โครมาโทกราฟี

วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาวิธีในการแยกสารอินทรีย์และการพิสูจน์เอกลักษณ์อย่างง่ายด้วย วิธีโครมาโทกราฟีแบบแผ่นบาง (Thin layer chromatography)

2) นักศึกษาสามารถเลือกเฟสเคลื่อนที่ที่เหมาะสมต่อการแยกสารได้อย่างเหมาะสม

โครมาโทกราฟี (chromatography)

- “**โครมาโทกราฟี (chromatography)**” มาจากภาษากรีก “chromatos” แปลว่า สี
- ความหมายเดิมของ chromatography หมายถึงการแยกของผสมที่มีสี
- ในปัจจุบันหมายถึงเทคนิคที่ใช้แยกสารผสมออกจากกัน โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสารกับเฟสคงที่ (stationary phase) และเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase)
- **เฟสคงที่**อาจเป็นของแข็งหรือของเหลว
  - ของแข็งการแยกจะเป็นแบบดูดซับ (adsorption)
  - ของเหลวการแยกสารจะเป็นแบบแบ่งละลาย (partition)
- **เฟสเคลื่อนที่**อาจจะเป็นของเหลวหรือแก๊สทำหน้าที่พาสารแต่ละชนิดในสารผสมให้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วแตกต่างกัน จึงทำให้สารแยกออกจากกันได้

ตารางที่ 4.1 โครมาโทกราฟีแบบต่าง ๆ

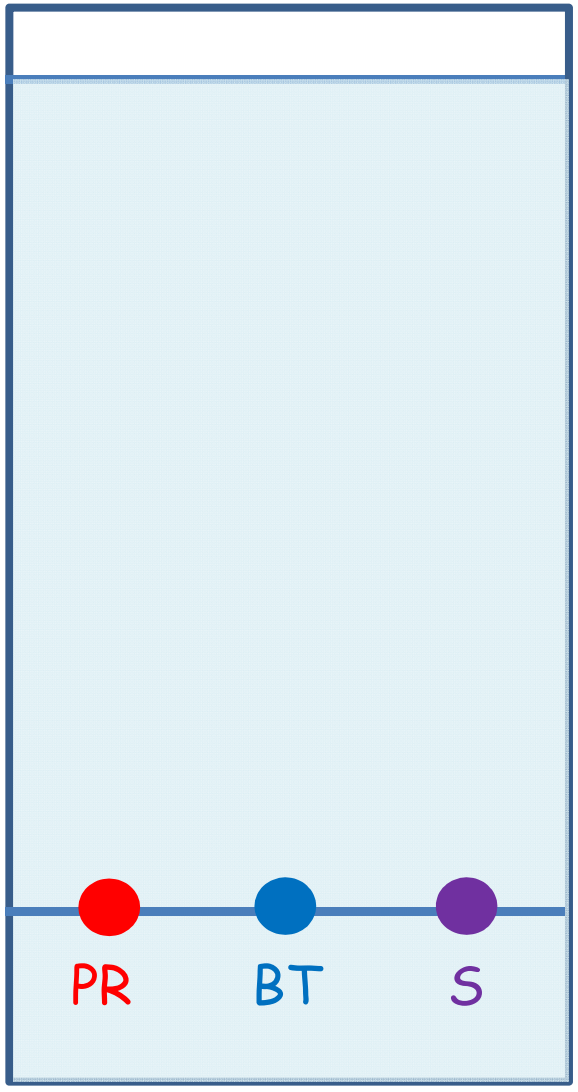
โครมาโทกราฟี	เฟสคงที่	เฟสเคลื่อนที่	หลักการทำงาน
Column Chromatography (CC)	ของแข็ง	ของเหลว	Adsorption
Thin-Layer Chromatography (TLC)	ของแข็ง	ของเหลว	Adsorption
Gas-Solid Chromatography (GC)	ของแข็ง	แก๊ส	Adsorption
Paper Chromatography	ของเหลว	ของเหลว	Partition
Gas-Liquid Chromatography	ของเหลว	แก๊ส	Partition

กระบวนการเกิดโครมาโทกราฟี

กระบวนการโครมาโทกราฟีเกิดขึ้นเนื่องจากสารที่ต้องการแยกมีการเคลื่อนที่ในอัตราที่แตกต่างกัน ซึ่งเนื่องมาจากแรง 2 แรง คือ

1. แรงผลักดัน (Propelling forces) เกิดเนื่องจากการไหลของตัวเฟสเคลื่อนที่หรือความสามารถในการละลายของสารในตัวเฟสเคลื่อนที่

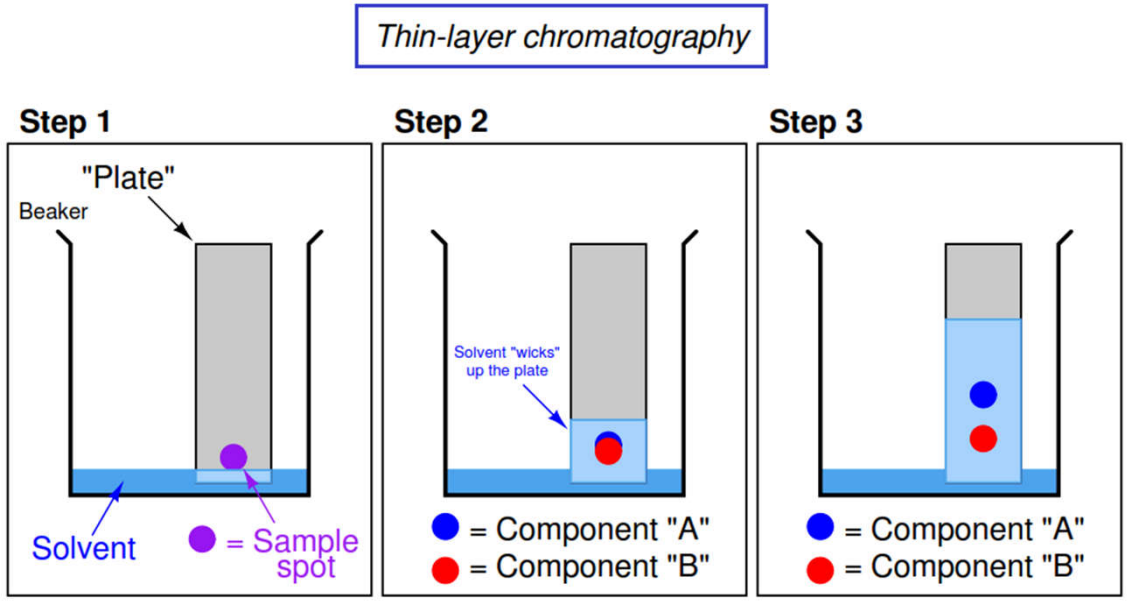
2. แรงดึง (Retarding forces) หมายถึงแรงที่เฟสคงที่ดึงดูดสารไว้ เช่น แรงวานเดอวาลส์ แรงพันธะไฮโดรเจน เป็นต้น



โครมาโทกราฟี แบบแผ่นบาง

(Thin Layer Chromatography, TLC)

- เป็นโครมาโทกราฟีแบบดูดซับ Solid-liquid chromatography
- ของผสมที่ถูกแยกจะถูกดูดซับโดยเฟสคงที่ที่เป็นของแข็ง เฟสคงที่ที่นิยมใช้คือ silica gel ($SiO_2.XH_2O$) และ alumina (Al_2O_3)
- เฟสเคลื่อนที่เป็นของเหลว



ที่มา: https://instrumentationtools.com/wp-content/uploads/2018/02/thin-layer-chromatography.png

การเลือกตัวทำละลายที่จะใช้เป็น mobile phase (developing solvent)

การเลือกตัวทำละลายนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ต้องการแยก เช่น

- กรณีที่สารมี polarity น้อย จะต้องใช้ developing solvent ที่ค่อนข้าง non-polar แล้วจึงเพิ่ม polarity ของตัวทำละลาย ตามความมีขั้วของสารที่ต้องการแยก

ตัวทำละลายที่ใช้กันมาก ได้แก่ (เรียงตาม polarity จากน้อยไปมาก)

ปิโตรเลียมอีเทอร์ < เฮกเซน < คาร์บอนเตตราคลอไรด์ < เบนซีน < คลอโรฟอร์ม < ไดเอทิลอีเทอร์ < เอทิลอะซิเตต < อะซีโตน < เอทานอล < เมทานอล < น้ำ

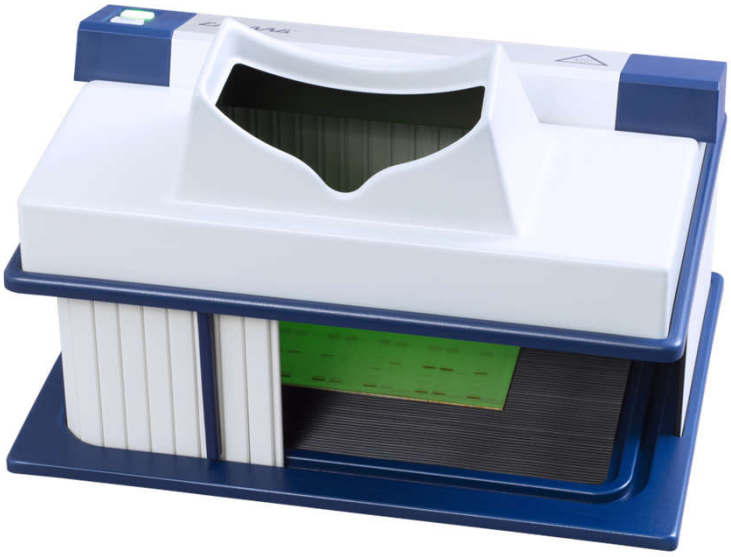
โดยปกตินิยมใช้ตัวทำละลายผสม เพื่อให้มีความสามารถในการละลายและพาสารเคลื่อนที่ได้อย่างพอเหมาะ ตัวทำละลายผสมที่นิยมใช้ เช่น Hexane/Diethyl ether, Chloroform/Methanol, Hexane/ethylacetate, Petroleum ether/Ethyl acetate/Methanol เป็นต้น

การหาตำแหน่งของสารบน Chromatoplate

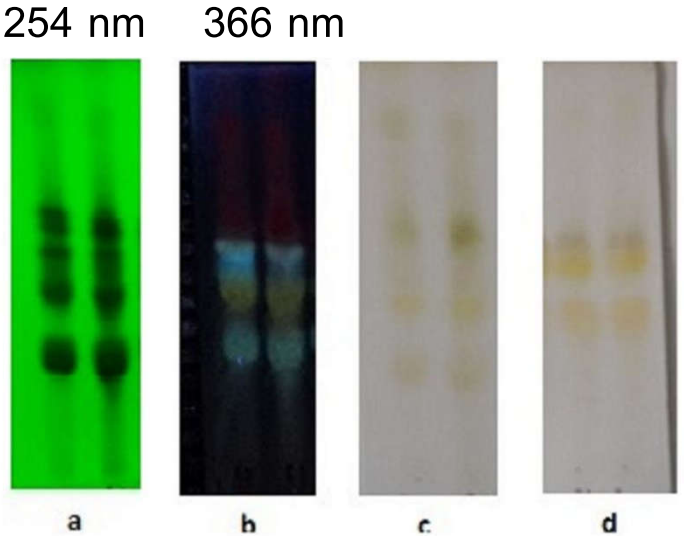
1. ดูจากสีของสารนั้น ๆ ที่ปรากฏให้เห็นด้วยตา

2. ในกรณีที่สารไม่มีสี การเลือกใช้เทคนิคใดนั้น ขึ้นกับสมบัติของสารที่ศึกษา เช่น

2.1 การฉายด้วยแสงอัลตราไวโอเลต (UV) ในกรณีที่สารนั้นสามารถดูดกลืนรังสี UV ได้ จะปรากฏสีภายใต้รังสี UV



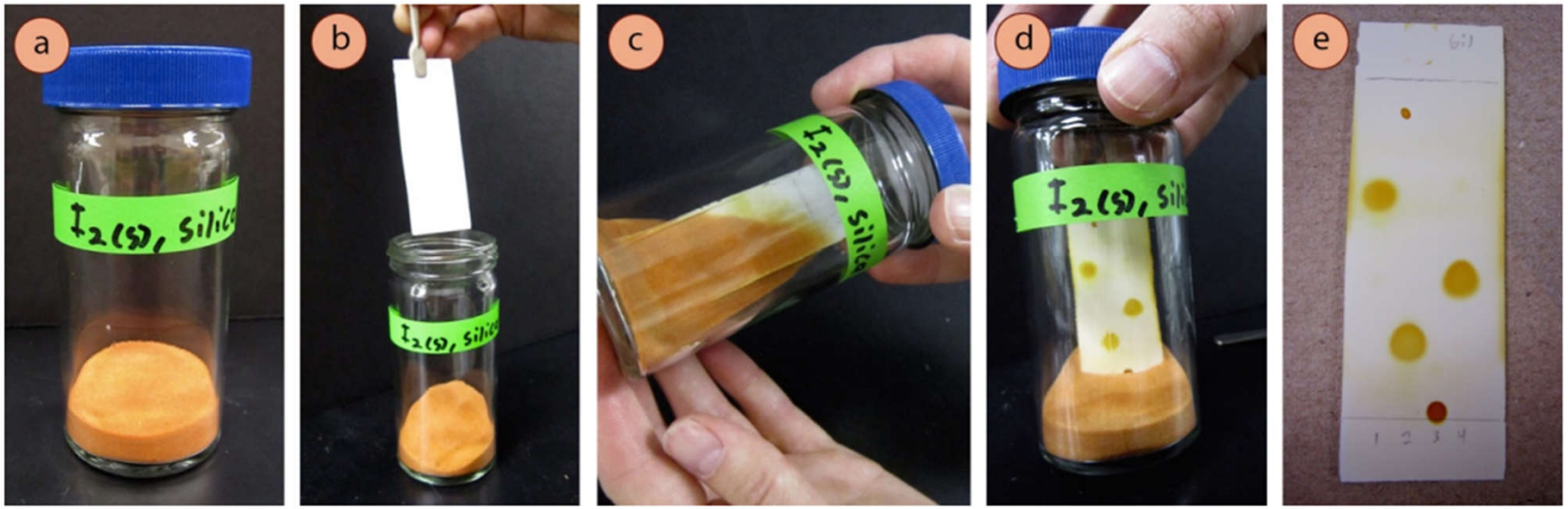
(ที่มา: https://www.camag.com/en/tlc_hptlc/products/evaluation_documentation_tlc-ms_bioluminenscence/uv_cabinet_4.cfm)



(ที่มา: https://www.researchgate.net/figure/The-TLC-profile-of-fraction-EA13-a-UV-lamp-254-nm-b-UV-lamp-366-after-sprayed-by_fig1_321006995)

การหาตำแหน่งของสารบน Chromatoplate

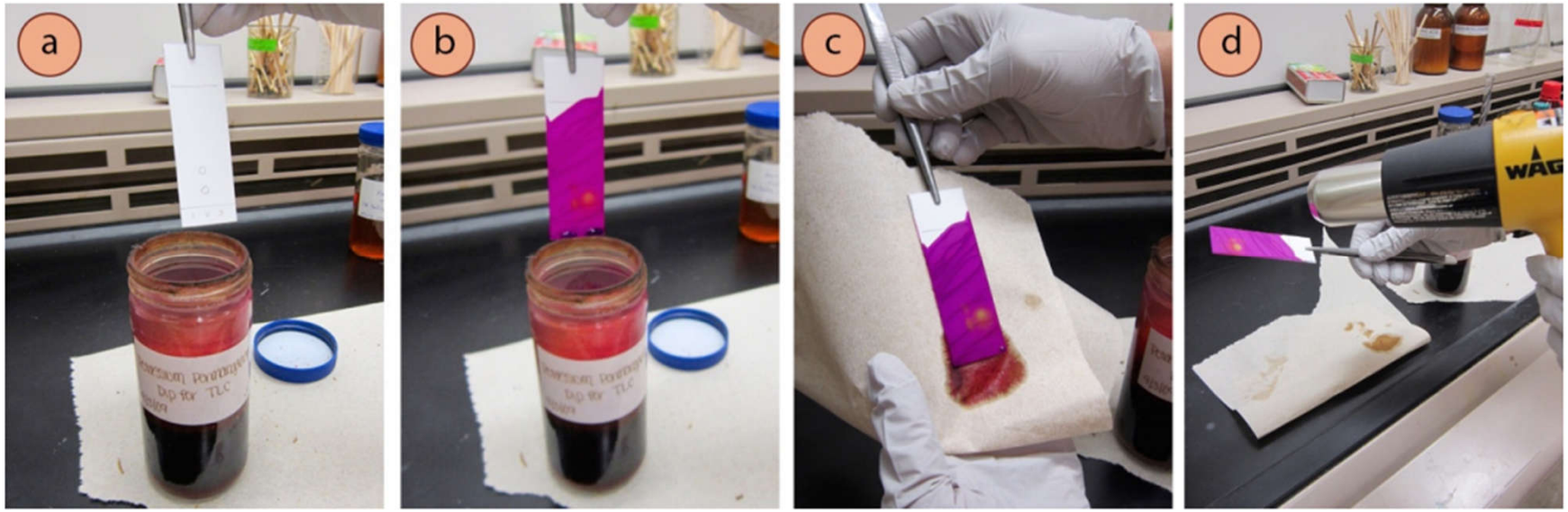
2.2 การนำ Chromatoplate ไปวางในภาชนะที่มีผลึก Iodine (ใช้ผลึก I_2 0.5 กรัม ใส่ในขวดแก้วที่มีฝาปิดมิดชิด) สารอินทรีย์เกือบทุกชนิด (ยกเว้น saturated hydrocarbons และ halides) จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับ Iodine เป็นสีน้ำตาลหรือสีม่วงปรากฏบน plate ชั่วคราว



(ที่มา:https://chem.libretexts.org/Demos%2C_Techniques%2C_and_Experiments/Organic_Chemistry_Lab_Techniques_(Nichols)/2%3A_Chromatography/2.2%3A_Thin_Layer_Chromatography_(TLC)/2.2.F%3A_Visualizing_TLC_Plates)

การหาตำแหน่งของสารบน Chromatoplate

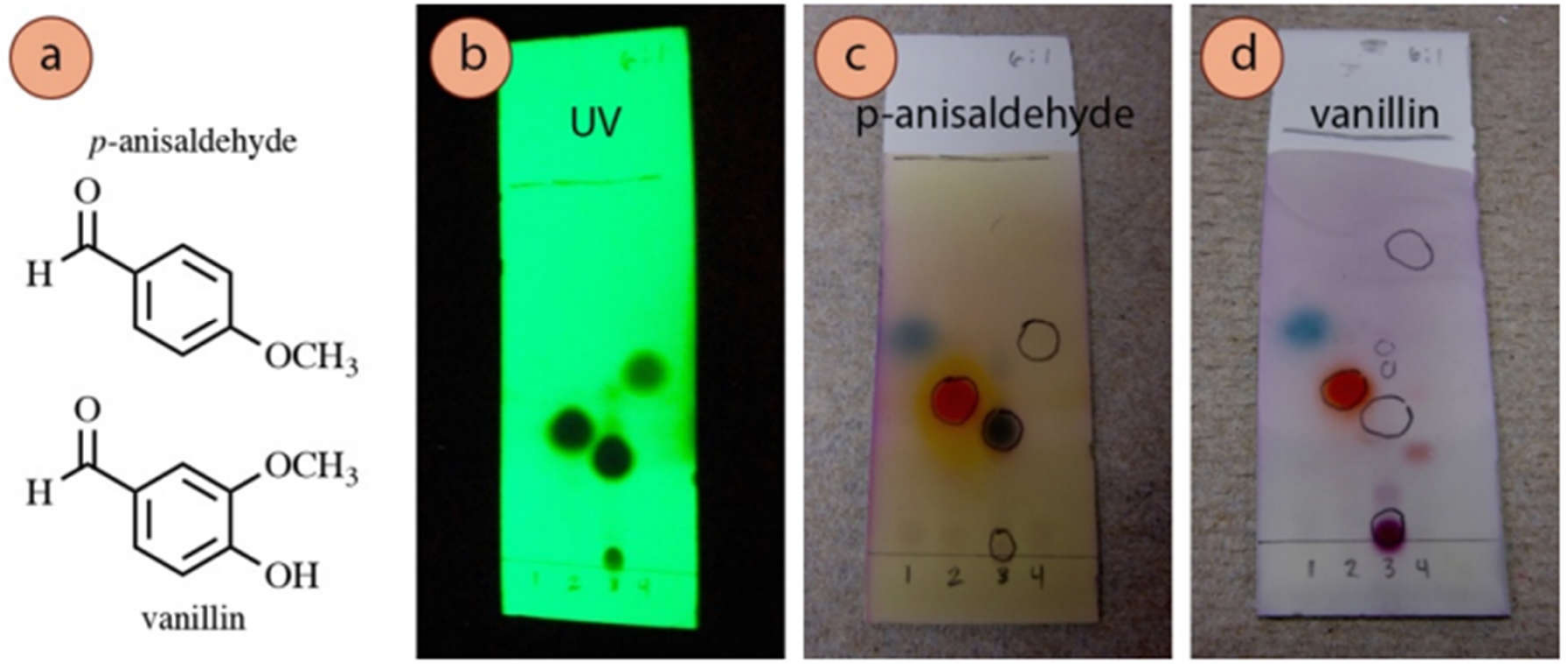
2.3 การพ่นด้วย developing agents อื่นๆ ที่เกิดปฏิกิริยากับสารที่จะแยกแล้วให้สีปรากฏให้เห็นโดยสามารถเลือกใช้รีเอเจนต์ได้ตามความเหมาะสม



(ที่มา:https://chem.libretexts.org/Demos%2C_Techniques%2C_and_Experiments/Organic_Chemistry_Lab_Techniques_(Nichols)/2%3A_Chromatography/2.2%3A_Thin_Layer_Chromatography_(TLC)/2.2.F%3A_Visualizing_TLC_Plates)

การหาตำแหน่งของสารบน Chromatoplate

2.3 การพ่นด้วย developing agents อื่นๆ ที่เกิดปฏิกิริยากับสารที่จะแยกแล้วให้สีปรากฏให้เห็นโดยสามารถเลือกใช้รีเอเจนต์ได้ตามความเหมาะสม



(ที่มา:https://chem.libretexts.org/Demos%2C_Techniques%2C_and_Experiments/Organic_Chemistry_Lab_Techniques_(Nichols)/2%3A_Chromatography/2.2%3A_Thin_Layer_Chromatography_(TLC)/2.2.F%3A_Visualizing_TLC_Plates)

การหาค่า R_f ของสาร

ค่า R_f หรือค่า “rate of flow” คือ อัตราส่วนของระยะทางที่สารเคลื่อนที่ต่อระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่

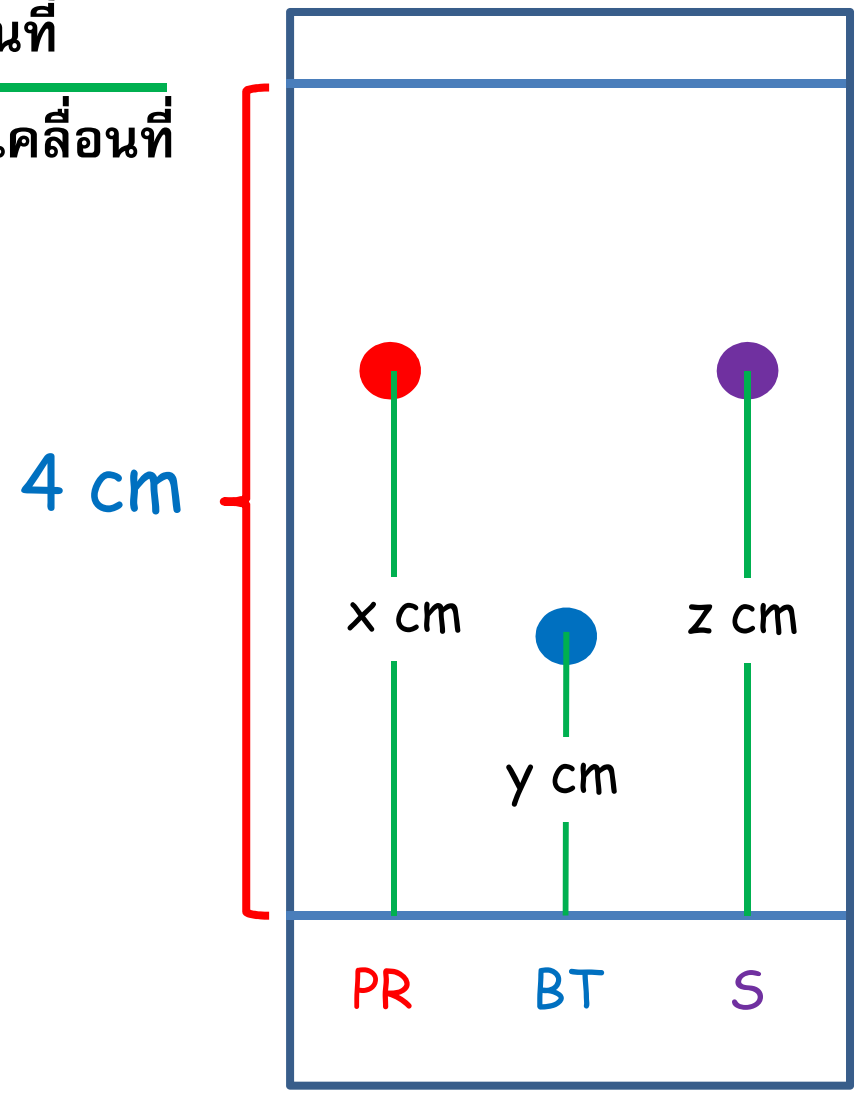
ในกรณีที่ใช้ตัวดูดซับเดียวกัน ใช้ระบบตัวทำละลายเดียวกัน และระบบที่ศึกษาอยู่ในสภาวะ (อุณหภูมิ, ความดัน, ความหนาของตัวดูดซับ ฯลฯ) เดียวกัน สารหนึ่ง ๆ จะมีค่า คงที่เสมอ การวัดเปรียบเทียบค่า จึงเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการพิสูจน์ชนิดของสาร

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

R_f ของ PR = $\frac{x}{4}$

R_f ของ BT = $\frac{y}{4}$

R_f ของ S = $\frac{z}{4}$



การประยุกต์ใช้ TLC ทางเคมีอินทรีย์

1) สารที่มีค่า ภายใต้สภาวะเดียวกัน ย่อมเป็นสารเดียวกัน จึงใช้พิจารณาสารที่สงสัยเทียบกับสารมาตรฐานได้

2) ตรวจสอบจำนวนสารในสารผสม โดยดูจำนวนจุดของสารบนโครมาโทแกรม

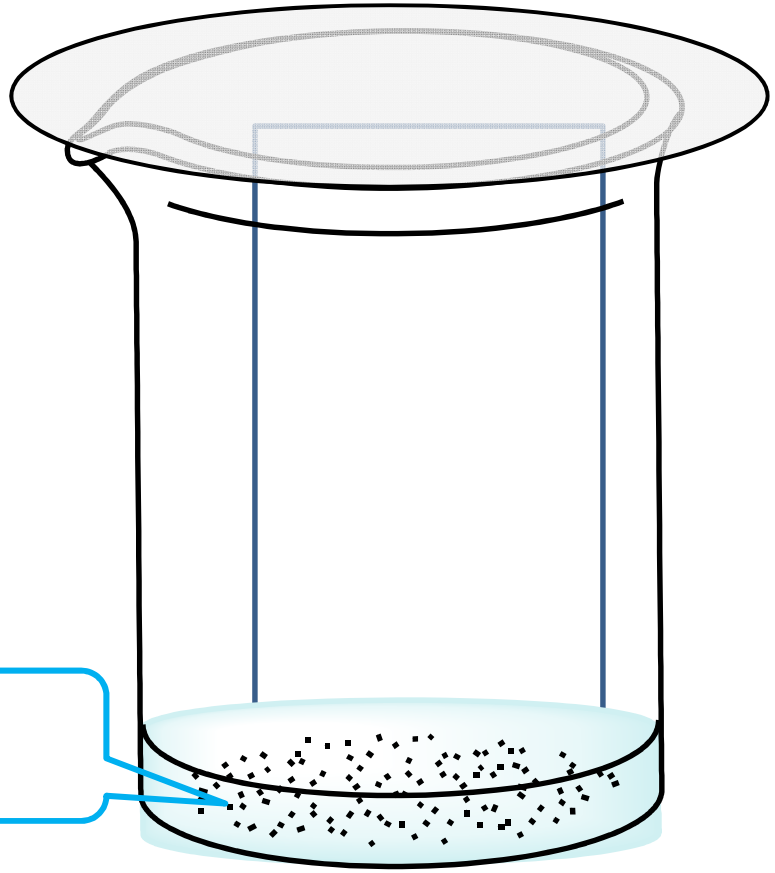
3) หาตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับโครมาโทกราฟีคอลัมน์

4) ติดตามสารที่แยกจากคอลัมน์ โดยเทคนิค TLC โดยเทียบค่า ของแต่ละแฟคชั่น

5) ใช้ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสารซึ่งสารบริสุทธิ์ ควรจะมีจุดเดียว

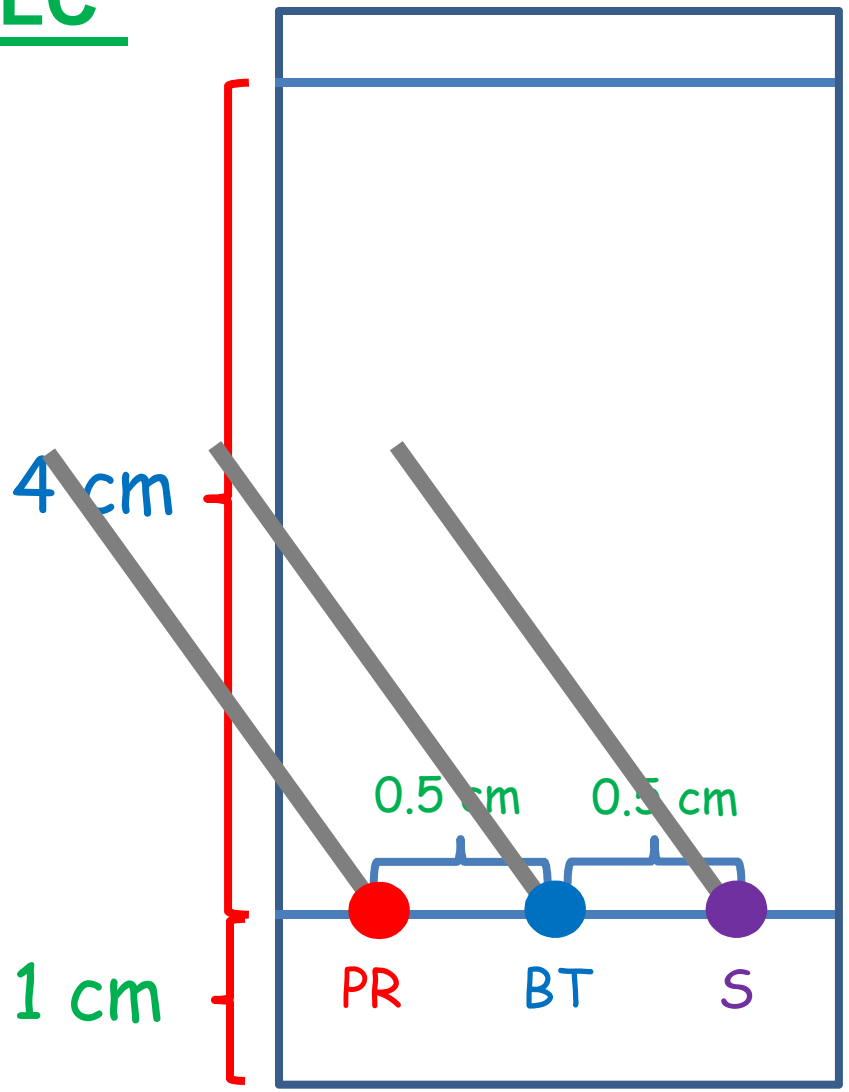
6) ใช้ติดตามการดำเนินไปของปฏิกิริยาว่าปฏิกิริยานั้นเกิดขึ้นหรือไม่ สิ้นสุดแล้วหรือยังมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นกี่ชนิด เป็นต้น

การเตรียมเฟสเคลื่อนที่

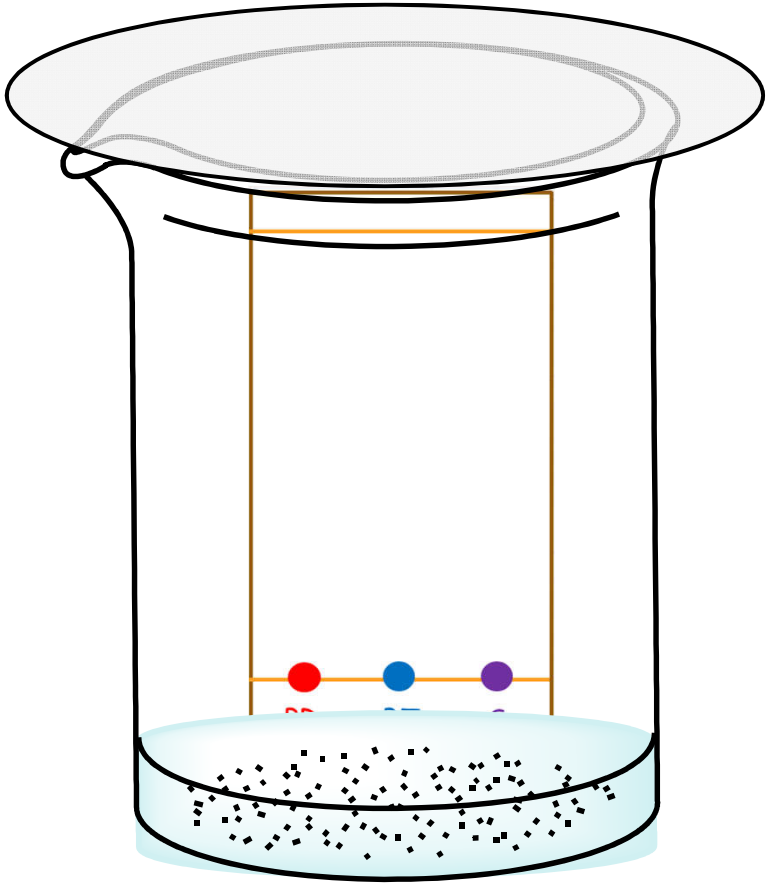


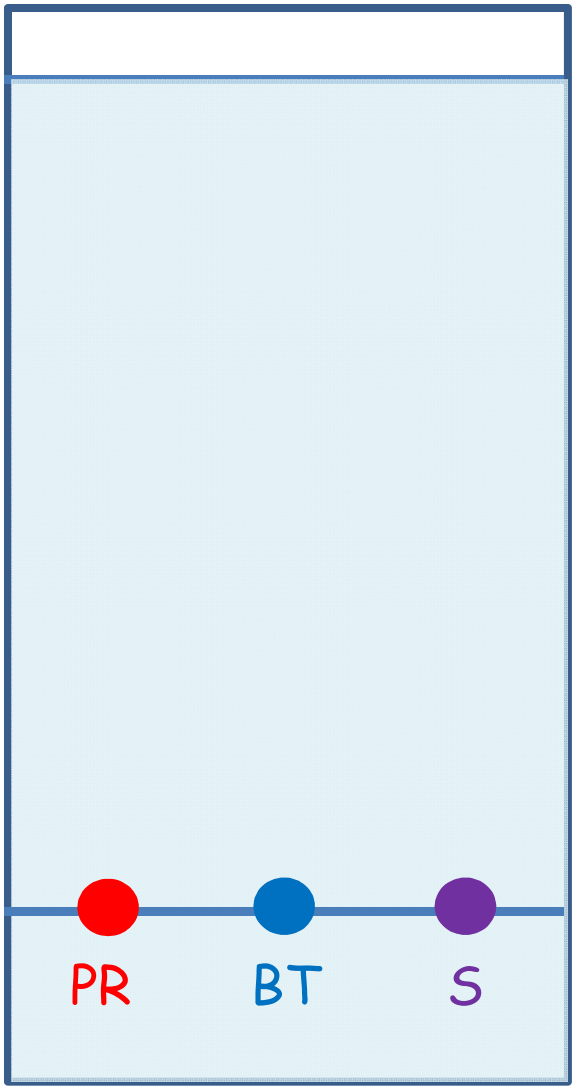
เฟสเคลื่อนที่

การเตรียมแผ่น TLC



การแยกสาร





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

R_f ของ PR = $\frac{x}{4}$

R_f ของ BT = $\frac{y}{4}$

R_f ของ S = $\frac{z}{4}$