

ในการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (D) ของโมเลกุลในสารละลาย จากวิธีการที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ 2.1 และ 2.2 นั้นเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของแสงกระเจิงจากโมเลกุล ดังนั้นสารละลายที่เตรียมขึ้นมาจึงต้องระวังที่จะไม่ให้มีฝุ่นละออง หรือมีในปริมาณที่น้อยที่สุด ทั้งนี้เพราะว่าฝุ่นละอองที่มีปริมาณมากเกินไป ความเข้มแสงกระเจิงจากฝุ่นละอองจะทำให้ความสัมพันธ์ในสมการที่ 2.29 ไม่อยู่ในลักษณะของ single exponential ดังนั้นการทำความสะอาดเครื่องแก้วที่ใช้ และเซลล์ที่ใช้บรรจุสารละลาย (Sample Cell) จึงต้องทำอย่างประณีต เครื่องแก้วที่ใช้ควรเป็นเครื่องแก้วที่มีคุณภาพดี ขบวนการทั้งหมดควรจะทำในห้องที่มีฝุ่นละอองน้อยที่สุดด้วย ในบทนี้จึงจะได้อธิบายถึงวิธีการทำความสะอาดเครื่องมือ การเตรียมสารละลาย และการจัดตั้งอุปกรณ์การทดลองตามลำดับ

### 3.1 การทำความสะอาดเครื่องแก้วและเซลล์บรรจุสารละลาย

ในการทดลองนี้เซลล์ที่ใช้บรรจุสารละลายที่ใช้ทำมาจากควอตซ์ (Quartz) มีลักษณะเป็นหลอดสี่เหลี่ยม มีพื้นที่หน้าตัดเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด  $1 \text{ cm}^2$  เครื่องแก้ว ทั้งหมดและเซลล์ที่ใช้บรรจุสารละลายทำความสะอาดตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1.1 แช่เครื่องแก้วทุกชิ้นและเซลล์บรรจุสารละลาย ลงในสารละลายซึ่งประกอบด้วยอัลกอฮอล์และกรดเกลือเข้มข้น 30 % ผสมกันในอัตราส่วน 1:3 โดยปริมาตร เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อกำจัดสารประกอบอินทรีย์ตกค้างให้หมดไป

3.1.2 ล้างคราบกรอกออกด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ ครั้ง แล้วทำความสะอาดด้วย เครื่องอุลตราโซนิกประมาณ 1-2 ชั่วโมง ยกเว้นเซลล์บรรจุสารละลาย ไม่ควรนานเกิน 5 นาที เพราะอาจจะทำให้รอยต่อของควอทซ์แยกออก ได้

3.1.3 จากนั้นนำมาล้างด้วยอะซิโตน (Acetone) เกรดการค้าหลาย ๆ ครั้ง แล้วอบจนคราบของอะซิโตนหายไป

3.1.4 ล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการกรองแล้วมากกว่า 10 ครั้ง

3.1.5 ล้างด้วยอะนาลาร์อะซิโตน (Analar Acetone) ที่กรองแล้วหลาย ๆ ครั้ง อบในตู้อบแล้วเก็บไว้ในที่ไม่มีฝุ่นละออง

3.2 การ เตรียมและการบรรจุสารละลายลงในที่บรรจุสารละลาย

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาการแพร่กระจายของโมเลกุล โพลีสไตรีน ดังนั้นสารละลายที่ใช้ในการทดลองจึงเตรียมจากโพลีสไตรีนของ Pressure Chemical Co., ที่มีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย ( $M_w$ ) เท่ากับ 900,000 ผสมในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ ( $CCl_4$ ) ซึ่งเป็นของเหลวใสบริสุทธิ์ด้วยอัตราส่วน มวลของโพลีสไตรีนต่อปริมาตรของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ในการทดลองในหน่วยมวลของโพลีสไตรีนต่อปริมาตรตัวทำละลาย  $CCl_4$  (mg/cc)

มวลของโพลีสไตรีน (mg)	ปริมาตรของ $CCl_4$ (cc)	อัตราส่วนมวล/ปริมาตร (mg/cc)
250	25	10
375	25	15
500	25	20
625	25	25
750	25	30
875	25	35
1000	25	40

ในการเตรียมใช้เครื่องชั่งอย่างละเอียดที่มีความละเอียด 0.01 มิลลิกรัม และใช้ปิเปตต์ตวงปริมาตรที่มีความละเอียด 0.02 cc ทำการเตรียม ๗ คุณหมุมห้อง (มีค่าเฉลี่ยประมาณ  $25^{\circ}C$ ) หลังจากเตรียมแล้วนำไปคน ๗ คุณหมุมห้องด้วย magnetic stirrer เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อให้แน่ใจว่าโพลีสไตรีนและสารคาร์บอนเตตระคลอไรด์ผสมกันได้ดีที่สุด จากนั้นบรรจุสารละลายลงในที่บรรจุสารละลายบิคจุกให้แน่นเนื่องจากคาร์บอนเตตระคลอไรด์เป็นสารระเหยง่าย ค้างทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อให้ห้องอากาศที่อาจจะเกิดขึ้นจากขบวนการคนและขบวนการกรองหลุดออกไปจากสารละลายก่อนจะทำการทดลอง

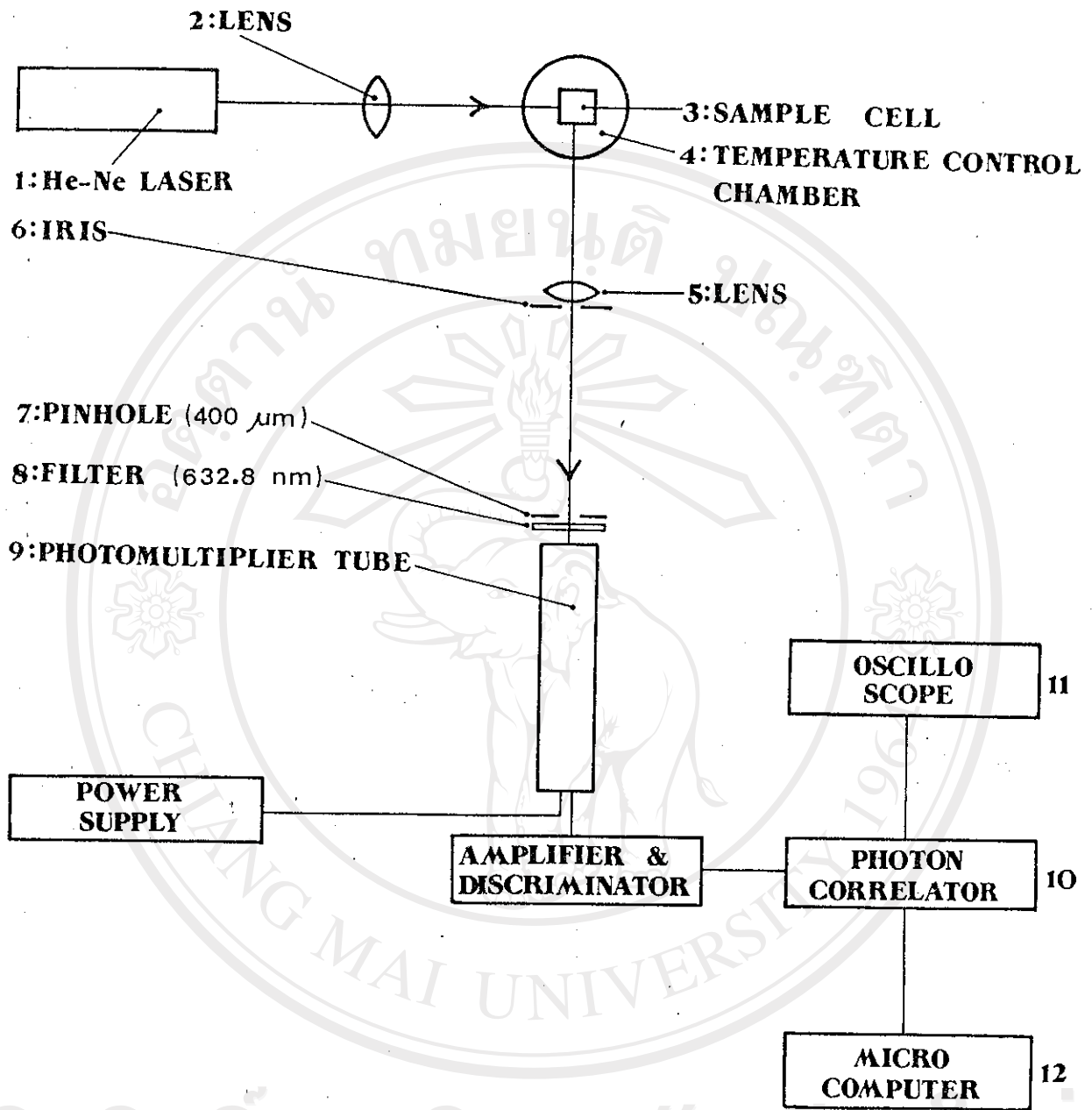
### 3.3 การจัดตั้งอุปกรณ์ทดลอง

แผนภาพชุดอุปกรณ์การทดลองนี้แสดงในรูปที่ 3.1 โดยแสงจากต้นกำเนิดแสงฮีเลียม-นีออนเลเซอร์ (He-Ne Laser) ความยาวคลื่น 632.8 nm

① ตกลงบนเลนส์ขนานทางยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร ② เลนส์ขนานนี้จะทำหน้าที่รวมแสงให้โฟกัสตรงกลางของหลอดบรรจุสารละลาย ③ ที่บรรจุอยู่ภายในส่วนควบคุมอุณหภูมิ ④ แสงกระเจิงจากโมเลกุลในสารละลายจะถูกวัดโดยหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ (EMI Type 9863 KB/100) เรียกย่อ ๆ ว่า PMT

⑤ PMT นี้ติดตั้งในทิศที่ทำมุม  $90^\circ$  กับแนวทางการเดินทางของแสงตกกระทบ ก่อนที่แสงกระเจิงจะตกกระทบลงบนแผ่นโฟโตคาโทดของ PMT แสงกระเจิงจะผ่านเลนส์ขนานความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร ⑥ ติดตั้งห่างจากจุดศูนย์กลางของหลอดบรรจุสารละลายและแผ่นโฟโตคาโทดด้วยระยะ 10 เซนติเมตร เท่ากัน เพื่อให้ภาพจริงปรากฏบนแผ่นโฟโตคาโทดด้วยขนาดเท่าเดิม ข้างหน้า PMT มีช่องรูเข็ม (Pinhole) ⑦ ขนาด 400  $\mu\text{m}$  และแผ่นกรองแสง ⑧ ที่กรองแสงให้  $\lambda = 632.8 \text{ nm}$

PMT จะนับจำนวนโฟตอน โดยโฟตอนที่ตกกระทบโฟโตคาโทดจะทำให้เกิดกระแส เครื่อง discriminator แอมพลิฟายเออร์ และ pulse shaper จะตัดสัญญาณรบกวน ขยายสัญญาณและเปลี่ยนสัญญาณให้กลายเป็นสัญญาณสี่เหลี่ยมของความต่างศักย์ สัญญาณนี้จะเข้าสู่เครื่องสร้างความสัมพันธ์ ⑩ ของ Malvern Instruments Ltd. รุ่น K 7023 ซึ่งมีหน่วยสะสมอยู่ 48 หน่วย ตั้งเวลาได้ในช่วง 50 n sec ถึง 0.995 sec จำนวนนับได้มากที่สุดคือ 33,554,431 เครื่องสร้างความสัมพันธ์และส่วนควบคุมอุณหภูมิติดตั้ง on line กับไมโครคอมพิวเตอร์ APII ⑫ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิและควบคุมการเก็บข้อมูลจากเครื่องสร้างความสัมพันธ์อย่างอัตโนมัติ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

รูปที่ 3.1 แสดงแผนภาพการจัดชุดอุปกรณ์การทดลอง

หลอดเลเซอร์ สเปคโตรมิเตอร์ (ที่ติดตั้งหลอดบรรจุสารละลาย) และ PMT ติดตั้งอยู่บน optical bench เพื่อให้ลำแสงขนานกับ optical bench และผ่านตรงกลางของหลอดบรรจุสารละลายพอดี การทดลองนี้กระทำที่มุมกระเจิงเป็นมุม  $90^\circ$  ทั้งนี้เพราะว่ามุมนี้จะไม่เกิดการหักเหของแสงที่ผนังของหลอดบรรจุสารละลาย และขนาดของเวกเตอร์การกระเจิงของแสงสะท้อนจากผนังของหลอดบรรจุสารละลายที่แสงตกกระทบจะมีค่าเท่ากับที่ผนังของหลอดที่แสงกระเจิงออกมา ความสัมพันธ์ที่ได้ออกมาอยู่ในลักษณะของซิงเกิล เอกซ์โพเนนเชียล โดยอัตราการลดลง (decay rate) เป็น  $2 DK^2$  ตามสมการที่ 2.29 การทดลองใช้แสงเลเซอร์ เพราะเลเซอร์เป็นคลื่นที่โคฮีเรนต์ (Coherent) มีความเข้มสูงและลำแสงไม่กระจายออกหรือกระจายออกน้อยมากเมื่อเคลื่อนที่ไป เนื่องจากใช้เครื่องสร้างฟังก์ชันความสัมพันธ์แบบเชิงเดียว ดังนั้นจึงต้องเลือกระดัการ clip จากฟังก์ชันการกระจายของแสงกระเจิงซึ่งอยู่ในรูปการกระจายแบบเกาเซียน ค่าการ clip นี้เป็นค่าที่แสดงว่าโอกาสของปริมาณ  $n(t)$  จะมีค่ามากหรือน้อยกว่าค่านี้ในปริมาณที่เท่ากัน