บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่อาจจะเกิดขึ้นได้นั้น อาจจะเกิดขึ้นได้จากการที่ใช้สมการซิงเกิลเอกซ์โพเนนเชียลในการวิเคราะห์โดยไม่คิดถึงผลของมัลติเอกซ์โพเนนเชียล ซึ่งการประมาณอย่างนี้อาจจะผิดพลาดเมื่อความเข้มข้นของสารละลายมากจนมีการรวมตัวของโพลีสไตรีนและเคลื่อนที่ไปด้วยกัน หรือเกิดผลของ multiple scattering ซึ่งให้ผลของ exponent ที่แตกต่างไปจากปกติ และ สาเหตุอีกประการหนึ่งก็คือ ในการทดลองนี้เตรียมสารละลายแล้วนำไปทดลองโดยไม่ได้กรอง ทั้งนี้เนื่องจากสารละลายที่เตรียมได้ค่อนข้างหนืด การกรองต้องใช้เวลามากอาจทำให้ตัวทำละลาย (CCl_4) ซึ่งเป็นสารระเหยง่าย ระเหยไปได้ ความเข้มข้นก็จะไม่แม่นยำ ดังนั้นในสารละลายจึงอาจจะมีฝุ่นละอองซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้กระจายออกห่างจากรูปกราฟเอกซ์โพเนนเชียล ซึ่งในการทดลองนี้พบว่าความเบี่ยงเบนของข้อมูลจากรูปกราฟที่วิเคราะห์มีค่าอยู่ในช่วง 7-13 % นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงในความเข้มข้นอาจจะเกิดขึ้นได้บ้าง เนื่องจากจุกที่ปิดที่บรรจุสารละลายอาจจะไม่แน่น อย่างไรก็ตามโดยอาศัยโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ฟังก์ชันความสัมพันธ์ในเงื่อนไขเดียวกันหมด ค่าที่ได้จึงค่อนข้างแม่นยำ และไม่แสดงผลของมัลติเอกซ์โพเนนเชียล

ในรูปที่ 4.2-4.8 แสดงให้เห็นว่าเมื่ออุณหภูมิคงที่ ค่า D จะเพิ่มเมื่อค่า c เพิ่ม นั่นคือ โมเลกุลของโพลีนไตรีนมีการแพร่กระจายเร็วขึ้นเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น อธิบายได้โดยการพิจารณาค่า k_D จากการวิเคราะห์รูปที่ 4.2-4.8 เพื่อให้ได้ค่า k_D นั้น ใช้สมการที่ 2.37 ซึ่งพบว่าค่า k_D มีแนวโน้มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นดังแสดงในรูปที่ 4.13 ค่า k_D นี้ตามสมการที่ 2.38 เนื่องจาก $\bar{v}$ คงที่จึงมีค่าขึ้นกับ A_2 และ k_f ในการวิเคราะห์หาค่า k_f จากข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง f และ c ในรูปที่ 4.16 พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่า k_f เกือบจะคงที่ดังค่าที่แสดงในตารางที่ 4.5 ดังนั้น k_D จึงขึ้นกับค่า A_2 เพียงค่าเดียวเท่านั้น ซึ่งในสมการ 2.39 A_2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หาได้โดยตรงจาก V_h ซึ่งมีค่า $\frac{4}{3}\pi r_h^3$ จากรูปที่ 4.15 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น r_h เพิ่มขึ้น นั้นคือ V_h เพิ่มทำให้ A_2 เพิ่มด้วย ซึ่งสรุปได้ว่าการที่ k_D เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจึงสอดคล้องกับทฤษฎี

พิจารณาความสัมพันธ์ของ D กับ η ตามสมการที่ 4.1

$$D = \frac{kT}{6\pi\eta r_h}$$

เมื่อ η ลดลงค่า D จะเพิ่มขึ้น ค่า η นี้เป็นความหนืดของตัวทำละลาย (CCl_4) แสดงว่าเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ความหนืดจะต้องลดลงจึงทำให้ค่า D เพิ่มขึ้นได้ สิ่งที่เป็นไปได้ก็คือ เมื่อความเข้มข้นสูงปริมาณของตัวทำละลายก็น้อยลง ผลของอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุลกับตัวทำละลายอาจเกิดขึ้น ซึ่งอาจไปลดค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของตัวทำละลาย

ผลการทดลองที่ได้นี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Pusey และคณะ[3] ซึ่งทำการศึกษาโมเลกุลโพลีสไตรีนในโทลูอีน

ในรูปที่ 4.10 และ 4.12 เมื่อความเข้มข้นของสารละลายคงที่ ค่า D, D_o จะเพิ่มขึ้นเมื่อค่า T เพิ่มขึ้น ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Novotny[14] ซึ่งศึกษาโมเลกุลโพลีสไตรีนใน Cyclohexane อธิบายได้ว่า จากการที่พลังงานจลน์ของโมเลกุลแปรผันโดยตรงกับ kT เมื่อ k คือ ค่าคงที่ และ T คือ อุณหภูมิ ดังนั้นเมื่อ T เพิ่มขึ้นค่าพลังงานจะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งการเพิ่มพลังงานย่อมทำให้โมเลกุลเคลื่อนที่เร็วขึ้น นั้นคือ การแพร่กระจายเร็วขึ้นด้วย นอกจากนั้นเมื่อ T เพิ่มขึ้น c ของสารละลายจะเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากโมเลกุลของตัวทำละลายเข้าไปอยู่ในโมเลกุลของโพลีสไตรีนได้มากขึ้น นั้นคือ ภายในสารละลายตัวทำละลายจะลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้ออกมาคือ เมื่อ c เพิ่ม D เพิ่ม และเมื่อ T เพิ่ม D เพิ่ม และอัตราการเปลี่ยนค่าของ D ต่ออุณหภูมิ $(\frac{\Delta D}{\Delta T})$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้นด้วย ดังรูปที่ 4.11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับค่า r_h ซึ่งเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิดังรูปที่ 4.15 นั้น อธิบายได้ว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มมากขึ้น สารละลายก็จะขยายตัวขึ้น รวมทั้งโมเลกุลโพลีสไตรีนเองก็ขยายตัว ดังนั้น r_h ซึ่งเป็นรัศมีของโพลีสไตรีนอิสระจึงเพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองทั้งหมดถึงแม้ว่าจะไม่มีทฤษฎีที่จะสามารถนำมาอธิบายพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับโมเลกุลของสารละลายได้โดยตรง แต่การพิจารณากลับไปสู่สมการที่มีผู้กล่าวไว้ก็ให้ผลสอดคล้องกับทฤษฎีเป็นส่วนมาก สำหรับค่า k'_D ยังไม่มีผู้ใดกล่าวถึงรายละเอียดไว้เลย เพียงแต่ได้ค่าออกมาจากการวิเคราะห์เช่นเดียวกับผู้ทดลองเท่านั้น[9] อย่างไรก็ตามเนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ทดลองให้ความแม่นยำสูง ดังนั้นการศึกษาต่อไปในคุณสมบัติทางด้าน static อาจจะทำให้การอธิบายพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับโมเลกุลชัดเจนยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved