ตอนที่ 1 สสารและการแยกสาร

เคมีพื้นฐานสำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพและความงาม

เคมีคืออะไร?

- เคมีเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ ที่กล่าวถึงส่วนประกอบและสมบัติของสสาร การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของสาร (เรียกว่าปฏิกิริยาเคมี)

เรียนเคมีทำไม?

→ ให้รู้จักสสาร(หรือธรรมชาติ) รอบ ๆ ตัวเรา อากาศ อาหาร เสื้อผ้า สารในสิ่งมีชีวิต แร่ธาตุ

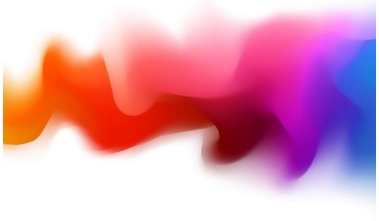
→ เคมีมีบทบาทสำคัญร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆด้วย

หัวข้อ

สสารและสาร

การจำแนกสาร

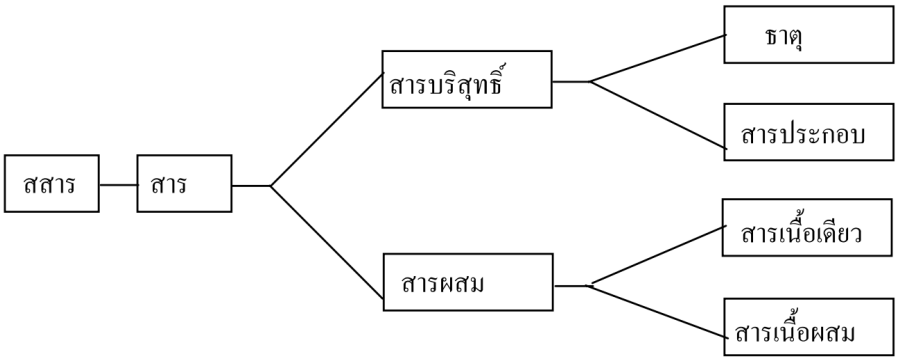
การตรวจสอบและการยแกสารการแยกสาร



สสารและสาร

ในชีวิตประจำวันของเราเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสารต่าง ๆ สารแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน บางชนิดเกิดปฏิกิริยากับน้ำอย่างรวดเร็ว บางชนิดจุดเดือดต่ำ บางชนิดจุดเดือดสูง ทำให้เราต้องศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติและประเภทของสาร และการจัดจำแนกสาร เพื่อสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

การจำแนกสสาร



สสาร คือ สิ่งต่างๆ ที่มีอยู่รอบๆ ตัวเรา มีขนาด ต้องการที่อยู่มวล สัมผัสได้ เช่น อากาศ ดิน น้ำ

→ **มีมวล, มีปริมาตร (ครอบครองปริภูมิ)**

→ **มวลของสาร ⇨ คงที่ แต่น้ำหนัก ⇨ เปลี่ยนแปลงได้**

→ **สมบัติทางเคมี คือ การทำปฏิกิริยาเคมี**

→ **สมบัติทางกายภาพ ได้แก่**

สี กลิ่น ความหนาแน่น
ความแข็ง การนำความร้อน

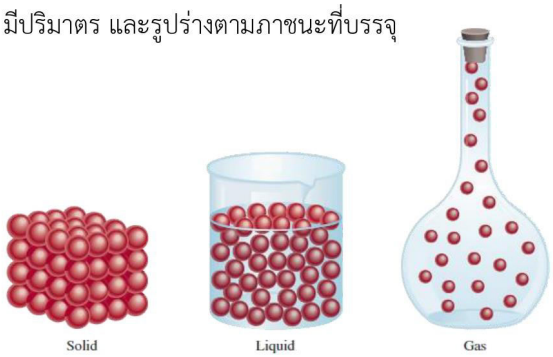
→ **สถานะของสสาร มี 3 สถานะ**

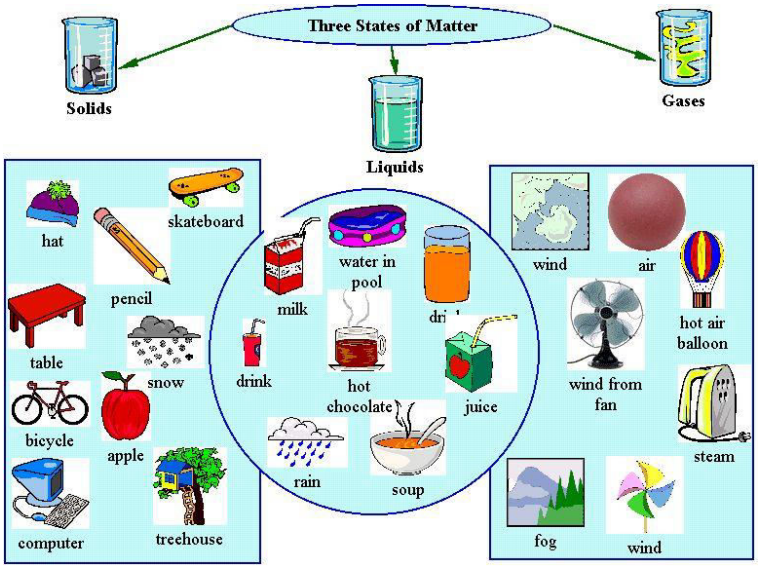
ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

“สสาร (matter) คือ สิ่งที่ต้องการที่อยู่ และ มีมวล”

สสารมี 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

- **ของแข็ง (solid, s)** มีปริมาตร และรูปร่างที่แน่นอน
- **ของเหลว (liquid, l)** มีปริมาตรแน่นอน แต่มีรูปร่างตามภาชนะที่บรรจุ
- **แก๊ส (gas, g)** มีปริมาตร และรูปร่างตามภาชนะที่บรรจุ





- สสารสามารถเปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปสู่อีกสถานะหนึ่ง โดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ของแข็ง (น้ำแข็ง) $\underset{\text{ลด T}}{\overset{\text{เพิ่ม T}}{\rightleftharpoons}}$ **ของเหลว** (น้ำ) $\underset{\text{ลด T}}{\overset{\text{เพิ่ม T}}{\rightleftharpoons}}$ **แก๊ส** (ไอน้ำ)

- อุณหภูมิ ณ จุดที่ทำให้น้ำแข็ง (s) เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ (l) เรียกว่า **จุดหลอมเหลว** (melting point)
- อุณหภูมิ ณ จุดที่ทำให้น้ำ (l) เปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ (g) เรียกว่า **จุดเดือด** (boiling point)
- อุณหภูมิ ณ จุดที่ทำให้ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง เรียกว่า **จุดเยือกแข็ง** (freezing point)
- การเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลว (เรียกว่า **การควบแน่น** (condensation)

- การเปลี่ยนสถานะโดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เป็น **การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (physical change)** ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่มีสารใหม่เกิดขึ้น
- การเปลี่ยนแปลงที่ให้สารใหม่เกิดขึ้น และมีสมบัติแตกต่างไปจากเดิม มีการเปลี่ยนแปลงพลังงาน (ดูดหรือคายพลังงาน) เรียกว่า **การเปลี่ยนแปลงทางเคมี** (chemical change)

$$H_2\,(g) + O_2\,(g) \rightarrow H_2O\,(l)$$
$$CH_4\,(g) + 2O_2\,(g) \rightarrow CO_2\,(g) + 2H_2O\,(l)$$

สมบัติของสสาร

การศึกษาทางเคมี

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. สมบัติทางกายภาพ (Physical properties)

สมบัติเฉพาะตัว ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร
สี ความหนาแน่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว เป็นต้น

2. สมบัติทางเคมี (Chemical properties)

สมบัติที่ขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของสารนั้น
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทำให้เกิดสารใหม่ มีสมบัติต่างไปจากเดิม เช่น การเผาไหม้ ปฏิกิริยาการสะเทิน

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ

1. มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างภายนอก เช่น การเปลี่ยน สถานะ การเกิดสารละลาย การเปลี่ยนอุณหภูมิ การสึกกร่อน เป็นต้น
2. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในเปลี่ยนเฉพาะรูปร่างภายนอก
3. ไม่มีสารใหม่เกิดขึ้น ภายหลังการเปลี่ยนแปลงสมบัติ ทางกายภาพและทางเคมีของสารยังคงเหมือนเดิม
4. สามารถทำให้กลับสู่สภาพเดิมได้ง่าย

การหลอมเหลว การระเหย การกลายเป็นไอ การแข็งตัว การควบแน่น การระเหิด

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. จะต้องมีสารใหม่เกิดขึ้นเสมอ
2. มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายใน และมีผลทำให้มี
3. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของสารด้วย
4. ทำให้สารใหม่ที่เกิดขึ้น มีสมบัติแตกต่างไปจากสารเดิม เช่น การเกิดสนิมเหล็ก การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นต้น
5. ทำให้กลับสู่สภาพเดิมได้ยาก

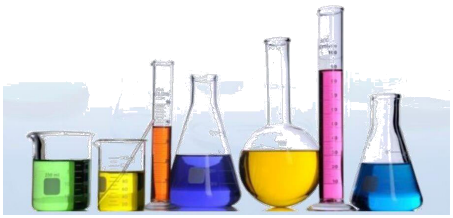
การเผาไหม้ ผลไม้สุก การเผาผลาญในร่างกาย

การเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือทางเคมี

- การระเหยของน้ำ
- การต้มน้ำ
- ข้าวสารเปลี่ยนเป็นข้าวสุก
- เกลือละลายน้ำ
- การจุดเทียนไข
- เนื้อดิบเป็นเนื้อสุก
- การบดผงขมิ้น
- การละลาย ก้อน น้ำแข็ง
- ผสมทรายและน้ำ
- ทำลายแก้ว
- กระดาษหั่นย่อย
- สับไม้
- ผลไม้ดิบเปลี่ยนเป็นผลไม้สุก

สาร (substance)

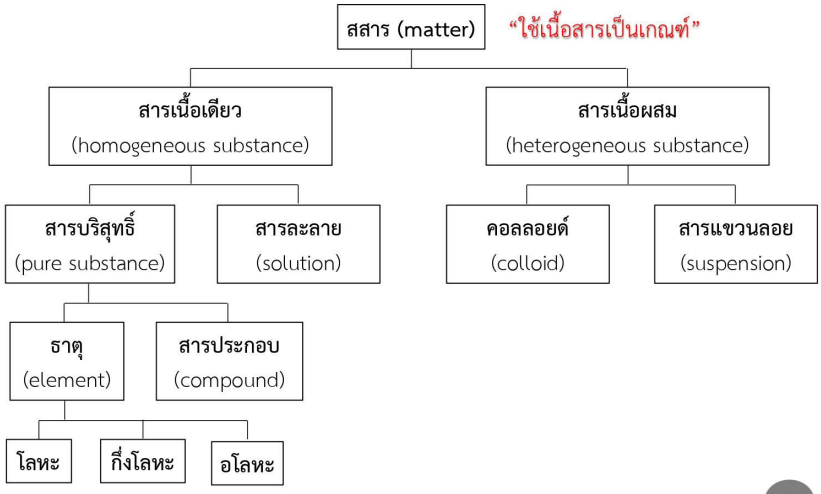
- สาร คือ สสารที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่ แน่นอน ซึ่งมีสมบัติเฉพาะตัว เช่น น้ำ แอมโมเนีย น้ำตาล ซูโครส ออกซิเจน ทอง
- **สมบัติของสาร** หมายถึง ลักษณะประจำตัวของสารแต่ละชนิด ซึ่งแตกต่างไปจากสารอื่น ๆ เช่น
  - ทองแดง นำไฟฟ้าได้
  - ไม้ นำไฟฟ้าไม่ได้
  - น้ำสมสายชูมีรสเปรี้ยว
  - น้ำเชื่อมมีรสหวาน



เราไม่สามารถแยกส่วนประกอบของสารได้ด้วยวิธีทางกายภาพ

การจำแนกสาร

การจำแนกสาร



❑ **สารเนื้อเดียว (Homogeneous substance)**

สารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน มีองค์ประกอบภายในเหมือนกันตลอดทั้งมวลของสาร เช่น น้ำดื่ม น้ำอัดลม น้ำเกลือ น้ำตาลทราย ทองคำ เป็นต้น

❑ **สารเนื้อผสม (Heterogeneous substance)**

สารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาผสมกัน โดยมีลักษณะเนื้อสารและสมบัติไม่เหมือนกันตลอดทั้งมวลของสาร เช่น พริกเกลือ คอนกรีต น้ำคลอง เป็นต้น

❑ **ของผสม (Mixture)**

สารที่ประกอบด้วยสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาผสมกันโดยไม่จำกัดส่วนผสม ซึ่งอาจมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน หรือเนื้อผสมก็ได้

สารเนื้อเดียว (Homogeneous substance)

❑ **สารบริสุทธิ์ (pure substance)**

สารที่ประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียว มีคุณสมบัติและส่วนประกอบเหมือนกันทุกประการ เช่น น้ำ ทองแดง น้ำตาล เป็นต้น

❑ **สารละลาย (solution)**

สารเนื้อเดียวที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ซึ่งละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกันและมีสัดส่วนขององค์ประกอบเหมือนกัน เช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำโซดา เป็นต้น

สารบริสุทธิ์ (Pure substance)

❑ **ธาตุ (element)**

สารที่ประกอบด้วยอะตอมเพียง 1 ชนิด ไม่สามารถแยกออกเป็นสารอื่นๆ ได้อีกด้วยวิธีทางเคมี เช่น เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) แก๊สออกซิเจน (O_2) เป็นต้น

❑ **สารประกอบ (compound)**

สารที่ประกอบด้วยอะตอมของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกัน ในอัตราส่วนคงที่ เช่น

น้ำ (H_2O) $\Longrightarrow$ H 2 อะตอม + O 1 อะตอม $\Longrightarrow$ H : O = 2 : 1

แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) $\Longrightarrow$ C 1 อะตอม + O 1 อะตอม $\Longrightarrow$ C : O = 1 : 1

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) $\Longrightarrow$ C 1 อะตอม + O 2 อะตอม $\Longrightarrow$ C : O = 1 : 2

กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) $\Longrightarrow$ H 2 อะตอม + S 1 อะตอม + O 4 อะตอม

$\Longrightarrow$ H : S : O = 2 : 1 : 4

ธาตุและสัญลักษณ์ของธาตุบางตัว "ตัวอักษร 1-2 ตัว โดยตัวอักษรตัวแรกเป็นตัวพิมพ์ใหญ่"

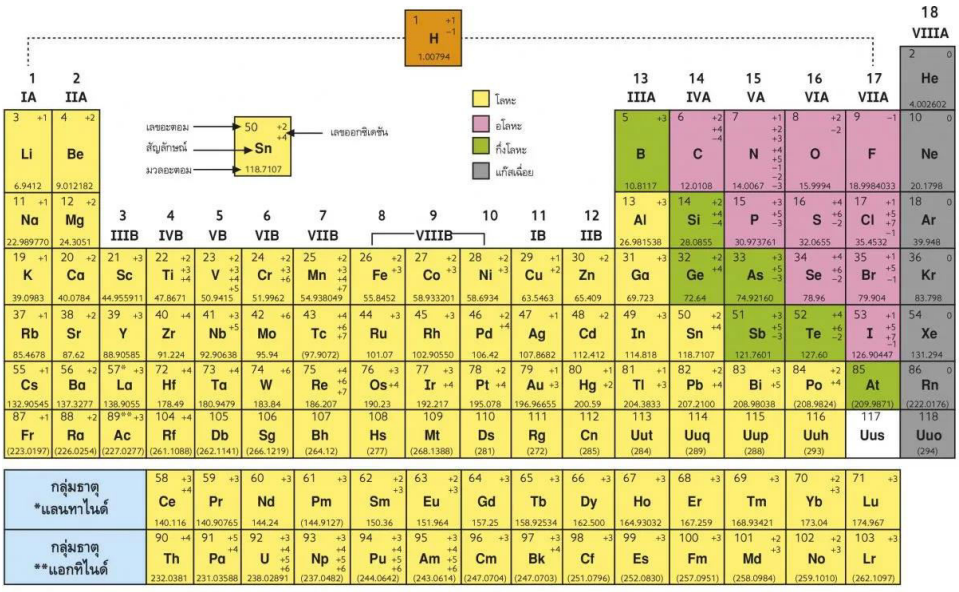
Name	Symbol	Name	Symbol	Name	Symbol
Aluminum	Al	Fluorine	F	Oxygen	O
Arsenic	As	Gold	Au	Phosphorus	P
Barium	Ba	Hydrogen	H	Platinum	Pt
Bismuth	Bi	Iodine	I	Potassium	K
Bromine	Br	Iron	Fe	Silicon	Si
Calcium	Ca	Lead	Pb	Silver	Ag
Carbon	C	Magnesium	Mg	Sodium	Na
Chlorine	Cl	Manganese	Mn	Sulfur	S
Chromium	Cr	Mercury	Hg	Tin	Sn
Cobalt	Co	Nickel	Ni	Tungsten	W
Copper	Cu	Nitrogen	N	Zinc	Zn

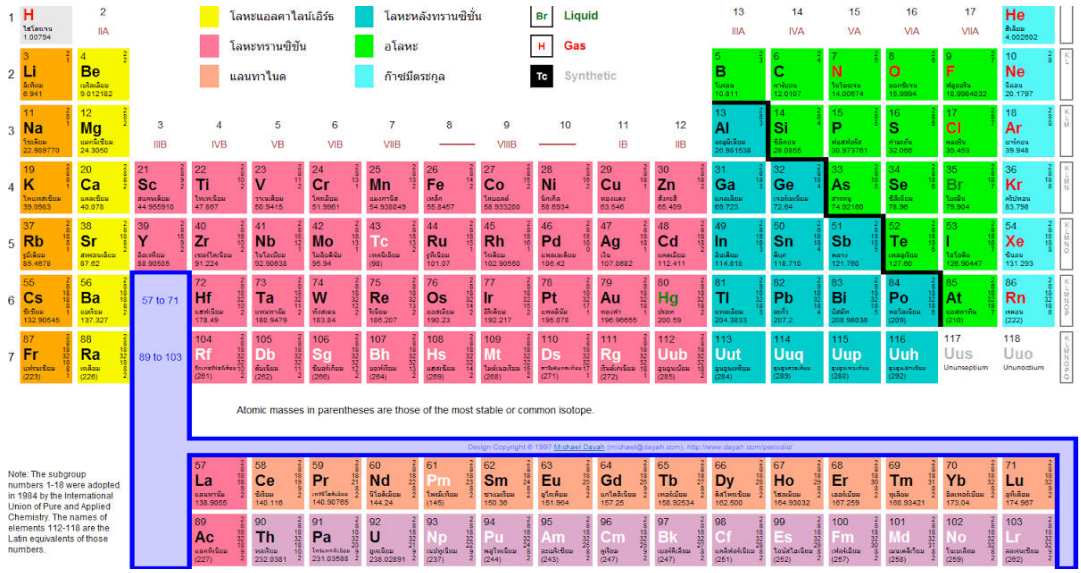
ปัจจุบันรู้จักธาตุ 118 ธาตุ

- เกิดเองตามธรรมชาติ 90 ธาตุ
- เกิดจากการสังเคราะห์ 28 ธาตุ

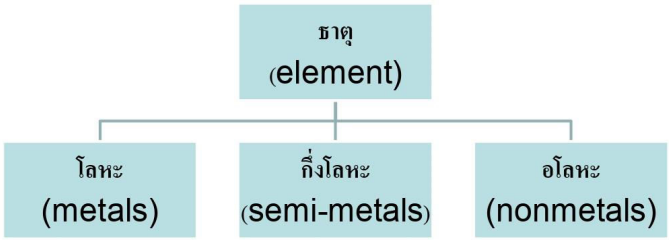
* ชื่อในภาษาละตินของธาตุบางตัว

Copper = Cuprum (Cu)
Gold = Aurum (Au)
Iron = Ferum (Fe)
Lead = Plumbum (Pb)
Mercury = Hydragerum (Hg)
Sodium = Natrium (Na)
Silver = Argentum (Ag)
Tungsten = Wolfram (W)
Potassium = Kalium (K)





อาจจะแบ่งธาตุตามสมบัติความเป็นโลหะได้ 3 ชนิด คือ



โลหะ (metal)

→ นำความร้อน และไฟฟ้าได้ดี

→ ขัดให้เป็นเงา และสะท้อนแสงได้ ตีเป็นแผ่นหรือดึงให้เป็นเส้นได้

→ เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง (ปรอทที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง)

→ จุดหลอมเหลว และความหนาแน่นสูง

อโลหะ (nonmetal)

→ มีสมบัติตรงข้ามกับโลหะ

→ มีสถานะเป็นได้ทั้งของแข็ง, ของเหลว หรือแก๊ส ขึ้นกับชนิดของธาตุ

กึ่งโลหะ (semimetal)

→ มีสมบัติก้ำกึ่งระหว่างโลหะกับอโลหะ

→ ส่วนใหญ่เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง มีความเปราะและนำไฟฟ้าได้เล็กน้อย

สารประกอบ

- เกิดจากการรวมตัวกันด้วยปฏิกิริยาเคมีของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ด้วยอัตราส่วนที่คงที่ฟ
- สามารถใช้วิธีการทางเคมีแยกสลายสารประกอบกลับมาเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบได้
- ไม่สามารถแยกสลายได้ด้วยวิธีทางกายภาพ
- เช่น น้ำ (H_2O) เกิดจากธาตุไฮโดรเจน 2 อะตอม รวมกับธาตุออกซิเจน 1 อะตอม

  ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เกิดจากธาตุคาร์บอน 1 อะตอม รวมกับธาตุออกซิเจน 2 อะตอม

จงจำแนกว่าสสารที่กำหนดให้เป็นธาตุหรือสารประกอบ

N	→	ธาตุ
CO	→	สารประกอบ
O_2	→	ธาตุ
SO_2	→	สารประกอบ
Br	→	ธาตุ
C_4	→	ธาตุ

หน่วยย่อยของสสาร

เราสามารถบอกลักษณะหน่วยย่อยของสสารออกเป็น 2 แบบ คือ

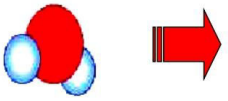
- **1. อะตอม (atom)**
  - หน่วยที่เล็กที่สุดของธาตุ (สสาร) และยังคงแสดงสมบัติต่าง ๆของธาตุนั้นได้
- **2. โมเลกุล (molecule)**
  - หน่วยที่เล็กที่สุดของสารบริสุทธิ์ ที่ยังคงแสดงสมบัติต่าง ๆ ของสารนั้นได้
  - อาจจะประกอบด้วยอะตอมมากกว่า 1 อะตอม (โมเลกุลของธาตุ) หรือธาตุมากกว่า 1 ชนิดก็ได้ (โมเลกุลของสารประกอบ)

Model ของ อะตอมและโมเลกุล

อะตอม

โมเลกุลของธาตุ

O_3

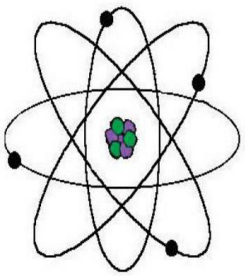


โมเลกุลของสารประกอบ

H_2O

การศึกษาทางเคมี

โครงสร้างของอะตอม



โครงสร้างของอะตอมประกอบ ด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ

1. นิวเคลียส ประกอบด้วยอนุภาค 2 ชนิด ดังนี้

   1.1 โปรตอน (p) มีประจุ +

   1.2 นิวตรอน (n) เป็นกลางทางไฟฟ้า (ไม่มีประจุ)

2. อิเล็กตรอน (e) มีประจุ - วิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส

สารละลาย (Solution)

"สารละลาย = ตัวทำละลาย (solvent) + ตัวถูกละลาย (solute)"

เกณฑ์ในการกำหนดตัวทำละลายและตัวถูกละลาย

- ถ้าสารที่มารวมกันมีสถานะต่างกันดังนั้นสารที่มีสถานะเดียวกับสารละลายจะเป็นตัวทำละลาย

  เช่น น้ำเชื่อม อยู่ในสถานะของเหลว

  ดังนั้น น้ำ = ตัวทำละลาย และ น้ำตาลทราย = ตัวถูกละลาย

- ถ้าสารที่มารวมกันมีสถานะเดียวกันสารที่มีปริมาณมากกว่าจะเป็นตัวทำละลาย

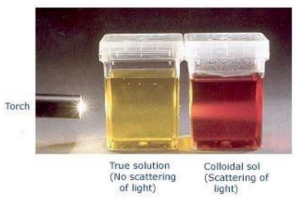
  เช่น แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ มีเอทานอล 70% และ น้ำ 30%

  ดังนั้น เอทานอล = ตัวทำละลาย และ น้ำ = ตัวถูกละลาย

สถานะของสารละลาย	ตัวอย่างสารละลาย	ตัวทำละลาย	ตัวถูกละลาย
ของแข็ง	ทองเหลือง	ทองแดง (s)	สังกะสี (s)
	นาก	ทองคำ (s)	ทองแดง (s)
	เงินอะมัลกัม	เงิน (s)	ปรอท (l)
ของเหลว	น้ำเกลือ	น้ำ (l)	เกลือ (s)
	โซดา	น้ำ (l)	CO_2 (g)
แก๊ส	แก๊สหุงต้ม	โพรเพน+บิวเทน	
	ไอน้ำในอากาศ	น้ำ + อากาศ	
	อากาศ	แก๊สผสมต่างๆ เช่น	
		ก๊าซไนโตรเจน 78%	
		ก๊าซออกซิเจน 21%	
		ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03%	
		ก๊าซเฉื่อย รวมทั้งสารพิษในอากาศ	

คอลลอยด์ (Colloid)

- มีขนาดอนุภาค 10^{-7} – 10^{-4} เซนติเมตร ซึ่งจะไม่มีการตกตะกอน
- สามารถผ่านกระดาษกรอง แต่ผ่านกระดาษเซลโลเฟนไม่ได้
- สามารถกระเจิงแสงได้ เรียกว่า "ปรากฏการณ์ทินดอลล์ (Tyndall effect)"

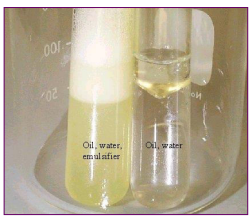


- องคประกอบของคอลลอยด จะเมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน แต่จะแยกชั้นออกจากกัน ดังนั้นจึงต้องมี ตัวประสาน (Emulsifier) เช่น

  น้ำสลัด = น้ำมันพืช + น้ำส้มสายชู ⟹ ไข่แดง เป็นอีมัลซิฟายเออร์

  น้ำนม = ไขมันสัตว์ + น้ำ ⟹ เคซีน เป็นอีมัลซิฟายเออร์

  น้ำ + น้ำมัน ⟹ สบู่ เป็นอีมัลซิฟายเออร์



ชนิดของคอลลอยด์ “แบ่งตามสถานะของอนุภาคที่กระจายอยู่ในตัวกลาง และ สถานะของตัวกลาง”

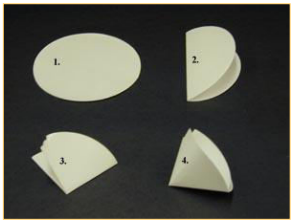
ชนิดของคอลลอยด์	สถานะของอนุภาค	สถานะของตัวกลาง	ตัวอย่าง
ซอล (Sol)	ของแข็ง	ของเหลว	เลือด (เซลล์ในพลาสมา)
แอโรซอล (Aerosol)	ของเหลว	ก๊าซ	หมอก (น้ำในอากาศ) เมฆ สเปรย์
	ของแข็ง	ก๊าซ	ควัน (ฝุ่นละอองในอากาศ)
อิมัลชัน (Emulsion)	ของเหลว	ของเหลว	น้ำสลัด (น้ำมันพืชใน น้ำส้มสายชู) นม น้ำกะทิ
เจล (Gel)	ของแข็ง	ของเหลว	เยลลี่ (น้ำในเจลาติน) วุ้น ยาสีฟัน
โฟม (Foam)	แก๊ส	ของเหลว	วิปครีม (อากาศในครีม) ฟองสบู่ ครีมโกนหนวด
	แก๊ส	ของแข็ง	เม็ดโฟม

สารแขวนลอย (Suspension)

- เป็นสารเนื้อผสมที่มีขนาดอนุภาคมากกว่า 10^{-4} เซนติเมตร
- เมื่อตั้งทิ้งไว้อนุภาคจะตกตะกอน
- ไม่สามารถผ่านกระดาษกรอง และกระดาษเซลโลเฟนได้

ตัวอย่าง น้ำโคลน น้ำแป้ง เป็นต้น

น้ำแกงส้ม ยาลดกรด
ยาแก้ไอน้ำดำ ยาธาตุน้ำแดง



กระดาษกรองจะยอมให้อนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10^{-4} cm เท่านั้นจึงจะผ่านไปได้

กระดาษเซลโลเฟน (คล้ายกระดาษแก้ว) จะยอมให้
อนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10^{-7} cm เท่านั้นจึงจะผ่านไปได้

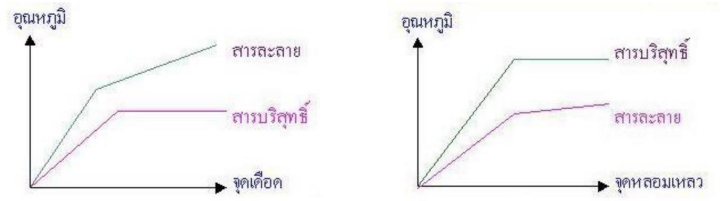
การเปรียบเทียบ: สารละลาย คอลลอยด์ สารแขวนลอย

การเปรียบเทียบ	สารละลาย	คอลลอยด์	สารแขวนลอย
ลักษณะเนื้อสาร	เนื้อเดียว	เนื้อเดียว	เนื้อผสม
ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค	$< 10^{-7}$ cm	$10^{-7} - 10^{-4}$ cm	$> 10^{-4}$ cm
การตกตะกอน	ไม่ตกตะกอน	ไม่ตกตะกอน	ตกตะกอน
การลอดผ่านกระดาษกรอง	ได้	ได้	ไม่ได้
การลอดผ่านถุงเซลโลเฟน	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
ปรากฏการณ์ทินดอลล์	ไม่เกิด	เกิด	ไม่เกิด

การตรวจสอบสารและการแยกสาร

การทดสอบความบริสุทธิ์ของสาร

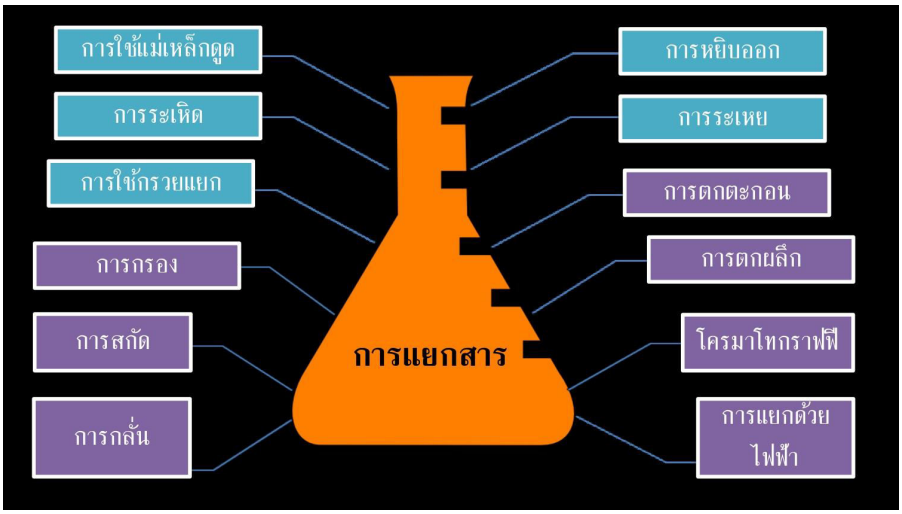
- ระเหยแห้งในถ้วยกระเบื้อง
  - ระเหยแล้วเหลือของแข็งอยู่ ⇒ สารละลาย
  - ระเหยแล้วไม่เหลือของอะไร ⇒ สรุปไม่ได้
- การหาจุดเดือด (Boiling point) / จุดหลอมเหลว (Melting point)
  - สารบริสุทธิ์ ⇒ จุดเดือด จุดหลอมเหลว คงที่ (มีช่วงการหลอมเหลวแคบ)
  - สารละลาย ⇒ จุดเดือด จุดหลอมเหลว ไม่คงที่ (มีช่วงการหลอมเหลวกว้าง)



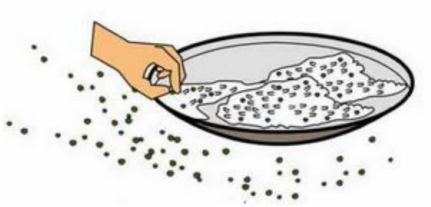
* สารละลายจะมีจุดเดือดสูงกว่าสารบริสุทธิ์ แต่มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารบริสุทธิ์

การแยกสาร

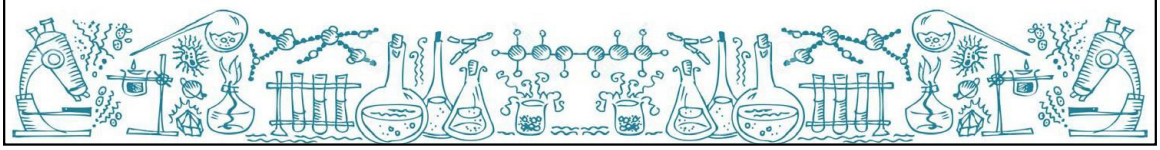
- ❑ **ใช้สมบัติจุดเดือดในการแยก**
  - การกลั่น: แยกสารออกจากสารละลายที่เป็นของเหลว
- ❑ **ใช้สมบัติการละลายในการแยก**
  - การกรอง: แยกของแข็งออกจากของเหลว
  - การใช้กรวยแยก: สารที่เป็นของเหลวและแยกคนละชั้น หรือมีขั้วต่างกัน
  - การสกัดด้วยไอน้ำ: สกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช
  - การสกัดด้วยตัวทำละลาย: สารที่ละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกันได้ไม่เท่ากัน
  - การตกผลึก: อาศัยหลักการละลายได้ที่ต่างกัน



การหยิบออกหรือเขี่ยออก

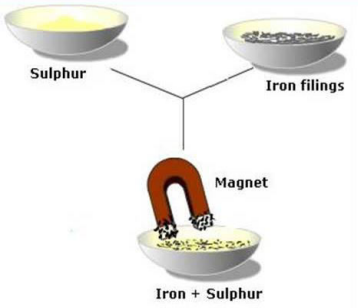


เป็นการแยกของผสมเนื้อผสมที่มีของแข็งผสมอยู่ โดยของแข็งต้องมีขนาดโตพอที่จะหยิบออกหรือเขี่ยออกได้ และที่สำคัญปริมาณของแข็งที่ต้องหยิบออกจะต้องมีปริมาณไม่มากเกินกำลังในการแยก



การใช้แม่เหล็กดูด

เป็นแยกสารผสมที่มีสารแม่เหล็กเป็นองค์ประกอบ เช่น การแยกผงเหล็กออกจากผงกำมะถัน โดยใช้แม่เหล็กแยกออกจาสารผสม



การระเหย

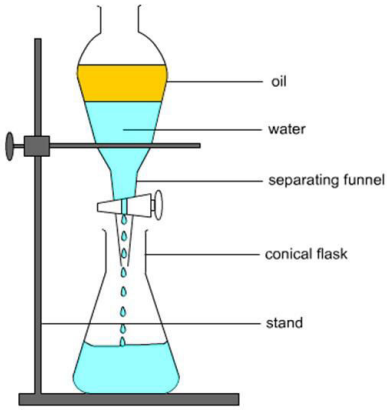
เป็นการแยกสารในรูปของสารละลายที่มีของแข็งละลายอยู่ในของเหลว เช่น การแยกเกลืออกจากน้ำทะเล ที่เรียกว่า **เกลือสมุทร** หรือการแยกน้ำตาลออกจากน้ำเชื่อม เมื่อนำไปต้มให้ความร้อนตัวทำลายจะระเหยออกไป จนเหลือเป็นของแข็งตกค้างอยู่

การระเหิด

เป็นการแยกสารในรูปของแข็งที่สามารถเปลี่ยนสถานะแก๊สได้ด้วยความร้อน ซึ่งสารที่มีสมบัติการระเหิดได้ดี เช่น ลูกเหม็น พิมแสน การบูร เมื่อสารเหล่านี้ไปผสมกับการอื่น เช่น เกลือแกง เมื่อนำไปให้ความร้อนก็จะสามารถแยกเกลือแกงออกมาจากสารเหล่านี้ได้

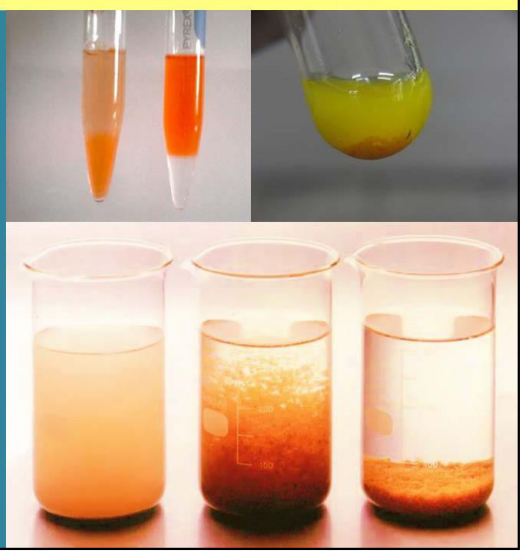
การใช้กรวยแยก

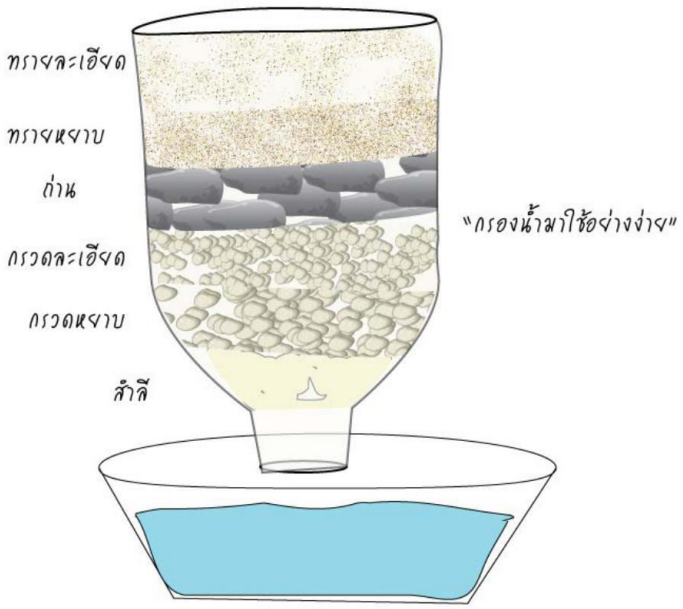
ใช้แยกสารเนื้อผสมที่เป็นของเหลวผสมอยู่กับของเหลว แต่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าจะอยู่ข้างบน ของเหลวที่มีความหนาแน่นมากกว่า จะอยู่ข้างล่าง



การตกตะกอน

ใช้แยกของผสมเนื้อผสมที่เป็นของแข็งแขวนลอยอยู่ในของเหลว ทำได้โดยนำของผสมนั้นวางทิ้งไว้ให้สารแขวนลอยค่อยๆ ตกตะกอนนอนก้น

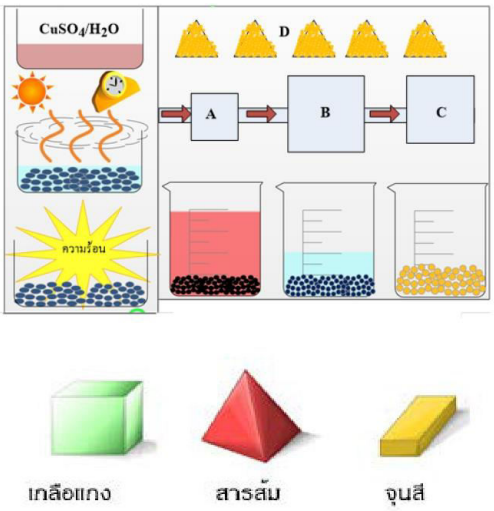




การตกผลึก (Crystallization)

เป็นการแยกสารละลายออกจากสารละลายอิ่มตัวที่อุณหภูมิสูง เมื่ออุณหภูมิลดลงความสามารถในการละลายจะลดลง โดยตัวละลายที่มีมากเกินพอจะแยกตัวออกจากสารละลายเป็นของแข็งที่มีรูปทรงเรขาคณิต เรียกว่า **ผลึก (Crystal)** เมื่อเกิดการตกผลึกในภาชนะจะประกอบด้วยสารละลายอิ่มตัวและผลึก

สารละลายอิ่มตัว คือสารละลายที่มีตัวละลายอยู่ปริมาณมากจนไม่สามารถละลายได้อีก ณ อุณหภูมิหนึ่ง

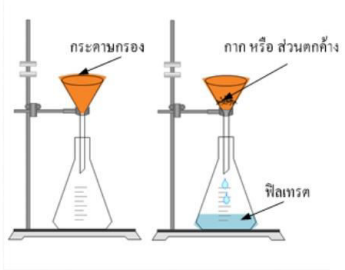


หลักการแยกสารโดยวิธีการตกผลึก

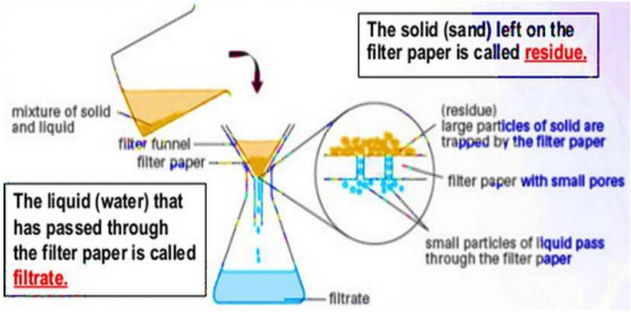
1. การแยกสารผสมจะใช้วิธีเตรียมสารละลายอิ่มตัวที่อุณหภูมิสูง แล้วลดอุณหภูมิลง ตัวละลายที่มีอยู่มากเกินความสามารถในการละลายได้ในสารละลายนั้นจะแยกออกจากสารละลายเป็นรูปผลึก
2. สารที่ละลายแล้วถึงจุดอิ่มตัวก่อนจะแยกตัวก่อน เมื่อลดอุณหภูมิหรือเมื่อน้ำระเหยไป

การกรอง (filtration)

เป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีสมบัติการละลายในตัวทำละลาย และมีขนาดอนุภาคของสารต่างกัน

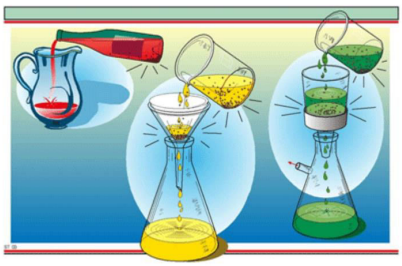


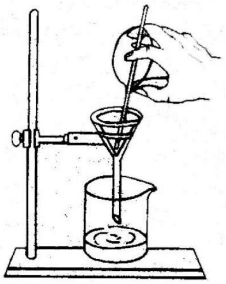
ภาพที่ 1 การกรองแบบธรรมดา (กรวย)



การแยกสาร: การกรอง

"เหมาะสำหรับของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ หรือ ของแข็งที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำปนอยู่ด้วยกัน"





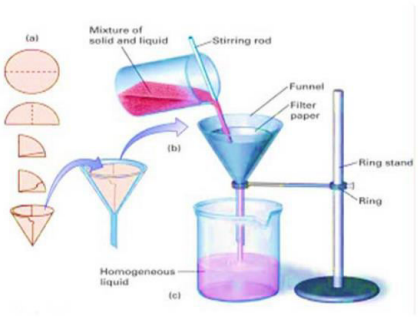
ตัวอย่าง

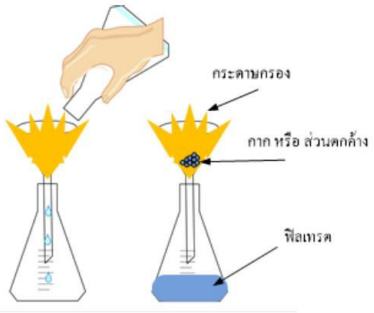
สารแขวนลอยต่างๆ

$Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$ เนื่องจาก $Ca_3(PO_4)_2$ ไม่ละลายน้ำ

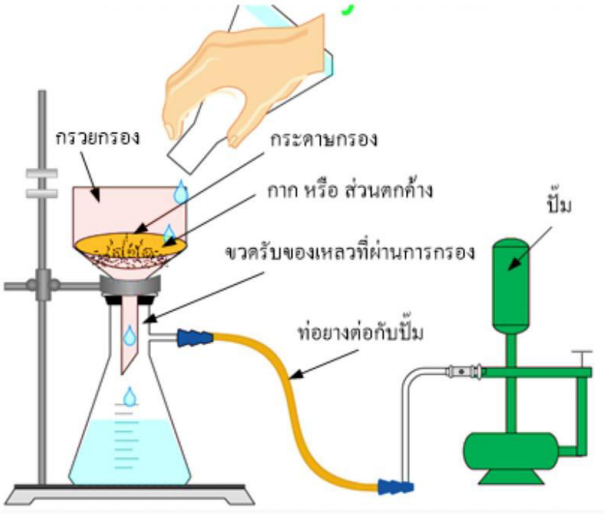
$Al(NO_3)_3 + AgCl$ เนื่องจาก $Al(NO3)_3$ ละลายน้ำ แต่ AgCl ไม่ละลายน้ำ

ตัวอย่าง การแยกของผสมระหว่างเกลือแกงกับลูกเหม็น

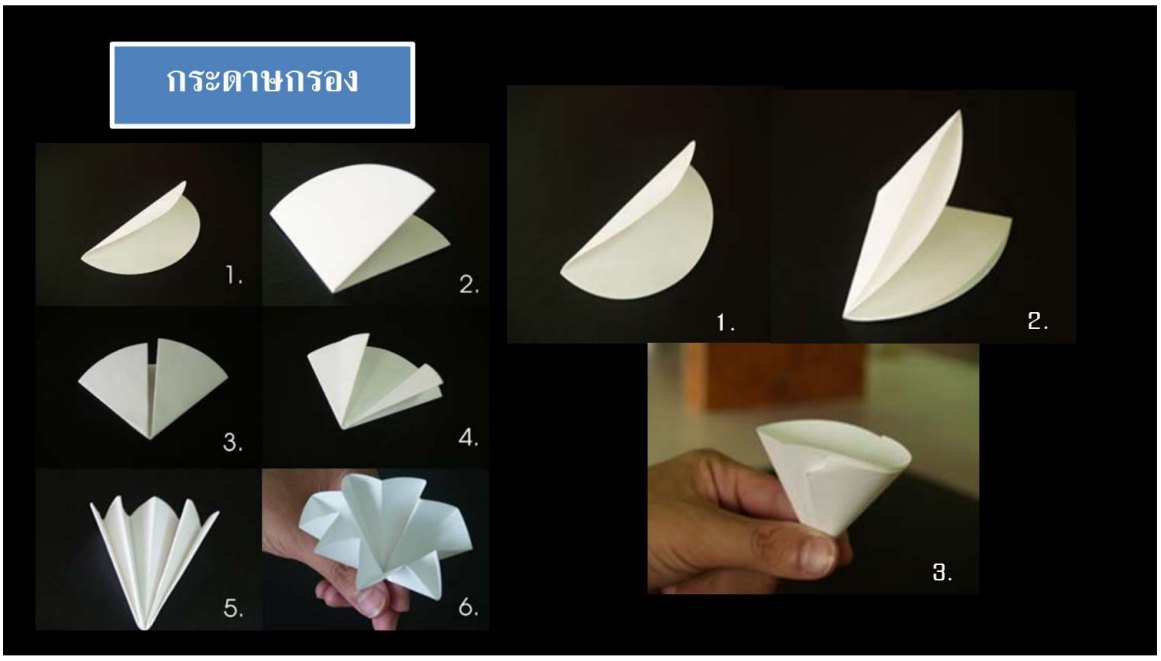




ลูกเหม็น เป็นของแข็งสีขาว ไม่ละลายน้ำ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า แนฟทาลีน มีสูตร $C_{10}H_8$ ใช้สำหรับป้องกันแมลงสาบไม่ให้รบกวน ใส่ไว้ในตู้เสื้อผ้า นอกจากนี้ใช้ดับกลิ่นห้องน้ำ ซึ่งอาจใส่สีให้มีสีต่างๆ



ตัวอย่างการกรองด้วยแรงสูญญากาศ



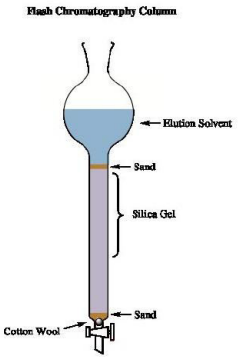
โครมาโตกราฟี (Chromatography)

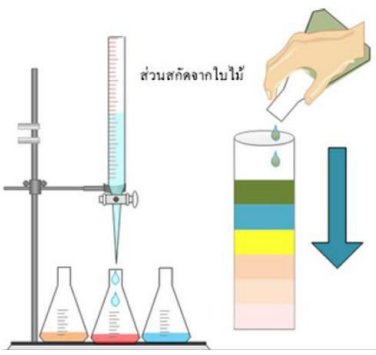
การแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี นิยมใช้แยกสารที่มีปริมาณน้อย และทำให้ทราบว่าสารนั้นมีสารใดปนอยู่ในปริมาณมากหรือน้อย โดยสังเกตจากขนาดของแถบสี ซึ่งเทคนิคทางโครมาโตกราฟีที่สามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือราคาแพง และยังมีการใช้งานกันทั่วไป ได้แก่

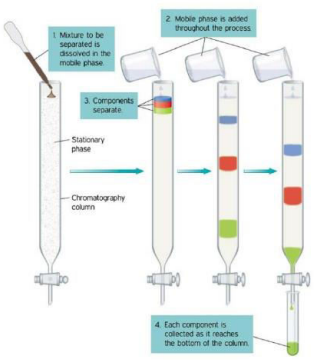
- **โครมาโตรกราฟีแบบคอลัมน์ (Column chromatography)**
- **โครมาโตกราฟีแบบกระดาษ (Paper chromatography)**
- **โครมาโตกราฟีแบบธินเลเยอร์ (Thin-Layer chromatography)**

โครมาโตรกราฟีแบบคอลัมน์ (Column chromatography)

เป็นวิธีที่ใช้ตัวดูดซับบรรจุในคอลัมน์แก้ว โดยนิยมใช้อลูมินา (Al_2O_3) หรือซิลิกาเจล (SiO_2) เป็นตัวดูดซับ

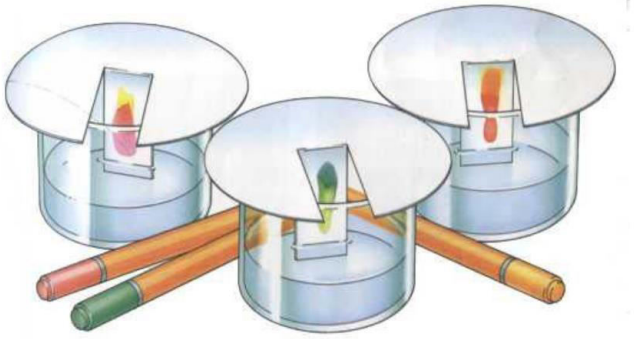


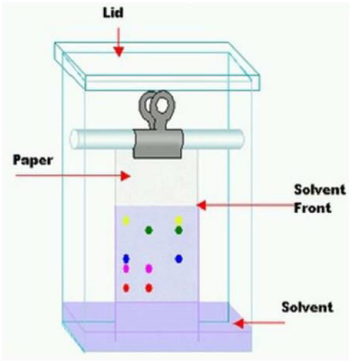


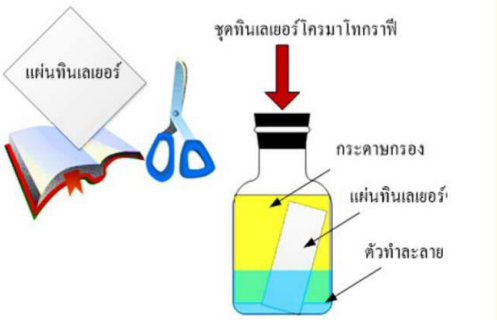


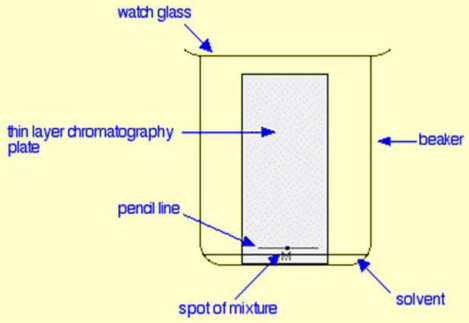
โครมาโตกราฟีแบบกระดาษ (Paper chromatography)

เป็นวิธีที่ใช้กระดาษโครมาโตกราฟี หรือกระดาษกรองเป็นตัวดูดซับ









เป็นวิธีที่ใช้กระจกซึ่งฉาบไว้ด้วยอลูมินา (Al_2O_3) หรือ ผงซิลิกาเจล (SiO_2) เกลี่ยให้เรียบบางเหมือนกระดาษโครมาโตกราฟีเป็นตัวดูดซับ

โครมาโตกราฟีแบบธินเลเยอร์ (Thin-Layer chromatography)

หลักการแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี

- สารที่แยกออกมาจากสารผสมได้ก่อนมีความสามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ใช้ในการทดลองแต่ถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับได้น้อยจึงเคลื่อนที่ไปได้ไกล
- สารที่แยกออกมาจากสารผสมได้ทีหลังจะมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายที่ใช้ในการทดลองได้น้อย แต่ถูกดูดซับด้วยตัวดูดซับได้มากจึงเคลื่อนที่ไปได้ไม่ไกล
- ถ้าสารที่แยกออกมาสีเดียว ยังสรุปไม่ได้ว่าสารที่ใช้ในการทดลองนั้นเป็นสารบริสุทธิ์

การคำนวณค่า R_f (Rate of flow)

ค่า Rf บอกให้ทราบว่าสารเคลื่อนที่ไปได้มากน้อยเพียงใด เป็นค่าที่ไม่มีหน่วย

$$Rf = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)}}{\text{ระยะทางตัวทำละลายเคลื่อนที่ (cm)}}$$

$$= \text{มีค่าไม่เกิน 1}$$

สารที่มีค่า R_f มาก แสดงว่าสารนั้นละลายในตัวทำละลายได้ดี แต่ถูกดูดซับได้น้อย
สารที่มีค่า R_f น้อย แสดงว่าสารนั้นละลายในตัวทำละลายได้น้อย แต่ถูกดูดซับได้มาก

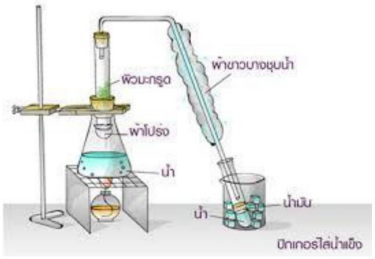
ประโยชน์ของโครมาโตกราฟี

1. ใช้ในการแยกสารเนื้อเดียวที่มีส่วนผสมหลายๆ ชนิด ให้ได้เป็นสารบริสุทธิ์
2. ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณและชนิดของสาร
3. ใช้ทดสอบหรือแยกสารตัวอย่างที่มีปริมาณน้อยๆ ได้
4. ใช้แยกสารได้ทั้งสารที่มีสีและไม่มีสี

การสกัด

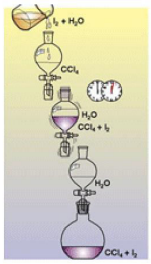
1. **การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ** (steam distillation)
2. **การสกัดด้วยตัวทำละลาย** (solvent extraction)

การแยกสาร: การสกัด



การการสกัดด้วยไอน้ำ

ใช้หลักการให้ไอน้ำพาสารที่ต้องการออกมา โดยสารนั้นควรมี จุดเดือดต่ำ ระเหยง่าย และไม่ละลายน้ำ



การการสกัดด้วยตัวทำละลาย

ใช้หลักการที่ว่าสารแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกันได้ไม่เท่ากัน

ตัวทำละลายควรละลายสารที่ต้องการสกัดออกมาได้มากที่สุดและสิ่งเจือปนต้องติดมาน้อยที่สุด และควรระเหยได้ง่าย

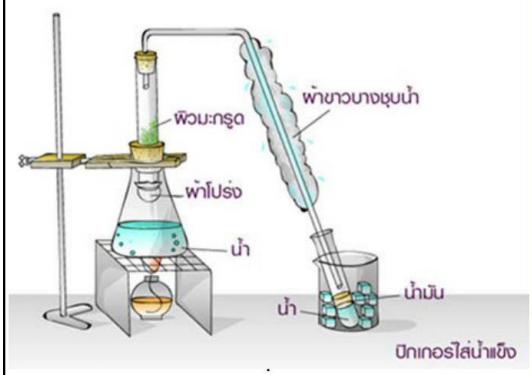
21

การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation)

นิยมใช้สกัดน้ำมันหอมระเหยออกจากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น จากกาบใบตะไคร้หอม, ดอกกุหลาบ, ผิวมะกรูด หรือใบยูคาลิปตัส สารที่ต้องการแยกต้องไม่ละลายน้ำ ระเหยได้ง่าย ถ้ามีจุดเดือดต่ำจะแยกได้ดีกว่าสารที่มีจุดเดือดสูง

หลักการในการสกัด

ไอน้ำช่วยทำให้น้ำมันหอมระเหย กลายเป็นไอปนออกมากับไอน้ำ และควบแน่นที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำมันหอมระเหย ของเหลวที่กลั่นได้เป็นของเหลวที่แยกเป็น 2 ชั้น โดยมีน้ำอยู่ชั้นล่างและน้ำมันหอมระเหยอยู่ชั้นบน



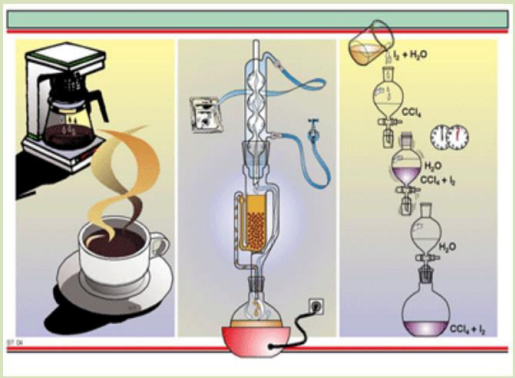
วิธีการ

1. ใช้สกัดสารที่มีจุดเดือดต่ำ ระเหยง่าย และไม่ละลายน้ำ ออกจากสารที่ระเหยยาก
2. นิยมใช้สกัดน้ำมันหอมระเหย เช่น น้ำมันมะกรูด น้ำมันตะไคร้ น้ำมันยูคาลิปตัส
3. ใช้ไอน้ำเดือดเป็นตัวพาสารที่ต้องการออกมาในรูปของไอพร้อมกับไอน้ำ แล้วผ่านเข้าเครื่องควบแน่น เป็นของเหลว โดยน้ำมันหอมระเหยจะแยกชั้นกับน้ำ
4. แยกน้ำมันหอมระเหยออกจากน้ำโดยใช้กรวยแยก

ตัวอย่างพืช	ส่วนที่มีน้ำมันหอมระเหย
ตะไคร้ ตะไคร้หอม	กาบใบ
ยูคาลิปตัส กระเพรา โหระพา	ใบ
กุหลาบ มะลิ การะเวก จำปา	ดอก
จันทร์เทศ	ผล
มะกรูด มะนาว ส้ม	เปลือกของผล
กระวาน กานพลู	เมล็ด
จันทร์ สน กฤษณา	เนื้อไม้
อบเชย	เปลือกไม้
แฝกหอม	ราก
ขิง ข่า ไพร	เหง้า

การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction)

การสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นวิธีทำสารให้บริสุทธิ์ หรือเป็นวิธีแยกสารออกจากกัน โดยอาศัยสมบัติของการละลายของสารแต่ละชนิดการสกัดด้วยตัวทำละลายต้องเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมคือ สกัดสารที่ต้องการได้มาก ตัวทำละลายต้องไม่เป็นพิษและแยกออกได้ง่าย

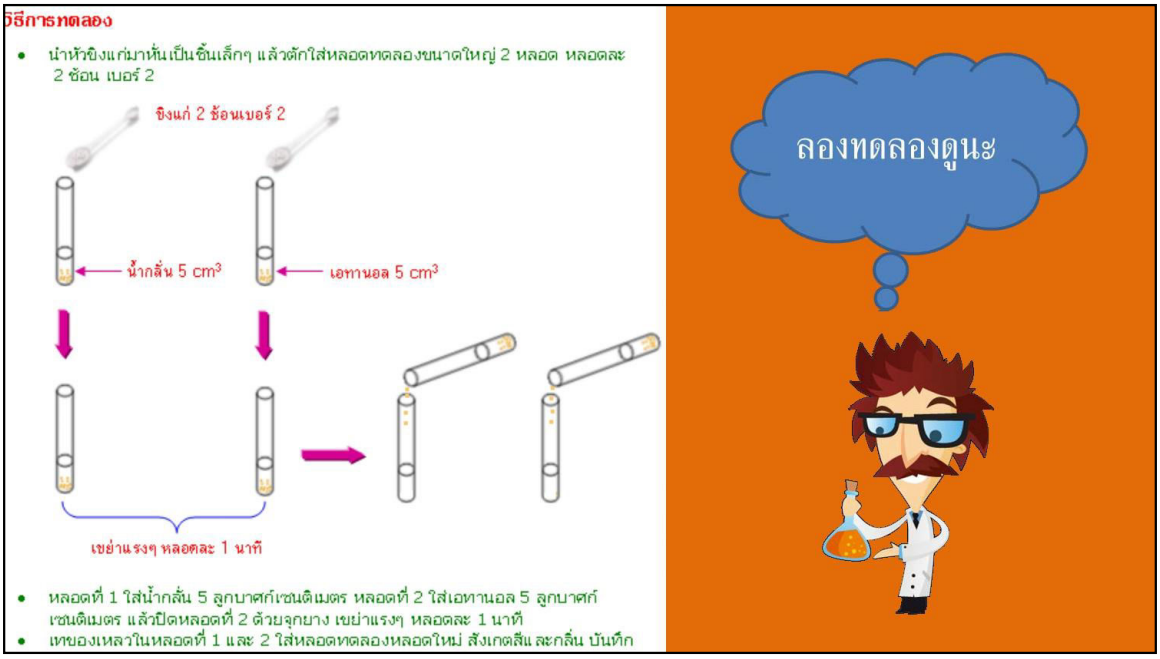


การเลือกตัวทำละลายที่นำมาใช้ในการสกัดมีหลักทั่วไป ดังนี้

1. ต้องละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี
2. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด
3. ถ้าต้องการแยกสี ตัวทำละลายจะต้องไม่มีสี ถ้าต้องการแยกกลิ่น ตัวทำละลายต้องไม่มีกลิ่น
4. ไม่มีพิษ มีจุดเดือดต่ำ และแยกตัวออกจากสารที่ต้องการสกัดได้ง่าย
5. ไม่ละลายปนเป็นเนื้อเดียวกับสารที่นำมาสกัด
6. มีราคาถูก

- ตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการสกัด ได้แก่ น้ำ เบนซิน อีเทอร์ โทลูอีน และเฮกเซน
- สำหรับการสกัดน้ำมันพืชนิยมใช้เฮกเซน ในการสกัดน้ำมันพืชนั้น เมื่อใช้เฮกเซนสกัดน้ำมันออกจากพืชแล้วต้องนำสารละลายที่ได้ไปกลั่นเพื่อแยกเฮกเซนออกไปจากสารที่สกัดได้ ต่อจากนั้นจึงกำจัดสีและกลิ่นจนได้น้ำมันพืชบริสุทธิ์

เฮกเซน มีสูตรทางเคมีคือ C_6H_{14} เป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีจุดเดือด 69 °C ไอของเฮกเซนเป็นอันตรายต่อระบบหายใจ



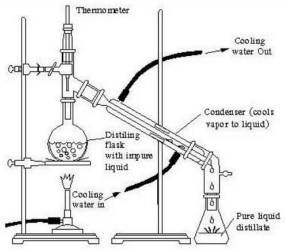
การกลั่น (distillation)

การกลั่นเป็นการแยกสารผสมที่มีสถานะเป็นของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันออกจากกัน โดยสารที่มีจุดเดือดต่ำกว่าจะระเหยแยกออกมา มีหลายประเภท คือ

1. การกลั่นแบบธรรมดา (simple distillation)
2. การกลั่นลำดับส่วน (fractional distillation)

การแยกสาร: การกลั่น

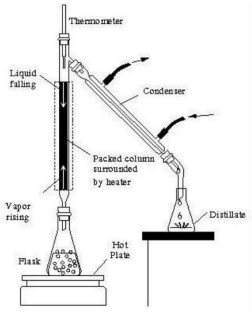
"กระบวนการที่ทำให้ของเหลวได้รับความร้อนจนกลายเป็นไอ แล้วทำให้ควบแน่นกลับมาเป็นของเหลวอีก"



การกลั่นธรรมดา

แยกตัวถูกละลายออกจากตัวทำละลาย โดยตัวถูกละลายและตัวทำละลายมี b.p. ต่างกันมาก (~80°C)

สารที่มี b.p. ต่ำ จะระเหยได้เร็วกว่าสารที่มี b.p. จุดเดือดสูง

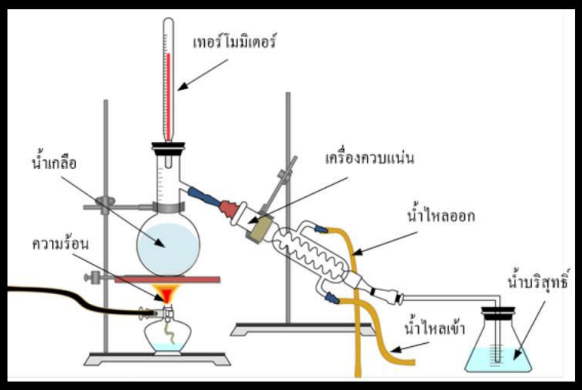


การกลั่นลำดับส่วน

แยกตัวถูกละลายและตัวทำละลายที่มี b.p. ต่างกันเล็กน้อย

18

การกลั่นแบบธรรมดา (simple distillation)

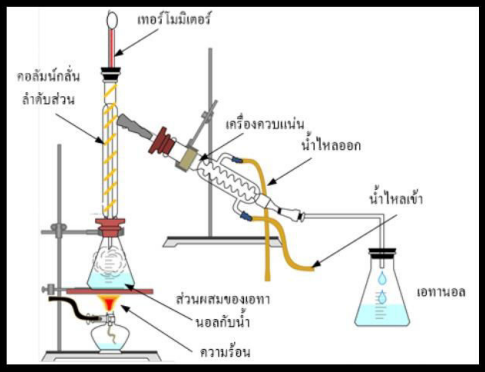


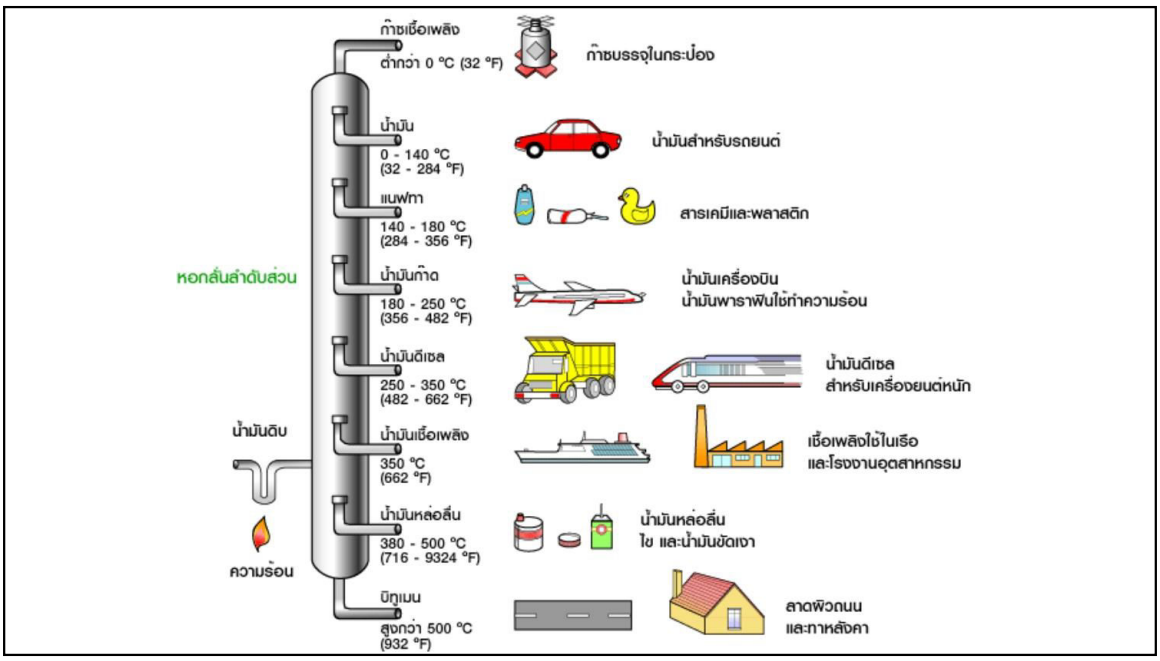
เป็นการกลั่นภายใต้สภาวะที่ความดันปกติ ใช้ในการแยกของเหลวผสมที่มีจุดเดือดต่างกันมากๆ ออกจากกัน

- เป็นวิธีการที่ใช้กลั่นแยกสารที่ระเหยง่ายซึ่งปนอยู่กับสารที่ระเหยยากการกลั่นธรรมดานี้จะใช้แยกสารออกเป็นสารบริสุทธิ์เพียงครั้งเดียวได้สารที่มีจุดเดือดต่างกันตั้งแต่ 80 องศาเซลเซียส ขึ้นไป
- จะใช้ได้ผลก็ต่อเมื่อตัวทำละลายและตัวถูกละลายเดือดที่อุณหภูมิต่างกันค่อนข้างมาก (ต่างกันอย่างน้อย 20 °C ก็สามารถทำได้แต่ต้องใช้การกลั่นซ้ำหลายๆ ครั้ง) เช่น การแยกน้ำจากน้ำทะเล การแยกน้ำจากน้ำคลอง การแยกน้ำจากน้ำเกลือ หรือน้ำเชื่อม เป็นต้น

การกลั่นลำดับส่วน (fractional distillation)

เป็นการกลั่นภายใต้สภาวะความดันใช้ในการแยกของเหลวผสมที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกันออกจากกัน





การเลือกวิธีแยกสาร

ได้ แยกสารได้

เหมาะ มีความเหมาะสม

ง่าย ในการแยกสาร