บทที่ 3

ผลการทดลองวัดค่าไดอิเลกตริกที่ความถี่ 1 kHz และความถี่ของแสง

จากบทก่อนเราได้กล่าวถึงทฤษฎีของสารไดอิเลกตริก และวิธีการทั่วไปซึ่งจะใช้ทดลองวัดค่าไดอิเลกตริก ซึ่งในที่นี้เราจะผสมกับสารที่เป็นตัวทำละลายคือเบนซีน โดยจะมีการปรับปรุงรายละเอียดของแต่ละวิธีการเพิ่มอีกเล็กน้อยเพื่อให้ใช้เวลาในการทดลองวัดสั้นและได้ผลการทดลองที่เชื่อถือได้สูง

3.1 การผสมสารละลายที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ค่าเศษส่วนโมล c_2 เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มข้นของสารละลาย เราหาได้จากจำนวนโมลของตัวถูกละลายและตัวทำละลาย ดังสมการ

$$c_2 = \frac{W_s/M_s}{W_s/M_s + W_B/M_B} \qquad (3.1.1)$$

โดย W_s เป็นน้ำหนักของสารไดอิเลกตริก

M_s เป็นมวลโมเลกุลของสารไดอิเลกตริก

W_B เป็นน้ำหนักของสารที่ใช้เป็นตัวทำละลายคือเบนซีน (C_6H_6)

M_B เป็นมวลโมเลกุลของเบนซีน (78.115)

ในการเตรียมสารละลาย ตอนแรกเราชั่งน้ำหนักของภาชนะก่อน แล้วเทเบนซีนลงไปในภาชนะ ชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำค่าน้ำหนักนี้ลบออกด้วยน้ำหนักของภาชนะจะได้เป็นน้ำหนักของเบนซีน W_B ในการทดลองนี้ได้ใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าซึ่งอ่านค่าน้ำหนักได้ละเอียดกว่า 1 มิลลิกรัม เพื่อต้องการให้ได้ค่า c_2 ที่แม่นยำที่สุด (สำหรับการผสมสารละลายเพื่อใช้วัดค่าไดอิเลกตริกที่ความถี่ต่ำใช้เบนซีนประมาณ 45 กรัม และที่ความถี่ไมโครเวฟใช้เบนซีนประมาณ 25 กรัม)

ต่อมาเรากำหนดค่าเศษส่วนโมล c_2 ของสารละลาย น้ำหนักของสารไดอิเลกตริกที่เราต้องการใช้อาจหาได้ตามสมการ

$$W_s = \left(\frac{c_2}{1 - c_2}\right)\frac{W_B}{M_B} M_S \qquad (3.1.2)$$

เมื่อผสมสารไดอิเลกตริกจำนวนนี้ลงในเบนซีนที่เตรียมไว้ ก็จะได้สารละลายซึ่งจะใช้ในการทดลองต่อไป เนื่องจากมีการระเหยของเบนซีนจึงต้องปิดภาชนะทุกครั้งที่ผสมสารเพื่อลดการระเหย เมื่อสารละลายผสมกันดีแล้ว เราจะนำสารละลายที่ได้นี้ไปวัดค่าไดอิเลกตริกทันที เพื่อให้มีการระเหยน้อยที่สุด จึงทำให้ค่าเศษส่วนโมลคงที่ในขณะทำการวัด และจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นถูกต้องตรงตามค่าที่วัดและคำนวณ

3.2 ผลการวัดค่าไดอิเลกตริกของคลอโรเบนซีน (C_6H_5Cl) ที่ความถี่ 1 kHz

ก่อนที่เราจะวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลาย เราต้องวัดค่าไดอิเลกตริกของเบนซีนซึ่งเป็นตัวทำละลายเสียก่อน จากนั้นเราจึงนำตัวทำละลายนี้ไปผสมกับสารไดอิเลกตริกให้มีความเข้มข้นต่าง ๆ จึงทำการวัดต่อไป เบนซีนที่ใช้นี้ผลิตโดยบริษัท Carlo Erba ชนิด AR Grade มีความบริสุทธิ์ 99.5 % ในการวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุในอากาศและในเบนซีน ตอนแรกเราหมุนปุ่มหมุนปรับค่าความจุ ดังรูปที่ 2.5 ให้ค่าความจุซึ่งเป็นตัวเลขบนเครื่องมือบริดจ์สำเร็จเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนตัววัดศูนย์ (Null Detector)อ่านค่าศูนย์ แล้วบันทึกค่าความจุนี้ไว้ ต่อมาหมุนปุ่มหมุนให้ตัวเลขเพิ่มมากขึ้นจากนั้นปรับให้ตัวเลขดังกล่าวลดลงจนตัววัดศูนย์อ่านค่าศูนย์ได้อีกครั้งหนึ่ง แล้วบันทึกค่าความจุนี้ไว้อีก พบว่าความจุทั้งสองที่บันทึกไว้มีค่าต่างกันเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ค่าความจุที่ถูกต้องซึ่งจะใช้คำนวณค่าไดอิเลกตริกเป็นค่าที่ได้จากการเฉลี่ย

ตารางที่ 3.1 ค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุในอากาศและในเบนซีน

ค่าความจุของตัวเก็บประจุในอากาศ		ค่าความจุของตัวเก็บประจุในเบนซีน	
ปรับค่า c_o จากมากไปน้อย	ปรับค่า c_o จากน้อยไปมาก	ปรับค่า c จากมากไปน้อย	ปรับค่า c จากน้อยไป
302	308	701	704
304	308	700	703
302	308	700	704
303	307	701	703
304	308	700	704
303	308	701	704

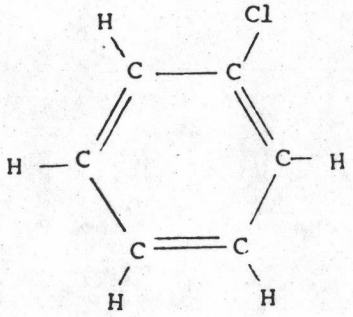
ค่าเฉลี่ยของความจุของตัวเก็บประจุในอากาศ $\bar{c}_o = 305.4 \pm 1.4$

ค่าเฉลี่ยของความจุของตัวเก็บประจุในเบนซีน $\bar{c} = 702.1 \pm 0.9$

จากค่าเฉลี่ยของตารางที่ 3.1 เราสามารถหาค่าไดอิเลกตริกของเบนซีนตามสมการ (2.1.5) ได้เป็น

$$K = \frac{702.1}{305.4} = 2.299 \pm 0.006 \qquad (3.2.1)$$

สำหรับคลอโรเบนซีนเป็นสารไดอิเลกตริกที่มีโมเลกุลคล้ายเบนซีน แต่ต่างจากเบนซีนตรงที่มีไดโพลถาวรอันเกิดจากอะตอมของคลอรีน Cl ซึ่งเราพอจะคาดเคาลักษณะของโมเลกุลได้ตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โมเลกุลของคลอโรเบนซีน (C_6H_5Cl)

โมเลกุลของคลอโรเบนซีนมีน้ำหนักโมเลกุล 112.56 ในการวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนในเบนซีนนั้นได้จากการวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุเช่นเดียวกับกรณีของเบนซีน สำหรับสารละลายคลอโรเบนซีนที่มีความเข้มข้น 0.018423 เศษส่วนโมลวัดค่าความจุไฟฟ้าได้ตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุในอากาศและในสารละลายคลอโรเบนซีน

ค่าความจุของตัวเก็บประจุในอากาศ		ค่าความจุของตัวเก็บประจุในสารละลายคลอโรเบนซีน	
ปรับค่า c_o จากมากไปน้อย	ปรับค่า c_o จากน้อยไปมาก	ปรับค่า c จากมากไปน้อย	ปรับค่า c จากน้อยไปมาก
304	308	719	722
302	308	718	724
303	307	719	724
304	308	718	723
302	308	718	722
302	306	718	722

ค่าเฉลี่ย $\bar{c}_o = 305.2 \pm 1.4$ $\bar{c} = 720.6 \pm 1.3$

จากตารางที่ 3.2 เราสามารถหาค่าไดอิเลกตริกของสารละลายนี้ได้เป็น

$$K = \frac{720.6}{305.2} = 2.361 \pm 0.006 \qquad (3.2.2)$$

และสารละลายคลอโรเบนซีนที่มีความเข้มข้นอื่น เราใช้วิธีวัดเช่นเดียวกันนี้ได้ผลตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่าไดอิเลกตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของสารละลาย	$\bar{C}$	$\bar{C}_o$	ค่าไดอิเลกตริก
0	702.1 ± 0.9	305.4 ± 1.4	2.299 ± 0.006
0.009589	711.7 ± 1.0	305.2 ± 1.1	2.332 ± 0.005
0.015615	717.6 ± 0.9	304.8 ± 0.9	2.354 ± 0.004
0.018423	720.6 ± 1.3	305.2 ± 1.4	2.361 ± 0.006

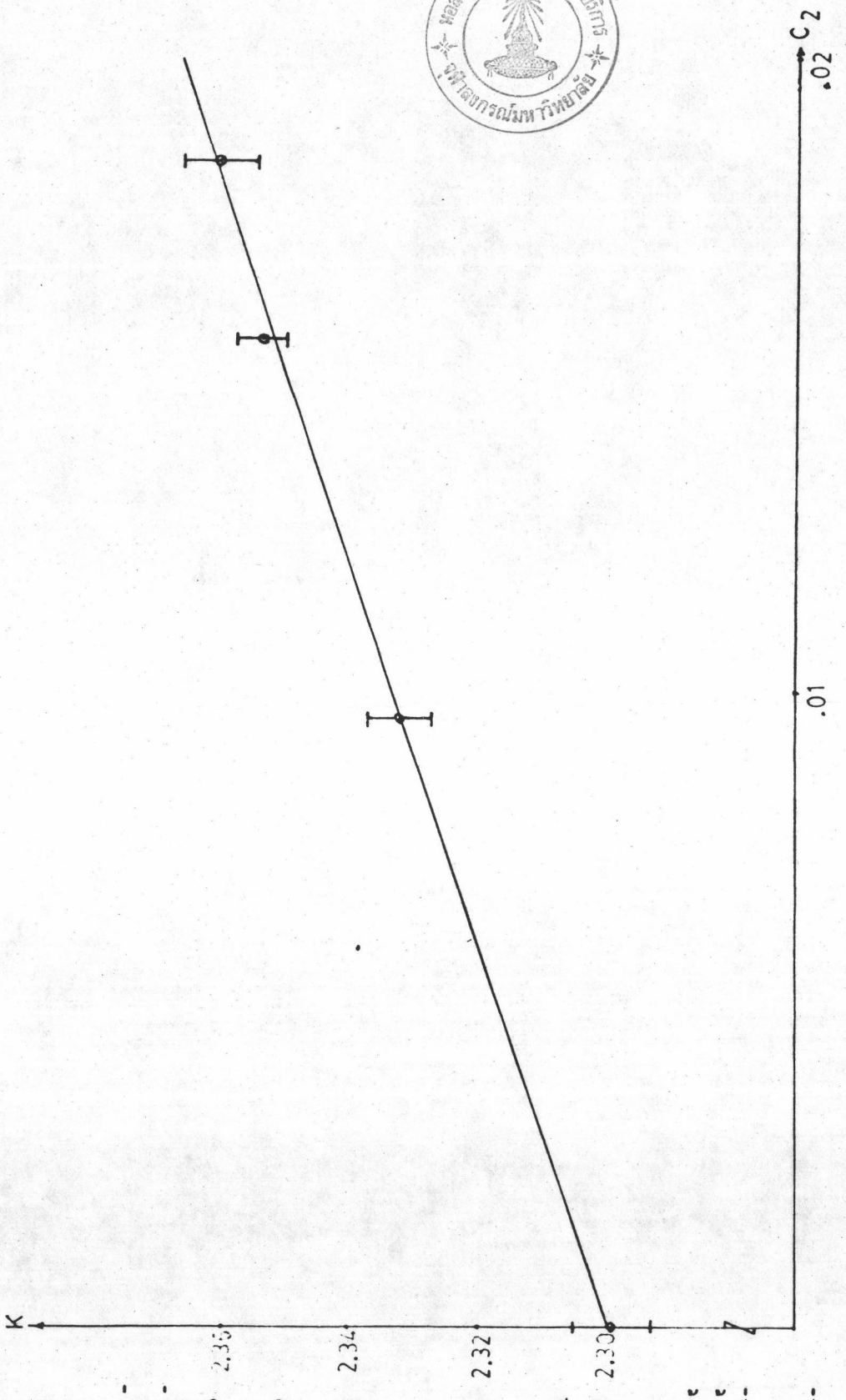
จากข้อมูลในตารางที่ 3.3 เรานำค่าไดอิเลกตริกและความเข้มข้นของสารละลายไปเขียนกราฟเพื่อหาความชันได้ดังรูปที่ 3.2

จากกราฟในรูปที่ 3.2 เราเขียนสมการเส้นตรงโดยวิธีการกำลังสองน้อยสุด[9] (The method of least square) จะได้สมการเป็น

$$K = (3.418)\, c_2 + 2.299 \qquad (3.2.3)$$

จากสมการนี้แสดงว่าค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้น c_2 มีค่าเป็น 3.418

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 กราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้นที่ความถี่ 1 kHz

3.3 ผลการวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนที่ความถี่แสง

การวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนที่ความถี่แสงทำได้ง่ายและใช้เวลาสั้น เนื่องจากเราสามารถอ่านค่าดัชนีหักเห n จากเครื่องมือที่ใช้ได้โดยตรง พบว่าค่าที่อ่านได้มีค่าต่างกันเล็กน้อยเมื่อทำการวัดหลายครั้ง ค่าที่ถูกต้องซึ่งใช้คำนวณหาค่าไดอิเลกตริก K คือค่าที่ได้จากการเฉลี่ย ดังตารางที่ 3.4

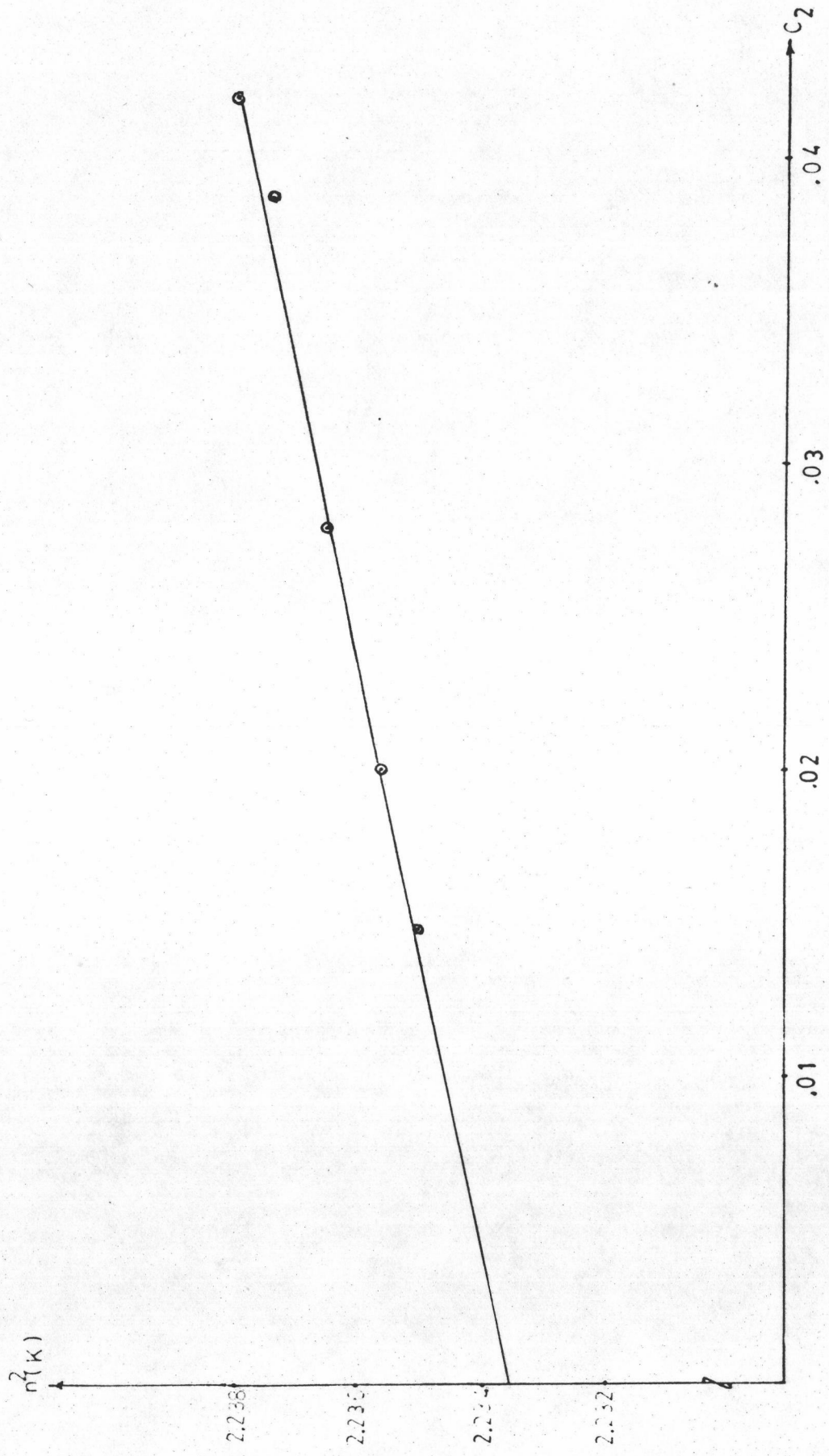
ตารางที่ 3.4 ค่าดัชนีหักเหของสารละลายคลอโรเบนซีนความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของสารละลาย c_2	ค่าดัชนีหักเห (n)			ค่าเฉลี่ย ($\bar{n}$)	$\bar{n}^2$ (K)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
0 (เบนซีน)	1.4945	1.4936	1.4940	$1.4940 \pm .0005$	2.2320
0.014834	1.4950	1.4950	1.4950	1.4950	2.2350
0.019934	1.4950	1.4953	1.4953	$1.4952 \pm .0002$	2.2356
0.027897	1.4955	1.4955	1.4955	1.4955	2.2365
0.038787	1.4956	1.4960	1.4958	$1.4958 \pm .0002$	2.2374
0.041908	1.4960	1.4960	1.4960	1.4960	2.2380
0.048573	1.4965	1.4965	1.4966	$1.4965 \pm .0001$	2.2395

จากตาราง 3.4 เรานำค่าไดอิเลกตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนที่ความถี่แสงและความเข้มข้นของสารละลายไปเขียนกราฟ เพื่อหาความชันได้ดังรูปที่ 3.3

จากกราฟในรูปที่ 3.3 เราเขียนสมการเส้นตรงโดยวิธีการกำลังสองน้อยสุดจะได้สมการเป็น

$$n^2 = (0.1055)\, c_2 + 2.2335 \qquad (3.3.1)$$



รูปที่ 3.3 กราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้นที่ความถี่แสง

จากสมการนี้ แสดงว่าค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายคลอโรเบนซีนที่ความถี่แสงกับความเข้มข้น c_2 มีค่าเป็น 0.1055

ค่าความชันของกราฟตามสมการ (3.2.3) และ (3.3.1) เรานำมาหาค่าไดโพลโมเมนต์ถาวรของโมเลกุลคลอโรเบนซีน ตามสมการ (1.6.19) โดยให้ c_o เป็นความเข้มข้นของสารละลายต่อปริมาตร ซึ่งจากการประมาณได้ว่า

$$c_o = \frac{\rho_B}{M_B} c_2 \qquad (3.3.2)$$

โดย ρ_B เป็นค่าความหนาแน่นของเบนซีน มีค่า 0.887 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้นเราคำนวณค่า μ ได้ตามสมการ

$$\mu^2 = \frac{27\epsilon_o k_B T}{N(K_B+2)(n_B^2+2)} \left\{ \frac{\alpha - \beta}{c_o} \right\} c_2 \qquad (3.3.3)$$

เมื่อ α เป็นความชันของกราฟของค่าไดอิเลกตริกกับเศษส่วนโมลที่ความถี่ต่ำ

β เป็นความชันของกราฟของค่าไดอิเลกตริกกับเศษส่วนโมลที่ความถี่แสง

$\epsilon_o = 8.8542 \times 10^{-12}\ C^2/N.m^2$

$k_B = 1.3806 \times 10^{-23}$ J/K และ $N = 6.02217 \times 10^{23}$

K_B เป็นค่าไดอิเลกตริกของเบนซีนที่ความถี่ต่ำ = 2.299

n_B^2 เป็นค่าไดอิเลกตริกของเบนซีนที่ความถี่แสง = 2.232 (จากตารางที่ 3.4)

M_B เป็นมวลโมเลกุลของเบนซีน = 78.115 และ T = 298 K

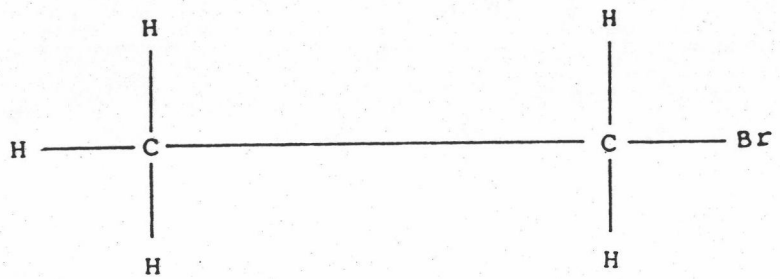
จากสมการ (3.2.3) และ (3.3.1) จะได้ $\alpha = 3.418$ และ $\beta = 0.1055$

แทนค่าตามสมการ (3.3.3) จะได้ $\mu = 5.117 \times 10^{-30}$ C-m

หรือ $\mu = 1.535 \times 10^{-18}$ esu-cm

3.4 ผลการวัดค่าไดอิเลกตริกของโบรโมอีเธน (c_2H_5Br) ที่ความถี่ 1 kHz

การวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมอีเธนใช้วิธีการและเครื่องมือเช่นเดียวกับการวัดค่าไดอิเลกตริกของคลอโรเบนซีน แต่โบรโมอีเธนระเหยเร็วกว่าคลอโรเบนซีน จึงต้องระมัดระวังเรื่องการชั่งน้ำหนักในขณะผสมสารละลาย โบรโมอีเธนมีน้ำหนักโมเลกุล 108.97 ซึ่งเป็นโมเลกุลขนาดเล็ก ลักษณะโมเลกุลมีไดโพลถาวรอันเกิดจากอะตอมของโบรมีนจับกับอะตอมของคาร์บอน ดังรูปที่ 3.4

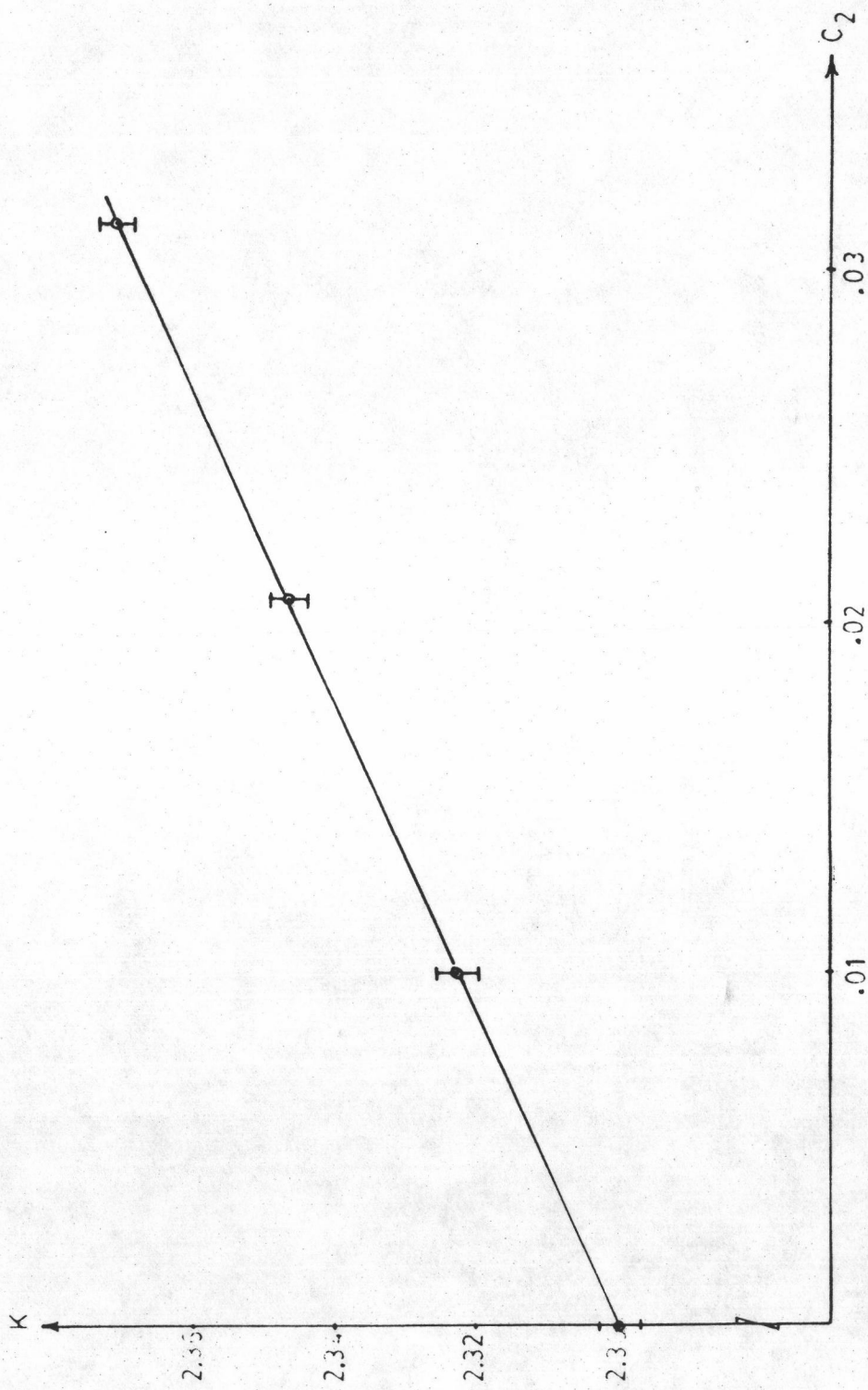


รูปที่ 3.4 โมเลกุลของโบรโมอีเธน (c_2H_5Br)

ค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมอีเธนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มีค่าดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมอีเธน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของสารละลาย c_2	$\bar{c}$	$\bar{c}_o$	K
0	702.1 ± 0.9	305.4 ± 1.4	2.299 ± 0.006
0.010146	715.4 ± 0.9	305.1 ± 1.3	2.345 ± 0.006
0.020689	730.3 ± 0.9	305.2 ± 1.1	2.393 ± 0.005
0.031265	744.6 ± 1.0	304.8 ± 1.1	2.443 ± 0.005



รูปที่ 3.5 กราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมอีเธนกับความเข้มข้นที่ความถี่ 1 kHz

จากข้อมูลในตารางที่ 3.5 เรานำค่าไดอิเลกตริกและความเข้มข้นของสารละลายไปเขียนกราฟ เพื่อหาความชันได้ดังรูปที่ 3.5

จากกราฟในรูปที่ 3.5 เราเขียนสมการเส้นตรงโดยวิธีกำลังสองน้อยสุดจะได้สมการเป็น

$$K = (4.601)c_2 + 2.299 \qquad (3.4.1)$$

จากสมการนี้ แสดงว่าค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมอีเธนกับความเข้มข้น c_2 มีค่าเป็น 4.601

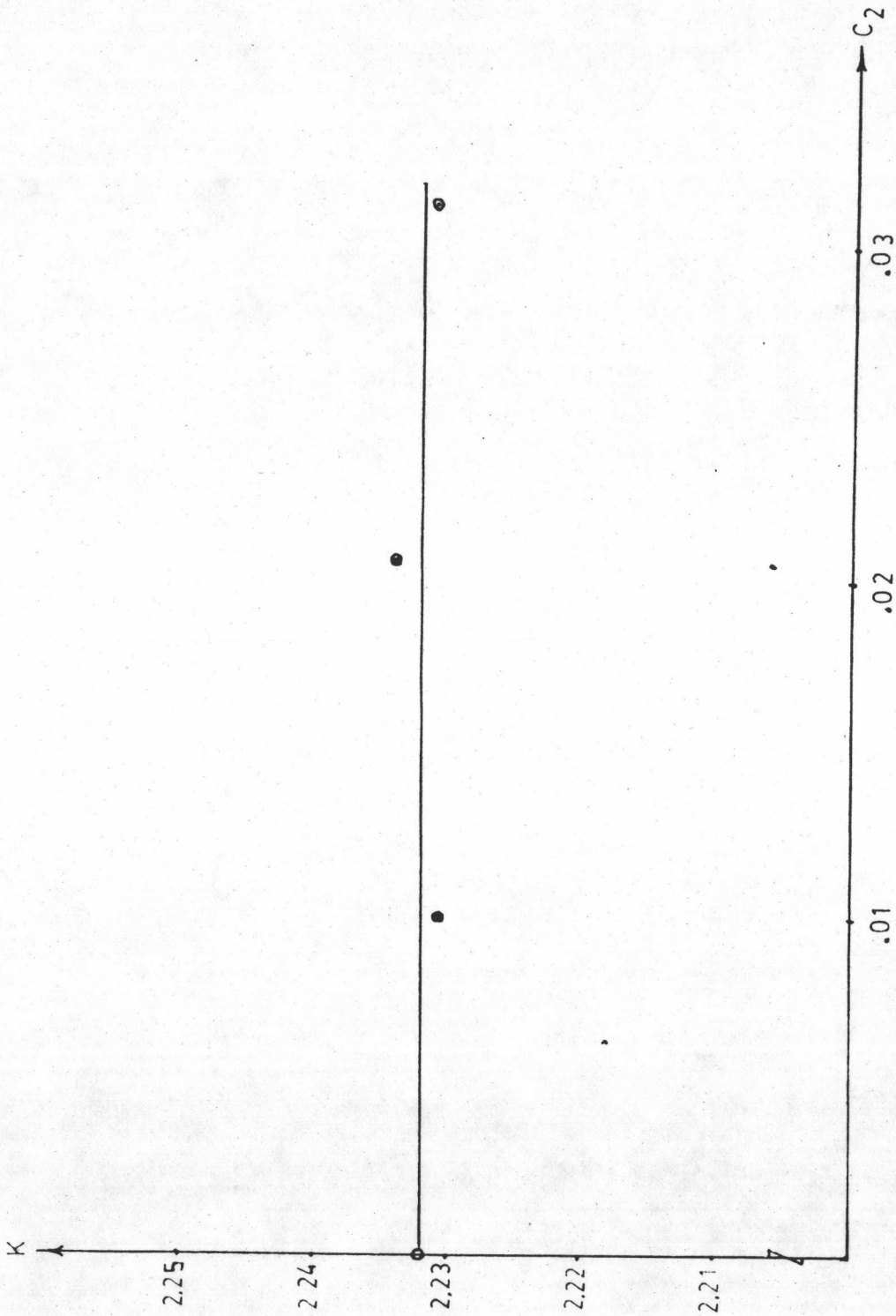
3.5 ผลการวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมอีเธนที่ความถี่แสง

การวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมอีเธนที่ความถี่แสงใช้วิธีการเดียวกับสารละลายคลอโรเบนซีน ได้ผลตามตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ค่าดัชนีหักเหของสารละลายโบรโมอีเธนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของสารละลาย c_2	$\bar{n}$	$\bar{n}^2(K)$
0	1.4940 ± .0005	2.2320
0.010146	1.4936 ± .0003	2.2308
0.020689	1.4948 ± .0005	2.2343
0.031265	1.4938 ± .0003	2.2315

จากตารางที่ 3.6 เรานำค่าไดอิเลกตริกและความเข้มข้นของสารละลายไปเขียนกราฟเพื่อหาความชันดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 กราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมอีเธนกับความเข้มข้นที่ความถี่แสง

จากกราฟในรูปที่ 3.6 เราเขียนสมการเส้นตรงโดยวิธีกำลังสองน้อยสุดจะได้สมการเป็น

$$n^2 = (0.01922)\, c_2 + 2.232 \qquad (3.5.1)$$

จากสมการนี้ แสดงว่าค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมอีเธนที่ความถี่แสงกับความเข้มข้น c_2 มีค่าเป็น 0.01922

เรานำค่าความชันจากสมการ (3.4.1) และ (3.5.1) มาคำนวณหาค่าไดโพลโมเมนต์ถาวรทางไฟฟ้าได้ตามสมการ (3.3.3) จะได้ค่าเป็น

$$\mu = 6.017 \times 10^{-32} \text{ C-m}$$

หรือ $$\mu = 1.805 \times 10^{-18} \text{ esu-cm}$$

3.6 ผลการวัดค่าไดอิเลกตริกของโบรโมเบนซีน (C_6H_5Br) ที่ความถี่ 1 kHz

การวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนใช้วิธีการและเครื่องมือเช่นเดียวกับคลอโรเบนซีน โบรโมเบนซีนมีลักษณะโมเลกุลคล้ายกับโมเลกุลของคลอโรเบนซีนแตกต่างกันตรงที่โบรโมเบนซีนมีอะตอมของโบรมีนจับกับอะตอมคาร์บอนในวงแหวนเบนซีน จึงทำให้เกิดไดโพลถาวรขึ้น ผลการวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้ค่าดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของสารละลาย	$\bar{C}$	$\bar{C}_o$	K
0	702.4 ± 0.9	305.4 ± 1.4	2.300 ± 0.006
0.020098	721.3 ± 0.9	305.1 ± 1.0	2.364 ± 0.005
0.030231	733.1 ± 1.1	305.0 ± 1.3	2.404 ± 0.006
0.040146	739.6 ± 1.0	304.9 ± 1.4	2.426 ± 0.006

จากตารางที่ 3.7 เรานำค่าไดอิเลกตริกและความเข้มข้นของสารละลายไปเขียนกราฟเพื่อหาความชันดังรูปที่ 3.7

จากกราฟในรูปที่ 3.7 เราเขียนสมการเส้นตรงโดยวิธีกำลังสองน้อยสุดได้สมการเป็น

$$K = (3.215)c_2 + 2.301 \qquad (3.6.1)$$

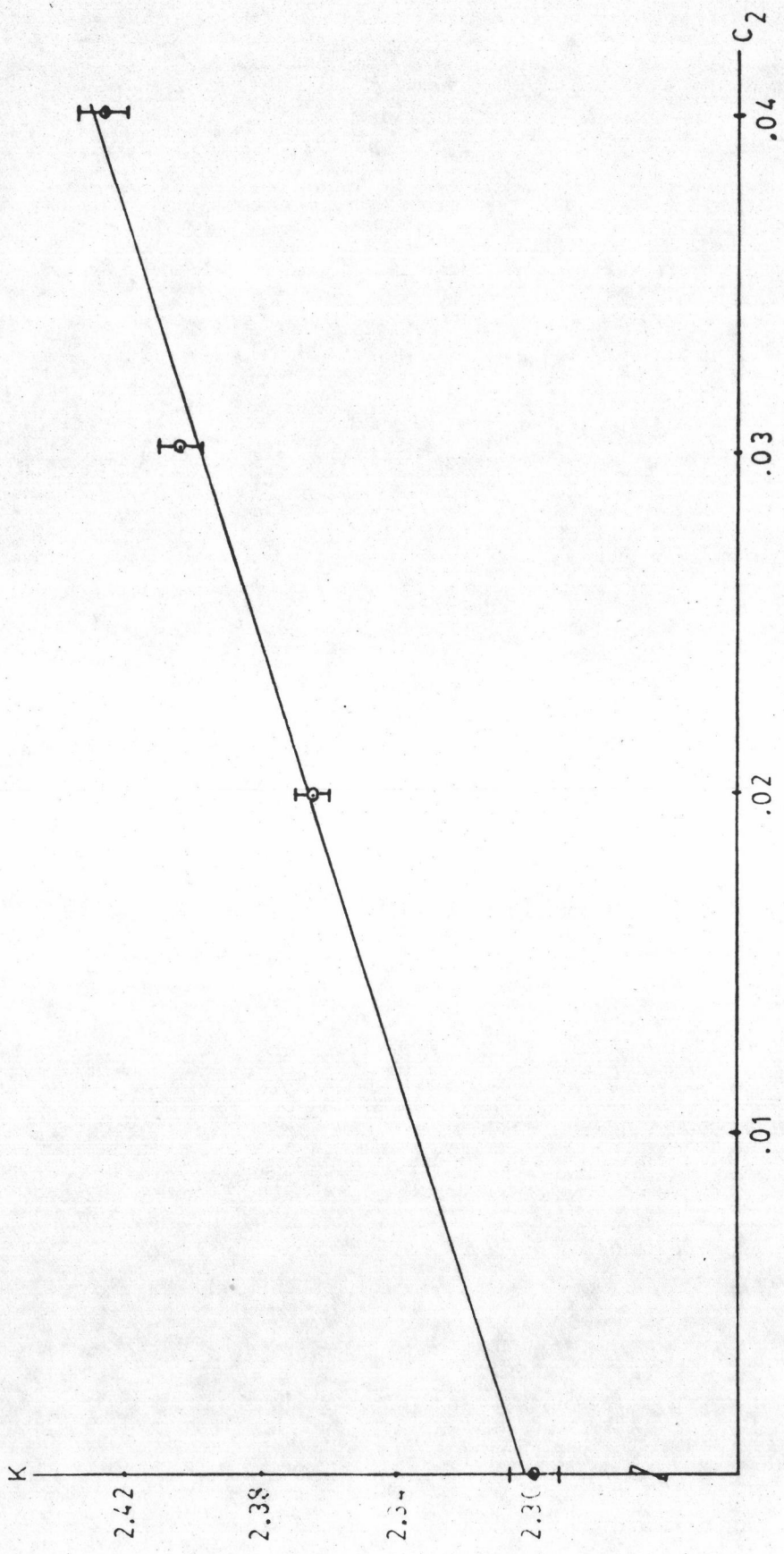
สมการนี้แสดงว่า ค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนกับความเข้มข้น c_2 มีค่าเป็น 3.215

3.7 ผลการวัดค่าไดอิเลกตริกของโบรโมเบนซีนที่ความถี่แสง

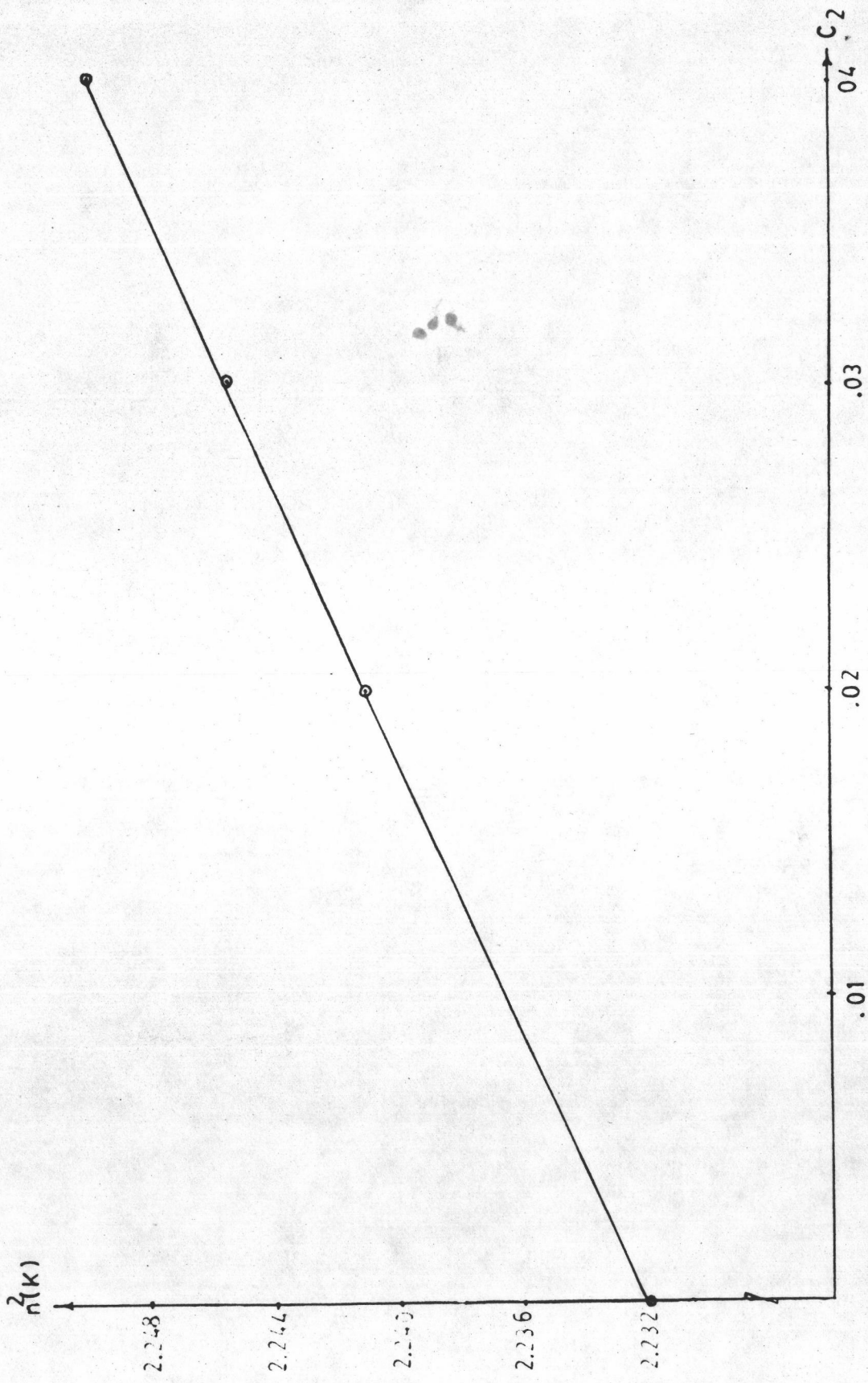
การวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนที่ความถี่แสงใช้วิธีการเดียวกับคลอโรเบนซีนได้ผลตามตามรางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ค่าดัชนีหักเหของสารละลายโบรโมเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของสารละลาย	$\bar{n}$	$\bar{n}^2(K)$
0	1.4940 ± .0005	2.2320
0.020098	1.4970	2.2410
0.030231	1.4985	2.2455
0.040146	1.500	2.250



รูปที่ 3.7 กราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนกับความเข้มข้นที่ความถี่ 1 kHz



รูปที่ 3.8 กราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนกับความเข้มข้นที่ความถี่แสง

จากตารางที่ 3.8 เรานำค่าไดอิเลกตริกและความเข้มข้นของสารละลายไปเขียนกราฟเพื่อหาความชันดังรูปที่ 3.8

จากกราฟในรูปที่ 3.8 เราเขียนสมการเส้นตรงโดยวิธีกำลังสองน้อยสุดได้สมการเป็น

$$n^2 = (0.4480)c_2 + 2.232 \qquad (3.7.1)$$

สมการนี้แสดงว่า ค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายโบรโมเบนซีนที่ความถี่แสงกับความเข้มข้น c_2 มีค่าเป็น 0.4480

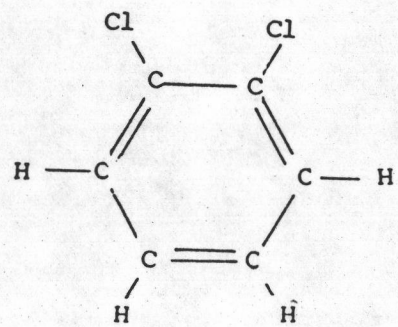
เรานำค่าความชันจากสมการ (3.6.1) และ (3.7.1) มาคำนวณหาค่าไดโพลโมเมนต์ถาวรทางไฟฟ้าได้ตามสมการ (3.3.3) จะได้ค่าเป็น

$$\mu = 4.677 \times 10^{-30} \text{ C-m}$$

หรือ $$\mu = 1.403 \times 10^{-18} \text{ esu-cm}$$

3.8 ผลการวัดค่าไดอิเลกตริกของออร์โท-ไดคลอโรเบนซีน ($C_6H_4Cl_2$) ที่ความถี่ 1 kHz

โมเลกุลของไดคลอโรเบนซีนมีลักษณะคล้ายโมเลกุลของเบนซีน แต่มีอะตอมคลอรีน 2 อะตอม และอะตอมไฮโดรเจน 4 อะตอมจับกับอะตอมคาร์บอน 6 อะตอมเป็นรูปวงแหวน ตำแหน่งของอะตอมคลอรีน 2 อะตอมจะทำให้โมเลกุลของไดคลอโรเบนซีนแตกต่างกัน ในที่นี้ออร์โท-ไดคลอโรเบนซีน จะมีคลอรีน 2 อะตอมอยู่ในตำแหน่งดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 โมเลกุลของออร์โท-ไดคลอโรเบนซีน

โมเลกุลของไดคลอโรเบนซีนแบบอื่น ๆ ก็จะมีอะตอมของธาตุต่าง ๆ ดังรูป 3.9 เท่ากัน จึงทำให้มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากันหมดทุกชนิดคือ 147.005

สำหรับออร์โท-ไดคลอโรเบนซีนเมื่อละลายในเบนซีนเป็นสารละลายแล้วเราสามารถวัดค่าไดอิเลกตริกได้เช่นเดียวกับคลอโรเบนซีนได้ค่าตามตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ค่าไดอิเลกตริกของสารละลายออร์โท-ไดคลอโรเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

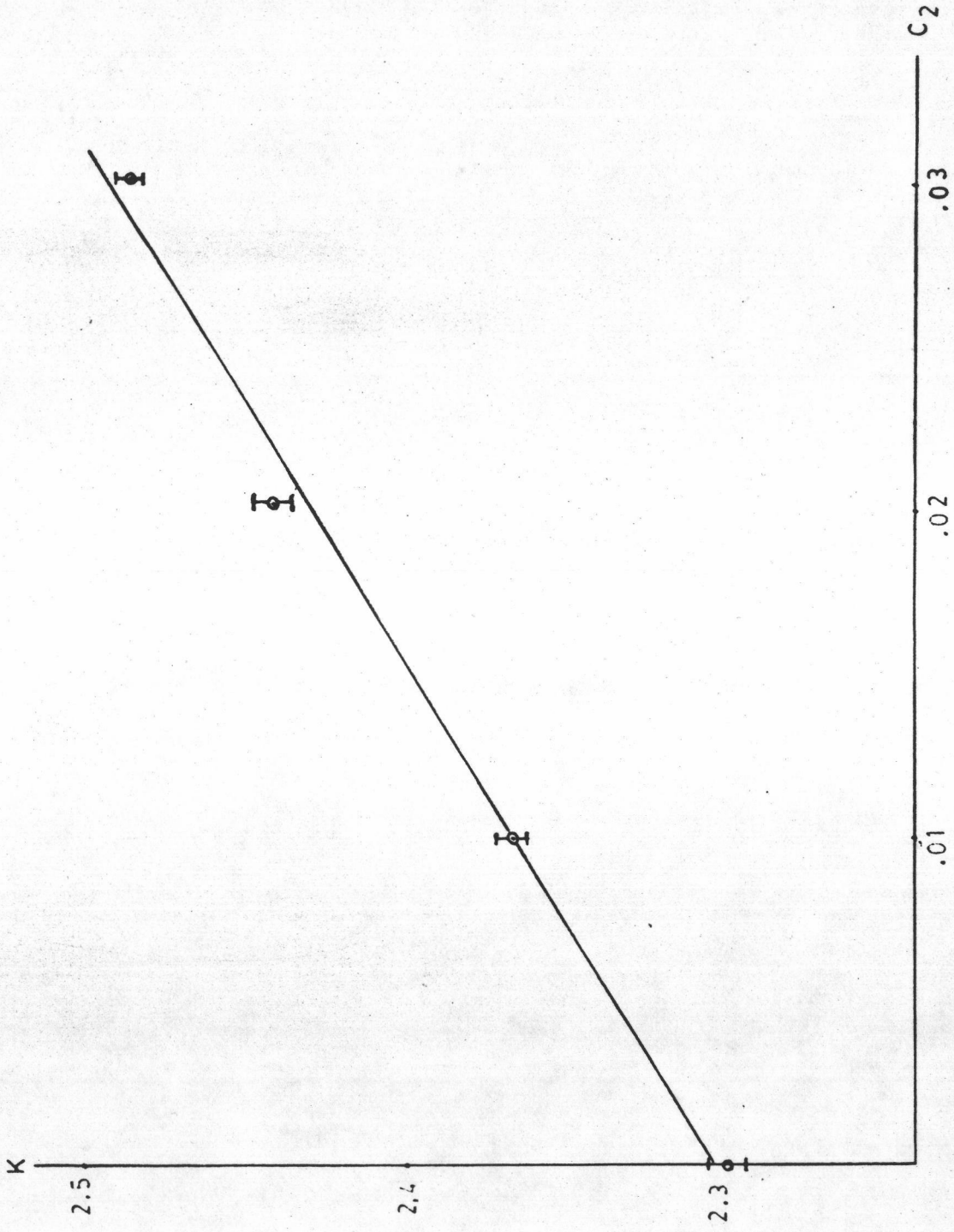
ความเข้มข้นของสารละลาย	$\bar{c}$	$\bar{c}_o$	K
0	702.4 ± 0.9	305.4 ± 1.4	2.300 ± 0.006
0.009907	723.9 ± 0.9	305.8 ± 1.1	2.367 ± 0.005
0.020259	743.7 ± 1.0	304.4 ± 1.5	2.443 ± 0.006
0.030225	766.2 ± 0.9	308.0 ± 0.9	2.488 ± 0.004

จากตารางที่ 3.9 เรานำค่าไดอิเลกตริกและความเข้มข้นของสารละลายไปเขียนกราฟเพื่อหาความชันดังรูปที่ 3.10

จากกราฟในรูปที่ 3.10 เราเขียนสมการเส้นตรงโดยวิธีกำลังสองน้อยสุดได้สมการเป็น

$$K = (6.337)c_2 + 2.304 \qquad (3.8.1)$$

สมการนี้แสดงว่าค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายออร์โท-ไดคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้น c_2 มีค่าเป็น 6.337



รูปที่ 3.10 กราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายออร์โท-ไดคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้น ที่ความถี่ 1 kHz

3.9 ผลการวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลายออร์โท-ไดคลอโรเบนซีนที่ความถี่แสง

การวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลายออร์โท-ไดคลอโรเบนซีนที่ความถี่แสง ใช้วิธีการเดียวกับคลอโรเบนซีน ได้ผลตามตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ค่าดัชนีหักเหของออร์โท-ไดคลอโรเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของสารละลาย	$\bar{n}$	$\bar{n}^2_{(K)}$
0	1.4940 ± .0005	2.2320
0.009907	1.4960	2.2380
0.020259	1.4980	2.2440
0.030225	1.500 ± .0005	2.250

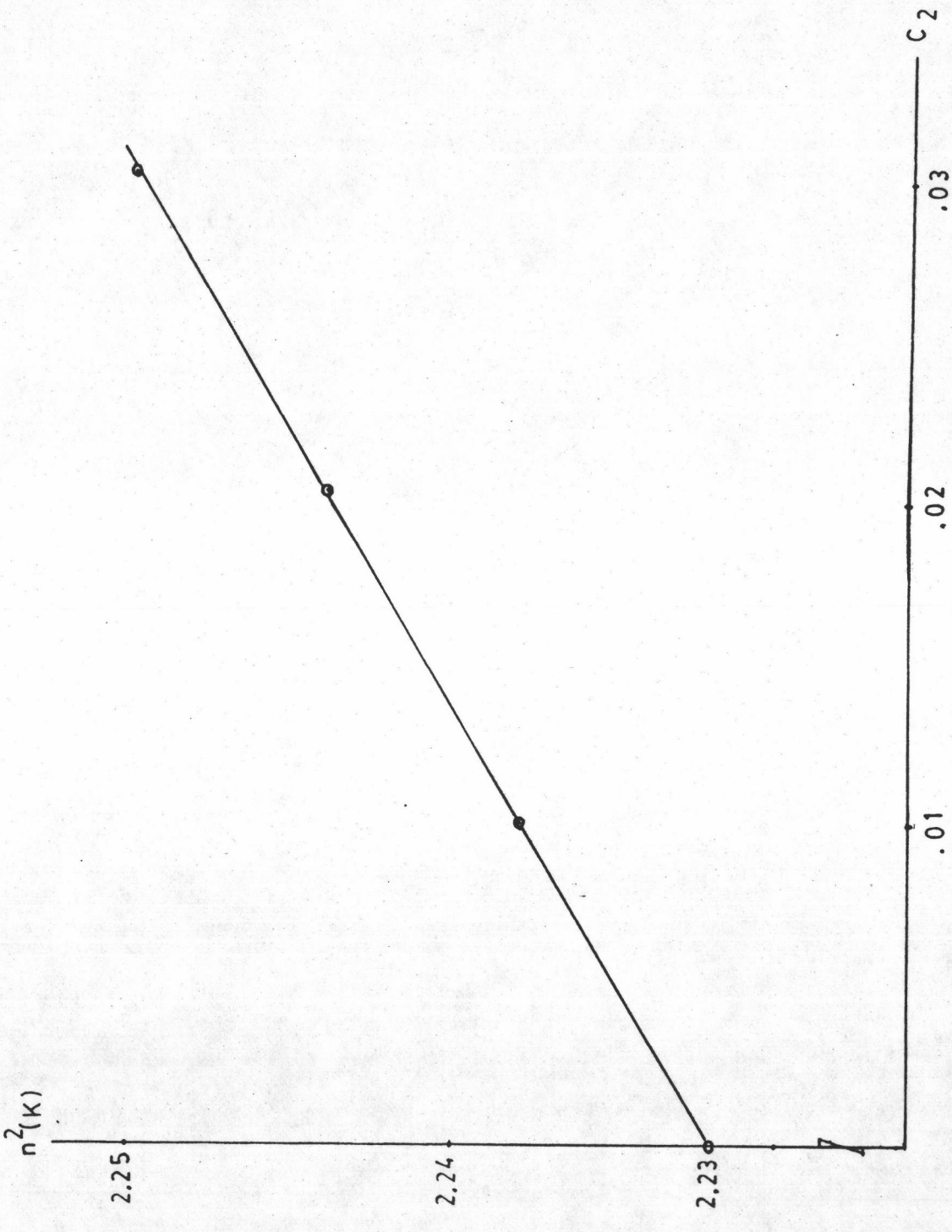
จากตารางที่ 3.10 เรานำค่าไดอิเลกตริกและความเข้มข้นของสารละลายไปเขียนกราฟเพื่อหาความชันดังรูปที่ 3.11

จากกราฟในรูปที่ 3.11 เราเขียนสมการเส้นตรงโดยวิธีกำลังสองน้อยสุดได้สมการเป็น

$$n^2 = (0.5939)c_2 + 2.2320 \qquad (3.9.1)$$

สมการนี้แสดงว่าค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายออร์โท-ไดคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้น c_2 มีค่าเป็น 0.5939

เรานำค่าความชันจากสมการ (3.8.1) และ (3.9.1) มาคำนวณหาค่าไดโพลโมเมนต์ถาวรทางไฟฟ้าได้ตามสมการ (3.3.3) จะได้ค่าเป็น



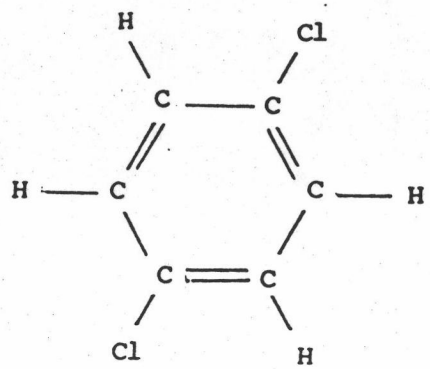
รูปที่ 3.11 กราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายออร์โท-ไดคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้นที่ความถี่แสง

$$\mu = 6.737 \times 10^{-30} \quad C\text{-}m$$

หรือ $$\mu = 2.021 \times 10^{-18} \quad esu\text{-}cm$$

3.10 ผลการวัดค่าไดอิเลกตริกของพารา-ไดคลอโรเบนซีน ($C_6H_4Cl_2$) ที่ความถี่ 1 kHz

โมเลกุลของพารา-ไดคลอโรเบนซีน จะมีคลอรีน 2 อะตอมอยู่ในตำแหน่งดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 โมเลกุลของพารา-ไดคลอโรเบนซีน

ค่าไดอิเลกตริกของสารละลายพารา-ไดคลอโรเบนซีนที่ความถี่ต่ำมีค่าดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 ค่าไดอิเลกตริกของสารละลายพารา-ไดคลอโรเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของสารละลาย	$\bar{c}$	$\bar{c}_o$	K
0	702.8 ± 1.8	303.8 ± 1.4	2.313 ± 0.007
0.009874	711.0 ± 1.3	307.9 ± 1.3	2.309 ± 0.006
0.019854	705.2 ± 1.0	305.3 ± 1.2	2.310 ± 0.005
0.028086	705.4 ± 0.9	305.5 ± 1.1	2.309 ± 0.005

จากตารางที่ 3.11 เรานำค่าไดอิเลกตริกและความเข้มข้นของสารละลายไปเขียนกราฟเพื่อหาความชันดังรูปที่ 3.13

จากกราฟในรูปที่ 3.13 จะเห็นว่าค่าความชันของกราฟมีค่าน้อยมาก ดังนั้นเราจึงประมาณค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายพารา-ไดคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้น c_2 มีค่าเป็น 0

3.11 ผลการวัดค่าไดอิเลกตริกของพารา-ไดคลอโรเบนซีนที่ความถี่แสง

การวัดค่าไดอิเลกตริกของสารละลายพารา-ไดคลอโรเบนซีนที่ความถี่แสง ใช้วิธีการแบบเดียวกับคลอโรเบนซีน ได้ผลตามตารางที่ 3.12

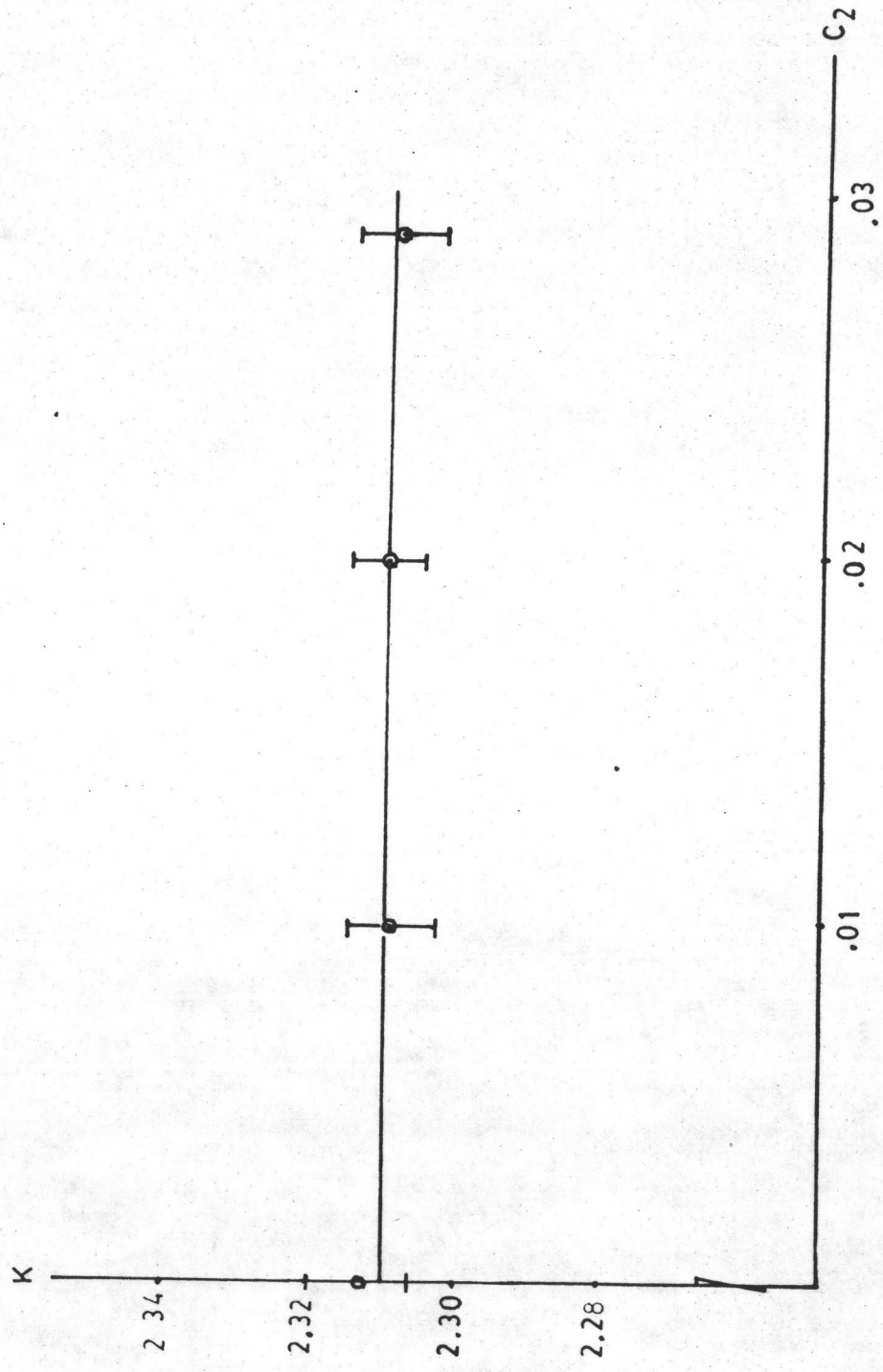
ตารางที่ 3.12 ค่าดัชนีหักเหของสารละลายพารา-ไดคลอโรเบนซีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของสารละลาย	n	$n^2(K)$
0	1.4975 ± .0005	2.2425
0.009874	1.4982 ± .0002	2.2446
0.019854	1.4978 ± .0003	2.2433
0.028086	1.4985 ± .0005	2.2455

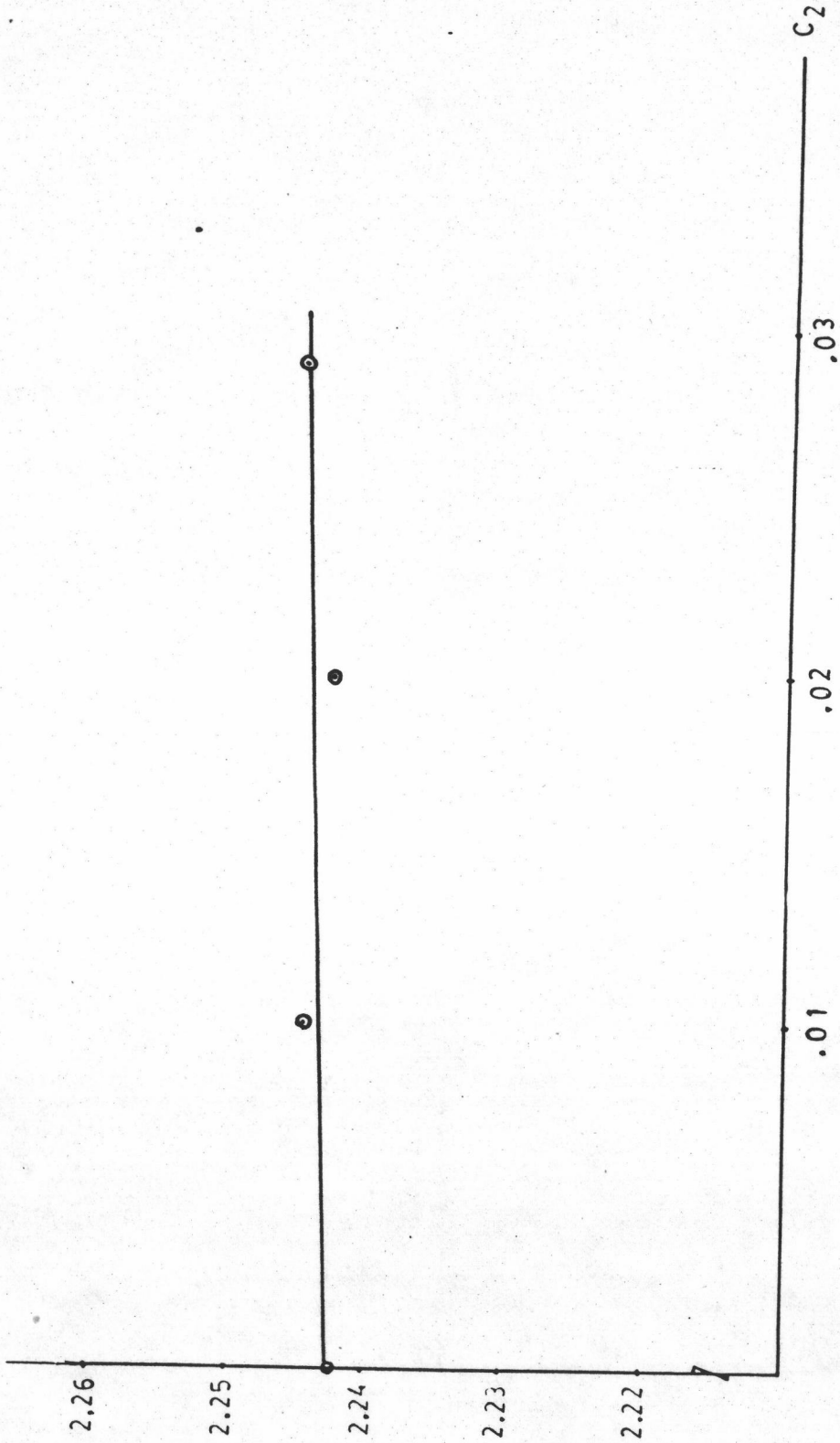
จากตารางที่ 3.12 เรานำค่าไดอิเลกตริกและความเข้มข้นของสารละลายไปเขียนกราฟเพื่อหาความชันดังรูปที่ 3.14

จากกราฟในรูปที่ 3.14 จะเห็นว่าค่าความชันของกราฟมีค่าน้อยมาก ดังนั้นเราจึงประมาณได้ว่าค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายพารา-ไดคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้น c_2 มีค่าเป็น 0

เรานำค่าความชันของกราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายพารา-ไดคลอโรเบนซีนที่ความถี่ต่ำและความถี่แสงมาคำนวณหาค่าไดโพลโมเมนต์ถาวรทางไฟฟ้าตามสมการ (3.3.3) จะได้ค่า μ เป็น 0



รูปที่ 3.13 กราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายพารา-ไดคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้น ที่ความถี่ 1 kHz



รูปที่ 3.14 กราฟระหว่างค่าไดอิเลกตริกของสารละลายพารา-ไดคลอโรเบนซีนกับความเข้มข้น ที่ความถี่แสง