

ค่าคงที่ฉนวนของผลึกเหลวมีมาตึกต่าง ๆ ที่ความถี่ไมโครเวฟ



ว่าที่ร้อยตรี พูลศักดิ์ อินทวิ

004190

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2525

I16725062

DIELECTRIC CONSTANT OF VARIOUS NEMATIC LIQUID CRYSTALS
AT MICROWAVE FREQUENCY

Lt. Poonsak Intawee

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1982

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ค่าคงที่จำนวนของผลึกเหลวนี้มาคิดต่าง ๆ ที่ความถี่ไมโครเวฟ
โดย ว่าที่ร้อยตรี พูลศักดิ์ อินทวิ
ภาควิชา ฟิสิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันตสิน เตชะกำพุช

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

สมชาย งาม
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประสิทธิ์ มุขนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

วิวัฒน์ งาม
..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร เล็งพะพันธ์)

สมชาย งาม
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิโย บันยารชุน)

สมชาย งาม
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิฑูร ศรีวิจิตรเกษม)

สมชาย งาม
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันตสิน เตชะกำพุช)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ค่าคงที่ฉนวนของผลึกเหลวที่มีทิศทาง ๆ ที่ความถี่ไมโครเวฟ
 ชื่อ นิสิต ว่าที่ร้อยตรี พูลศักดิ์ อินทวิ
 อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์สิน เตชะกำพูน
 ภาควิชา ฟิสิกส์
 ปีการศึกษา ๒๕๒๔



บทคัดย่อ

ในการวิจัยได้ทำการวัดเวลาผ่อนคลาย (τ) และ ค่าไดโพลโมเมนต์ทางไฟฟ้า (μ) ของโมเลกุลอิสระของผลึกเหลวที่มีทิศทาง MBBA และ EBBA ที่อุณหภูมิ 27°C การทดลองทำโดยการวัดค่าคงที่ฉนวนของสารละลายของผลึกเหลวนี้กับเบนซีน (C_6H_6) ที่ความถี่ 8.000 GHz, 10.000 GHz และ 12.000 GHz ความเข้มข้นของผลึกเหลวในสารละลายต่าง ๆ ที่ใช้วัดมีค่าในช่วง 0.00 ถึง 0.02 เศษส่วนโมล จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า สำหรับ MBBA $\tau = 8.83 \times 10^{-12}$ วินาที และ $\mu = 5.77 \times 10^{-30}$ คูลอมป์-เมตร สำหรับ EBBA $\tau = 9.66 \times 10^{-12}$ วินาที และ $\mu = 5.80 \times 10^{-30}$ คูลอมป์-เมตร ในขอบเขตของความคลาดเคลื่อนในการทดลองไม่เกิน 3 %

จากผลข้างบนพบว่า ค่า τ และ μ ของผลึกเหลว EBBA มีค่ามากกว่าของผลึกเหลว MBBA เล็กน้อย ทั้งนี้เป็นเพราะว่าโมเลกุลของผลึกเหลว EBBA มีขนาดใหญ่กว่า คาดว่าการทดลองจะให้ผลแม่นยำกว่านี้ถ้าขยายช่วงความถี่ของการวัดให้มากกว่าที่แสดงไว้ข้างบน

Thesis Title Dielectric Constant of Various Nematic
Liquid Crystals At Microwave Frequency
Name Lt. Poonsak Intawee
Thesis Advisor Dr. Anuntasin Tachagumpuch
Department Physics
Academic Year 1981

ABSTRACT

The relaxation time and the permanent electric dipole moment of free molecule of MBBA and EBBA liquid crystals are measured at 27° celcius. The dielectric constant of the solutions of the liquid crystal. dissolves in benzene are measured at 8.000 GHz , 10.000 GHz and 12.000 GHz. The concentration of the liquid crystal in the solutions are between 0.00 to 0.02 mole fraction. The analysis of the data yield ; for MBBA $\tau = 8.83 \times 10^{-12}$ s and $\mu = 5.77 \times 10^{-30}$ C.m; for EBBA $\tau = 9.66 \times 10^{-12}$ s and $\mu = 5.80 \times 10^{-30}$ C.m. The error of the experiments are with in 3 %

From the results the value of τ and μ of EBBA is larger than that of MBBA due to the larger size of the EBBA molecule as expected. The results should be improved by extending the frequency range of the measurements.



กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย โดยเฉพาะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันตสิน เตชะกำพูน ได้ให้คำปรึกษา แนะนำต่าง ๆ ตลอดจนเทคนิคในการทดลองเป็นอย่างดียิ่ง ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณไว้ในที่นี้ด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ข

กิตติกรรมประกาศ ค

รายการตารางประกอบ ฅ

รายการรูปประกอบ จ

บทที่ ๑ ทฤษฎีโคอีเลคตริก

 ๑.๑ บทนำ ๑

 ๑.๒ ค่าคงที่ฉนวน ๑

 ๑.๓ ไคโพลและโมเมนต์ของไคโพล ๓

 ๑.๔ ค่าคงที่ฉนวนที่ความถี่สูง ๕

 ๑.๕ ไคโพล ไคโพลโมเมนต์และโพลาริซเซชันที่อุณหภูมิต่าง ๆ ๑๑

 ๑.๖ โมเมนต์ของไคโพลที่อยู่ในสารละลาย ๑๓

บทที่ ๒ การวัดค่าคงที่ที่ความถี่แสง

 ๒.๑ บทนำ ๒๒

 ๒.๒ การวัดครรชนหักเหของสาร ๒๒

 ๒.๓ ส่วนประกอบของแอมบิรีแฟรคโตมิเตอร์ ๒๕

บทที่ ๓ การหาค่าคงที่ฉนวนของสารละลายผลึกเหลวที่ความถี่ไมโครเวฟ

 ๓.๑ ทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครเวฟ ๒๘

 ๓.๒ คลื่นโมด TE_{10} ในท่อนำคลื่น ๓๐

 ๓.๓ การสะท้อนของคลื่นจากผิวของโคอีเลคตริกที่ถูกคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ๓๖

 ๓.๔ การสะท้อนของคลื่นจากผิวของโคอีเลคตริกที่ไม่ถูกคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า.....

 ๓.๕ การวัดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน ๕๒

บทที่ ๔ การวัดค่าคงที่ฉนวนที่ความถี่ไมโครเวฟ

 ๔.๑ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ๕๕

 ๔.๒ การเตรียมสารที่ใช้ในการทดลอง ๕๕



๔.๓ การวัดความหนาของผลึกเหลว	๕๒
๔.๔ การวัดสัมประสิทธิ์การสะท้อนด้วยแมจิกที	๕๓
๔.๕ การวัดค่า Θ ในการทดลอง	๕๔
๔.๖ การวัดค่า ρ จากการศึกษา	๕๖

บทที่ ๕ ผลการทดลอง

๕.๑ การวัดค่าคงที่จำนวนของเบนซีน	๕๘
๕.๒ การวัดค่าคงที่จำนวนของสารละลาย MBBA ในเบนซีน (C_6H_6)	
๐.๐๒ mole fraction	๖๖
๕.๓ การวัดค่าคงที่จำนวนของสารละลาย EBBA ในเบนซีน (C_6H_6)	
๐.๐๒ mole fraction	๗๔
๕.๔ การคำนวณเวลาผ่อนคลายและอิเล็กทริกไดโพลโมเมนต์	๗๘

บทที่ ๖ สรุปและวิจารณ์

๖.๑ ความคลาดเคลื่อนในการทดลอง	๘๑
๖.๒ การแปลผลทางฟิสิกส์	๘๓
๖.๓ ข้อเสนอแนะ	๘๔

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ ๑	๘๕
ภาคผนวกที่ ๒	๘๘
เอกสารอ้างอิง	๙๑
ประวัติผู้เขียน	๙๒

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
๕.๑ ค่า β_1 ที่ความถี่ต่าง ๆ	๕๘
๕.๒ ค่าแห่ง DT ที่ความถี่ต่าง ๆ	๖๐
๕.๓ การเปลี่ยนเฟสที่ผิวของเบนซินที่ความถี่ ๔.๐๐๐ GHz ที่ความหนาต่าง ๆ ของคลื่นไมโครเวฟ	๖๐
๕.๔ การเปลี่ยนเฟสที่ผิวของเบนซินที่ความถี่ ๑๐.๐๐๐ GHz ที่ความหนาต่าง ๆ ของคลื่นไมโครเวฟ	๖๐
๕.๕ การเปลี่ยนเฟสที่ผิวของเบนซินที่ความถี่ ๑๒.๐๐๐ GHz ที่ความหนาต่าง ๆ ของคลื่นไมโครเวฟ	๖๑
๕.๖ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง β_2 กับ Θ	๖๓
๕.๗ แสดงค่า β_2 ของ C_6H_6 ที่ความหนาต่าง ๆ ที่ความถี่ ๔.๐๐๐ , ๑๐.๐๐๐ และ ๑๒.๐๐๐ GHz	๖๓
๕.๘ แสดงค่าเฉลี่ยของ β_2 ของ C_6H_6 ที่ความถี่ ๔.๐๐๐ , ๑๐.๐๐๐ และ ๑๒.๐๐๐ GHz	๖๔
๕.๙ แสดงผลการเปรียบเทียบ Θ_{cal} กับ Θ_{exp} ของ C_6H_6 ที่ความถี่ ๔.๐๐๐ , ๑๐.๐๐๐ และ ๑๒.๐๐๐ GHz	๖๕
๕.๑๐ แสดงค่าคงที่จำนวนของ C_6H_6 ที่ความถี่ ๔.๐๐๐ , ๑๐.๐๐๐ และ ๑๒.๐๐๐ GHz	๖๖
๕.๑๑ ผลการทดลองของ MBBA + C_6H_6 ๐.๐๒ mole fraction ที่ความถี่ ๔.๐๐๐ GHz	๖๗
๕.๑๒ ผลการทดลองของ MBBA + C_6H_6 ๐.๐๒ mole fraction ที่ความถี่ ๑๐.๐๐๐ GHz	๖๗
๕.๑๓ ผลการทดลองของ MBBA + C_6H_6 ๐.๐๒ mole fraction ที่ความถี่ ๑๒.๐๐๐ GHz	๖๘
๕.๑๔ แสดงการทำ β'_2 และ β''_2 ที่ทำให้ $\rho_e = \rho_c$ และ $\Theta_e = \Theta_c$ ของ MBBA + C_6H_6 โดยใช้เครื่องคำนวณ	๖๘

ตารางที่

๕.๑๕ แสดงค่า β'_2 และ β''_2 ที่ทำให้ $\rho_s = \rho_e$ และ $\theta_s = \theta_e$ ของ
 MBBA + C₆H₆ ๐.๐๒ mole fraction ที่ความถี่ ๑๒.๐๐๐ GHz๗๐

๕.๑๖ แสดงค่า β'_2 และ β''_2 ของ MBBA + C₆H₆ ๐.๐๒ mole fraction
 ที่ความถี่ ๔.๐๐๐ , ๑๐.๐๐๐ และ ๑๒.๐๐๐ GHz๗๑

๕.๑๗ ผลการเปรียบเทียบ ที่ความถี่ ๔.๐๐๐ GHz๗๑

๕.๑๘ ผลการเปรียบเทียบ ที่ความถี่ ๑๐.๐๐๐ GHz๗๒

๕.๑๙ ผลการเปรียบเทียบ ที่ความถี่ ๑๒.๐๐๐ GHz๗๒

๕.๒๐ แสดงค่าคงที่ฉนวนของไดอิเล็กตริกและการสูญเสียพลังงานของ
 MBBA + C₆H₆ ๐.๐๒ mole fraction ที่ความถี่
 ๔.๐๐๐ , ๑๐.๐๐๐ และ ๑๒.๐๐๐ GHz๗๓

๕.๒๑ ผลการทดลองของ EBBA + C₆H₆ ๐.๐๒ mole fraction
 ที่ความถี่ ๔.๐๐๐๗๔

๕.๒๒ ผลการทดลองของ EBBA + C₆H₆ ๐.๐๒ mole fraction
 ที่ความถี่ ๑๐.๐๐๐๗๔

๕.๒๓ ผลการทดลองของ EBBA + C₆H₆ ๐.๐๒ mole fraction
 ที่ความถี่ ๑๒.๐๐๐๗๕

๕.๒๔ แสดงค่า β'_2 และ β''_2 ของ EBBA + C₆H₆ ๐.๐๒ mole fraction
 ที่ความถี่ ๔.๐๐๐ , ๑๐.๐๐๐ และ ๑๒.๐๐๐ GHz๗๕

๕.๒๕ แสดงผลการเปรียบเทียบ ที่ความถี่ ๔.๐๐๐ GHz๗๖

๕.๒๖ แสดงผลการเปรียบเทียบ ที่ความถี่ ๑๐.๐๐๐ GHz๗๖

๕.๒๗ แสดงผลการเปรียบเทียบ ที่ความถี่ ๑๒.๐๐๐ GHz๗๗

๕.๒๘ แสดงค่าคงที่ฉนวนของไดอิเล็กตริกและการสูญเสียพลังงานของ
 EBBA + C₆H₆ ๐.๐๒ mole fraction ที่ความถี่
 ๔.๐๐๐ , ๑๐.๐๐๐ และ ๑๒.๐๐๐ GHz๗๗

๕.๒๙ แสดงค่า ϵ' , ϵ'' และ ϵ_∞ ของสารละลาย MBBA
 และ EBBA ในเบนซีน ๐.๐๒ mole fraction
 ที่ความถี่ ๔.๐๐๐ , ๑๐.๐๐๐ และ ๑๒.๐๐๐ GHz๗๘

ตารางที่

หน้า

๕.๓๐ แสดงค่า ϵ' , ϵ'' และ ϵ_∞ ของเบนซีนที่ความถี่

๔.๐๐๐ , ๑๐.๐๐๐ และ ๑๒.๐๐๐ GHz๓๕

๕.๓๑ แสดงค่า μ และ τ ของ MBBA และ EBBA๔๐

รายการประกอบ

รูปที่	หน้า
๑.๓.๑ แสดงโคโพลดาร์ของน้ำและไฮโดรเจนคลอไรด์	๘
๑.๓.๒ก แสดงโมเลกุลของสารที่มีโคโพลดาร์และไม่มีโคโพลดาร์ภายนอกสนามไฟฟ้า	๘
๑.๓.๒ข แสดงโมเลกุลของสารที่มีโคโพลดาร์และไม่มีโคโพลดาร์ภายในสนามไฟฟ้า	๘
๑.๓.๓ แสดงโมเมนต์ของแรงคู่ควบของโคโพลดาร์	๘
๑.๔.๑ แสดงโพลาริซเซชันของสารไดอิเล็กตริกกับค่าลอกของความถี่	๘
๑.๕.๑ แสดงกราฟ PT และ T ของสารต่าง ๆ	๑๓
๒.๒.๑ แสดงมุมวิกฤตรีแฟรคโตมิเตอร์	๒๓
๒.๒.๒ แสดงแอมบิรีแฟรคโตมิเตอร์	๒๖
๓.๒.๑ ท่อนำคลื่นรูปสี่เหลี่ยม	๓๐
๓.๓.๑ แสดงการสะท้อนของสัญญาณไมโครเวฟที่ผิวของสารไดอิเล็กตริกที่คุกกลืนสนามไฟฟ้า	๓๗
๓.๕.๑ แสดงตำแหน่งสัญญาณไมโครเวฟสูงสุด	๔๓
๔.๑.๑ก ไครสตรอน	๔๕
๔.๑.๑ข เพาเวอร์ซัพพลาย	๔๕
๔.๑.๒ Sweep oscillator HP 694B และ Adapter 354C	๔๖
๔.๑.๓ เวฟมิเตอร์	๔๖
๔.๑.๔ แอทเทนูเอเตอร์ PM 7110X และ X101	๔๗
๔.๑.๕ พลันเจอร์	๔๗
๔.๑.๖ แมจิกที	๔๘
๔.๑.๗ ทอดักวงจร	๔๘
๔.๑.๘ เครื่องลคสัญญาณ	๔๘
๔.๑.๙ เครื่องรับสัญญาณ	๔๘
๔.๒.๑ โครงสร้างของ MBBA	๕๐
๔.๒.๒ โครงสร้างของ EBBA	๕๐
๔.๒.๓ โครงสร้างของเบนซิน	๕๑
๔.๓.๑ แสดงการวัดความหนาของผลึกเหลวในท่อนำคลื่นสั้น	๕๒

รูปที่	หน้า
๔.๓.๒ แสดงการจิกเครื่องมือการทดลองวัดสัมประสิทธิ์การสะท้อนโดยใช้แมจิกที	๕๔
๔.๕.๑ แสดงการวัด θ จากพลาโนเจอร์	๕๕
๔.๖.๑ แสดงการคุกคลื่นสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของเครื่องลคสัญญาณ	๕๗
๕.๑.๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง θ กับ d	๖๒
๖.๑.๑ แสดงนิเวศของสารละลายในท่อนำคลื่นสั้น	๘๑