงตัวกันอย่างสม่ำเสมอ เพื่อทำให้องค์ประกอบในของผสมเกิดการแยกได้ดีถ้าของผสมเป็นของแข็งให้ละลายของผสมด้วยตัวทำ ละลายที่ใช้เป็นเฟสเคลื่อนที่ในปริมาณที่น้อยที่สุด แต่ถ้าเป็นของเหลวสามารถบรรจุลงในคอลัมน์ที่เตรียมไว้ได้เลย โดยใช้หลอดหยดค่อย ๆ หยดสารผสมที่ต้องการแยกลงไป ในระหว่างนี้ด้านล่างของคอลัมน์ต้องไขให้ตัวทำละลายไหลออกไปช้า ๆ เมื่อบรรจุของผสมหมดแล้วจึงค่อย ๆเติมตัวทำละลายตามลงไปเรื่อย ๆ องค์ประกอบต่าง ๆ ในของผสมจะถูกเฟสเคลื่อนที่พาออกจากคอลัมน์

องค์ประกอบที่ถูกดูดซับได้ดีด้วยเฟสที่ไม่เคลื่อนที่จะไหลออกมาช้าสุดถ้าองค์ประกอบในของผสมมีสีจะเห็นสีเป็นช่วง ๆ ในคอลัมน์แต่ถ้าองค์ประกอบไม่มีสีจะต้องเก็บของเหลวที่ไหลออกมา นำไปตรวจสอบว่าเป็นชนิดเดียวกันหรือไม่ โดยใช้เทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟีถ้าเป็นองค์ประกอบประเภทเดียวกันของเหลวแต่ละส่วนจะมีค่า Rf เท่ากัน นำของเหลวชนิดเดียวกันที่เก็บมาได้รวมกัน นำไประเหยแยกตัวทำละลายออกไป จะได้องค์ประกอบที่ต้องการ



ภาพที่ 11 คอลัมน์โครมาโทกราฟี

1.2.3 **พลังงานและการเปลี่ยนแปลง**

สารแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน โดยทั่วไปสามารถจำแนกประเภทของสารที่เรามองเห็นจากการสังเกตรูปร่าง ลักษณะ ขนาด สี และกลิ่น แต่นักวิทยาศาสตร์ได้จัดหมวดหมู่ของสารออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดย พิจารณาจากสมบัติของสาร 2 ประการคือ

1. **สมบัติทางกายภาพ** (physical property)

เป็นสมบัติที่บอกลักษณะเฉพาะของสาร ที่เราสังเกตเห็นได้ หรือตรวจวัดได้ โดยไม่ทำให้องค์ประกอบดั้งเดิมของสารเปลี่ยนแปลง หรือถูกทำลายสลายเกิดเป็นสารตัวใหม่ เช่น เราสามารถเห็นสี และวัดขนาดของแผ่นกระดาษได้โดยที่แผ่นกระดาษยังเหมือนเดิม ถ้าตัดกระดาษออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดของกระดาษเล็กลงแต่กระดาษไม่ได้เปลี่ยนเป็นสารอื่น แสดงว่าองค์ประกอบของกระดาษยังคงเป็นสารตัวเดิม แต่ขนาดของ

แผ่นกระดาษลดลงเท่านั้น การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (physical change) การเปลี่ยนสถานะของสาร จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เห็นได้ง่ายที่สุด เช่น ก้อนน้ำแข็งลูกความร้อนจะหลอมเหลวกลายเป็นน้ำ น้ำถูกความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอน้ำ หรือเมื่อนำเกลือแกงมาละลายน้ำ เกลือเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสารละลาย องค์ประกอบของเกลือไม่เปลี่ยน ยังคงเป็นเกลือแกง คือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) แต่ละลายในน้ำเท่านั้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เกิดขึ้นได้เมื่อให้ความร้อน หรือดึงเอาความร้อนออกจากสาร

2. **สมบัติทางเคมี (**chemical property)

เป็นสมบัติที่สารแสดงออกมาเมื่อสารนั้น ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารอีกชนิดหนึ่งเพื่อเปลี่ยนสารนั้นให้เป็นสารใหม่ เช่น แผ่นกระดาษเมื่อถูกเผาจะกลายเป็นเถ้าถ่านในสภาวะเดียวกันถ้าเผาแก้วจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ดังนั้น กระดาษกับแก้วจึงมีสมบัติทางเคมีต่างกัน การเผากระดาษทำให้สารที่เป็นองค์ประกอบของกระดาษเปลี่ยนเป็นสารใหม่คือ กลายเป็นเถ้าถ่าน เรียกการเปลี่ยนแปลงแบบนี้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (chemicalchange)

พลังงาน (energy) เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งหลายในธรรมชาติไม่ว่า จะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะต้องมีพลังงานเกี่ยวข้องด้วยเสมอซึ่ง พลังงาน หมายถึง ความสามารถในการทำงานได้สารต่าง ๆ ไม่ว่าจะอยู่นิ่งกับที่หรือเคลื่อนที่ล้วนมีพลังงานเกี่ยวข้องเสมอ สารที่อยู่นิ่งมีความพร้อมที่จะทำงานได้ส่วนสารที่เคลื่อนที่นั้น เห็นได้ชัดว่า ทำงานได้พลังงานในสารที่มีการเคลื่อนที่เรียกว่า พลังงานจลน์ (kinetic energy) ซึ่งมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของผลคูณของมวล (m) กับกำลังสองของความเร็ว (v)

$$K.E = \frac{1}{2} mv^2$$

ดังนั้น ความเร็ว (velocity : v) ยิ่งสูง พลังงานจลน์ยิ่งมากและถ้าสารนี้เคลื่อนที่ไปแล้วหยุดนิ่งอยู่กับที่พลังงานที่ถูกเก็บไว้เป็นพลังงานศักย์(potential energy)

การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ

ชนิดของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระบบ โดยทั่ว ไปมี3 ชนิดคือ

1. การเปลี่ยนสถานะ
2. การเกิดการละลาย
3. การเกิดปฏิกิริยาเคมี

เมื่อใดก็ตามที่มีการเปลี่ยนแปลง จะต้องมีพลังงานเกี่ยวข้องเสมอ อาจจะเป็นแบบดูดความร้อน หรือคายความร้อนก็ได้เช่น

1. ดูดความร้อน (endothermic change) เป็นการเปลี่ยนแปลงที่พลังงานถ่ายเทจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบ ทำให้ระบบมีพลังงานสูงขึ้น เช่น

การเปลี่ยนแปลงสถานะ เช่น น้ำแข็งกลายเป็นน้ำ น้ำกลายเป็นไอน้ำ

การเกิดการละลาย เช่น การละลายของ NH_4Cl , KNO_3

การเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น การสลายตัวของ NH_3

2. คายความร้อน (exothermic change) เป็นการเปลี่ยนแปลงที่พลังงานถ่ายเทจากระบบออกสู่สิ่งแวดล้อมทำให้ระบบมีพลังงานต่ำลง เช่น

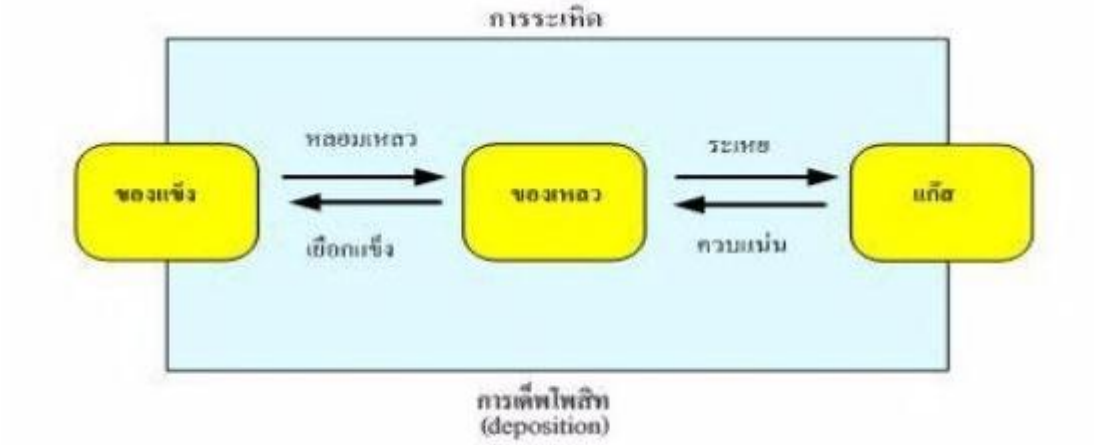
การเปลี่ยนแปลงสถานะ เช่น ไอน้ำ กลายเป็นน้ำ น้ำ กลายเป็นน้ำแข็ง

การเกิดการละลาย เช่น การละลายของ CuSO4, NaOH

การเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น การรวมตัวของ N2 กับ H2ได้ NH3

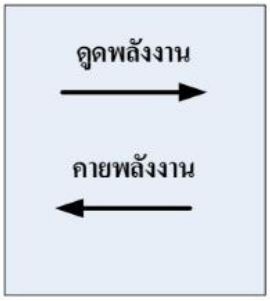
➢พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะ

สารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติสามารถเปลี่ยนสถานะจากสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่งได้และสามารถที่จะเปลี่ยนกลับมาเป็นสถานะเดิมได้อีกด้วย ดังแผนภาพ



ภาพที่ 12 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนสถานะ

ในการเปลี่ยนสถานะของสารนั้น จะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ถ้าสารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นของเหลว และแก๊ส จะมีการดูดพลังงาน (ดูดความร้อน) และในทางตรงกันข้าม ถ้าเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับคือสารเปลี่ยนสถานะจากแก๊สไปเป็นของเหลว และของแข็งก็จะคายพลังงาน (คายความร้อน)จากแผนภาพสรุปได้ว่า



➢พลังงานกับการละลาย

เมื่อสารละลายน้ำจะมีพลังงานเกี่ยวข้อง 2 ขั้นตอน คือ

1. พลังงานโครงร่างผลึก (lattice energy) คือพลังงานที่ใช้ในการทำให้ของแข็งแตกตัวออกเป็นไอออนในภาวะแก๊ส จะเป็นการดูดความร้อน

2. พลังงานไฮเดรชัน (hydration energy) เป็นผลรวมของพลังงานที่ใช้ทำลายแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำ และพลังงานที่คายออกมาอันเนื่องจากไอออนบวกและไอออนลบ ถูกห้อมล้อมโดยโมเลกุลของน้ำแต่

พลังงานที่คายออกมามากกว่า ส่วนที่ใช้ไปผลรวมที่ออกมาเป็นค่าพลังงานไฮเดรชัน

➢**พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี**

เมื่อนำสารมาทำปฏิกิริยากันจะได้สารใหม่ที่มีสมบัติแตกต่างไปจากเดิมเกิดขึ้น ซึ่งในการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีพลังงานมาเกี่ยวข้อง อาจเป็นการดูดหรือคายความร้อนก็ได้การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ก็ตาม ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น น้ำแข็งละลายเป็นน้ำ น้ำระเหยเป็นไอ หรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น การเผาไหม้ของน้ำมันเบนซิน จะต้องมีสิ่งหนึ่งเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอคือ พลังงาน พลังงานตามคำนิยามนี้ คือความสามารถในการทำงาน แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. พลังงานจลน์ (kinetic energy) เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่จะเห็นได้ว่า สารที่มีมวลน้อยกว่าและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วกว่าจะมีพลังงานจลน์มากกว่า สสารที่มีมวลมากกว่า และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วช้ากว่าจะมีพลังงานจลน์น้อยกว่า

2. พลังงานศักย์ (potential energy) คือพลังงานที่มีอยู่ในตัวสาร เกิดแรงดึงดูดและแรงผลักกัน และกันระหว่างสสารนั้นกับสสารอื่น ๆ ถ้าไม่มีแรงดึงดูดหรือแรงผลักกันระหว่างสสาร สสารดังกล่าวจะไม่มีพลังงานศักย์ พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในตัวสสารนั้น พลังงานศักย์ขึ้นกับสภาวะมวล องค์ประกอบ และตำแหน่ง เช่น หินก้อนใหญ่กว่าที่ตำแหน่งสูงกว่า มีพลังงานศักย์มากกว่า หินก้อนเล็กกว่าที่อยู่ตำแหน่งต่ำกว่า เมื่อก้อนหินเคลื่อนที่จากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ พลังงานศักย์เปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ดังนั้นพลังงานในทุกรูปแบบ เช่นพลังงานไฟฟ้า พลังงานน้ำ พลังงานเคมีพลังงานนิวเคลียร์สามารถเปลี่ยนรูปจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้เช่น น้ำมันเบนซิน ถ่านหิน ถ่านไม้ล้วนมีพลังงานสะสมอยู่ในรูปของพลังงานศักย์หรือเรียกว่า พลังงานเคมีเมื่อนำสารเหล่านี้มาเผาไหม้ในอากาศ พลังงานเคมีในรูปของพลังงานศักย์จะเปลี่ยนไปเป็นความร้อน แสง และพลังงานจลน์

ในกระบวนการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ก็ตาม ถ้าความร้อนถูกดูดเข้าไป เรียกว่ากระบวนการดูดความร้อน (endothermic process) ตรงกันข้าม ในการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ก็ตามถ้าความร้อนถูกคายออกมา เรียกว่ากระบวนการคายความร้อน (exothermic process) เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซินความร้อนเป็นจำนวนมากถูกคายออกมา การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจึงจัดเป็นกระบวนการคายความร้อน

➢**พลังงานเคมี (** chemical energy)

เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในหน่วยโครงสร้างของสารเคมีชนิดต่าง ๆ ปริมาณของพลังงานเคมีขึ้นอยู่กับชนิดและการจัดตัวของอะตอมในสารแต่ละชนิดเมื่อสารเข้าไปทำปฏิกิริยากัน พลังงานเคมีอาจถูกปล่อยออกมาถูกเก็บสะสมไว้หรืออาจเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่น พลังงานเคมีจัดเป็นพลังงานศักย์แบบหนึ่งที่มีอยู่ในสาร เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีพลังงานที่ออกมาจากระบบ มักเป็นรูปของพลังงานความร้อน ปฏิกิริยาที่ให้ความร้อนออกมาเรียกว่า ปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic reaction) ส่วนปฏิกิริยาที่ต้องใช้พลังงานเข้าไปจึงจะเกิดปฏิกิริยาเรียกว่า ปฏิกิริยาดูดความร้อน (endothermic reaction)

<u>ความสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน</u>

แอลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) ได้อธิบายให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานซึ่งสามารถคำนวณหาค่าพลังงานที่เทียบกับมวลจำนวนหนึ่งได้ด้วยสมการ