

การผอนคลายทางโคอิเล็กตริกของ
โมเลกุลบางชนิดในสารละลายเบนซีนที่ความถี่ต่าง ๆ



นาย ศรายุทธ วยวุฒิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2528

ISBN 974-564-951-1

009208

Dielectric Relaxation of
Some Molecules in the Solution of Benzene at Various Frequencies

Mr. Sarayooth Vaivudh

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Physics
Graduate School
Chulalongkorn University

1985

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การผอนคลายทางไดอิเล็กตริกของโม่เลกุลบางชนิดในสารละลาย
เบนซีนที่ความถี่ต่าง ๆ

โดย

นายศรายุทธ ้วยวุฒิ

ภาควิชา

ฟิสิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.อนันตสิน เตชะกำพูน



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....
สุประคิษฐ์ บุญนาค

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.สุประคิษฐ์ บุญนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
วิชัย หโยคม

ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ วิชัย หโยคม)

.....
ภิญโญ ปันยารชุน

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภิญโญ ปันยารชุน)

.....
วิจิตร เส็งทะพันธ์

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร เส็งทะพันธ์)

.....
อนันตสิน เตชะกำพูน

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนันตสิน เตชะกำพูน)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผอนคลายทางโคอีเล็กทริกของโมเลกุลบางชนิดในสารละลายเบนซีน ที่ความถี่ต่าง ๆ
ชื่อนิสิต	นายทรายุทธ วัชรวิ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.อนันตสิน เตะกะกำพูช
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2528

บทคัดย่อ

ได้ทำการวัดค่าโคอีเล็กทริกของ กลอโรเบนซีน ไคคลอโรเบนซีน โบรโมเบนซีน และโบรโมอีเทน ที่ความถี่ 1 kHz , 8.00 GHz , 9.780 GHz และที่ความถี่แสงใน สภาหสารละลายที่ไซเบนซีนเป็นตัวทำละลายใหม่มีความเข้มข้นต่าง ๆ โดยอาศัยเครื่องมืออย่างง่าย ในห้องปฏิบัติการ และคำนวณค่าโคอีเล็กทริกด้วยเครื่องคำนวณโปรแกรม จากนั้นนำค่า โคอีเล็กทริกที่วัดได้ไปคำนวณหาค่าไดโพลโมเมนต์ถาวรทางไฟฟ้า และเวลาผอนคลายของโมเลกุล ซึ่งค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการวัดด้วยวิธีอื่น และสอดคล้องกับทฤษฎีและแบบจำลองของโมเลกุล

2

Thesis Title	Dielectric Relaxation of Some Molecules in the Solution of Benzene at Various Frequencies
Name	Mr. Sarayooth Vaivudh
Thesis Advisor	Associate Professor Anuntasin Tachagumpuch Ph.D.
Department	Physics
Academic Year	1985

ABSTRACT

The dielectric constants of chlorobenzene, dichlorobenzene, bromobenzene and bromoethane in dilute solution of benzene were measured at 1 kHz, 8.00 GHz, 9.780 GHz and optical frequencies by using available simple equipments. The dielectric constants were then calculated by a programmable calculator and hence the electric dipole moment and relaxation time of these molecules which are close to the result previously obtained by other methods and in agreement with the theory and molecular model



กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้เขียนขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร เสงี่ยมพันธ์
ซึ่งให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือและอำนวยความสะดวกในการวิจัยเป็นอย่างดี
และขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อนันตสิน เตชะกำพูน ที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจน
ควบคุมการวิจัยอย่างใกล้ชิดตลอดมา

สารบัญ



หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
รายการรูปประกอบ.....	ญ
รายการตารางประกอบ.....	ข
บทที่ 1 ทฤษฎีทั่วไปของสารไดอิเล็กตริก.....	1
1.1 บทนำ.....	1
1.2 ไดโพลทางไฟฟ้า.....	2
1.3 ค่าไดอิเล็กตริก.....	2
1.4 โมลาร์โพลาริเซชันในสารไดอิเล็กตริก.....	5
1.5 สมการของเคอบาย.....	6
1.6 การหาค่าไดโพลโมเมนต์ทางไฟฟ้าจากค่าไดอิเล็กตริกของ สารละลาย.....	10
1.7 การหาค่าเวลาผ่อนคลายจากค่าไดอิเล็กตริกของสารละลาย.....	15
บทที่ 2 การวัดค่าไดอิเล็กตริกที่ความถี่ต่าง ๆ.....	19
2.1 การวัดค่าไดอิเล็กตริกที่ความถี่ต่ำ.....	19
2.2 การวัดค่าไดอิเล็กตริกที่ความถี่ไมโครเวฟ.....	25
2.3 การวัดค่าไดอิเล็กตริกที่ความถี่แสง.....	32
บทที่ 3 ผลการทดลองวัดค่าไดอิเล็กตริกที่ความถี่ 1kHz และความถี่แสง....	33
3.1 การผสมสารละลายที่ความเข้มข้นต่าง ๆ.....	33

3.2	ผลการวัดค่าไอ้เลกตริกของสารละลายคลอโรเบนซีน (C ₆ H ₅ Cl) ที่ความถี่ 1 kHz	34
3.3	ผลการวัดค่าไอ้เลกตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนที่ความถี่แสง...	39
3.4	ผลการวัดค่าไอ้เลกตริกของสารละลายโบรโมอีเทน (C ₂ H ₅ Br) ที่ความถี่ 1 kHz	42
3.5	ผลการวัดค่าไอ้เลกตริกของสารละลายโบรโมอีเทนที่ความถี่แสง....	44
3.6	ผลการวัดค่าไอ้เลกตริกของสารละลายโบรโมเบนซีน (C ₆ H ₅ Br) ที่ความถี่ 1 kHz	46
3.7	ผลการวัดค่าไอ้เลกตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนที่ความถี่แสง..	47
3.8	ผลการวัดค่าไอ้เลกตริกของสารละลายออร์โท-ไคคลอโรเบนซีน ที่ความถี่ 1 kHz	50
3.9	ผลการวัดค่าไอ้เลกตริกของสารละลายออร์โท-ไคคลอโรเบนซีน ที่ความถี่แสง.....	53
3.10	ผลการวัดค่าไอ้เลกตริกของสารละลายพารา-ไคคลอโรเบนซีน ที่ความถี่ 1 kHz	55
3.11	ผลการวัดค่าไอ้เลกตริกของสารละลายพารา-ไคคลอโรเบนซีน ที่ความถี่แสง.....	56
บทที่ 4	ผลการทดลองวัดค่าไอ้เลกตริกที่ความถี่ไมโครเวฟ	59
4.1	การวัดความสูงของสารละลายไอ้เลกตริกในท่อน้ำคลื่น.....	59
4.2	การวัดค่าไอ้เลกตริกของเบนซีนที่ความถี่ไมโครเวฟ.....	60
4.3	ผลการวัดค่าไอ้เลกตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนที่ความถี่ ไมโครเวฟ.....	68
4.4	ผลการวัดค่าไอ้เลกตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนที่ความถี่ ไมโครเวฟ.....	76

	หน้า
4.5 ผลการวัดค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายโบรโมอีเทนที่ความถี่ ไมโครเวฟ.....	79
บทที่ 5 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง.....	86
5.1 ค่าไดโพลโมเมนต์ถาวรทางไฟฟ้าและโมเมนต์ของพันธะ.....	86
5.2 ค่าเวลาผ่อนคลายและการคำนวณขนาดของโมเลกุล.....	90
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	93
เอกสารอ้างอิง.....	94
ภาคผนวก.....	96
ประวัติผู้เขียน.....	101

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า	
1.1	แสดงโคโพลที่มีแนวแกนทามุม θ กับสนามไฟฟ้าในมุมคั่น.....	7
1.2	โมเลกุลของเบนซีน (C_6H_6)	13
2.1	ตัวเก็บประจุแบบแผ่นโลหะขนาน.....	20
2.2	ตัวเก็บประจุแบบแผ่นโลหะขนานซ้อนกันหลายแผ่น.....	21
2.3	วงจรบริคส์สำหรับวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ.....	22
2.4	วงจรกรองสัญญาณแบบทวิน-ที.....	23
2.5	เครื่องมือบริคส์สำเร็จ LCR-740	24
2.6	การสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสารไดอิเล็กตริก.....	26
2.7	การจัดเครื่องมือไมโครเวฟเพื่อวัดค่า DT	27
2.8	การจัดเครื่องมือไมโครเวฟเพื่อวัดค่า P	28
2.9	สนามไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟที่ผ่านเครื่องลดสัญญาณ.....	29
2.10	รีเฟรกโตมิเตอร์ของแอนบี.....	32
3.1	โมเลกุลของคลอโรเบนซีน.....	36
3.2	กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้น ที่ความถี่ 1 kHz	38
3.3	กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้น ที่ความถี่แสง.....	40
3.4	โมเลกุลของโบรโมอีเทน.....	42
3.5	กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายโบรโมอีเทนกับความเข้มข้นที่ ความถี่ 1 kHz	43

	หน้า
3.6 กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายโบรโมเอีนกับความเข้มข้น ที่ความถี่แสง.....	45
3.7 กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนกับความเข้มข้น ที่ความถี่ 1 kHz	48
3.8 กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนกับความเข้มข้น ที่ความถี่แสง.....	49
3.9 โมเลกุลของออร์โท-ไคคลอโรเบนซีน.....	50
3.10 กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายออร์โท-ไคคลอโรเบนซีนกับ ความเข้มข้นที่ความถี่ 1 kHz	52
3.11 กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายออร์โท-ไคคลอโรเบนซีนกับ ความเข้มข้นที่ความถี่แสง.....	54
3.12 โมเลกุลของพารา-ไคคลอโรเบนซีน.....	55
3.13 กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายพารา-ไคคลอโรเบนซีนกับ ความเข้มข้นที่ความถี่ 1 kHz	57
3.14 กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายพารา-ไคคลอโรเบนซีนกับ ความเข้มข้นที่ความถี่แสง.....	58
4.1 กราฟระหว่างความสูงและน้ำหนักของเบนซีนในท่อน้ำกลั่น.....	61
4.2 กราฟระหว่างค่า $\tan\theta$ กับ d ของเบนซีนที่ความถี่ 8.000 GHz ..	64
4.3 กลิ่นหนึ่งในท่อน้ำกลั่นปลายปีที่บริเวณต่าง ๆ.....	65
4.4 กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้น ที่ความถี่ 8.000 GHz	72
4.5 กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้น ที่ความถี่ 9.780 GHz	73

4.6	กราฟระหว่าง a' กับ a''/f ของสารละลายกลอโรเบนซีน.....	75
4.7	กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนกับความเข้มข้น ที่ความถี่ 8.000 GHz	77
4.8	กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนกับความเข้มข้น ที่ความถี่ 9.780 GHz	78
4.9	กราฟระหว่าง a' กับ a''/f ของสารละลายโบรโมเบนซีน.....	80
4.10	กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายโบรโมอีเทนกับความเข้มข้น ที่ความถี่ 8.000 GHz	82
4.11	กราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายโบรโมอีเทนกับความเข้มข้น ที่ความถี่ 9.780 GHz	83
4.12	กราฟระหว่าง a' กับ a''/f ของสารละลายโบรโมอีเทน.....	85
5.1	แบบจำลองโมเลกุลเบนซีนของเบเยอร์.....	89
5.2	แบบจำลองโมเลกุลเบนซีนของคอร์เนอร์.....	89

รายการตารางประกอบ

หน้า

ตารางที่

3.1	ค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุในอากาศและในเบนซีน.....	35
3.2	ค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุในอากาศและสารละลายกลอโรเบนซีน.....	36
3.3	ค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายกลอโรเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	37
3.4	ค่าดัชนีหักเหของสารละลายกลอโรเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	39
3.5	ค่าไดอิเล็กตริกของ สารละลายโบรโมอีเทนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	42
3.6	ค่าดัชนีหักเหของสารละลายโบรโมอีเทนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	44
3.7	ค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ.....	46
3.8	ค่าดัชนีหักเหของสารละลายโบรโมเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ.....	47
3.9	ค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายออร์โท-ไคคลอโรเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	51
3.10	ค่าดัชนีหักเหของสารละลายออร์โท-ไคคลอโรเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ..	53
3.11	ค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายพารา-ไคคลอโรเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ.	55
3.12	ค่าดัชนีหักเหของสารละลายพารา-ไคคลอโรเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ...	56
4.1	น้ำหนักและความสูงของเบนซีนในหลอดน้ำกลั่น.....	60
4.2	การวัดค่าไดอิเล็กตริกของเบนซีนที่ความถี่ 8.000 GHz	63
4.3	ค่าไดอิเล็กตริกของเบนซีนที่ความถี่ 8.000 GHz	67
4.4	ค่าไดอิเล็กตริกของเบนซีนที่ความถี่ 9.780 GHz.....	68
4.5	ค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายกลอโรเบนซีนที่ความถี่ 8.000 GHz.....	70
4.6	ค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายกลอโรเบนซีนที่ความถี่ไมโครเวฟ.....	71
4.7	ค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกกับเศษส่วนโมลที่ความถี่ต่าง ๆ..	74
4.8	ค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนที่ความถี่ไมโครเวฟ.....	76

4.9	ค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกกับเศษส่วนโพลีความถี่ต่าง ๆ ..	79
4.10	ค่าไดอิเล็กตริกของสารละลายโพรโมอีเทนที่ความถี่ไมโครเวฟ.....	81
4.11	ค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเล็กตริกกับเศษส่วนโพลีความถี่ต่าง ๆ .	84
5.1	ค่าไดโพลโมเมนต์ถาวรทางไฟฟ้าของโมเลกุลต่าง ๆ	86
5.2	ค่าเวลาผ่อนคลายของโมเลกุลต่าง ๆ	90
5.3	รัศมีโมเลกุลของโมเลกุลต่าง ๆ	91