

บทที่ 3

การทดลอง

ในการทดลองเพื่อศึกษาธรรมชาติของฟิรรอยต่อของของเหลวผสม ระหว่างเมทานอลและไซโคลเฮกเซน เกี่ยวข้องกับความเข้มแสงกระเจิงจากการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของโมเลกุลในสารละลายนั้น สารละลายที่เตรียมขึ้นจะต้องระวังในเรื่องความบริสุทธิ์ของสารละลายและปริมาณฝุ่นที่อาจจะตกค้างอยู่ในสารตัวอย่าง ปริมาณฝุ่นที่มากเกินไปจะทำให้สัญญาณที่ได้จากการวัดความเข้มแสงจากการกระเจิงที่วัดได้จะเป็นสัญญาณจากการกระเจิงของแสงจากฝุ่นละอองแทนที่จะเป็นสัญญาณแสงกระเจิงจากการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของโมเลกุลของสาร ซึ่งความเข้มจากฝุ่นละอองจะมีค่าสูงกว่าความเข้มแสงที่ต้องการมากกว่าหลายเท่า เมื่อปริมาณความเข้มแสงจากฝุ่นละอองมีมากจะทำให้ความสัมพันธ์ในสมการที่ 2.24 ไม่อยู่ในลักษณะของ single exponential ดังนั้นการทำความสะอาดเครื่องแก้วที่ใช้จึงมีความสำคัญอย่างมาก การเตรียมสารตัวอย่างและการทดลองสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้คือ

3.1 การทำความสะอาดเครื่องแก้วและเซลล์บรรจุสารละลาย

สารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นสารละลายผสมระหว่างเมทานอลและไซโคลเฮกเซน เพื่อให้สารละลายตัวอย่างบริสุทธิ์ จึงต้องมีขบวนการป้องกันไม่ให้มีสารอื่นที่ตกค้างและฝุ่นละอองเข้ามาเจือปน ในเครื่องแก้วและเซลล์บรรจุสารละลาย โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

3.1.1. ล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วและเซลล์บรรจุสารละลายด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง และปล่อยให้แห้ง

3.1.2. แช่ในสารละลายกรด ($\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{Alcohol}$) อัตราส่วนผสม 1:3:4 เป็นเวลา 4 ชม. เพื่อขจัดสารประกอบอินทรีย์ตกค้าง

3.1.3. ล้างด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ ครั้ง เสร็จแล้วแช่ในอะซิโตนนานประมาณ 2-3 ชม.

3.1.4. นำไปอบในตู้อบจนแห้ง (ก่อนนำออกจากตู้อบควรปิดจุกเซลล์สารตัวอย่าง และห่อ aluminium foil ให้เรียบร้อย)

3.2 การเตรียมสารละลาย

ในการทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาการกระเจิงของแสง ณ ศิวรอยต่อของสารผสม นั่นคือ ศิวรอยต่อของสารทั้งสองจะต้องอยู่ในตำแหน่งจุดโฟกัสของแสงเลเซอร์พอดี้ ดังนั้นการใช้อัตราส่วนผสมต่าง ๆ เพื่อให้ได้ศิวรอยต่อในตำแหน่งความสูงเดิม สามารถทำได้โดยการวิเคราะห์หาปริมาณของเหลวทั้งสองก่อนที่จะผสมกันลงใน หลอดใส่สารตัวอย่างรายละเอียดของการเตรียมสารตัวอย่าง รายละเอียดของการเตรียมสารตัวอย่างคือ

3.2.1. เตรียมสารผสมตัวอย่างโดยใช้ เมทานอล และ ไชโคลเฮกเซน ผสมกันในอัตราส่วนผสมของเมทานอล 26.50%, 27.03%, 28.00%, 29.00%, 30.03% และ 31.04% โดยปริมาตร ตามรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.1

สารตัวอย่าง	ปริมาตร (ไมโครลิตร)		เปอร์เซ็นต์ของเมทานอล
	เมทานอล	ไชโคลเฮกเซน	
1	2030	5630	26.50%
2	2030	5480	27.03%
3	2030	5220	28.00%
4	2030	4970	29.00%
5	2030	4730	30.03%
6	2030	4510	31.04%

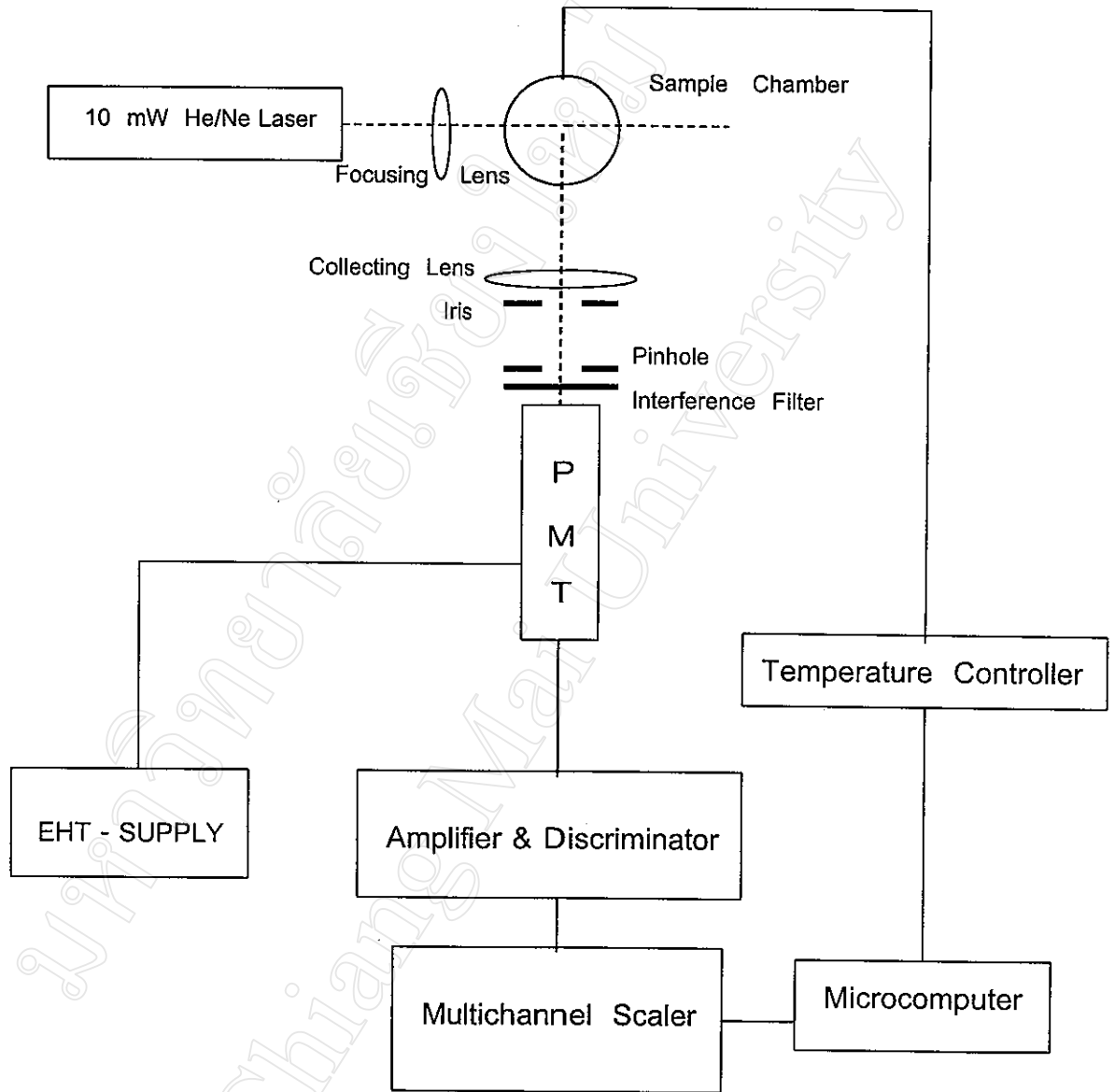
ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราส่วนผสมของสารตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3.2.2 ใช้ไมโครปิเปตดูดเมทานอล ใส่ลงไปในเซลล์สารละลาย ในปริมาณที่ต้องการ หลังจากนั้นก็ใส่ไชโคลเฮกเซน ลงไปในปริมาณที่ทำให้ได้อัตราส่วนผสมตามที่ต้องการ แล้วจึงปิดปากเซลล์สารละลายให้แน่น

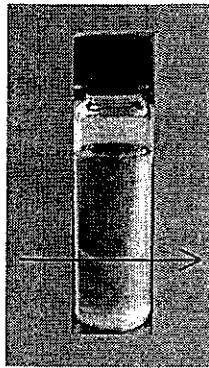
3.3 อุปกรณ์การทดลองและวิธีทดลอง

ระบบการจัดตั้งอุปกรณ์สำหรับการวัดฟังก์ชันความสัมพันธ์ของแสงกระเจิงดังแสดงในรูปที่ 3.1 โดยใช้ เลเซอร์ ขนาด 10 มิลลิวัตต์ เป็นแหล่งกำเนิดแสง ให้ลำแสงที่มีความต่อเนื่องผ่านเลนส์ขนาน ความยาวโฟกัส 15 เซนติเมตร โฟกัสลงบนจุดศูนย์กลางของเซลล์สารตัวอย่างและผ่านบริเวณผิวรอยต่อของของเหลวผสมพอดีดังรูปที่ 3.2 ที่วางไว้ในเตาควบคุมอุณหภูมิ ทำจากเหล็กรูปทรงกระบอกตัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว เจาะรูในแนวแกนของทรงกระบอกเพื่อบรรจุหลอดแก้วที่ใส่สารตัวอย่าง และเจาะรูในแนวขวางของทรงกระบอกเพื่อให้ลำแสงทะลุผ่านและในแนวตั้งฉากกันเพื่อการตรวจวัด ความเข้มของแสงกระเจิง ส่วนบนและส่วนล่างของแท่งโลหะพันด้วยลวดทองแดง เคลือบน้ำยาฉนวน ไฟฟ้า ทำหน้าที่เป็นขดลวดความร้อน โดยใช้ไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำ ทำหน้าที่ให้ความร้อนแก่แท่งโลหะ ส่วนบนมีเทอร์มิสเตอร์ฝังอยู่ เพื่อใช้เป็นตัวชั่งออกอุณหภูมิของแท่งโลหะ โดยค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์จะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิของเตามีค่าสูงขึ้น การวัดค่าความต้านทานอาศัยเครื่องดิจิตอลมัลติมิเตอร์รุ่น KEITHLEY K-2000 ที่เชื่อมโยงสัญญาณผ่านพอร์ต IEEE-488 ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และภายนอกของแท่งโลหะถูกหุ้มด้วยโฟมเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อน ดังรูปที่ 3.3

ในการควบคุมอุณหภูมิของสารละลายได้จากการควบคุมอุณหภูมิของเตาควบคุมอุณหภูมิให้คงที่โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ อ่านค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์จากเครื่องดิจิตอลมัลติมิเตอร์ และทำการเปรียบเทียบกับค่าความต้านทานที่ตั้งไว้ ไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณทรานซิสเตอร์ไปยังเพาเวอร์ซัพพลายให้จ่ายกระแสสลับไปยังแท่งโลหะเพื่อให้เกิดความร้อน ถ้าอุณหภูมิของแท่งโลหะต่ำกว่าค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ และจะหยุดส่งสัญญาณทรานซิสเตอร์ถ้าอุณหภูมิของแท่งโลหะสูงกว่าค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโซลิตสเดเทรีเลย์ ที่ควบคุมการจ่ายกระแสสลับเข้าไปยังขดลวดความร้อนของเตาควบคุมอุณหภูมิ โดยอาศัยอินเตอร์เฟซการ์ดรุ่น PC 8255 โปรแกรมควบคุมอุณหภูมิเขียนโดยใช้ภาษาเบสิก ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิและค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ดังแสดงในภาคผนวก ก



รูปที่ 3.1 แสดงแผนภาพการจัดชุดอุปกรณ์การทดลอง



รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งของลำแสงที่ผ่าน ณ ตำแหน่งรอยต่อของของเหลวผสม



รูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของเตาควบคุมอุณหภูมิ

ก่อนที่จะลำแสงกระเจิงจะผ่านเข้าไปยังหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ (PMT) ที่ติดตั้งบนแท่นของสเปกโตรมิเตอร์ ลำแสงกระเจิงนี้จะต้องผ่านระบบเลนส์ ฟิลเตอร์ 632.8 nm และรูเข็ม (pinhole) ขนาด 400 ไมครอน สัญญาณจากหัววัด PMT จะถูกส่งไปยัง amplifier และ discriminator (Stanford research systems model SR445) เพื่อทำการขยายสัญญาณก่อนที่จะส่งไปยัง multichannel scaler (EG&G ORTEC Turbo - MCS) โดย Turbo - MCS ถูกเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ โดยอาศัย Turbo-MCS-to-PC interface card การกำหนด เวลาหน่วง จำนวนครั้งของการทำการทดลองและการบันทึกผลการทดลองเก็บข้อมูล และรายละเอียดอื่น ๆ ทำโดยอาศัย โปรแกรมที่เขียนโดยใช้ภาษาเบสิก ในขณะที่การสร้างฟังก์ชันความสัมพันธ์ของข้อมูลที่บันทึกได้ ใช้โปรแกรมย่อยที่เขียนขึ้นโดยอาศัยภาษาแอสเซมบลี

วิธีทำการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์การทดลองดังรูปที่ 3.1
2. นำเซลล์สารตัวอย่างใส่ในเตาควบคุมอุณหภูมิ
3. ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ก่อนเริ่มทำการทดลอง โดยอุณหภูมิที่ใช้ในช่วง 47.25 ถึง 49.50 องศาเซลเซียส
4. เริ่มการทดลองโดยตั้งอุณหภูมิที่ต้องการ และให้สารตัวอย่างลดอุณหภูมิถึงอุณหภูมิใช้งานจากการทดลองพบว่า เมื่อสารตัวอย่างอยู่ในอุณหภูมิที่คงที่ประมาณ 2 ชั่วโมงจะอยู่ในสภาวะคงที่ สามารถเริ่มการเก็บข้อมูลได้ ดังนั้นในการทดลองจึงเริ่มหลังจากการเปลี่ยนอุณหภูมิของสารตัวอย่างหลังจาก 2 ชั่วโมง และเริ่มเก็บข้อมูล จาก Turbo MCS ซึ่งอ่านค่าความเข้มแสงอย่างต่อเนื่อง 16K (16x1024) จุด บันทึกในไมโครคอมพิวเตอร์ และเก็บข้อมูลทำซ้ำอีกเป็นจำนวน 500 การทดลอง แล้วจึงตั้งอุณหภูมิใหม่ ในขณะที่รอให้สารตัวอย่างถึงจุดอุณหภูมิที่ต้องการ โปรแกรมย่อยเริ่มคำนวณหาฟังก์ชันความสัมพันธ์จากข้อมูล 500 ชุดของ 16K ที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ได้ฟังก์ชันความสัมพันธ์ดังแสดงในรูปที่ 4.1