

บทที่ 2

จุดหลอมเหลว

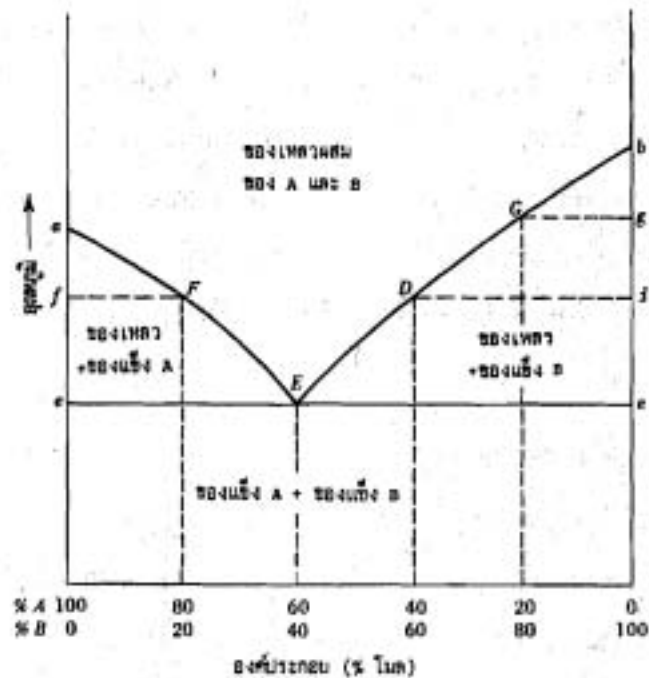
2.1 ความหมาย

จุดหลอมเหลว (melting point) คืออุณหภูมิที่สถานะของแข็ง (solid phase) และสถานะของเหลว (liquid phase) ของสารประกอบชนิดหนึ่งอยู่ร่วมกันอย่างสมดุลได้โดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง หมายความว่า ถ้าให้ความร้อนแก่สารในขณะที่อยู่ในสถานะของแข็งปนของเหลว อุณหภูมิของสารนั้นจะไม่สูงขึ้นจนกว่าของแข็งจะหลอมเหลวหมด หรือถ้าทำให้สารขณะที่อยู่ในสถานะของแข็งปนของเหลวเย็นลง อุณหภูมิของสารนั้นจะไม่ลดลงจนกว่าของเหลวจะแข็งตัวหมด ดังนั้นจุดหลอมเหลวและจุดแข็งตัวของสารจะเป็นค่าเดียวกัน

2.2 จุดหลอมเหลวของของผสม

สารบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเหลวที่คงที่และมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลว (melting range) ที่แคบมาก ประมาณ $0.5-1.0^{\circ}\text{C}$ ถ้ามีสิ่งเจือปน (impurity) ผสมอยู่ด้วย จุดหลอมเหลวจะต่ำลงและมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวกว้างขึ้น ซึ่งจะอธิบายได้ด้วยแผนภาพ 2.1 ซึ่งมี a เป็นจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ A b เป็นจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ B จุด F คืออุณหภูมิที่สารบริสุทธิ์ A อยู่ร่วมกันอย่างสมดุลกับของเหลวที่มีส่วนผสมของ 80% A และ 20% B ถ้ามีของผสมที่ประกอบด้วย 80% ของสาร A และ 20% ของสาร B เมื่อทำให้ของผสมนี้หลอมเหลวหมด แล้วทำให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิ f จะมีแต่ผลึกของสาร A เกิดขึ้น เมื่อปล่อยให้เย็นลงต่อไป จะมีแต่ผลึกของสาร A เกิดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่เดียวกันปริมาณของสาร A ในของเหลวผสมจะน้อยลง จนในที่สุดเมื่ออุณหภูมิลดลงจนถึงจุด e ของเหลวผสมซึ่งมีสัดส่วนคงที่ที่ E คือมี 60% ของสาร A และ 40% ของสาร B จะเริ่มแข็งตัว กล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า ที่อุณหภูมิ e จะไม่เกิดผลึกของสาร A แต่อย่างเดียวยิ่งต่อไป แต่จะมี

ของแข็งของสาร A และสาร B เกิดขึ้นพร้อมกันในอัตราส่วน 60% A และ 40% B ซึ่งเรียกว่า สารผสมยูเทกติก (eutectic mixture) จุด E มีชื่อว่าจุดยูเทกติก (eutectic point) ซึ่งเป็นจุดที่มี อัตราส่วนของของผสมซึ่งสามารถหลอมเหลวหรือแข็งตัวพร้อมกันได้ และเป็นอุณหภูมิที่ ของผสมที่มีอัตราส่วนดังกล่าวเกิดการหลอมเหลวหรือแข็งตัวด้วย อุณหภูมิ e มีชื่อว่า อุณหภูมิ ยูเทกติก (eutectic temperature)



แผนภาพ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลวและองค์ประกอบของของผสม

เมื่อพิจารณาในวิธีการที่กลับกัน กล่าวคือ ถ้ามีของผสมที่ประกอบด้วย 80% ของ สาร A และ 20% ของสาร B และค่อย ๆ ให้ความร้อนแก่ของผสมดังกล่าว เมื่อถึงอุณหภูมิ e สาร A และสาร B จะหลอมเหลวพร้อมกันในอัตราส่วนที่คงที่คือ 60% A และ 40% B จนหมด สาร B เหลือแค่สาร A ซึ่งยังเป็นของแข็งอยู่ เมื่อให้ความร้อนต่อไปอีก สาร A จะหลอมเหลว เพิ่มขึ้น ส่วนผสมของของเหลวผสมจะเป็นไปตามเส้นโค้ง EF เมื่ออุณหภูมิถึงจุด f สาร A จะหลอมเหลวหมดพอดี ดังนั้นจะเห็นว่า สาร A ซึ่งมีสาร B เป็นสิ่งเจือปนจะมีจุดหลอมเหลว

ต่ำลง (คือมีจุดหลอมเหลว e แทนที่จะเป็น a) และมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวกว้างขึ้น คือช่วง $e-f$

ถ้าสารผสมมีส่วนผสมอยู่ทางด้านขวาของจุด E แสดงว่าสาร B มีสาร A เป็นสิ่งเจือปน การหลอมเหลวจะเป็นไปตามเส้นโค้ง ED หรือ EG และช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวก็คือ $e-d$ หรือ $e-g$

จากแผนภาพ 2.1 จะเห็นได้ว่า ระยะ $e-g$ กว้างกว่าระยะ $e-d$ หมายความว่า สารบริสุทธิ์ที่มีสิ่งเจือปนผสมอยู่ 20% มีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวกว้างกว่าสารบริสุทธิ์ที่มีสิ่งเจือปนผสมอยู่ 40% ตามความเป็นจริงแล้ว ถ้ามีสิ่งเจือปนผสมอยู่จำนวนน้อยมาก ทำให้ยากต่อการสังเกตจุดเริ่มต้นของการหลอมเหลว แต่อุณหภูมิที่การหลอมเหลวสิ้นสุดลงจะสังเกตได้ชัดเจน ดังนั้น ในทางปฏิบัติสารที่มีสิ่งเจือปนน้อย จะมีอุณหภูมิที่สารหลอมเหลวหมดสูงกว่า และมีช่วงการหลอมเหลวแคบกว่าสารที่มีสิ่งเจือปนมาก

ถ้าสารที่ต้องการหาจุดหลอมเหลวมีสิ่งเจือปนที่มีส่วนผสมเป็นของผสมยูเทกติกพอดี จะมีการหลอมเหลวรวดเร็วมาก คือมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวแคบมาก จนทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นสารบริสุทธิ์ ในกรณีนี้ จะพิสูจน์ความบริสุทธิ์ได้โดยผสมสารบริสุทธิ์ชนิดใดชนิดหนึ่งของของผสมลงไป แล้วสังเกตช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวอีกครั้งหนึ่ง

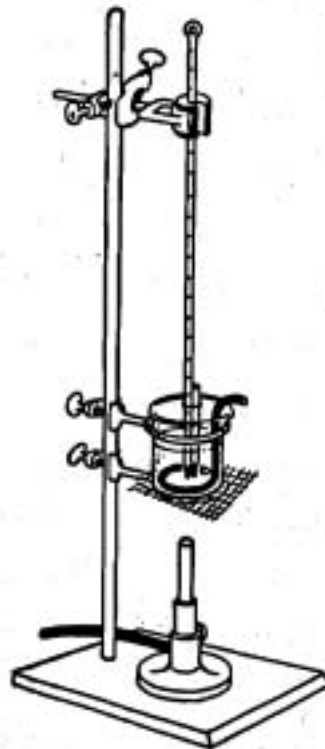
เนื่องจากจุดหลอมเหลวเป็นสมบัติกายภาพเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิด สารที่มีสิ่งเจือปนจะมีจุดหลอมเหลวลดลง จุดหลอมเหลวจึงมีประโยชน์ในการใช้พิสูจน์เอกลักษณ์ (identification) และทดสอบความบริสุทธิ์ (purity) ของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น สารตัวอย่าง (unknown) ชนิดหนึ่งมีจุดหลอมเหลวที่ 133°C และสงสัยว่าจะเป็น urea หรือ *trans*-cinnamic acid ซึ่งต่างก็มีจุดหลอมเหลวที่ 133°C เช่นกัน เราสามารถพิสูจน์เอกลักษณ์หรือทดสอบว่าสารตัวอย่างจะเป็น urea หรือ *trans*-cinnamic acid ได้โดยการหาจุดหลอมเหลวของของผสม (mixture-melting point determination) ซึ่งทำได้โดยการผสมสารตัวอย่างและ urea อย่างละจำนวนเล็กน้อยเข้าด้วยกัน แล้วนำไปหาจุดหลอมเหลวของของผสม (mixture melting point) ถ้าจุดหลอมเหลวไม่เปลี่ยนแปลง คือมีค่า 133°C เท่าเดิม สารตัวอย่งนั้นก็คือ urea แต่ถ้าจุดหลอมเหลวลดต่ำกว่า 133°C สารตัวอย่งนั้นก็ไม่ใช่ urea ในกรณีหลังนี้ urea ทำหน้าที่เป็นสิ่งเจือปนของสารตัวอย่าง หรือสารตัวอย่างทำหน้าที่เป็นสิ่งเจือปนของ urea

โดยทั่วไปแล้ว ช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวที่กว้างแสดงว่าสารนั้นไม่บริสุทธิ์

แต่บางครั้งช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวที่กว้างอาจมีสาเหตุมาจากการสลายตัว (decomposition) ไปข้างของสารบริสุทธิ์เมื่อได้รับความร้อนก่อนที่จะถึงจุดหลอมเหลว จึงทำให้กลายเป็นสารไม่บริสุทธิ์ไป หรืออาจเป็นเพราะสารบางชนิดอ่อนตัวและยุบลงที่อุณหภูมิก่อนถึงจุดหลอมเหลว จึงทำให้เข้าใจผิดว่าสารเริ่มหลอมเหลวแล้ว นอกจากนี้สารบางชนิดเมื่อเกิดการสลายตัวแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีดำคล้ำมากจนไม่สามารถมองเห็นการหลอมเหลวได้ชัดเจน

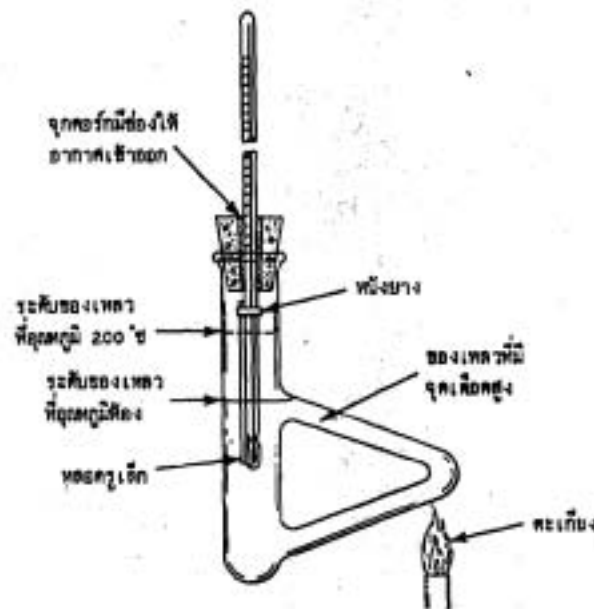
2.3 เครื่องมือสำหรับหาจุดหลอมเหลว

เครื่องมือสำหรับหาจุดหลอมเหลวมีหลายแบบซึ่งมีทั้งชนิดย้งด้วยน้ำมันและย้งด้วยโลหะ เครื่องมือดังกล่าว 2.1 เป็นเครื่องมือชนิดย้งด้วยน้ำมันที่เป็นแบบที่ง่ายที่สุดที่สามารถทำใช้ในห้องทดลองได้ ประกอบด้วยบีกเกอร์บรรจุน้ำมันและเครื่องกวนให้อุณหภูมิของเครื่องย้งสม่ำเสมอ



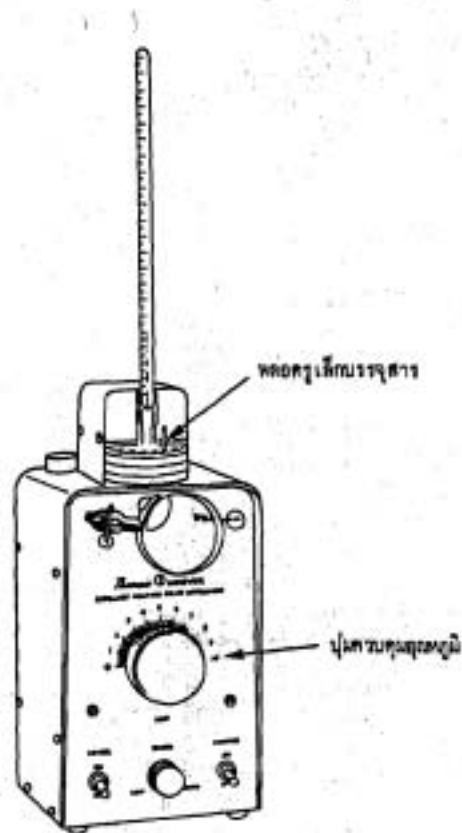
ภาพ 2.1 เครื่องมือหาจุดหลอมเหลวที่ใช้บีกเกอร์

เครื่องมือดังภาพ 2.2 คือเครื่องมือแบบทิล (Thiele apparatus) เป็นเครื่องมือชนิดอังด้วยน้ำมัน ซึ่งใช้ภาชนะบรรจุน้ำมันที่มีลักษณะพิเศษเรียกว่า หลอดแก้วทิล (Thiele tube) หลอดแก้วชนิดนี้ออกแบบให้น้ำมันที่ถูกไฟลนจนร้อนเกิดการไหลวนเวียนเองโดยไม่ต้องใช้เครื่องกวนแต่อย่างใด



ภาพ 2.2 เครื่องมือแบบทิล

เครื่องมือดังภาพ 2.3 ก็เป็นชนิดอังด้วยน้ำมันเช่นเดียวกัน แต่ภาชนะที่บรรจุน้ำมัน อยู่ภายในเครื่องมือ เครื่องมือนี้มีชื่อว่า เครื่องมือหาจุดหลอมเหลวแบบโทมัสฮูเวอร์ (Thomas-Hoover melting-point apparatus) เครื่องมือชนิดนี้ให้ความร้อนแก่น้ำมันด้วยไฟฟ้าและมีเครื่องกวน น้ำมันที่บังคับความเร็วได้ด้วย เครื่องมือชนิดนี้ใช้สะดวก ควบคุมอุณหภูมิได้ดีกว่าและให้ความร้อนสม่ำเสมอด้วย



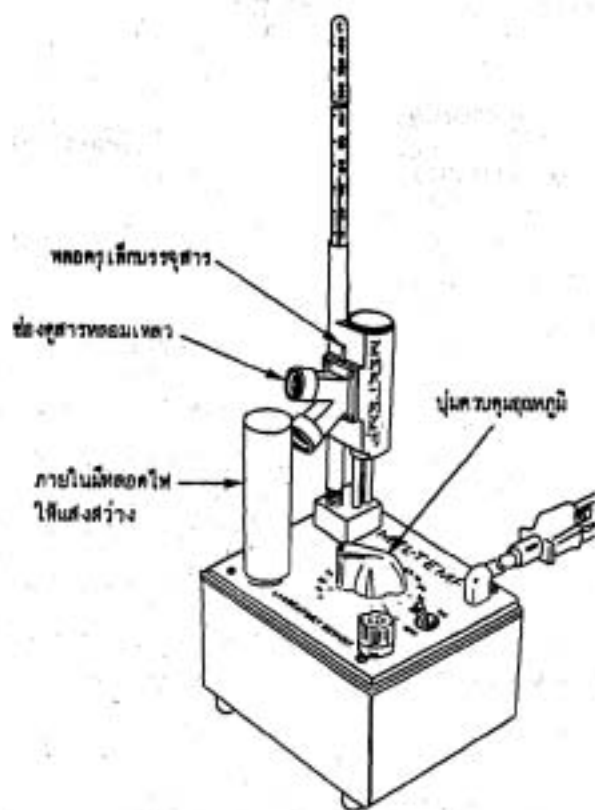
ภาพ 2.3 เครื่องมือหาจุดหลอมเหลวแบบโทมัสซูเวอร์

อุณหภูมิของเครื่องอ่านน้ำมันขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันที่ใช้ ตาราง 2.1 แสดงอุณหภูมิการใช้งานของน้ำมันชนิดต่าง ๆ พร้อมทั้งข้อดีและข้อเสีย

ตาราง 2.1 คุณสมบัติการใช้งานของน้ำมันในเครื่องอัด

ของเหลว	อุณหภูมิสูงสุด ที่ควรใช้, °ซ	ข้อดีและข้อเสีย
polyethylene glycol	180	ละลายน้ำ สะดวกต่อการทำความสะอาด ภาชนะ
paraffin oil	200	ที่อุณหภูมิสูงจะเกิดควันทำให้ติดไฟง่าย ถ้า มีน้ำปนจะประทุอย่างรุนแรง
mineral oil	200	ที่อุณหภูมิสูงจะเกิดควันทำให้ติดไฟง่าย ถ้า มีน้ำปนจะประทุอย่างรุนแรง ใช้นานจะ สลายตัวมีลักษณะขุ่นสีคล้ำ
silicone oil	200	ที่อุณหภูมิสูงไม่ติดไฟไม่สลายตัว ราคาแพง

เครื่องมือในภาพ 2.4 เป็นเครื่องมือชนิดที่อัดด้วยโลหะ แท่งโลหะจะถูกทำให้ร้อนด้วยไฟฟ้า ความร้อนจากแท่งโลหะจะถูกส่งต่อไปยังหลอดครุเด็กที่บรรจุสาร เครื่องมือนี้มีชื่อว่า เครื่องมือหาจุดหลอมเหลวแบบเมลท์เทมพ์ (Melt-Temp melting point apparatus)



ภาพ 2.4 เครื่องมือหาจุดหลอมเหลวแบบเมลท์เทมพ์

2.4 เทคนิคและขั้นตอนในการหาจุดหลอมเหลว

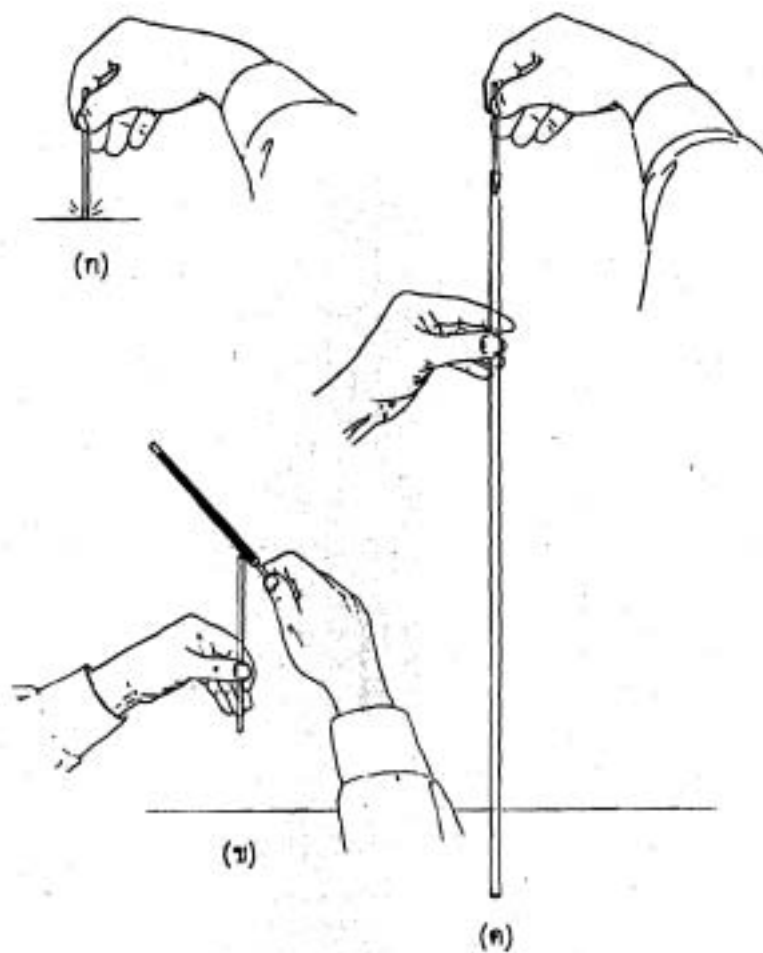
2.4.1 การบรรจุสารลงในหลอดรูเล็ก การบรรจุสารลงในหลอดรูเล็กมีขั้นตอนดังนี้

1. นำสารที่ต้องการหาจุดหลอมเหลวซึ่งแห้งสนิทแล้ว มาบดให้ละเอียดโดยใช้ปลายของช้อนตักสาร (spatula) กดกับกระจกนาฬิกา (watch glass) การบดสารให้ละเอียดนี้เป็น การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารเพื่อให้ได้รับความร้อนได้เต็มที่และสม่ำเสมอ

2. ใช้หลอดรูเล็ก (capillary tube) ซึ่งมีความยาวประมาณ 7-10 ซม. มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 1-2 มม. และมีปลายข้างหนึ่งปิด ถ้าเป็นชนิดปลายเปิดทั้งสองข้าง ให้เชื่อมข้าง หนึ่งให้ปิดโดยใช้ตะเกียงบุนเสน (Bunsen burner)

3. ใช้ปลายเปิดของหลอดครูเล็กกดลงไปบนกองสาร หรือใช้ปลายข้อนคักสารดันสารเข้าไปในหลอดครูเล็กก็ได้ แล้วหงายหลอดครูเล็กขึ้น

4. เคาะกันหลอดครูเล็กกับโต๊ะเบา ๆ หลาย ๆ ครั้งเพื่อให้สารไปรวมกันที่ก้นหลอดครูเล็กดังภาพ 2.5 (ก) ถ้าสารยังค้างอยู่ไม่รวมกันที่ก้นหลอด ให้สั่นหลอดครูเล็กโดยใช้ตะไบดูเบา ๆ ที่ปากหลอดครูเล็กดังภาพ 2.5 (ข) แล้วเคาะหลอดครูเล็กกับโต๊ะอีก ถ้าสารยังไม่รวมกันที่ก้นหลอดหมดให้ปล่อยหลอดครูเล็กลงไปบนหลอดแก้วยาวประมาณ 3 ฟุต ดังภาพ 2.5 (ค) หรือใช้กรวยแก้วแทน โดยหงายกรวยแก้วขึ้นให้กรวยแก้วตั้งบนโต๊ะ แล้วปล่อยหลอดครูเล็กตกลงไปตามก้านกรวยโดยให้ปลายเปิดตกลงกระทบพื้นโต๊ะ ทำเช่นนี้หลาย ๆ ครั้งจนสารในหลอดครูเล็กอัดกันแน่นไม่มีช่องว่าง ทั้งนี้เพื่อให้สารได้รับความร้อนอย่างทั่วถึงและรวดเร็ว

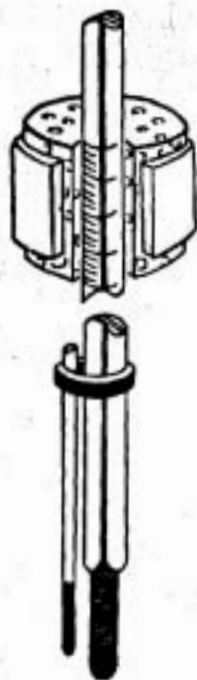


ภาพ 2.5 การทำให้สารรวมกันและอัดแน่นในหลอดครูเล็ก

5. ไม่ควรบรรจุสารในหลอดสุญญากาศปริมาณมากเกินไป เพราะอาจจะทำให้ได้รับความร้อนไม่ทั่วถึง ซึ่งจะทำให้ช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวกว้างเกินไป ควรบรรจุสารให้สูงประมาณ 4 มม.

2.4.2 การเตรียมเครื่องมือ ในกรณีที่เครื่องอ้งน้ำมันเป็นแบบที่ใช้บีกเกอร์หรือใช้หลอดแก้วที่ล ให้ปฏิบัติดังนี้

1. ผูกหลอดสุญญากาศที่บรรจุสารไว้ให้ติดกับเทอร์มอมิเตอร์ ดังภาพ 2.6 โดยให้ระดับของสารอยู่ตรงกับระดับของกระเปาะเทอร์มอมิเตอร์ เพื่อว่าอุณหภูมิที่อ่านได้จะได้เป็นอุณหภูมิเดียวกันกับอุณหภูมิของสาร



ภาพ 2.6 เทอร์มอมิเตอร์ที่ผูกติดกับหลอดสุญญากาศและหุ้มด้วยจุกยาง

2. ใช้จุกยางที่ผ่าข้างหุ้มเทอร์มอมิเตอร์บริเวณต่ำกว่าหรือสูงกว่าจุดหลอมเหลวของสารที่ต้องการหาจุดหลอมเหลว เพื่อว่าจุกยางจะได้ไม่บังอุณหภูมิที่ต้องการอ่าน

3. จุ่มเทอร์มอมิเตอร์ที่มีหลอดจุกเล็กผูกติดอยู่ลงในเครื่องอังน้ำมันซึ่งบรรจุน้ำมันที่มีจุดเดือดสูง โดยให้กระเปาะเทอร์มอมิเตอร์และสารอยู่ใต้ระดับของน้ำมัน และให้ปลายเปิดของหลอดจุกเล็กอยู่เหนือระดับของน้ำมันมากพอที่จะไม่ให้น้ำมันที่ขยายตัวเมื่อร้อนไหลเข้าไปในหลอดจุกเล็กได้

4. อย่าให้เทอร์มอมิเตอร์หรือหลอดจุกเล็กแตะกันภาชนะที่บรรจุน้ำมัน

5. เมื่อจัดตำแหน่งของเทอร์มอมิเตอร์และหลอดจุกเล็กไว้ดีแล้ว ใช้ตัวหนีบยึดหนีบจุกยางที่หุ้มเทอร์มอมิเตอร์ไว้ จุกยางจะช่วยไม่ทำให้เทอร์มอมิเตอร์ถูกหนีบมากเกินไปจนแตก สำหรับเครื่องมือสำเร็จอื่น ๆ เช่น แบบโหม้สตูเวอร์ แบบเมลท์เทมพ์ เป็นต้น เมื่อบรรจุสารลงในหลอดจุกเล็กเรียบร้อยแล้ว ก็เสียบหลอดจุกเล็กลงในช่องสำหรับเสียบหลอดจุกเล็กได้เลยโดยไม่ต้องผูกหลอดจุกเล็กติดกับเทอร์มอมิเตอร์

2.4.3 การให้ความร้อนและการบันทึกจุดหลอมเหลว มีขั้นตอนดังนี้

1. ให้ความร้อนอย่างช้า ๆ ในอัตราเร็วประมาณ 2°C ต่อหนึ่งนาที
2. ถ้าเป็นเครื่องอังน้ำมัน ขณะที่ให้ความร้อนควรคนน้ำมันด้วย เพื่อให้ความร้อนกระจายอย่างสม่ำเสมอ

3. บันทึกจุดหลอมเหลวโดยจุดอุณหภูมิที่สารเริ่มหลอมเหลวและอุณหภูมิที่สารหลอมเหลวหมดพอดี ในการบันทึกจุดหลอมเหลวนั้นควรบันทึกผลไว้อย่างละเอียดถึงลักษณะของสารในขณะที่หลอมเหลวและการหลอมเหลวด้วย เช่น

ก. ถ้าหลอมเหลวพร้อมทั้งมีการสลายตัวในช่วงอุณหภูมิ $131-133^{\circ}\text{C}$ ให้บันทึกว่าจุดหลอมเหลว $131-133^{\circ}\text{C}$ (สลายตัว)

ข. ถ้าเริ่มเปลี่ยนสีที่ 65°C และหลอมเหลวอย่างช้า ๆ ที่อุณหภูมิ $67-69^{\circ}\text{C}$ ให้บันทึกว่า เริ่มเปลี่ยนสีที่อุณหภูมิ 65°C หลอมเหลวที่อุณหภูมิ $67-69^{\circ}\text{C}$ อย่างช้า ๆ

เนื่องจากว่านักศึกษาอาจต้องเสียเวลามากในการคอยให้อุณหภูมิของเครื่องอังน้ำมันถึงจุดหลอมเหลว วิธีที่จะประหยัดเวลาก็คือ ให้เตรียมบรรจุสารในหลอดจุกเล็กไว้สองหลอด หลอดแรกนำไปหาจุดหลอมเหลวอย่างรวดเร็ว โดยให้ความร้อนอย่างรวดเร็ว เมื่อเสร็จจากหลอดแรกแล้ว ก็ปล่อยให้ น้ำมันเย็นลงจนถึงอุณหภูมิต่ำกว่าจุดหลอมเหลวประมาณ $10-15^{\circ}\text{C}$ แล้วจึงนำหลอดที่สองซึ่งผูกติดกับเทอร์มอมิเตอร์ไว้แล้วจุ่มลงในน้ำมันเพื่อหาจุดหลอมเหลวที่แน่นอนอีกครั้งหนึ่งตามขั้นตอนข้างต้น

ข้อควรระวัง

1. เมื่อใช้ตะเกียงเบนเสน ต้องแน่ใจก่อนว่าไม่มีสารไวไฟ เช่น ตัวทำละลายสารอินทรีย์ (organic solvent) วางอยู่ใกล้ ๆ ถ้าไว้หมยยาว ควรรวบรวมไว้ข้างหลังให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันไม่ให้ผมถูกไฟไหม้ และควรดับตะเกียงเมื่อยังไม่ต้องการใช้
2. ถ้ามีน้ำปนอยู่ในน้ำมัน อาจไม่ปลอดภัยที่จะใช้ เพราะเมื่อร้อนเกิน 100 °C น้ำมันอาจจะกระเด็น ถ้ากระเด็นไปถูกเปลวไฟอาจถูกเป็นไฟได้ ก่อนใช้จึงควรสังเกตว่ามีหยดน้ำจมนอยู่ที่ก้นภาชนะหรือไม่ ถ้าพบก็ควรจัดการเปลี่ยนน้ำมันเสียก่อน
3. ไม่ควรให้ความร้อนแก่ mineral oil เกินอุณหภูมิ 200 °C เพราะอาจถูกเป็นไฟได้ แต่ถ้าเป็น silicone oil อาจให้ความร้อนได้ถึง 300 °C

2.5 จุดประสงค์ของการทดลอง

การทดลองในบทนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. หาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์
2. หาจุดยูเทกติกของของผสม
3. พิสูจน์เอกลักษณ์ของสารตัวอย่างโดยวิธีหาจุดหลอมเหลวของของผสม

2.6 การทดลอง

การทดลองที่ 1 การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์

นักศึกษาจะได้รับแจกสารตัวอย่างกลุ่มละหนึ่งชนิด ให้นักศึกษาหาจุดหลอมเหลวของสารตัวอย่างที่แจกให้ตามวิธีในหัวข้อ 2.4 แล้วบันทึกช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวลงในแบบรายงานการทดลอง พร้อมทั้งเขียนตัวเลขลำดับที่ของสารตัวอย่างที่ได้รับแจกด้วยเพื่อสะดวกในการตรวจสอบภายหลัง สารที่เหลือจากการทดลองนี้ให้เก็บไว้ใช้ในการทดลองที่ 3 ของบทนี้ และการทดลองที่ 1 ของบทที่ 3 ด้วย

การทดลองที่ 2 การหาจุดยูเทกติกของของผสม

ของผสมที่เตรียมให้นักศึกษาประกอบด้วย urea และ *trans*-cinnamic acid ตามอัตราส่วนต่อไปนี้

% urea	% <i>trans</i> -cinnamic acid
0	100
20	80
40	60
50	50
60	40
80	20
100	0

บันทึกอุณหภูมิสุดท้ายที่ของผสมหลอมเหลวหมดพอดี นำผลจากการทดลองที่ได้คือ อุณหภูมิของการหลอมเหลวที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ โดยไม่ต้องหาค่าเฉลี่ยไปจุดบนแผนตาราง แล้วเขียนกราฟเพื่อหาค่าจุดยูเทกติก

การทดลองที่ 3 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารตัวอย่าง

ให้เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวของสารตัวอย่างในการทดลองที่ 1 ของบทนี้กับจุดหลอมเหลวของสารต่าง ๆ ในตาราง 2.2 ถ้าสงสัยว่าเป็นสารตัวใด ก็ให้นำสารตัวอย่างและสารที่สงสัยอย่างละเท่ากันจำนวนเล็กน้อยมาผสมกัน แล้วนำไปหาจุดหลอมเหลว ถ้าสารที่นำมาผสมกันนั้นไม่ใช่สารตัวเดียวกันจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสารที่นำมาผสมและมีช่วงการหลอมเหลวกว้าง ให้นักศึกษาเปลี่ยนสารที่สงสัยเป็นตัวอื่น และหาจุดหลอมเหลวของสารผสมชุดใหม่ต่อไป จนกว่าจะได้จุดหลอมเหลวที่คงที่ บันทึกผลการทดลองว่าสารตัวอย่างคืออะไร

ตาราง 2.2 รายชื่อสารประกอบพร้อมทั้งช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลว

สารประกอบ	ช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลว, °ซ
<i>m</i> -Toluic acid	109 – 111
Acetanilide	113 – 114
Benzoic acid	121 – 122
β -Naphthol	121 – 122
<i>trans</i> -Cinnamic acid	132 – 133
Urea	132 – 133
Benzoin	132 – 133
Salicylic acid	156 – 158
Benzanilide	160 – 161

คำถามบทที่ 2

- 2.1 จงบอกประโยชน์ที่สำคัญของการหาจุดหลอมเหลวมา 2 อย่าง
- 2.2 ท่านจะทราบได้อย่างไรว่าสารที่กำลังหาจุดหลอมเหลวเกิดการสลายตัวหรือไม่ ?
- 2.3 สารอินทรีย์สองชนิดมีจุดหลอมเหลวเท่ากัน ท่านจะทราบได้อย่างไรว่าสารทั้งสองเป็นชนิดเดียวกันหรือไม่ ?
- 2.4 ท่านจะมีวิธีสังเกตจากจุดหลอมเหลวได้อย่างไรว่าสารที่กำลังหาจุดหลอมเหลวนั้นบริสุทธิ์หรือไม่ ?
- 2.5 สมมติว่านักศึกษาผู้หนึ่งไม่ทันเห็นสารหลอมเหลวในขณะที่หาจุดหลอมเหลว นักศึกษาผู้นั้นควรจะ
- ก. ปลดปล่อยให้สารเย็นลงแล้วหาจุดหลอมเหลวอีกครั้งหนึ่งโดยใช้สารเดิม
 - หรือ ข. ตั้งต้นใหม่โดยใช้สารบริสุทธิ์
- จงเลือกตอบข้อใดข้อหนึ่งพร้อมทั้งแสดงเหตุผล
- 2.6 จงอธิบายคำต่อไปนี้
- 2.6.1 จุดหลอมเหลว
 - 2.6.2 อุณหภูมิยูเทกติก
 - 2.6.3 องค์ประกอบยูเทกติก
 - 2.6.4 จุดยูเทกติก
- 2.7 สารอินทรีย์ ก. ข. และ ค. ต่างก็มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 179-180 °ซ ถ้าเอาสารอินทรีย์ ก. และ ข. มาผสมกันอย่างละเท่า ๆ กันจะมีจุดหลอมเหลว 158-160 °ซ และถ้าเอาสารอินทรีย์ ก. และ ค. มาผสมกันอย่างละเท่า ๆ กันจะมีจุดหลอมเหลว 179-180 °ซ อยากทราบว่าถ้าเอาสารอินทรีย์ ข. ผสมกับสารอินทรีย์ ค. จะมีจุดหลอมเหลวเท่าใด ?

แบบรายงานการทดลองบทที่ 2

จุดหลอมเหลว

ผู้เขียนรายงาน..... รหัส.....
 ผู้ร่วมงาน..... รหัส.....
 วันที่ทำการทดลอง..... กลุ่มที่.....

การทดลองที่ 1 การหาจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์

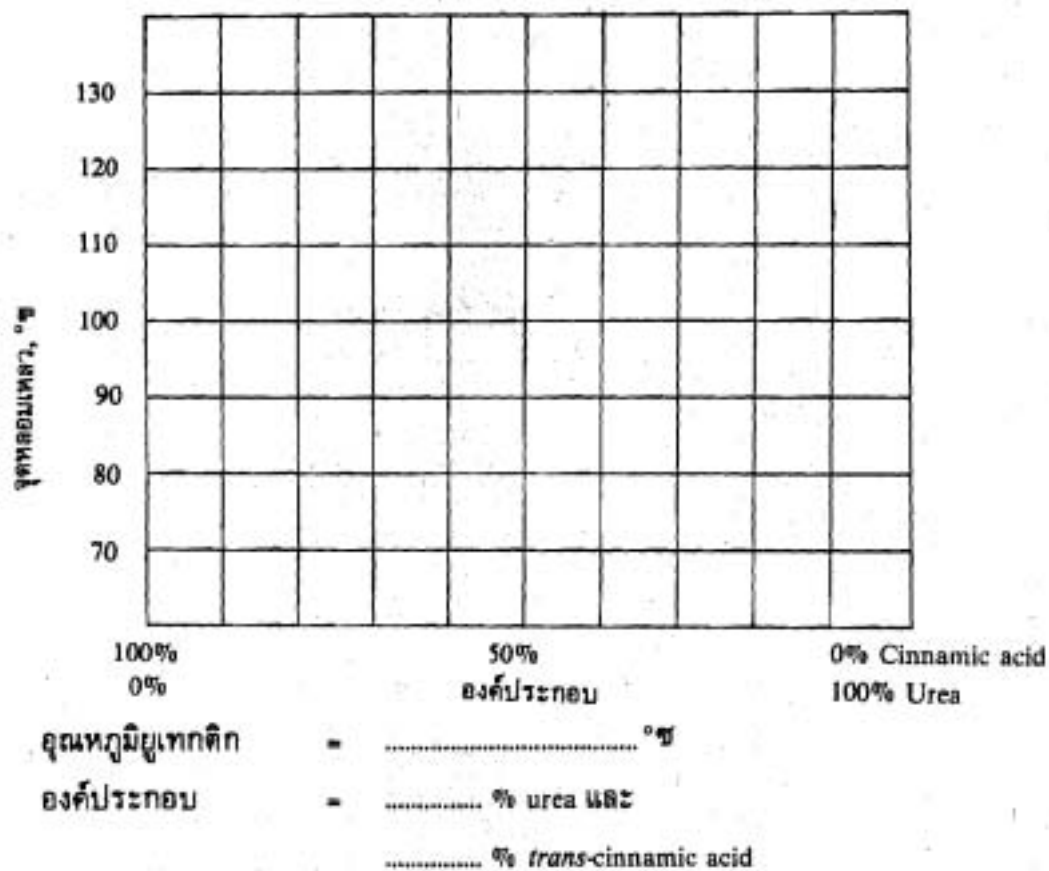
หมายเลขสารตัวอย่างที่ได้รับแจก.....

ช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลว = °C

การทดลองที่ 2 การหาจุดยูเทกติกของของผสม

อัตราส่วนผสม		อุณหภูมิสุดท้าย ที่หลอมเหลวหมด, °C
% urea	% <i>trans</i> -cinnamic acid	
0	100
20	80
40	60
50	50
60	40
80	20
100	0

ใช้อุณหภูมิสุดท้ายที่หลอมเหลวหมดทุกค่าโดยไม่ต้องหาค่าเฉลี่ย จุดบนแผ่นตาราง แล้วเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลวและองค์ประกอบ



การทดลองที่ 3 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารตัวอย่าง

หมายเลขของสารตัวอย่าง.....

สาร	ช่วงจุดหลอมของการหลอมเหลว, °ซ
สารตัวอย่าง +
สารตัวอย่าง +
สารตัวอย่าง +

สารตัวอย่างคือ.....

เพราะ.....

ตอบคำถาม
