เอกสารอ้างอิง

1. Smyth, C.P. in Dielectric Behavior and Structure, PP. 3 - 11, Mc Graw - Hill, New York, 1955.

2. Kittel,C. in Introduction to Solid State Physics 3rd ed., PP. 374 - 395, John Wiley and Sons, New York, 1966.

3. Reitz , J.R. and Milford, F.J. in Foundation of Electromagnetic theory, PP 85-87, Addison-Wesley publishing Company, Inc., 1964.

4. Smyth, C.P. in Dielectric Behavior and Structure, PP. 39 - 59, Mc Graw - Hill New York, 1955.

5. Heston, W.M., Franklin, A.D., Hennely, E.J. and Smyth C.P. "Microwave Absorption and Molecular Structure in Liquids. V. Measurement of the Dielectric Constant and Loss of Low - loss Solutions" J.Amer. Chem.Soc. 72(1950) : 3443 - 3447

6. Collin,R.E. in Foundation for Microwave Engineering, PP. 382 - 385, Mc Graw - Hill, New York, 1966

7. อนันตสิน เตชะกำพุช "การวัดค่าคงที่ฉนวนของผลึกเหลวที่ความถี่ไมโครเวฟ (๘-๙ GHz)" จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , ๒๕๒๒

8. Gibb, T.R..in Optical Methods of Chemical Analysis, International Chemical Series, pp. 326-332, McGraw-Hill New York, 1942.

9. Reddick, H.W. and Miller, F.H. in Advanced Mathematics for Engineers, pp. 387-391, John Wiley and Sons, New York, 1955.

10. Smyth, C.P. in Dielectric Behavior and Structure, pp. 231-233, McGraw-Hill, New York, 1955.

11. Smyth, C.P. in Dielectric Behavior and Structure, pp. 102-113, McGraw-Hill, New York, 1955.

12. Weast, R.C. in Handbook of Chemistry and Physics, 52nd ed., pp. F-37, The Chemical Rubber, Ohio, 1971.

ภาคผนวก

1. โปรแกรมสำหรับคำนวณค่า $\tan\theta$ และ ρ จากการทดลองวัดค่าไดอิเลกตริกที่ความถี่ไมโครเวฟ

จากบทที่ 2 เรานำสมการที่ใช้หาค่า $\tan\theta$ และ ρ จากการทดลองวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลายที่ความถี่ไมโครเวฟ คือสมการ (2.2.5) และ (2.2.12) มาเขียนโปรแกรมได้ดังนี้

```
5 INPUT "FREQUENCY OF uWAVE IN GHz=";F
10 INPUT "DT=";DT
20 INPUT "WEIGHT IN W.G.=";D
30 INPUT "PLUNGER=";P
40 INPUT "DB=";Z
50 H=-71.2064+.5013*D
60 B=SQR((2*PI*F/30)^2-(PI/2.286)^2)
70 U=2*B*(DT-P-H)+PI
80 ANGLE 1
90 W=TAN(U-2*PI*INT(U/2/PI))
100 R=(1/10^(Z/10))
110 LPRINT "HEIGHT=";H
120 LPRINT "TAN ZETA=";W
130 LPRINT "RHO="R
140 END
```

ค่า W และ R จากโปรแกรมนี้คือ $\tan\theta$ และ ρ ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่เราจะนำไปคำนวณหาค่าไดอิเลกตริกในตอนต่อไป

2. โปรแกรมสำหรับคำนวณค่าไดอิเลกตริกของเบนซีน

การหาค่าไดอิเลกตริกของเบนซีน เราจะนำเฉพาะค่า $\tan\theta$ (W จากโปรแกรม 1) มาคำนวณเท่านั้น เนื่องจาก $\rho = 1$ จากนั้นใช้สมการ (4.2.1), (4.2.3) และ (4.2.4) โดยให้ $\left(\frac{\partial\tan\theta}{\partial\beta_2'}\right)_o = \frac{\Delta\tan\theta}{\Delta\beta_2'}$ เมื่อ $\Delta\beta_2'$ มีค่าน้อยในที่นี้ใช้ 0.005 และใช้ค่า β_2' จากการคำนวณโดยใช้ค่าไดอิเลกตริกของเบนซีนที่ความถี่

1 kHz แทนค่าตรวจสอบโดยใช้สมการ (4.2.1) จนได้ค่า β_2' ซึ่งจะให้ค่า tanθ ตรงกับ w เรานำค่า β_2' ไปหาค่าไดอิเลกตริกของเบนซีนตามสมการ (4.2.5) วิธีการดังกล่าวมานี้เขียนโปรแกรมเพื่อความสะดวกในการคำนวณได้เป็น

```
10 INPUT "BETA FROM 1KHz=";X
15 INPUT "DELTA BETA=";N
20 A=2*X*D
25 A=A-2*PI*INT (A/2/PI)
30 ANGLE 1
35 S=SIN A
40 C=COS A
50 T=2*B*X*S/((B*B-X*X)-(B*B+X*X)*C)
60 Y=X+N
70 A=2*Y*D
80 A=A-2*PI*INT(A/2/PI)
90 S=SIN A
100 C=COS A
110 Z=2*B*Y*S/((B*B-Y*Y)-(B*B+Y*Y)*C)
115 IF Z=T THEN 150
120 I=(Z-T)/N
130 J=(W-T)/I
140 X=X+J
145 N=N/10
146 GOTO 20
150 K=((X*X+PI/2.286)^2)*(30/(2*PI*F)^2)
160 LPRINT "DIELECTRIC OF BENZENE AT uWAVE=";K
170 END
```

3. โปรแกรมสำหรับคำนวณค่าไดอิเลกตริกของสารละลายต่าง ๆ ในเบนซีน

สารละลายที่มีการดูดกลืนพลังงานของคลื่นจะมีค่าไดอิเลกตริกเป็น K' และ K" ซึ่งเราต้องหาค่า β_2' และ β_2'' ก่อน จากโปรแกรม 1 เราได้ค่า w และ R มาแล้ว ดังนั้นเราจึงใช้สมการ (2.2.15), (2.2.16), (4.3.1), (4.3.2), (4.3.3),(4.3.4), (4.3.5), (4.3.6) เพื่อให้ได้ค่า β_2' และ β_2'' ออกมาซึ่งให้ผลตรงกับการทดลอง และ

หาค่าไดอิเลกตริกตามสมการ (2.2.17), (2.2.18) และ (2.2.19) การแก้สมการดังกล่าวมานี้ใช้โปรแกรมที่ให้ความรวดเร็วและได้ค่าที่ใกล้เคียงกันกับ w และ R จะทำให้ใช้เวลาคำนวณน้อยลง ดีกว่าที่จะใช้โปรแกรมคำนวณจนค่า $\tan\theta$ และ ρ ตรงกับ w และ R ซึ่งเสียเวลามาก

```
1 INPUT "BETA 1 FROM 1KHz=";X
2 INPUT "BETA 2 START=";Y
3 INPUT "DELTA OF BETA 1=";A1
4 INPUT "DELTA OF BETA 2=";A2
5 FOR K=0 TO 4
10 FOR N=0 TO 2
20 X=X+N*(N-3)*(N-3/2)*A1
30 Y=Y+1/2*N*(N-1)*A2
40 ANGLE 1
50 A=2*X*D
60 A=A-2*PI*INT (A/2/PI)
70 S=SIN A
80 C=COS A
90 E=EXP-(2*Y*D)
100 O=B-X-E*((B+X)*C-Y*S)
110 G=Y+E*(Y*C+(B+X)*S)
120 H=B+X-E*((B-X)*C+Y*S)
130 I=-Y-E*(Y*C-(B-X)*S)
140 J=SQR((O*O+G*G)/(H*H+I*I))
150 T=(G*H-O*I)/(O*H+G*I)
160 IF N=0 THEN 210
170 IF N=1 THEN 240
180 IF N=2 THEN 280
190 NEXT N
200 GOTO 310
210 P1=J
220 Q1=T
230 GOTO 190
240 M1=J
250 K1=T
270 GOTO 190
280 V1=J
290 L1=T
300 GOTO 190
310 M2=(M1-P1)/A1
320 K2=(K1-Q1)/A1
330 V2=(V1-P1)/A2
340 L2=(L1-Q1)/A2
350 I2=((W-T)*V2-(R-J)*L2)/(K2*V2-L2*M2)
360 U2=((R-J)*K2-(W-T)*M2)/(K2*V2-L2*M2)
370 X=X+I2
380 Y=Y+U2
390 A1=A1/10
400 A2=A2/10
410 NEXT K
420 H=(X*X-Y*Y+(PI/2.286)^2)*(30/(2*PI*F))^2
430 I=2*X*Y/(X*X-Y*Y+(PI/2.286)^2)
440 O=H*I
450 LPRINT "K PRIME=";H
460 LPRINT "K DOUBLE PRIME=";O
470 END
```

4. โปรแกรมสำหรับวิธีกำลังสองน้อยสุด

เมื่อเราได้ค่าไดอิเลกตริกของสารละลายที่ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำมาเขียนกราฟ การหากราฟเส้นตรงตามวิธีกำลังสองน้อยสุด สามารถใช้โปรแกรมคำนวณค่าสโลบ และจุดตัดของกราฟได้ดังนี้

```
10 NU=0:SX=0:SY=0:CX=0:XY=0
20 INPUT "X=";X
25 INPUT "Y=";Y
30 IF X<0 THEN 90
40 NU=NU+1
50 SX=SX+X
60 SY=SY+Y
70 CX=CX+X^2
80 XY=XY+X*X
85 GOTO 20
90 DE=NU*CX-SX*SX
100 NA=CX*SY-SX*XY
110 NB=NU*XY-SX*SY
120 SL=NB/DE:IT=NA/DE
130 LPRINT "SLOPE OF STRAIGHT LINE=";SL
140 LPRINT "INTERCEPT ON VERT.AXS.=";IT
150 END
```

ประวัติผู้เขียน

นายศรายุทธ วัยวุฒิ เกิดเมื่อวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2502 ที่จังหวัดอุตรดิตถ์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี การศึกษาบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพิษณุโลก เมื่อ พ.ศ. 2524 ได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทในภาควิชาฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2526 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนอุตรดิตถ์ครุณี

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย