

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลการทดลอง

ความเข้มของแสงซึ่งผ่านเซลล์สารละลายตัวอย่างและตกกระทบลงบนหัววัดจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าและส่งผ่านเข้าสู่เครื่องแสดงสัญญาณ IQ 300 ซึ่งทำงานตามการควบคุมของไมโครคอมพิวเตอร์ IQ 300 จะแปลงสัญญาณไฟฟ้าจากแบบ Analog ให้เป็นแบบ Digital 8 bit ด้วยความเร็วสูงสุด 20 MHz ตามเวลา Sampling time ที่ตั้งให้ซึ่งเท่ากับ 2 ไมโครวินาที และจะนำเสนอข้อมูลที่ได้ในรูปของกราฟซึ่งแสดงดังต่อไปนี้

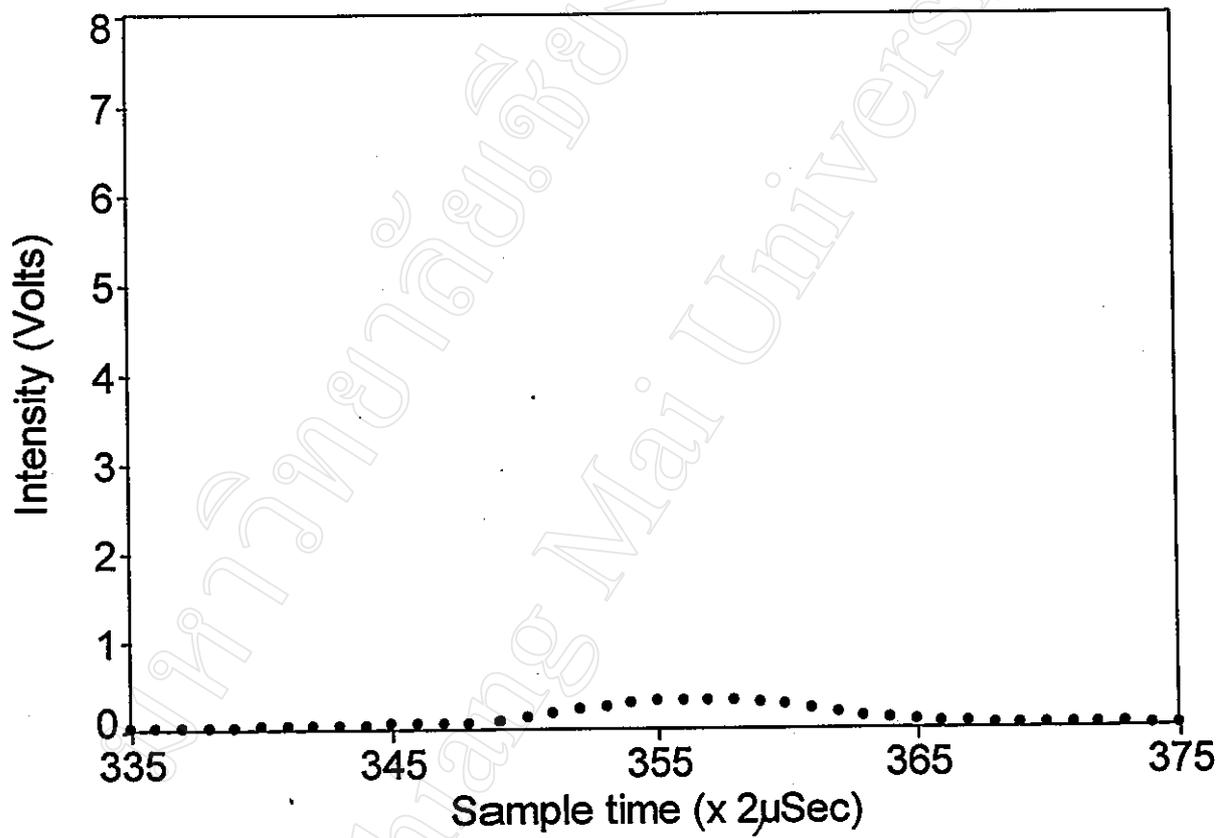
4.1.1 รูป 4.1 ถึงรูป 4.6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลาของไนโตรเบนซีนที่ความต่างศักย์ค่าต่างๆ

4.1.2 รูป 4.7 ถึงรูป 4.12 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลาของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความต่างศักย์ค่าต่างๆ

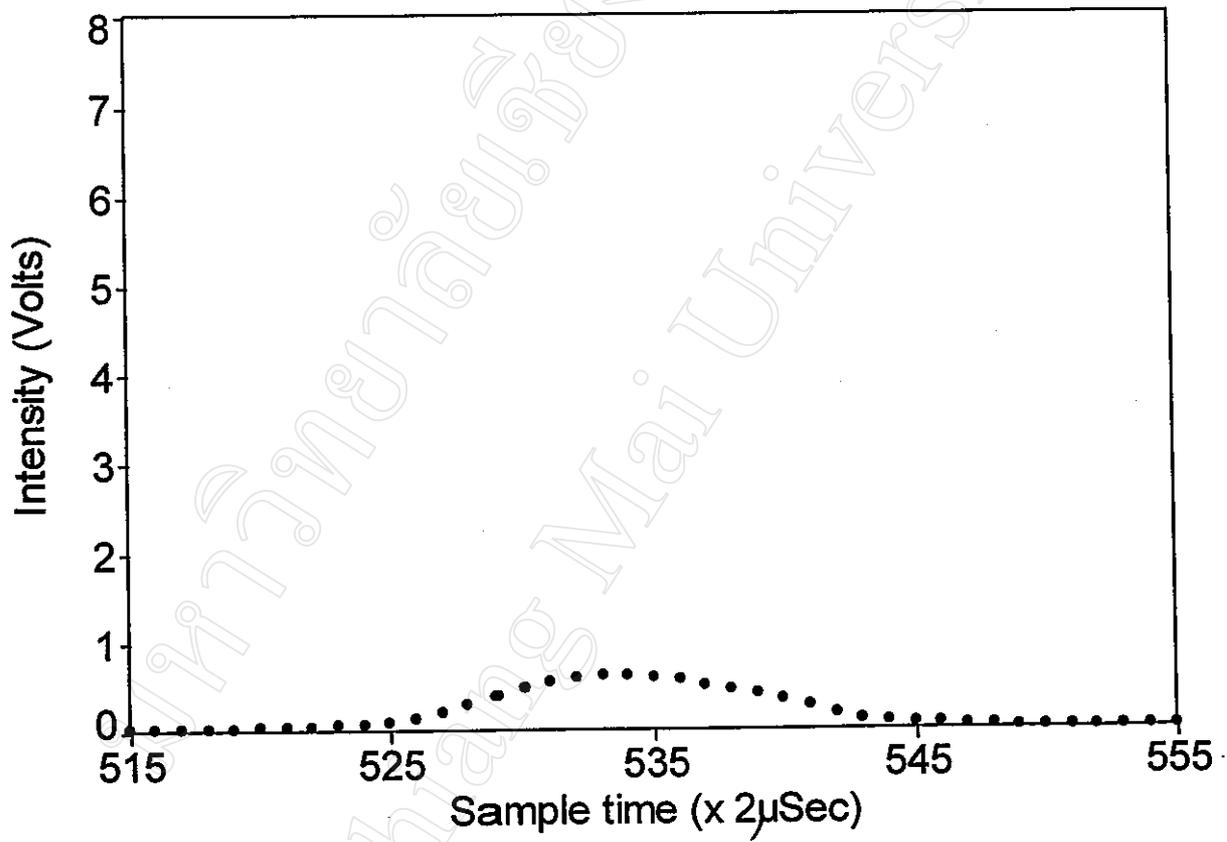
4.1.3 รูป 4.13 ถึงรูป 4.18 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลาของอะซีโตนที่ความต่างศักย์ค่าต่างๆ

4.1.4 รูป 4.19 ถึงรูป 4.27 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลาของโพรพิโอไนโตรดที่ความต่างศักย์ค่าต่างๆ

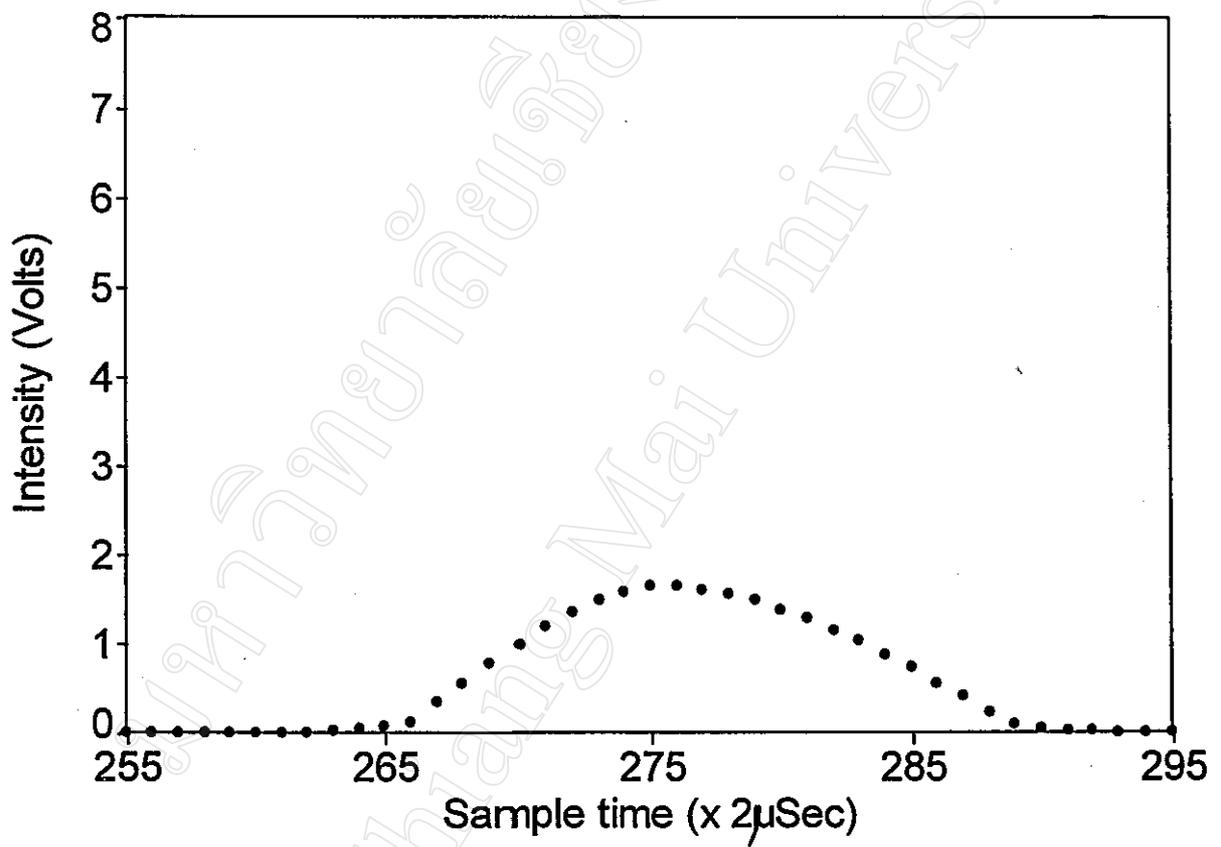
4.1.1 รูป 4.28 ถึงรูป 4.36 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลาของเบนโซไนโตรดที่ความต่างศักย์ค่าต่างๆ



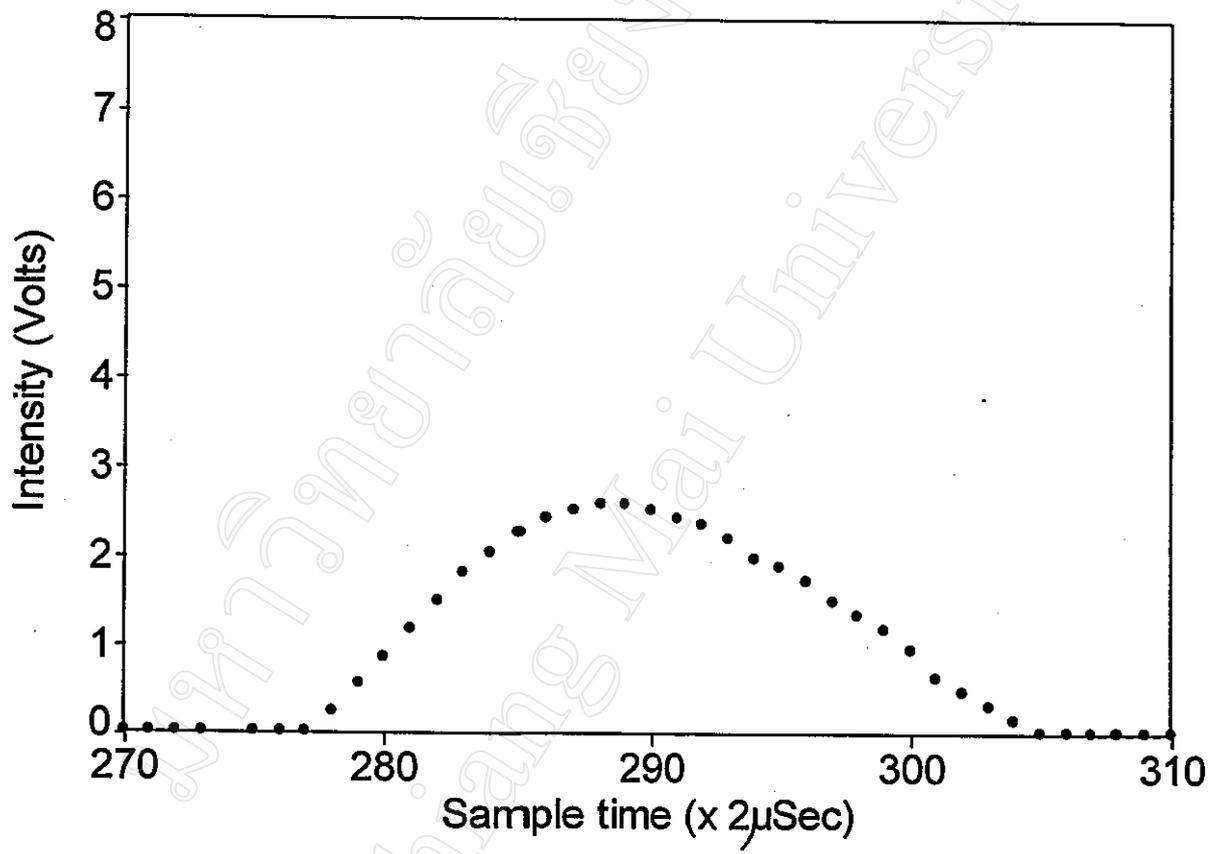
รูป 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของไนโตรเบนซีนที่ความต่างศักย์ 1.2 กิโลโวลท์



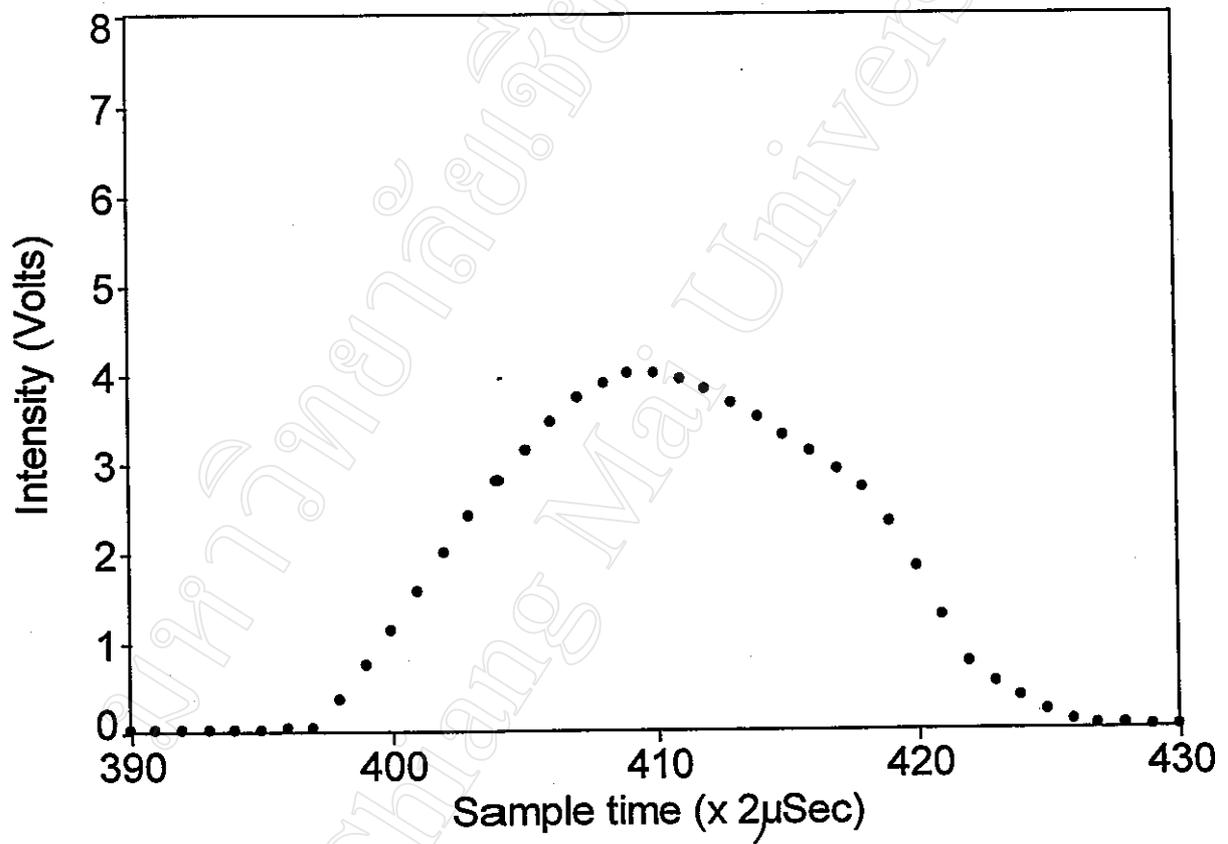
รูป 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของไนโตรเบนซีนที่ความต่างศักย์ 1.4 กิโลโวลท์



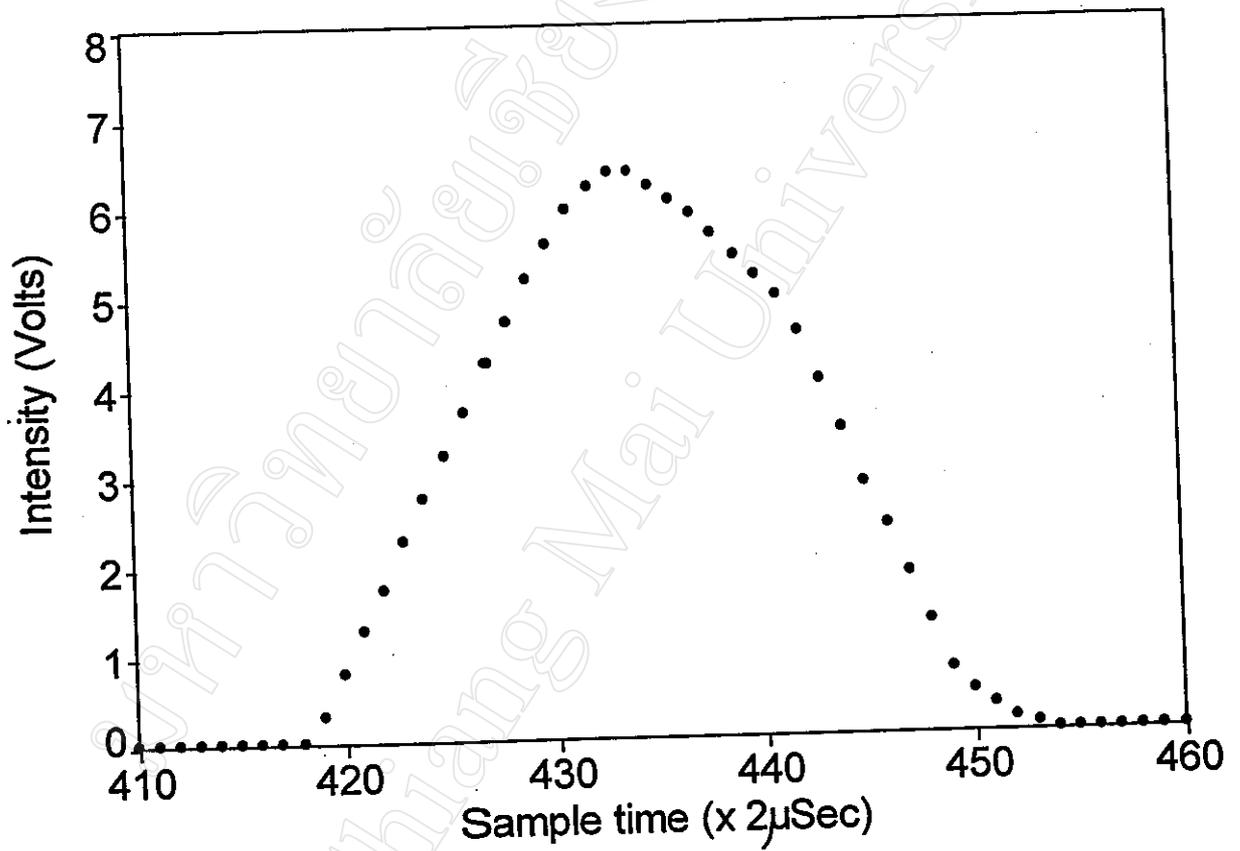
รูป 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของไนโตรเบนซีนที่ความต่างศักย์ 1.6 กิโลโวลต์



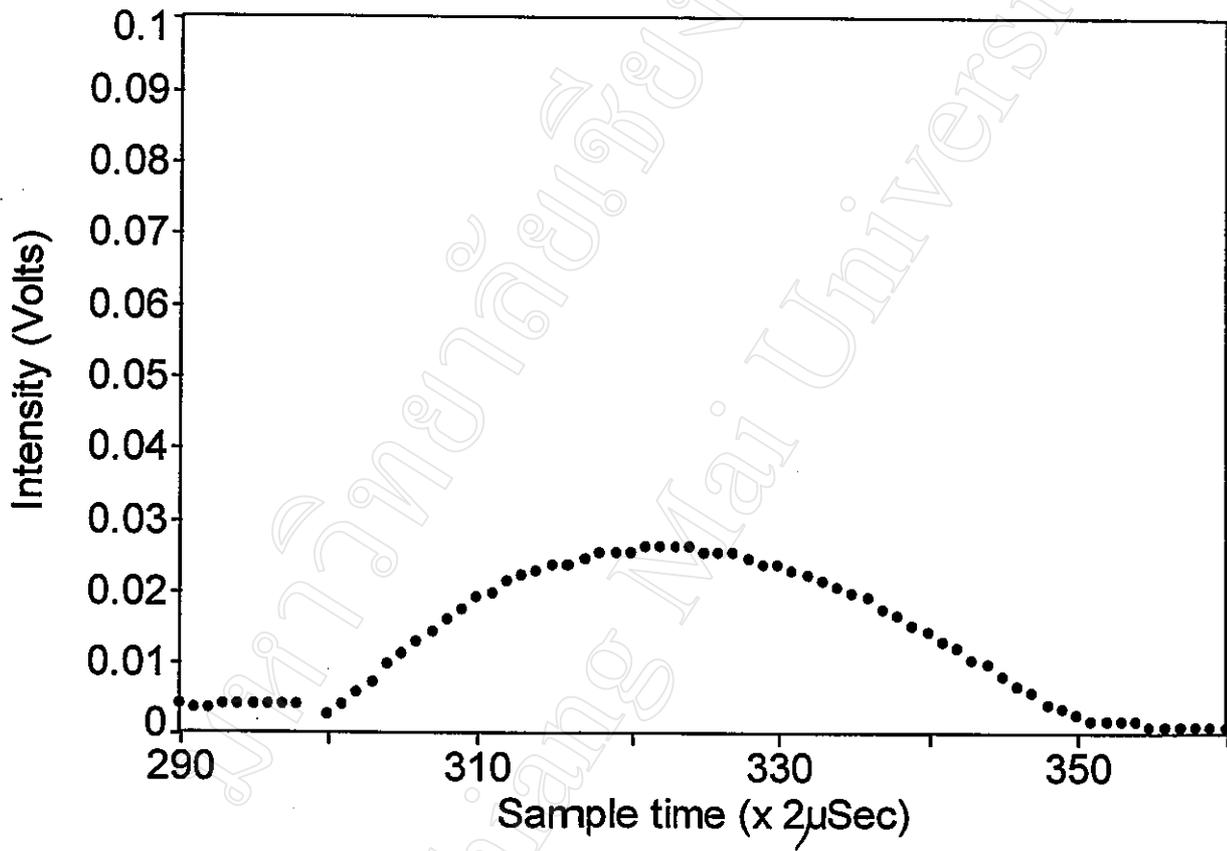
รูป 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของไนโตรเบนซีนที่ความต่างศักย์ 1.8 กิโลโวลท์



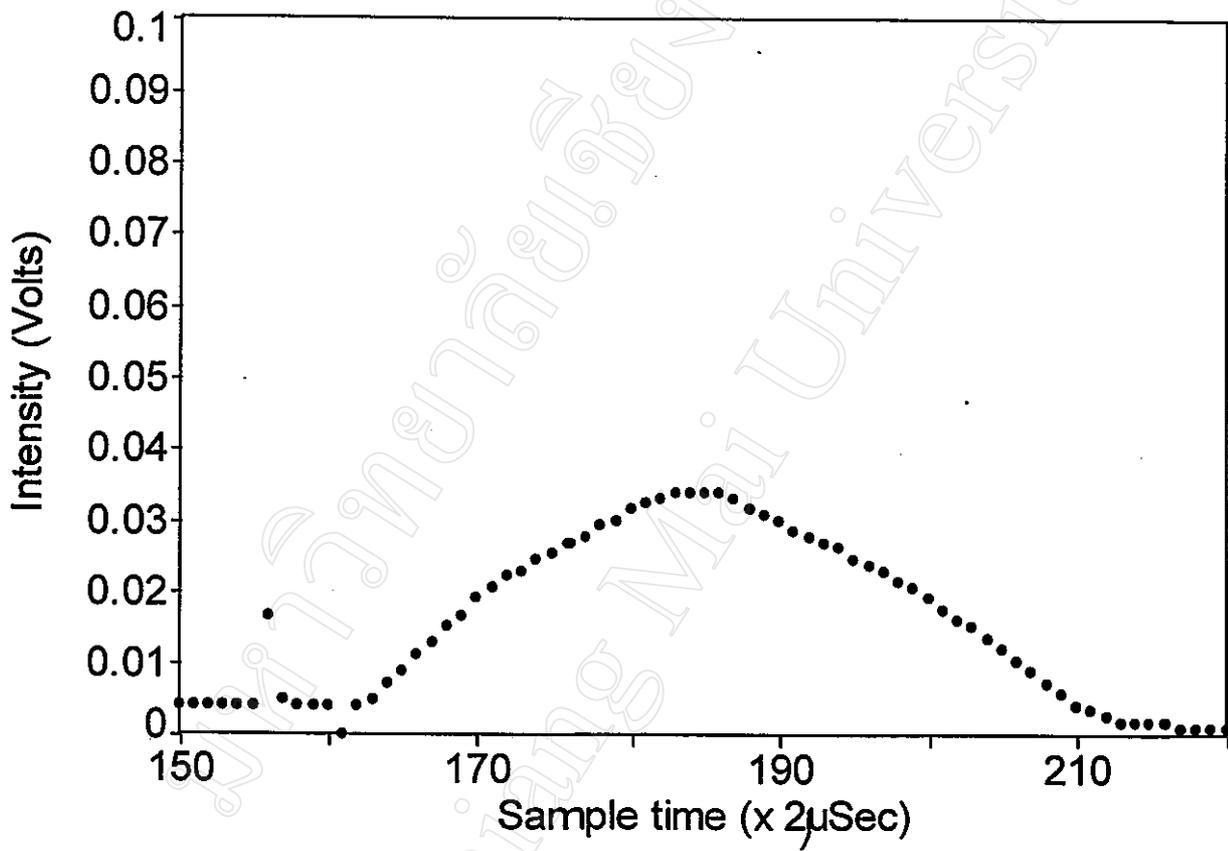
รูป 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของไนโตรเบนซีนที่ความต่างศักย์ 2 กิโลโวลท์



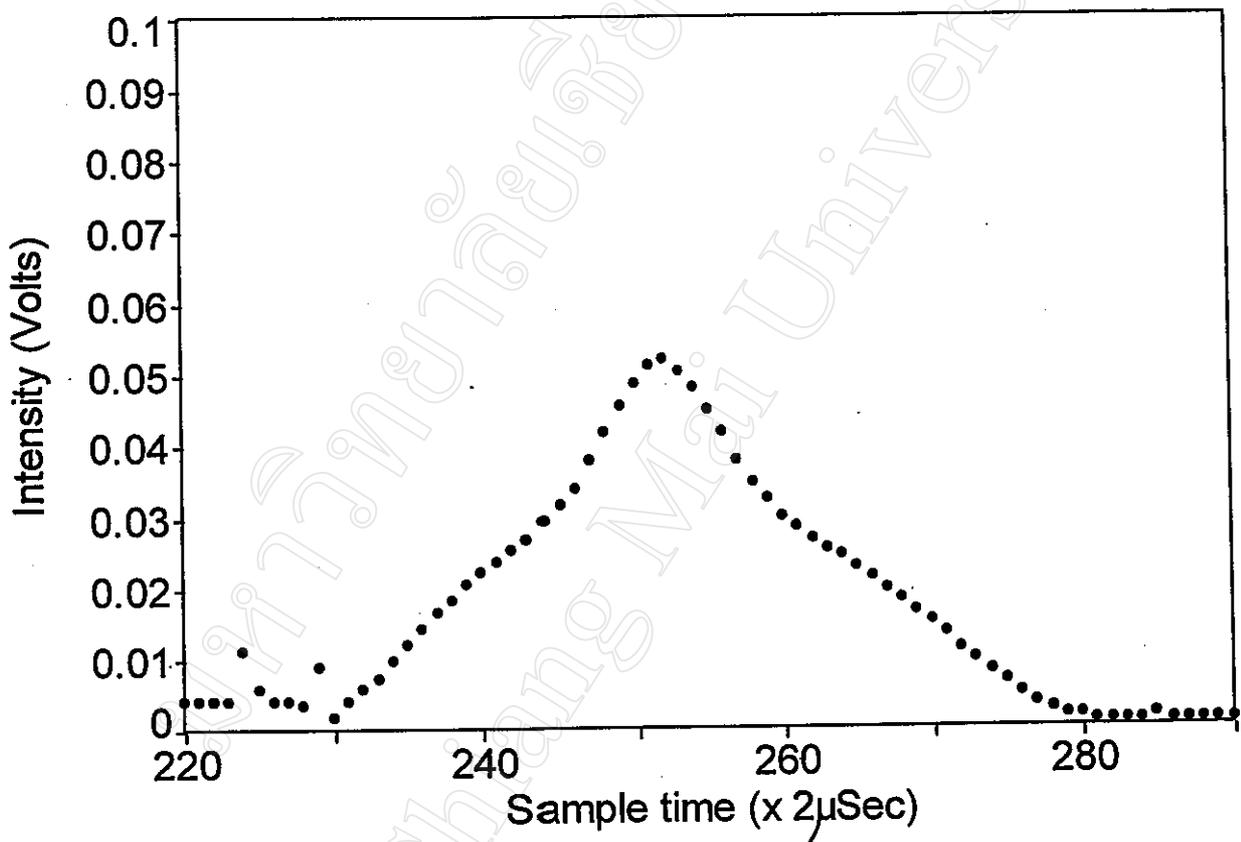
รูป 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของไนโตรเบนซีนที่ความต่างศักย์ 2.2 กิโลโวลท์



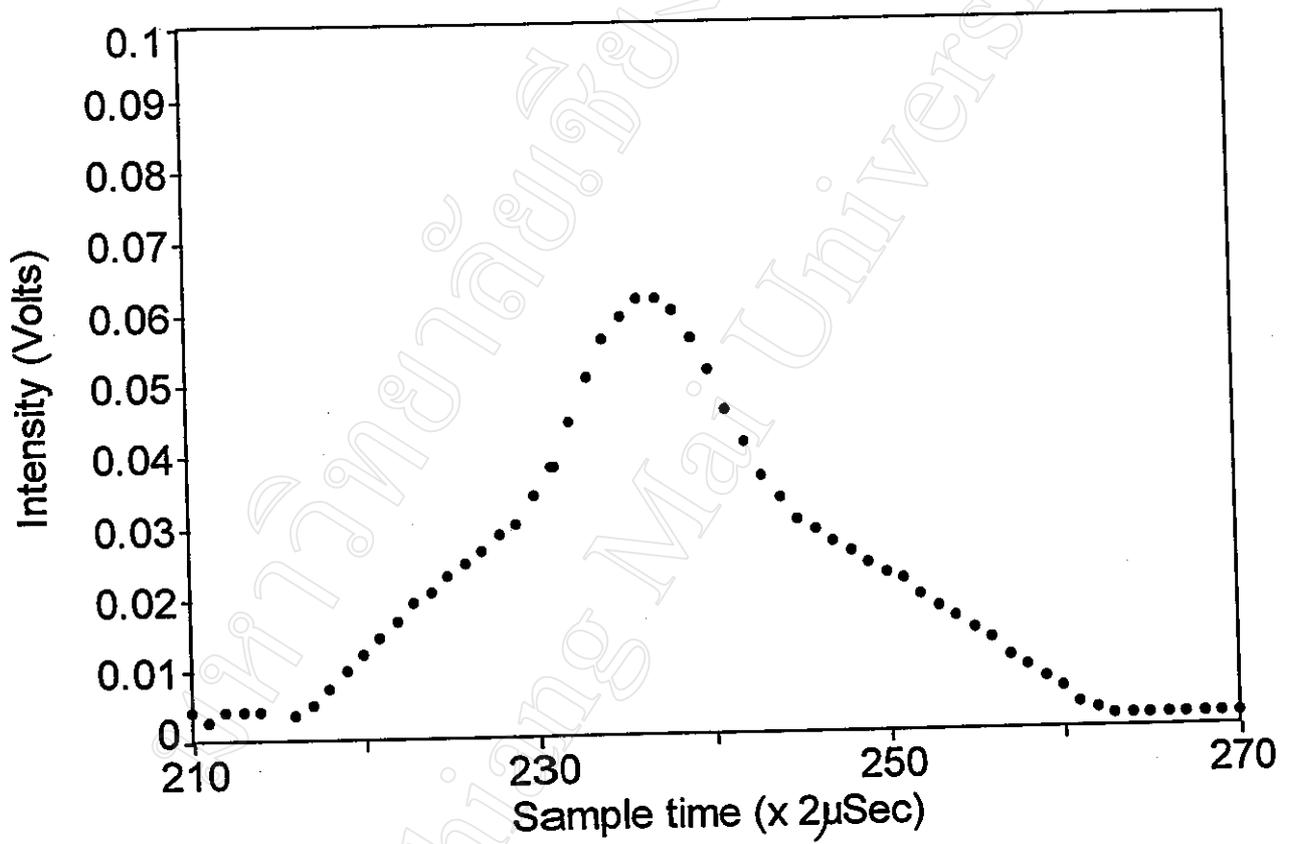
รูป 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของคาร์บอนไดออกไซด์ไฟด์ที่ความต่างศักย์ 101 กิโลโวลท์



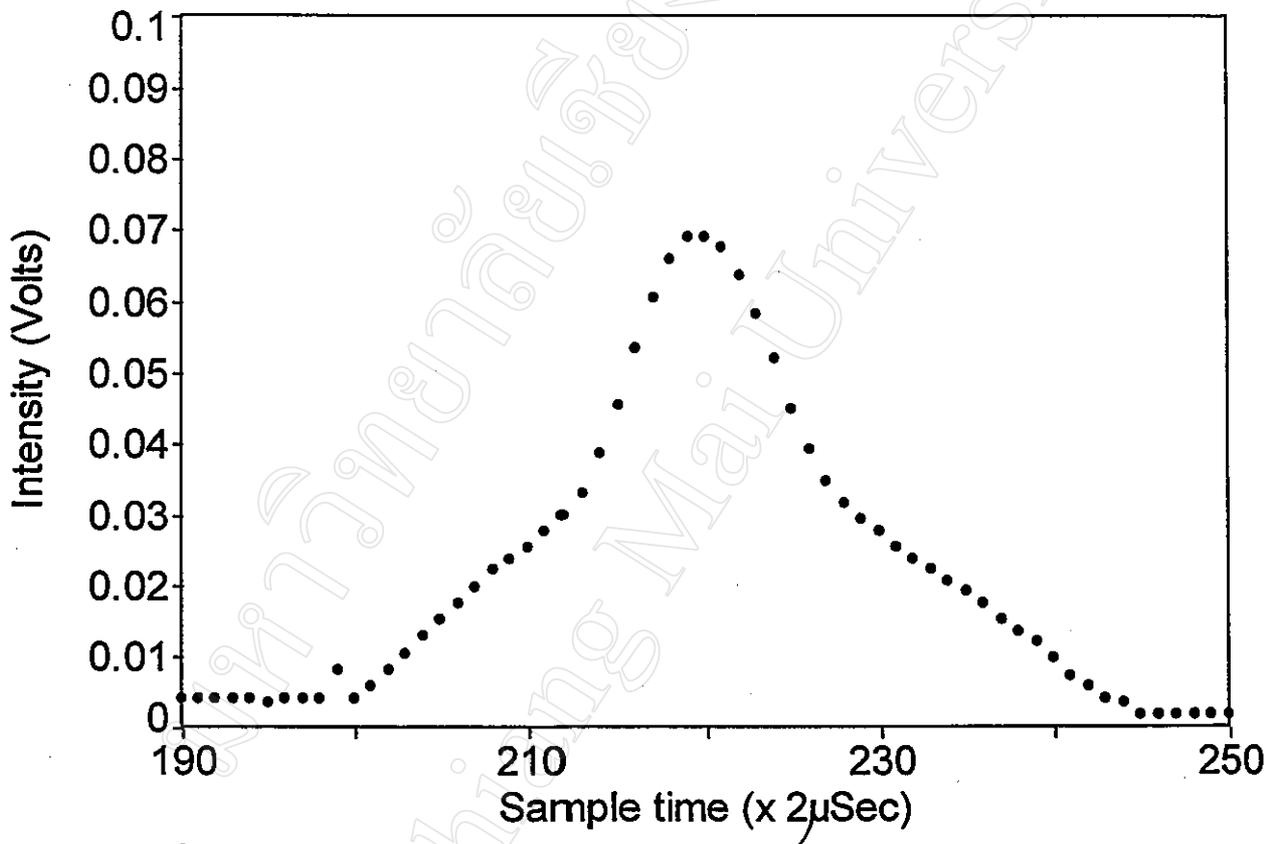
รูป 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของคาร์บอนไดซัลไฟด์ที่ความต่างศักย์ 102 กิโลโวลท์



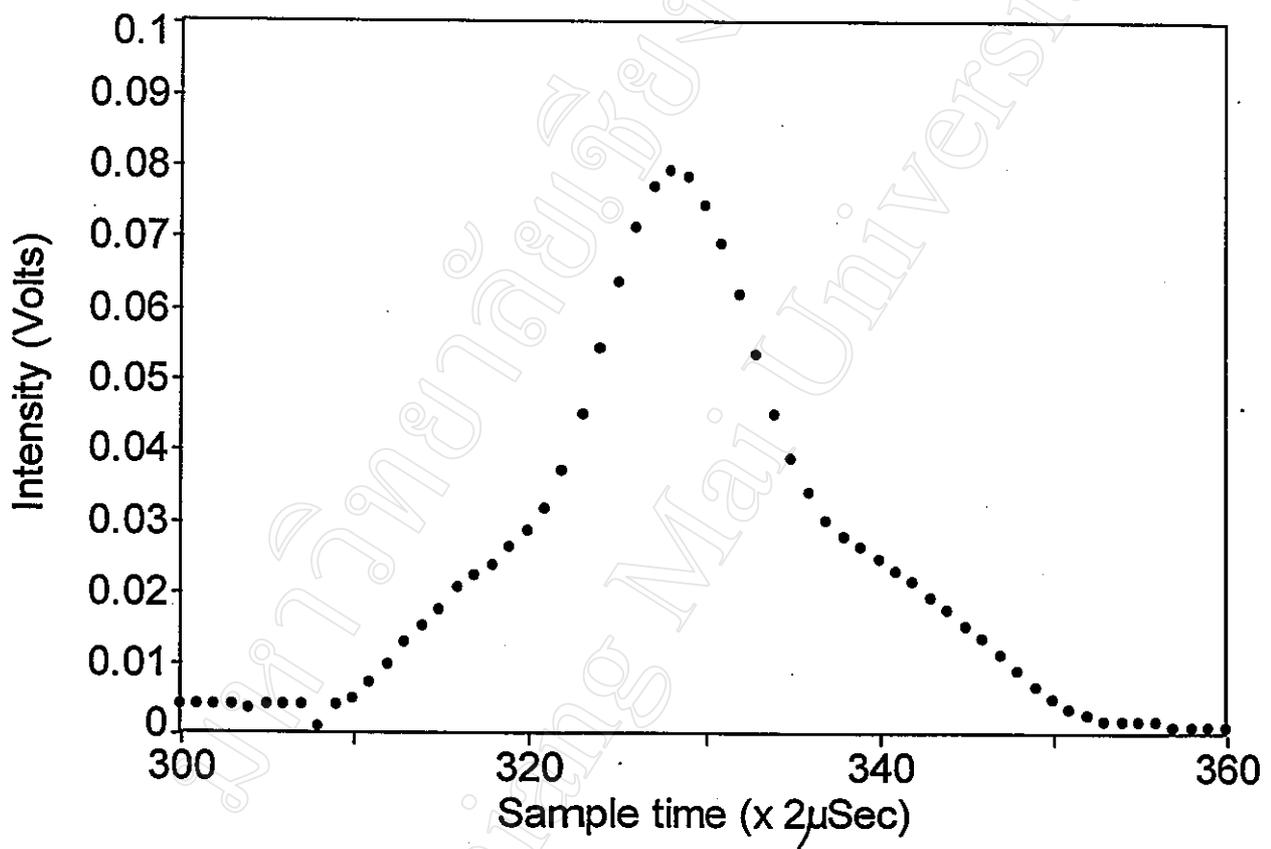
รูป 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความต่างศักย์ 103 กิโลโวลท์



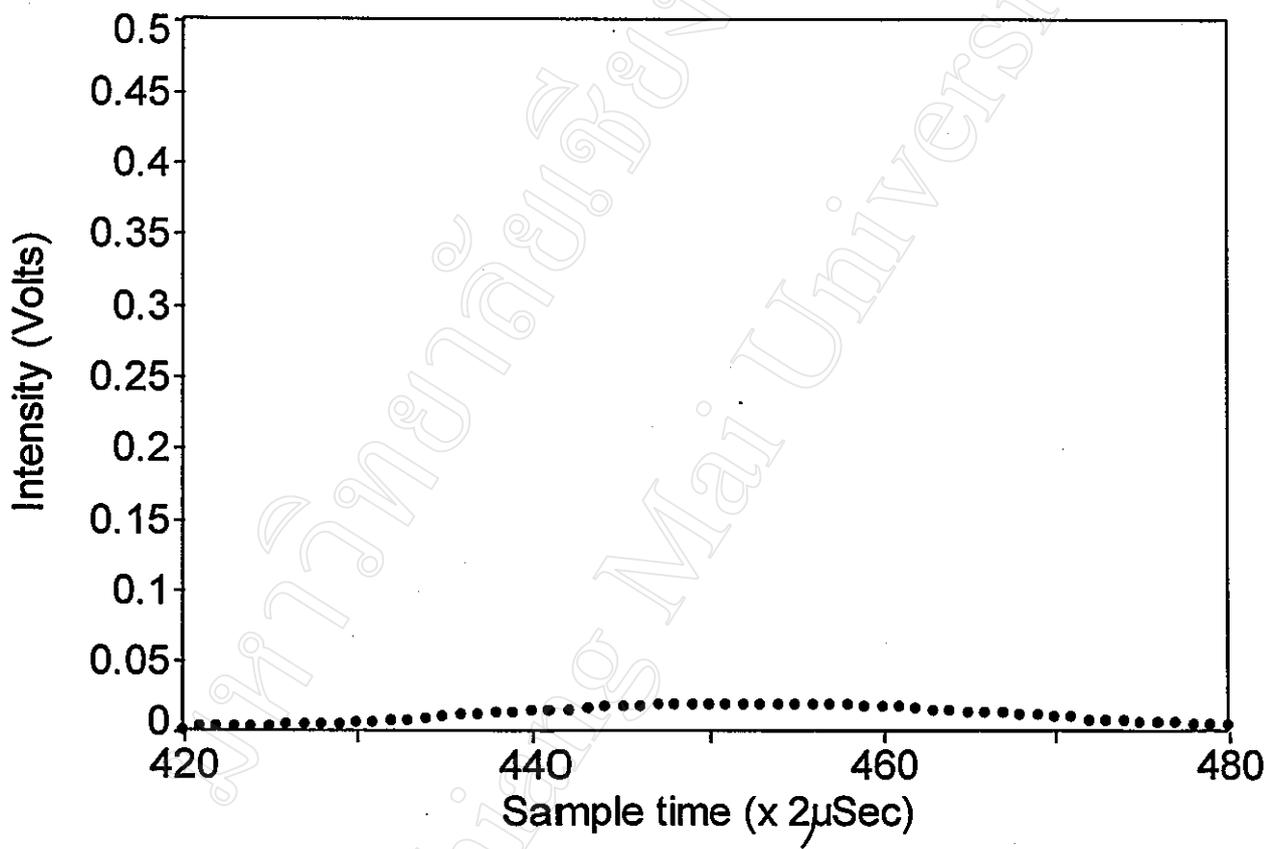
รูป 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความต่างศักย์ 104 กิโลโวลต์



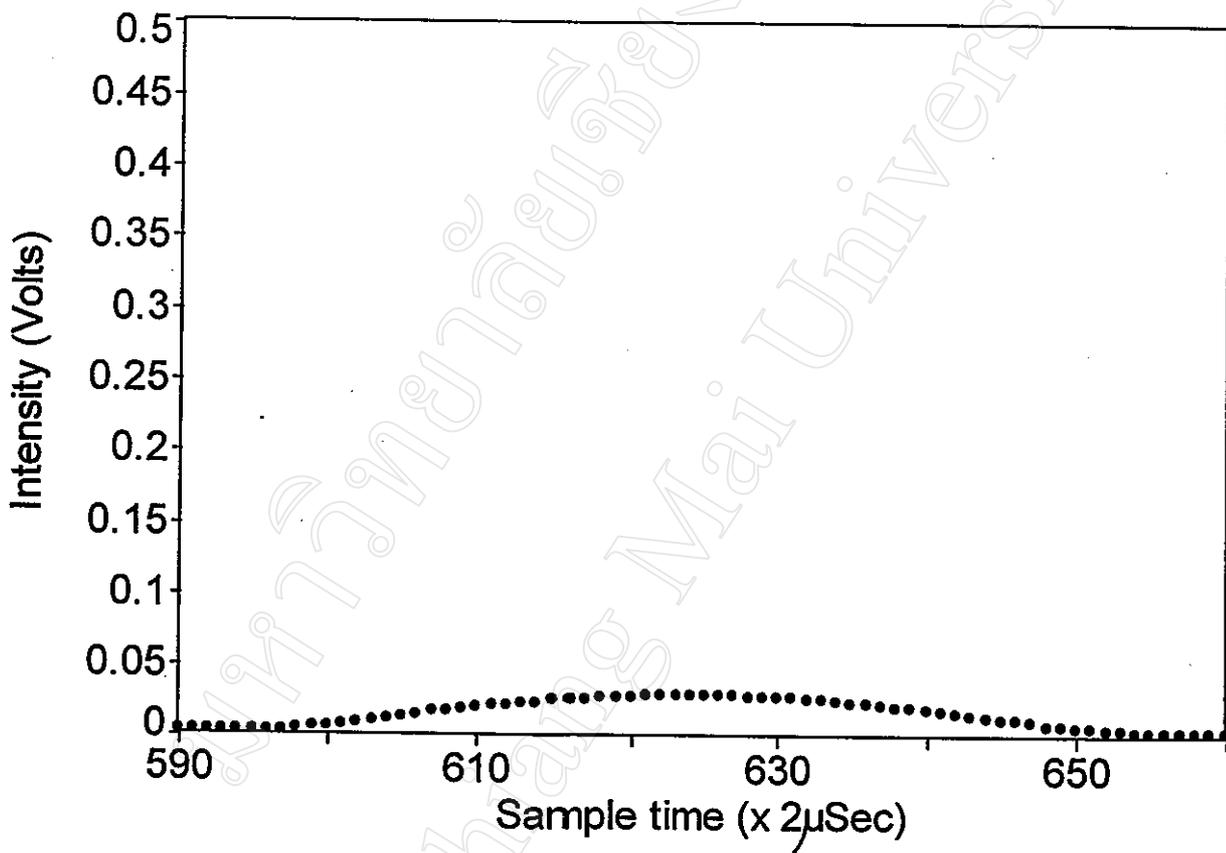
รูป 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของคาร์บอนไดออกไซด์ไฟต์ที่ความต่างศักย์ 105 กิโลโวลท์



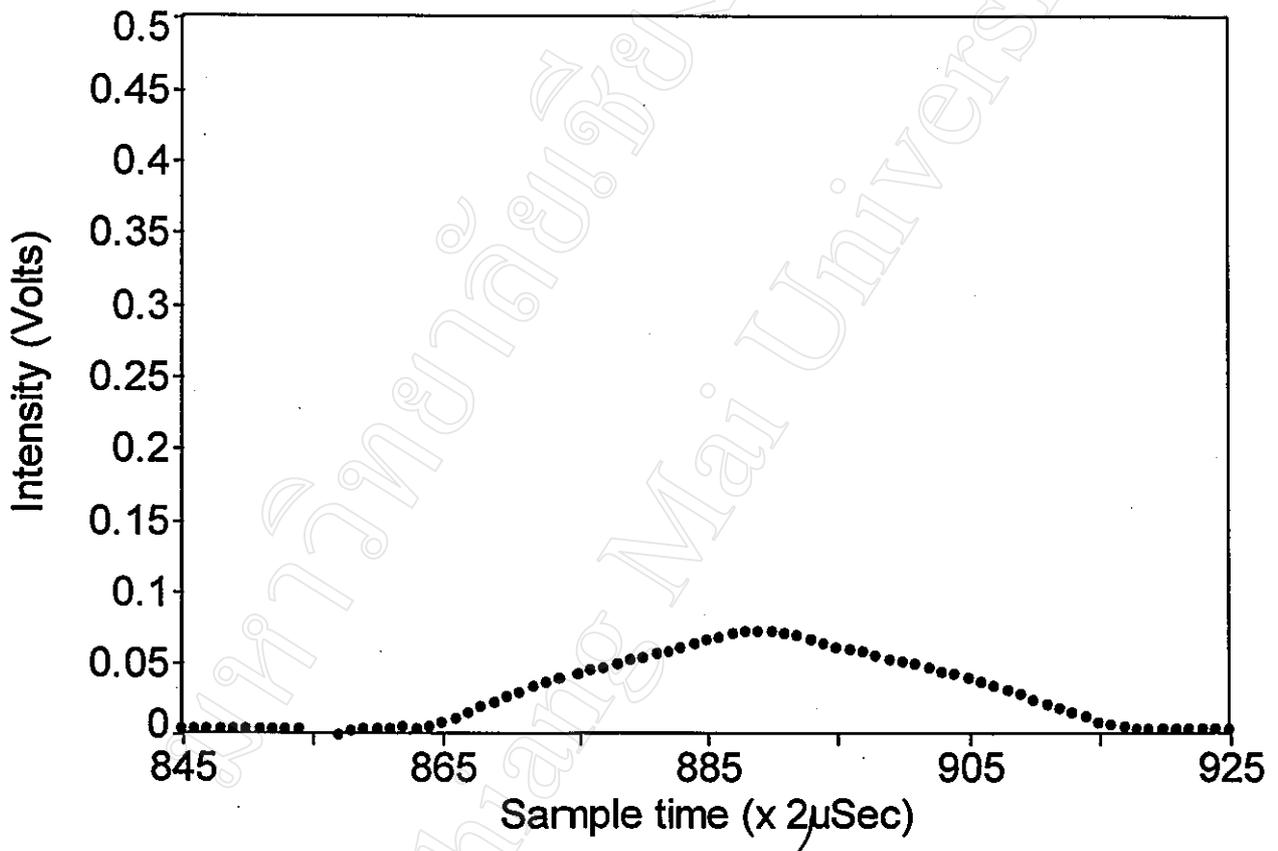
รูป 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของคาร์บอนไดออกไซด์ไฟด์ที่ความต่างศักย์ 106 กิโลโวลท์



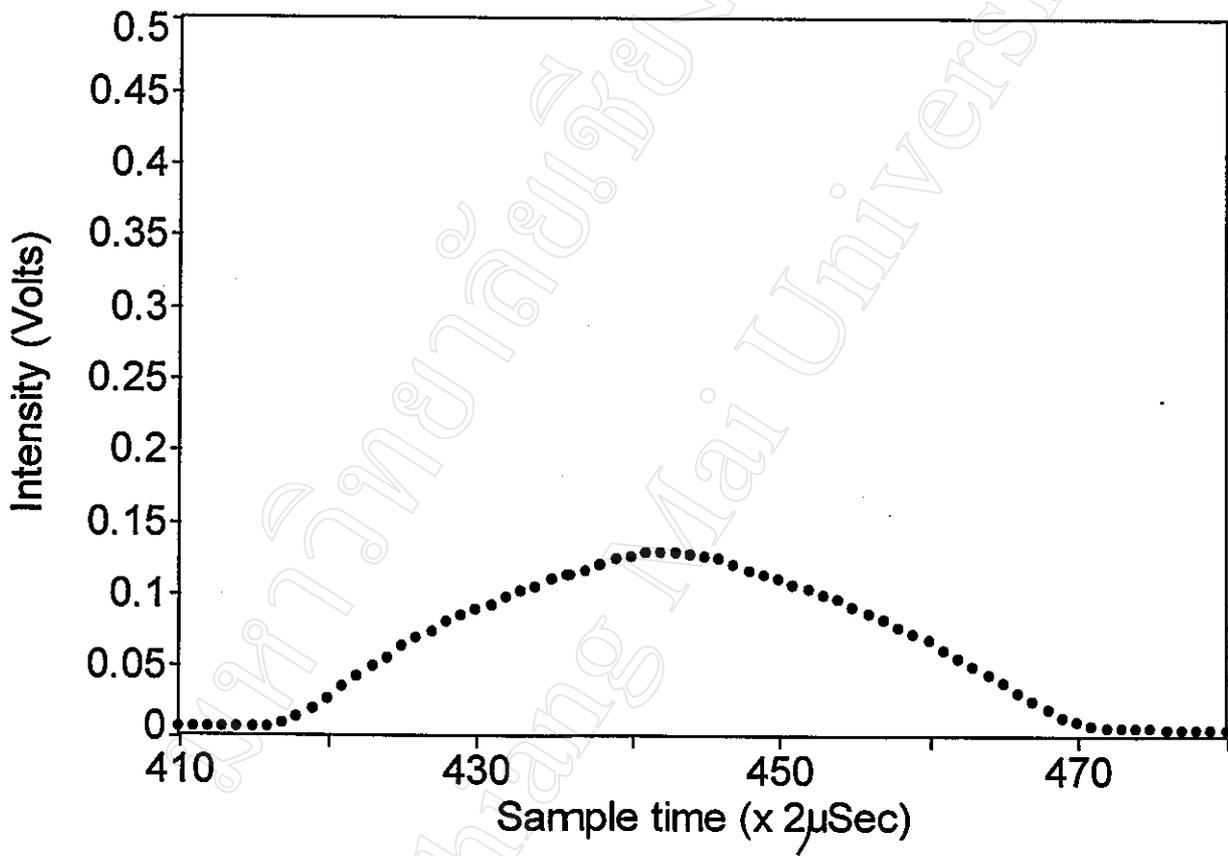
รูป 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของอะซีโตนที่ความต่างศักย์ 4.4 กิโลโวลต์



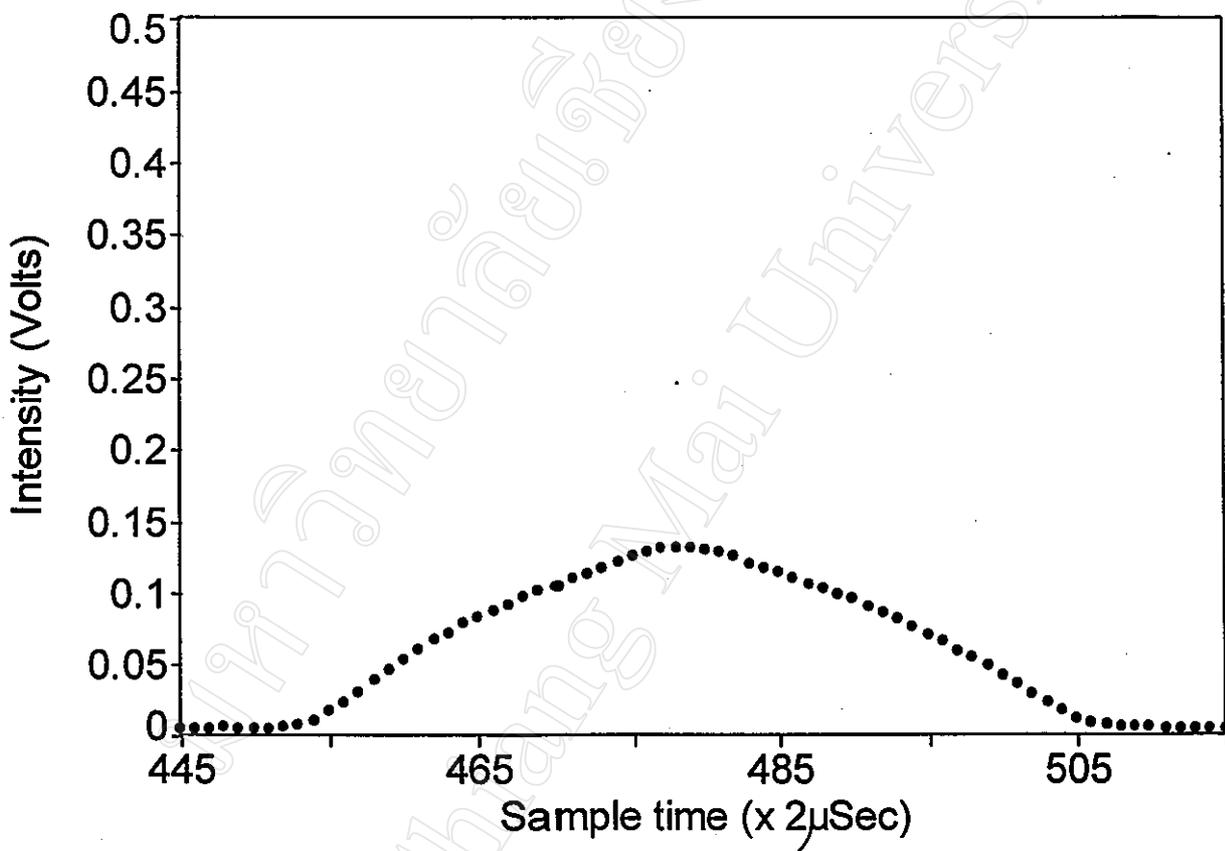
รูป 4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของอะซีไดนที่ความต่างศักย์ 4.7 กิโลโวลต์



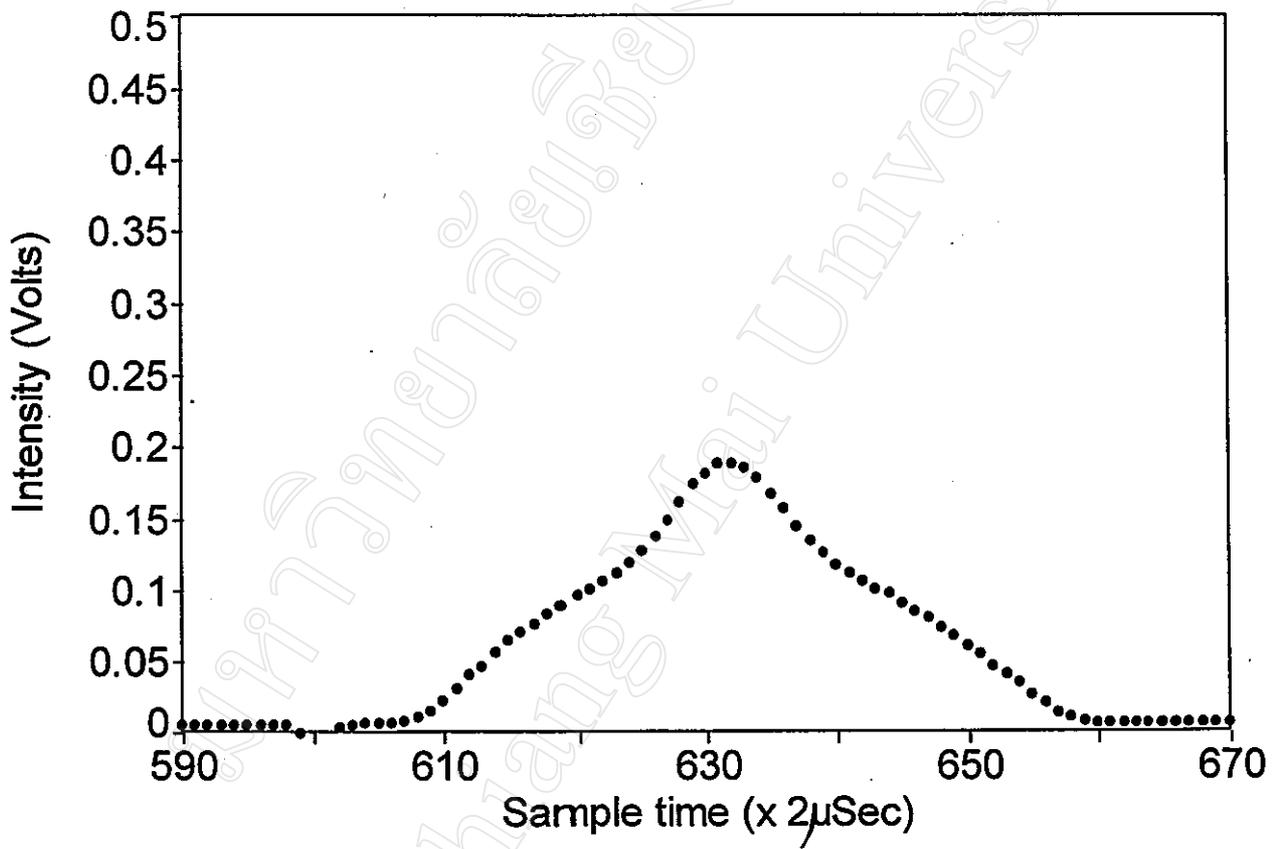
รูป 4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของอะซีไตนที่ความต่างศักย์ 4.9 กิโลโวลท์



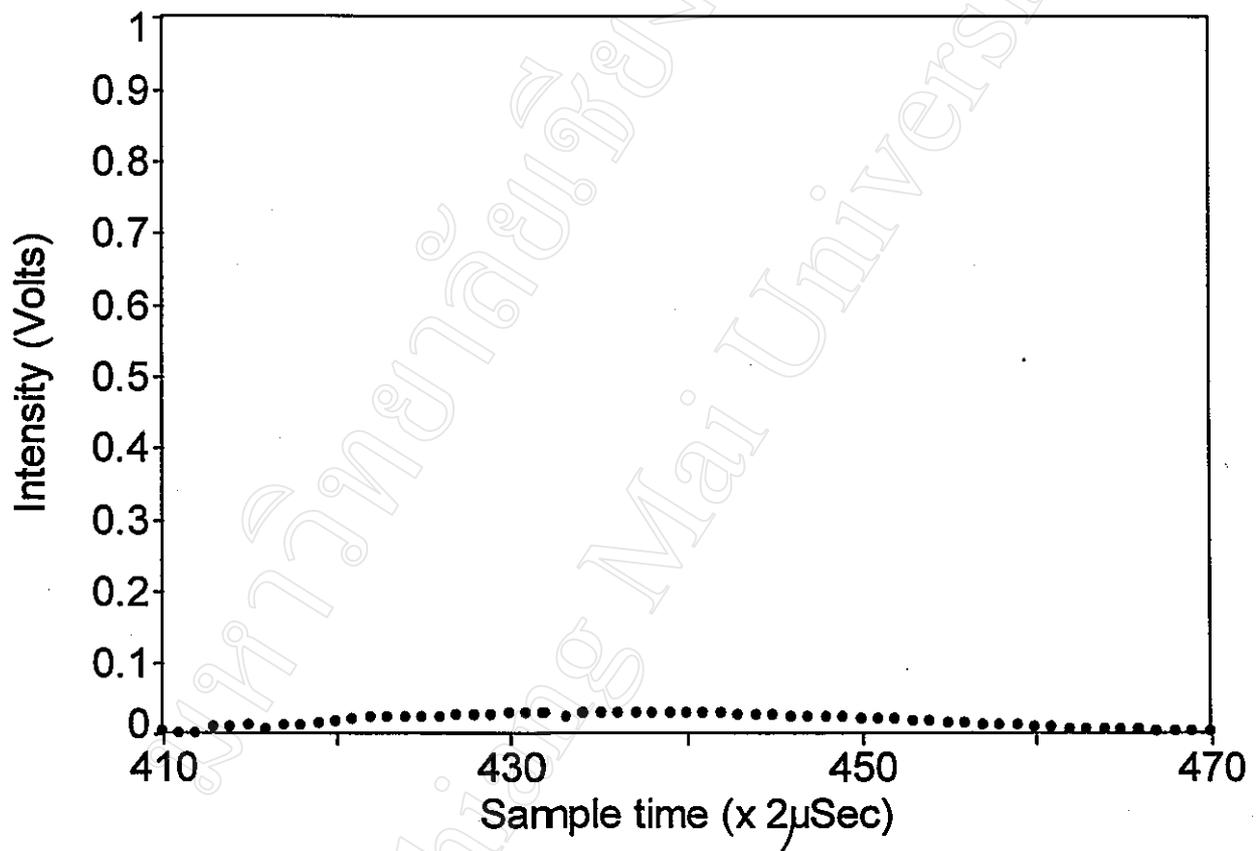
รูป 4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของอะซีโตนที่ความต่างศักย์ 5.1 กิโลโวลท์



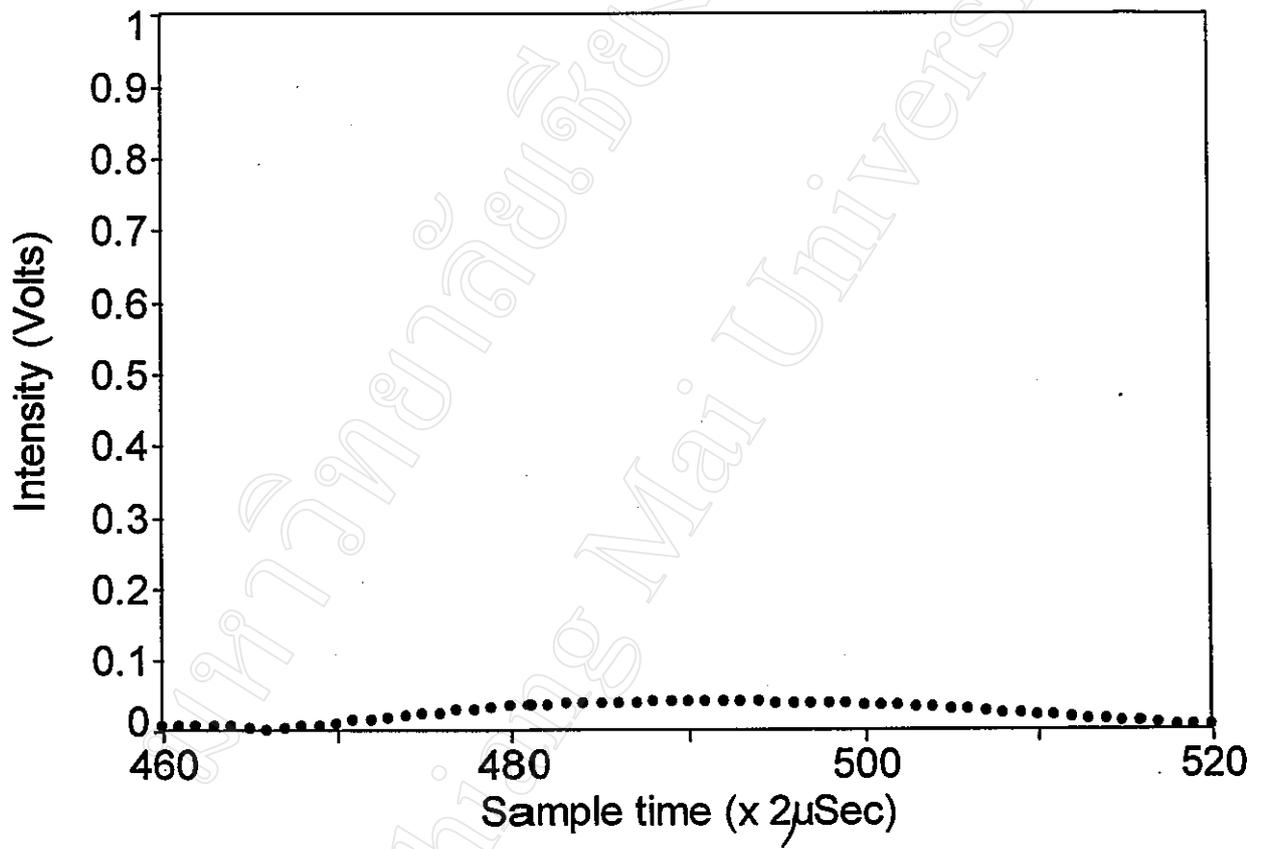
รูป 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของอะซีโตนที่ความต่างศักย์ 5.2 กิโลโวลท์



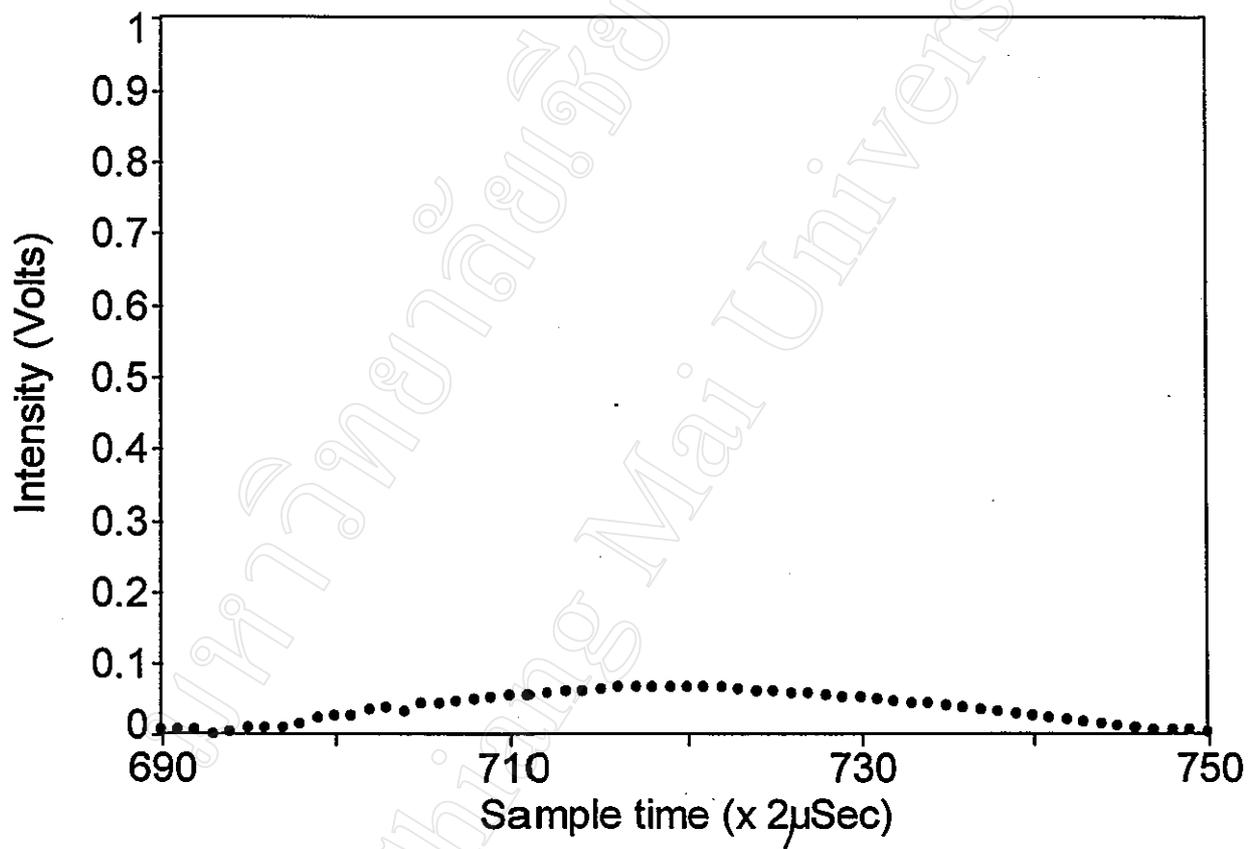
รูป 4.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของอะซีไตนที่ความต่างศักย์ 5.4 กิโลโวลท์



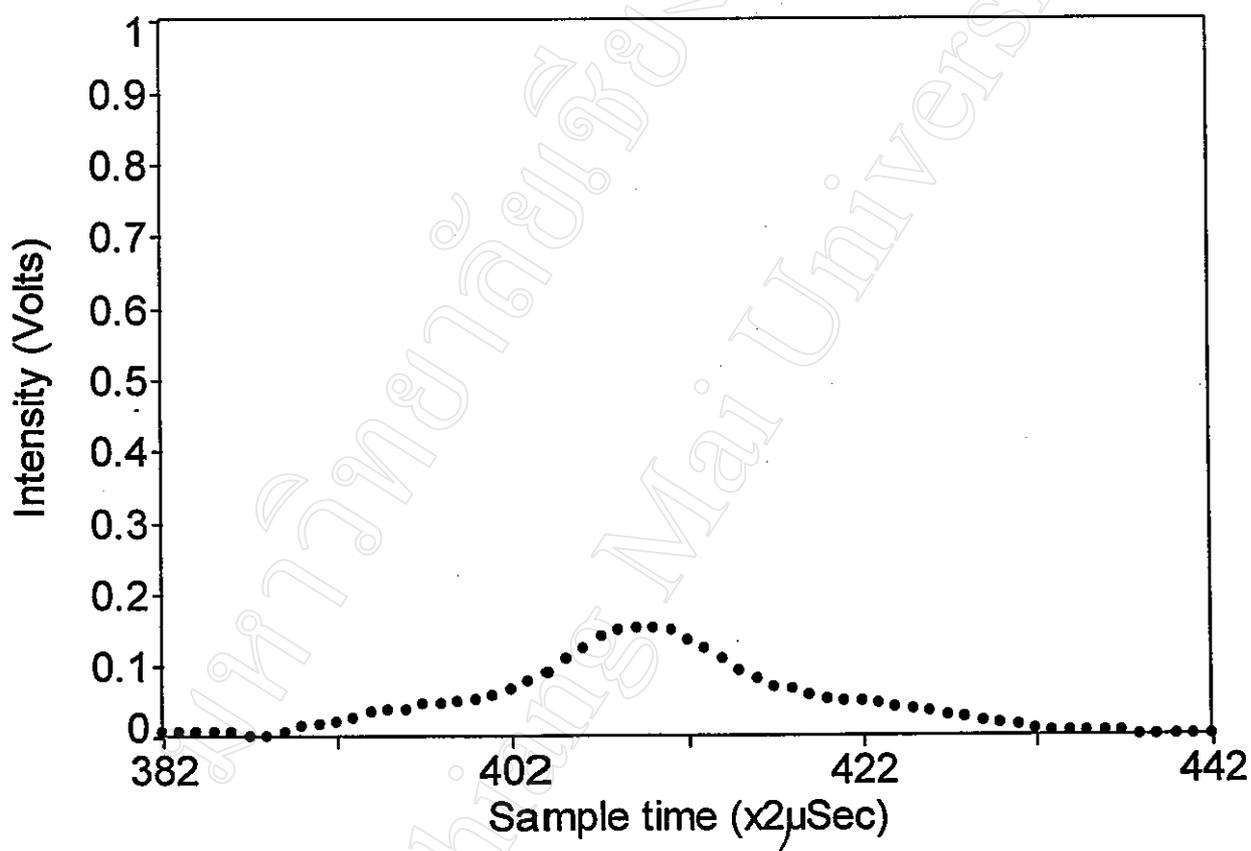
รูป 4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของโพสิโคโนไดรต์ที่ความต่างศักย์ 3.2 กิโลโวลท์



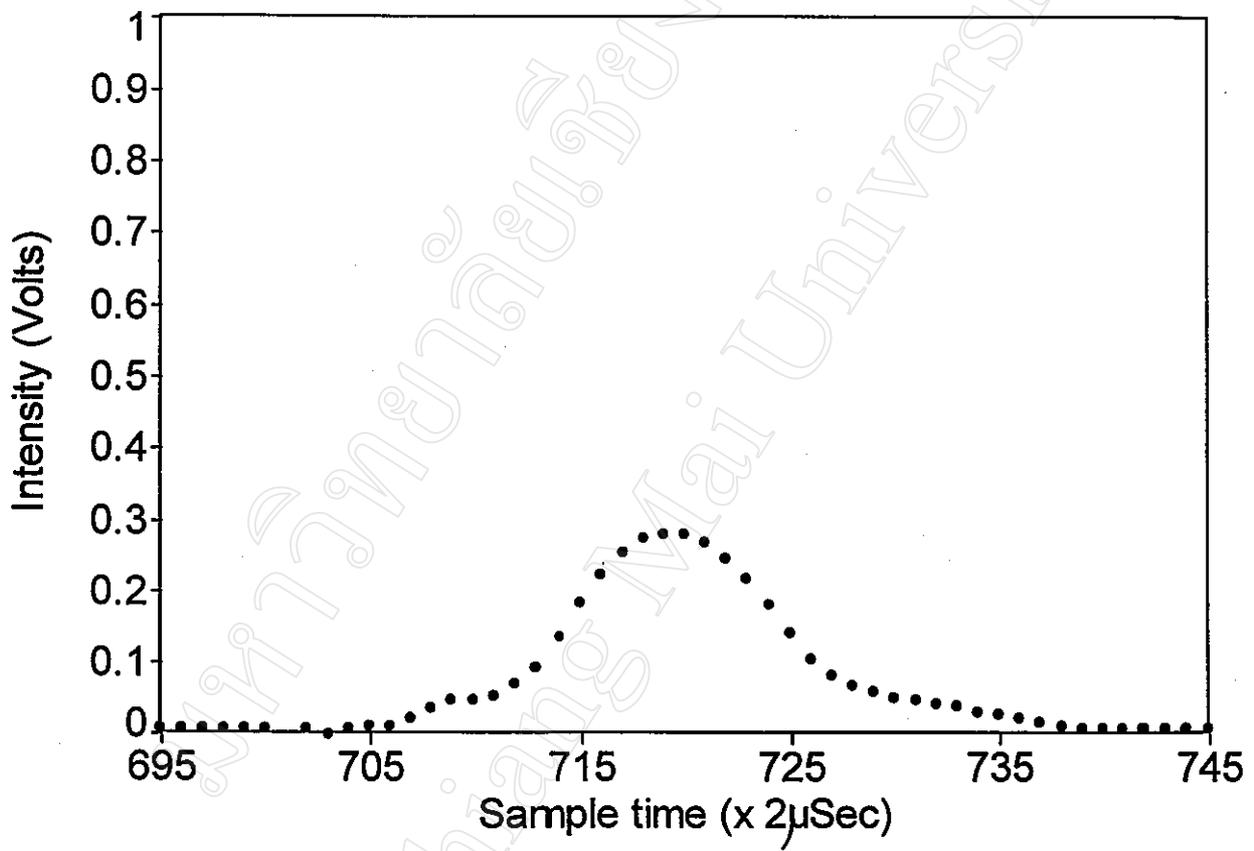
รูป 4.20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของโพรมิโคโนไดรด์ที่ความต่างศักย์ 3.4 กิโลโวลท์



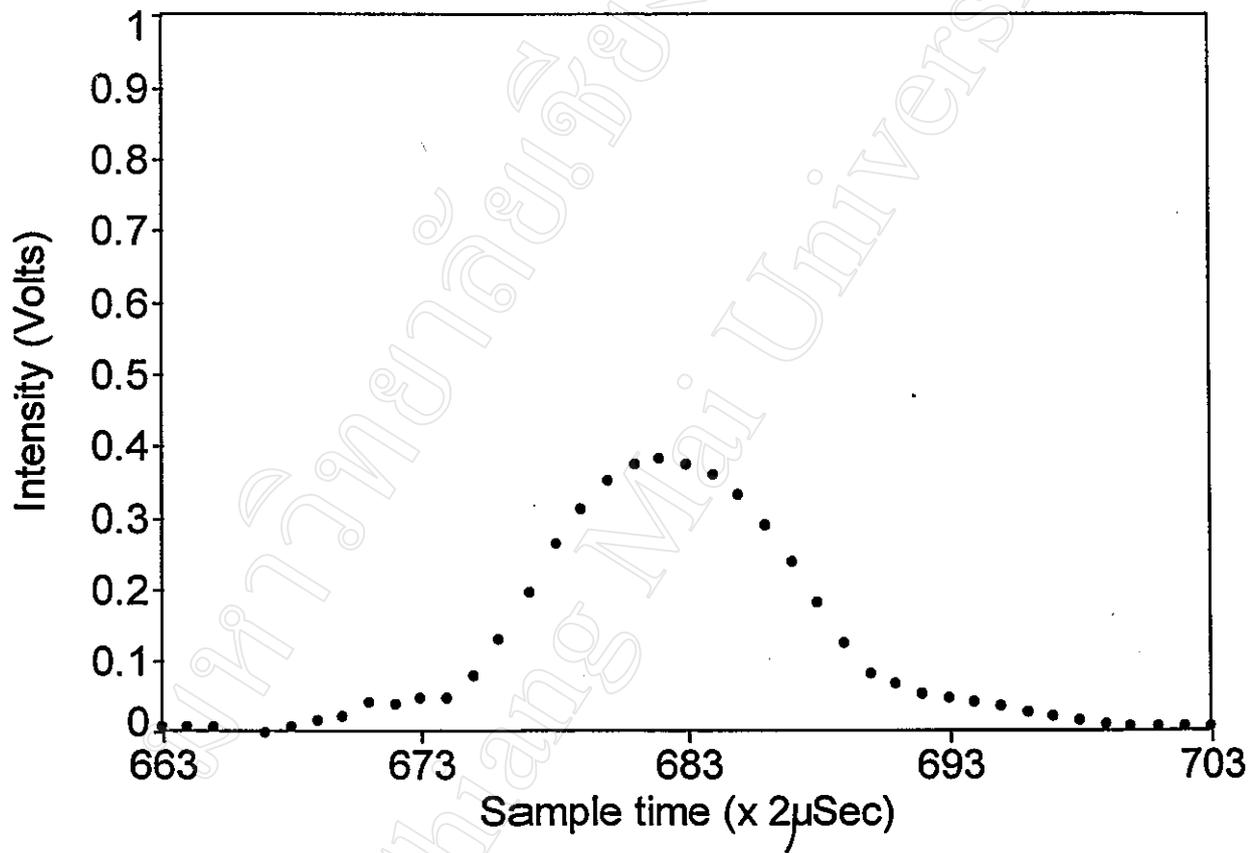
รูป 4.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของโพรมิไอโนไดรด์ที่ความต่างศักย์ 3.6 กิโลโวลท์



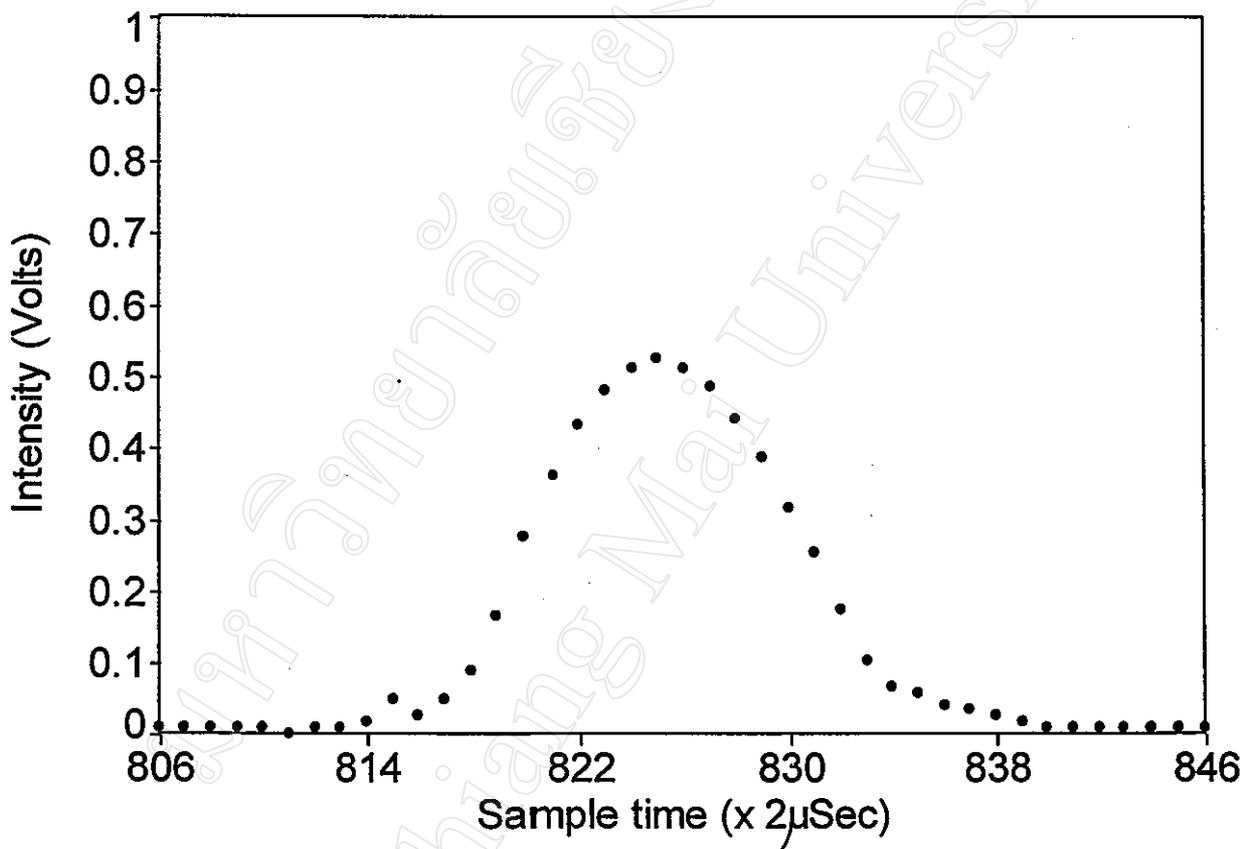
รูป 4.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของโพรฟิไอโนไดรด์ที่ความต่างศักย์ 3.8 กิโลโวลท์



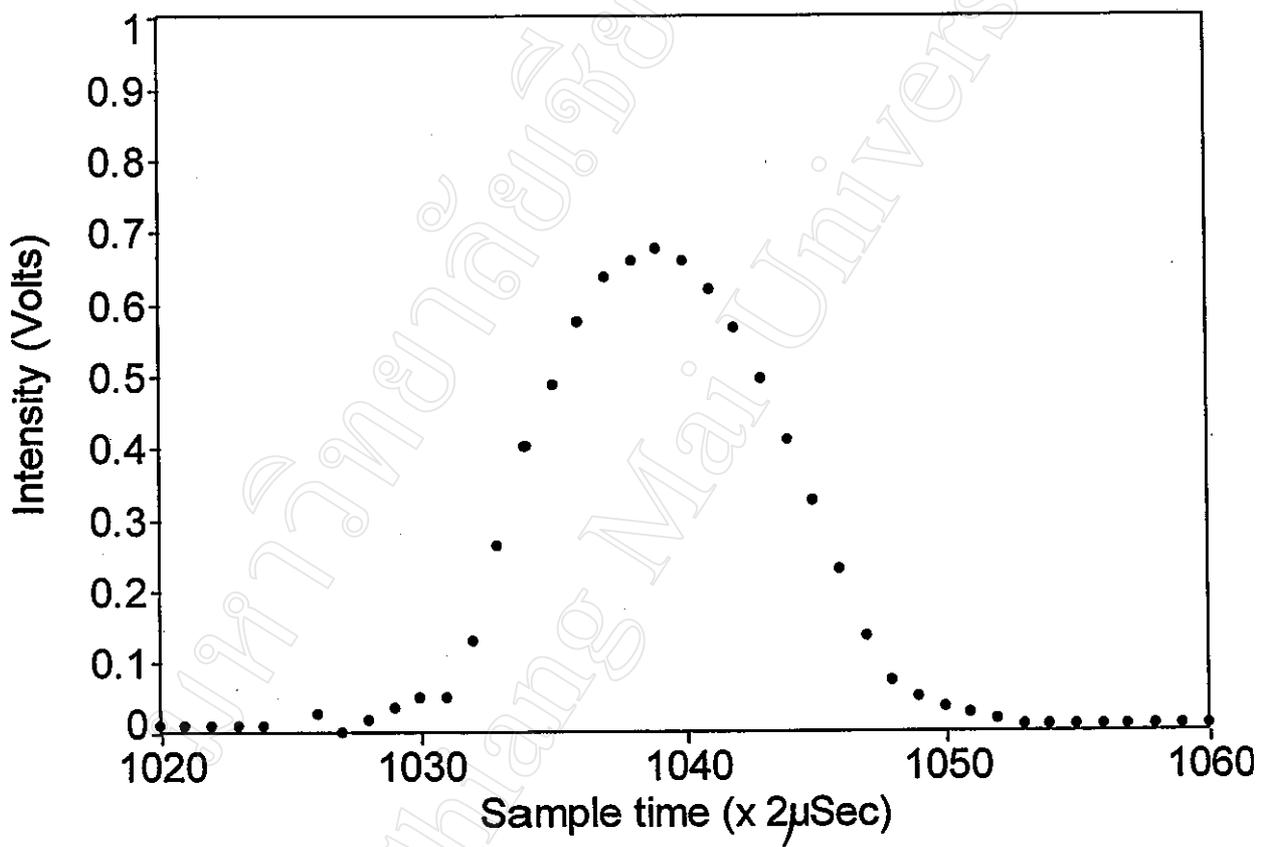
รูป 4.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของโพสิโคโนไดรด์ที่ความต่างศักย์ 4.0 กิโลโวลท์



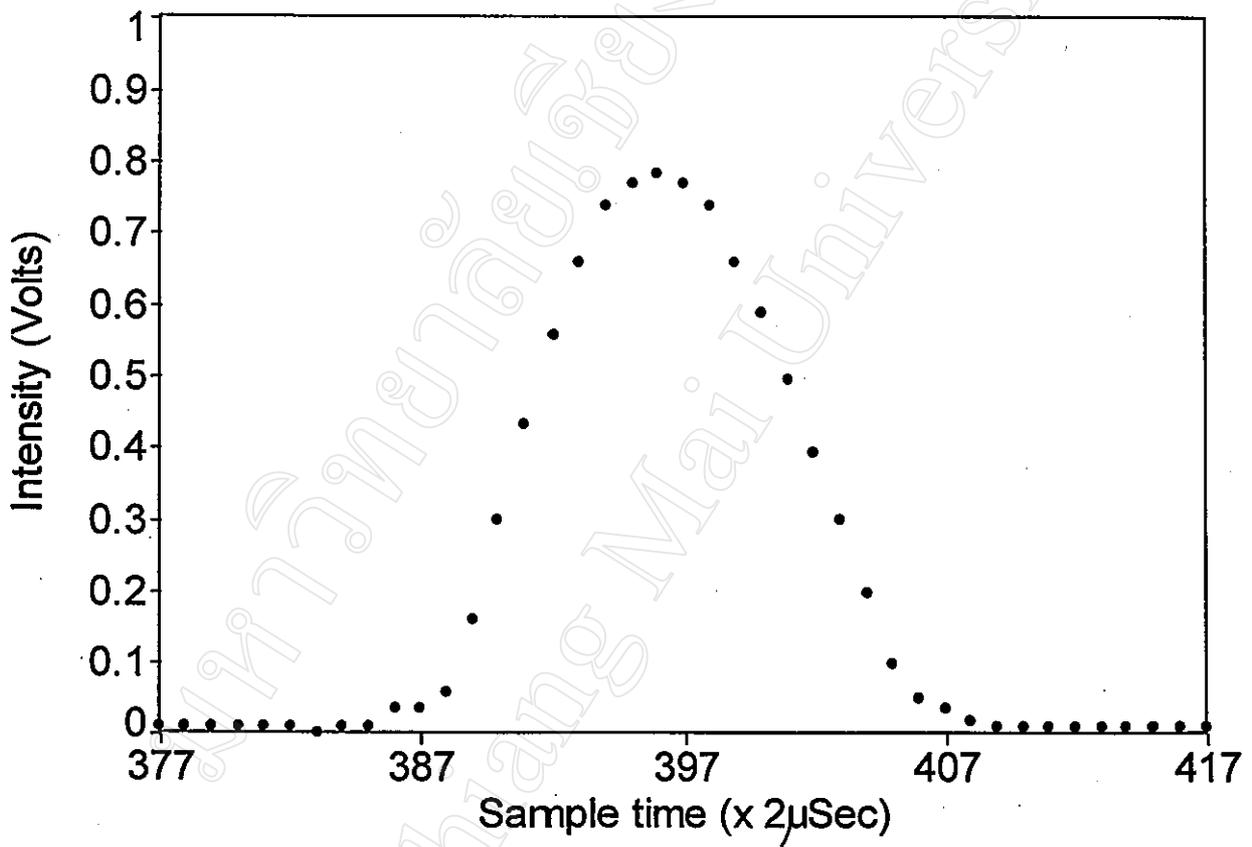
รูป 4.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของโพธิ์ไอไนโตรดที่ความต่างศักย์ 4.2 กิโลโวลต์



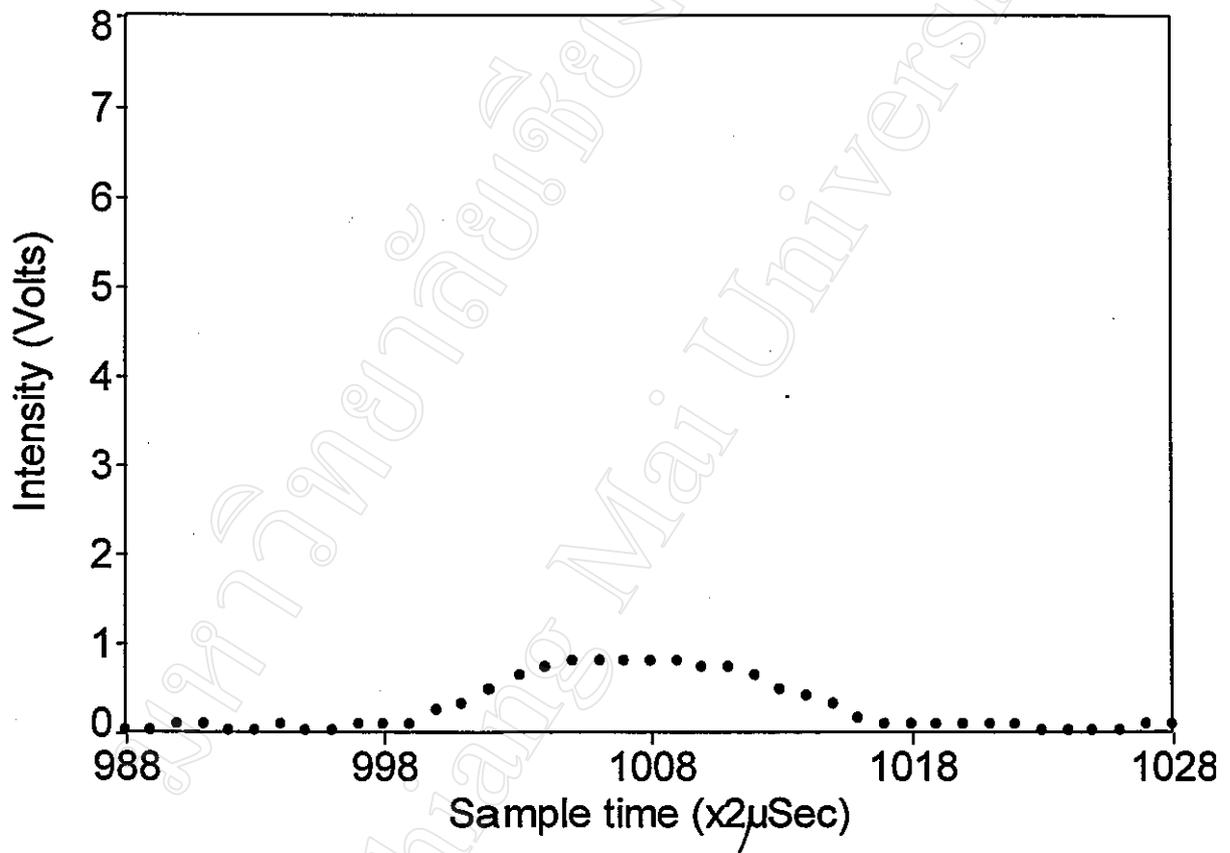
รูป 4.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของโพรวินไอโนไตรด์ที่ความต่างศักย์ 4.4 กิโลโวลต์



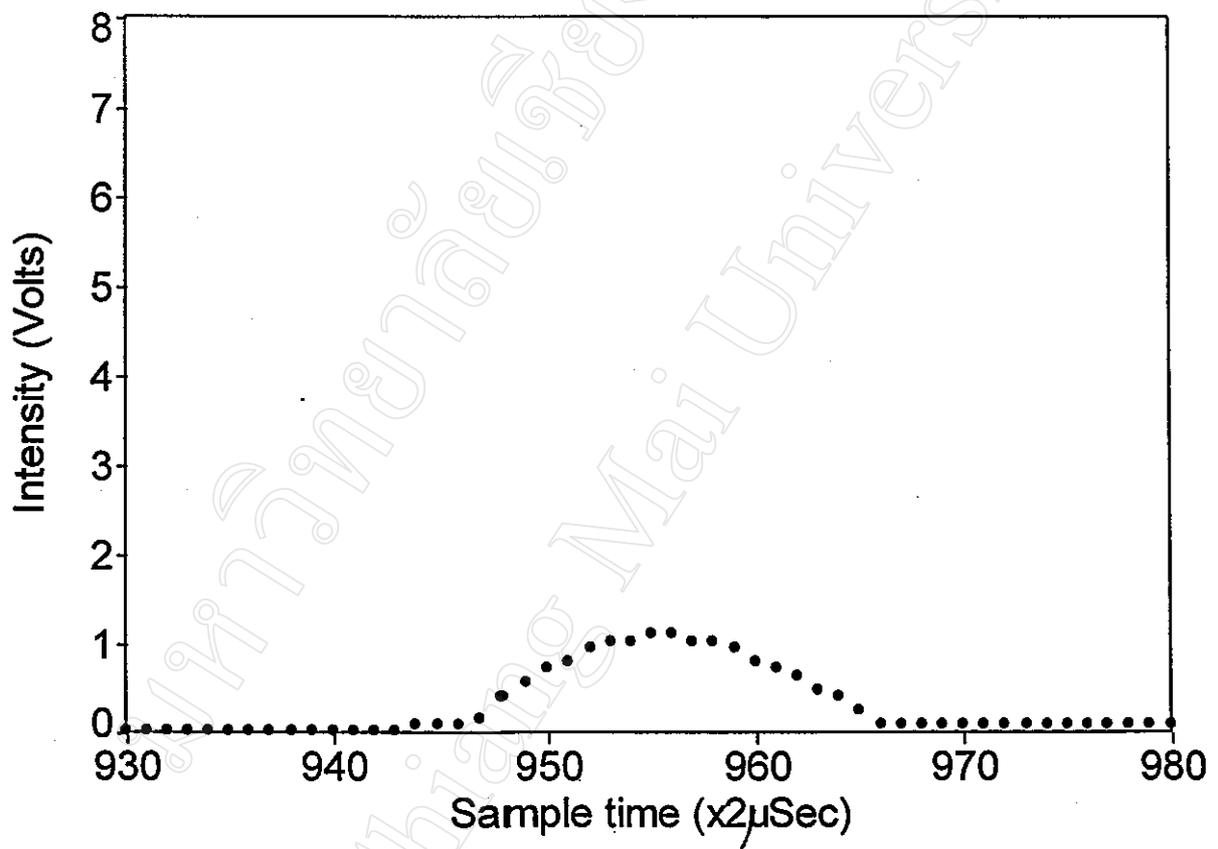
รูป 4.26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของโพรมิไอไนไตรด์ที่ความต่างศักย์ 4.6 กิโลโวลท์



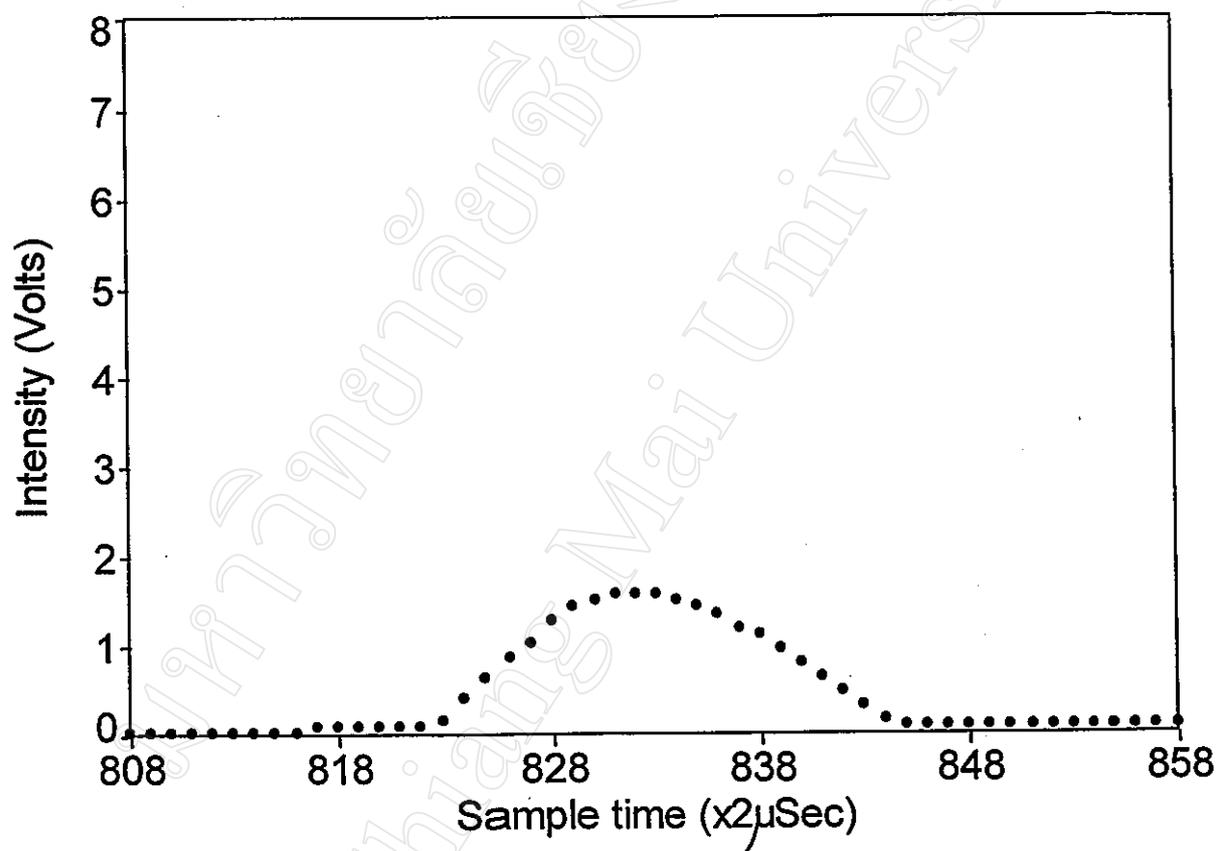
รูป 4.27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของโพธิ์ไอโนไตรด์ที่ความต่างศักย์ 4.8 กิโลโวลท์



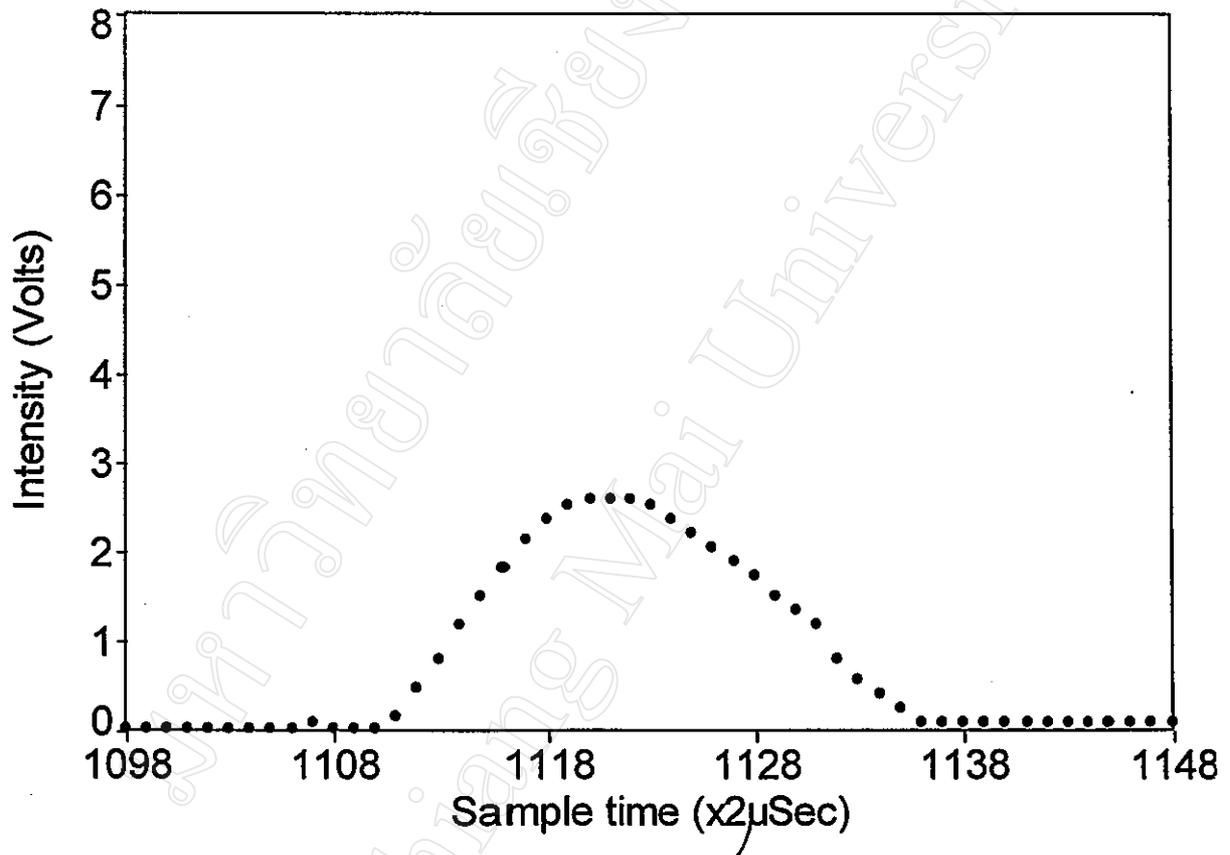
รูป 4.28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของเบนโซไนไตรด์ที่ความต่างศักย์ 2.2 กิโลโวลต์



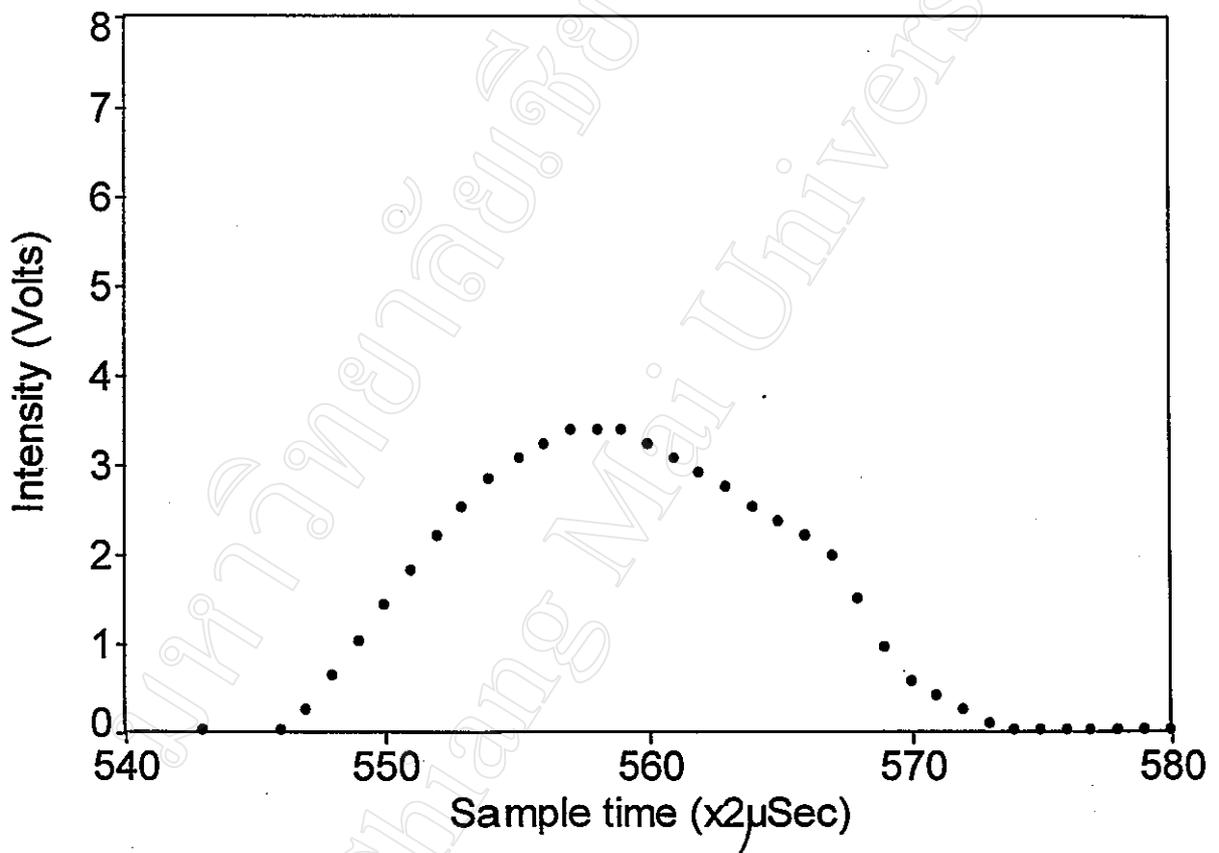
รูป 4.29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของเบนโซไนไตรด์ที่ความต่างศักย์ 2.4 กิโลโวลท์



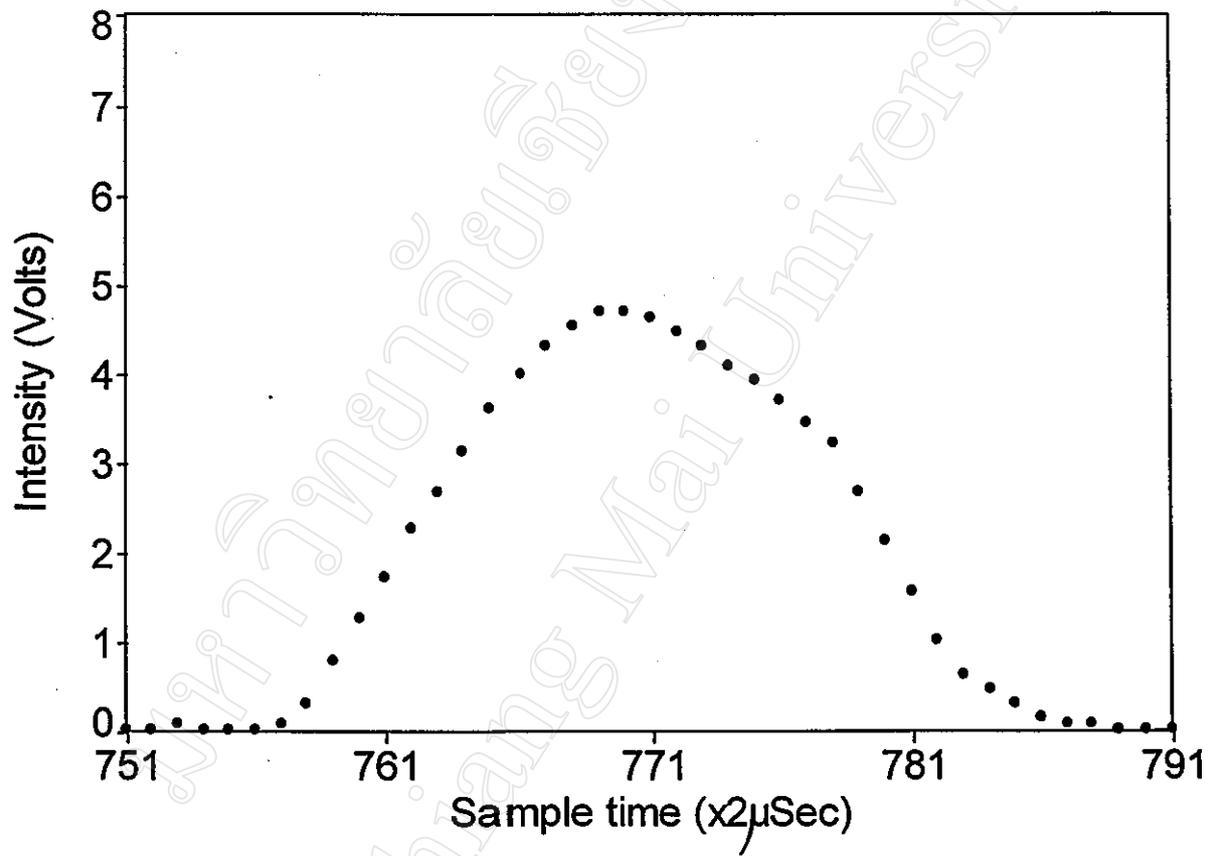
รูป 4.30 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของเบนโซไนไตรด์ที่ความต่างศักย์ 2.6 กิโลโวลต์



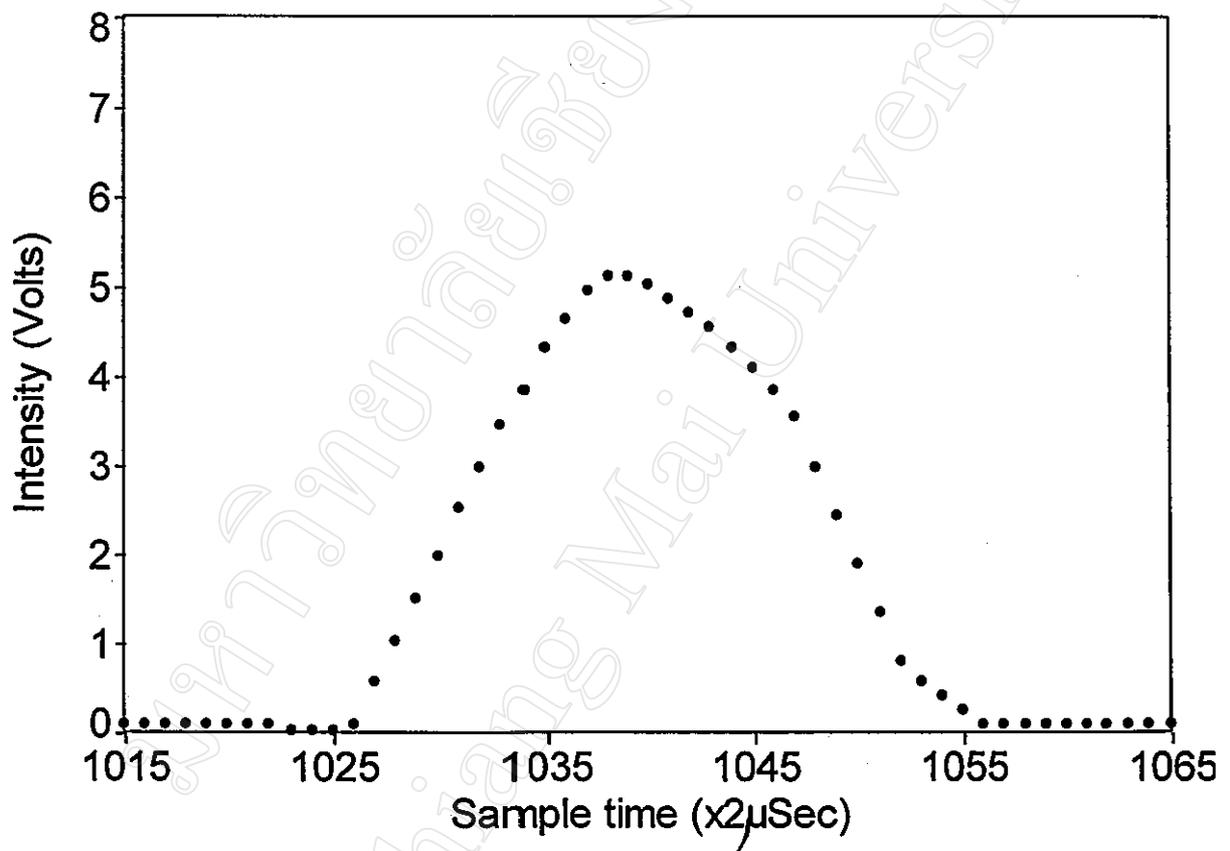
รูป 4.31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของเบมไซโนไตรด์ที่ความต่างศักย์ 2.8 กิโลโวลท์



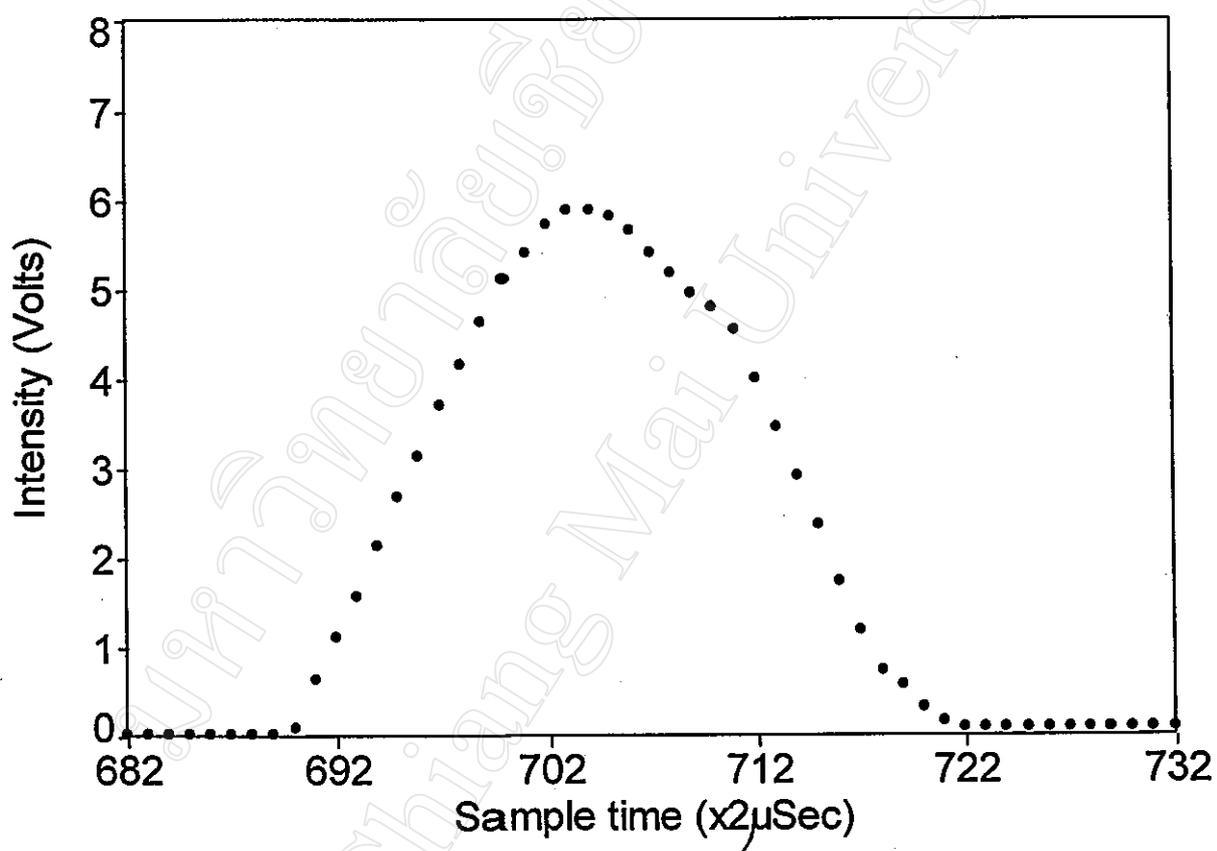
รูป 4.32 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของเบนโซไนไตรด์ที่ความต่างศักย์ 3.0 กิโลโวลท์



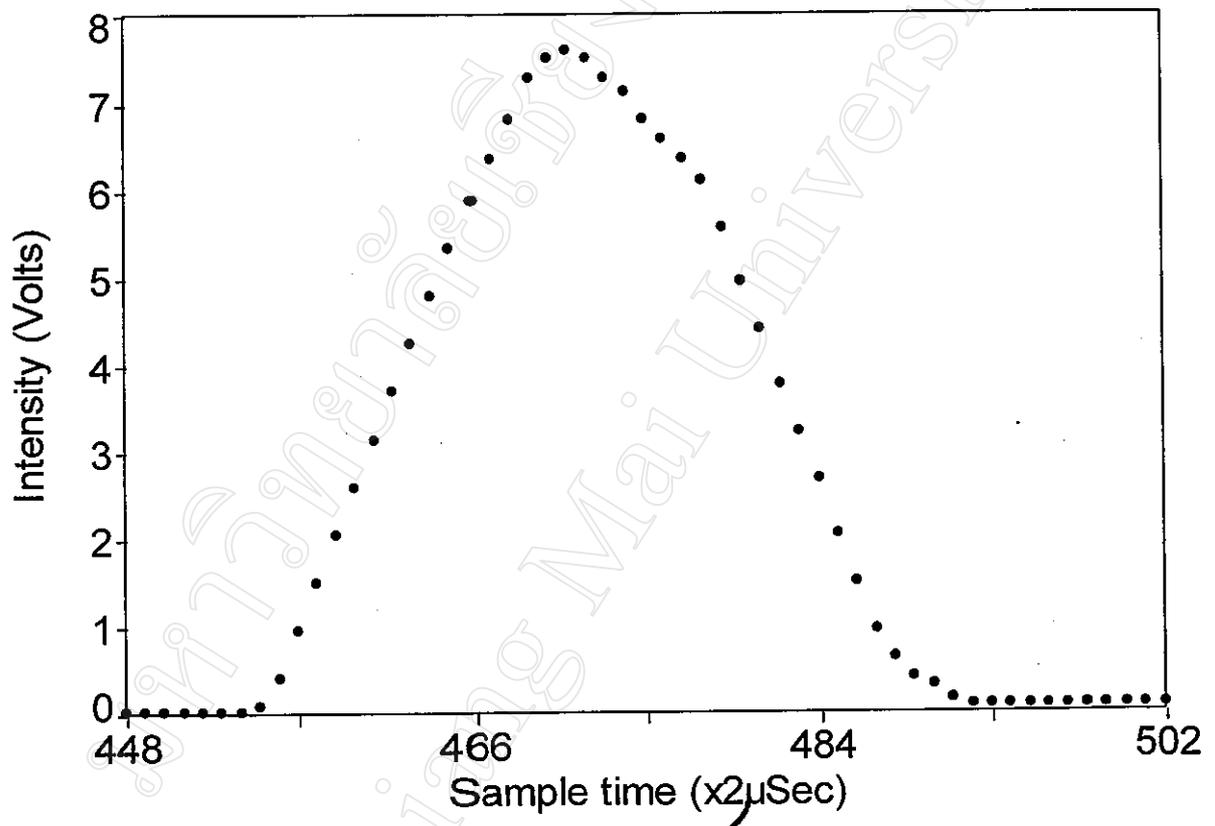
รูป 4.33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของเบนไซไนไตรด์ที่ความต่างศักย์ 3.2 กิโลโวลท์



รูป 4.34 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของเบนโซไนด์ที่ความต่างศักย์ 3.4 กิโลโวลต์



รูป 4.35 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของเบนไซไนไตรด์ที่ความต่างศักย์ 3.6 กิโลโวลต์



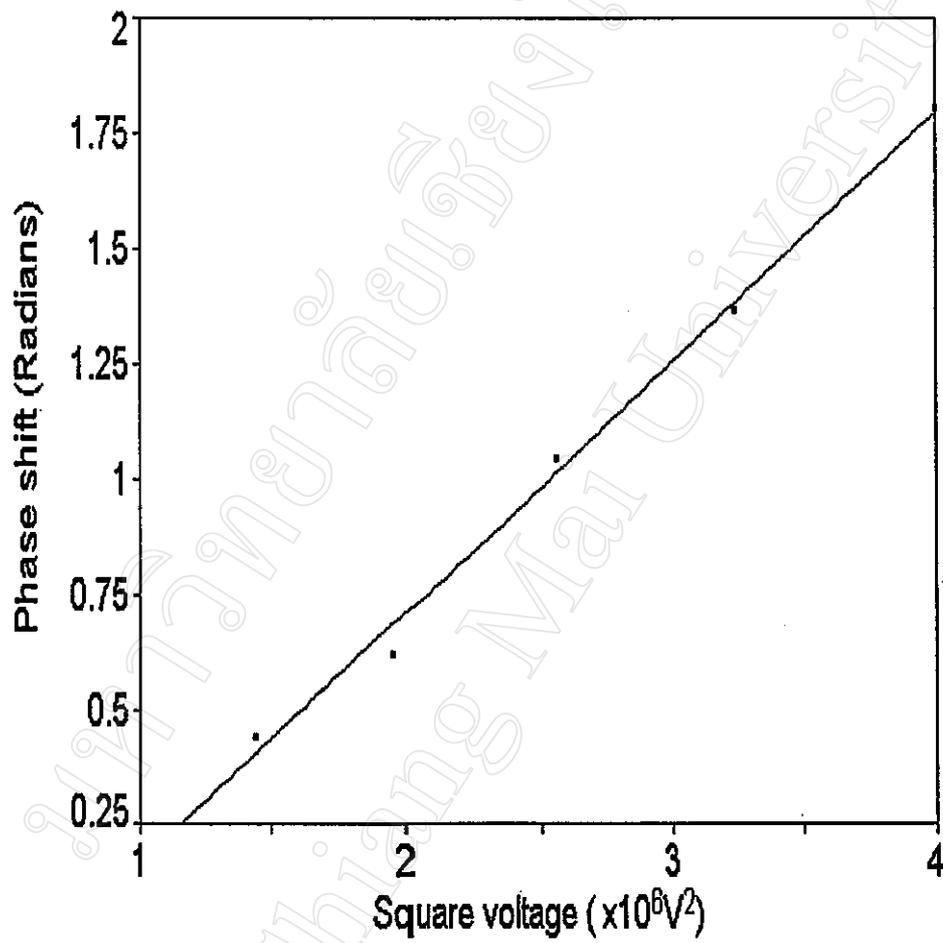
รูป 4.36 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับเวลา  
ของเบนโซไนไตรด์ที่ความต่างศักย์ 3.8 กิโลโวลท์

#### 4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

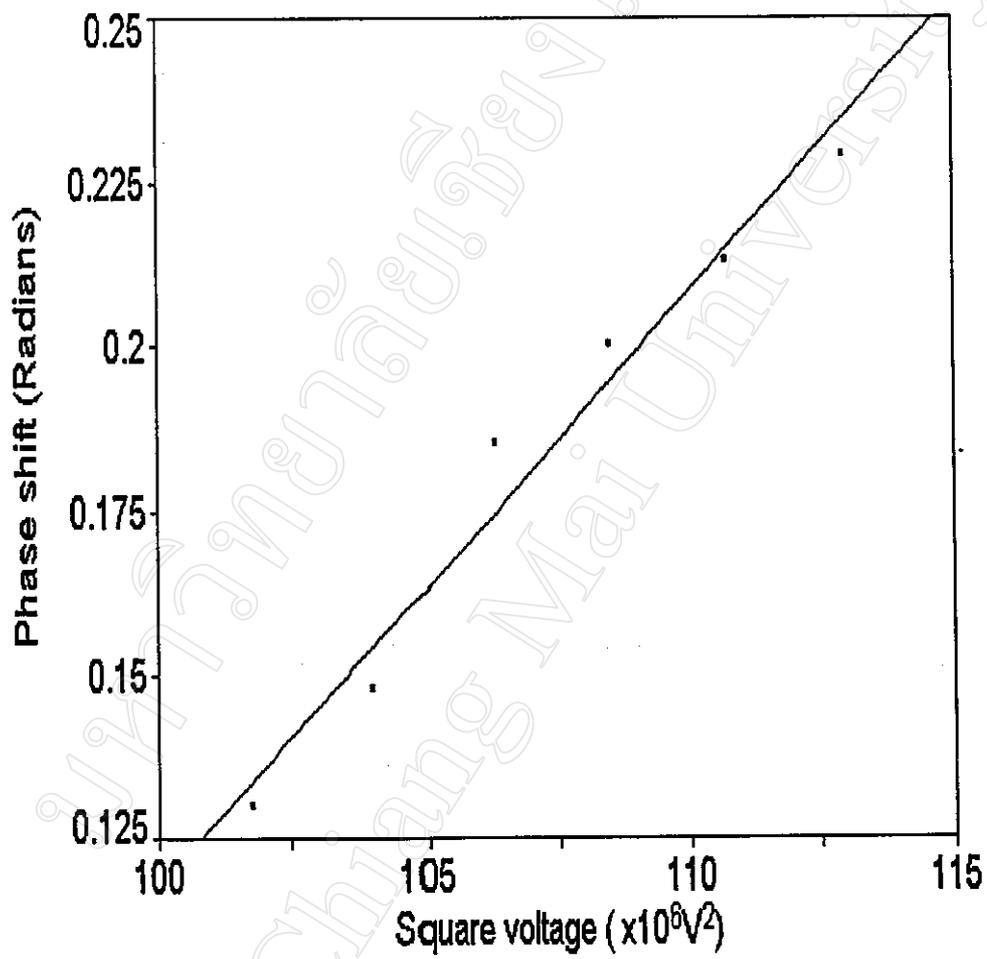
จากความเข้มแสงที่วัดได้สำหรับของเหลวตัวอย่างแต่ละชนิด สามารถนำไปแทนค่าในสมการ (2.57) จะทำให้สามารถหาค่าเฟสที่เปลี่ยนไป (Phase shift)  $\delta$  ได้ และจากสมการ (2.60) ทำให้ได้ว่า

$$\delta = \left( \frac{\pi}{V_m^2} \right) V^2 \quad (4.1)$$

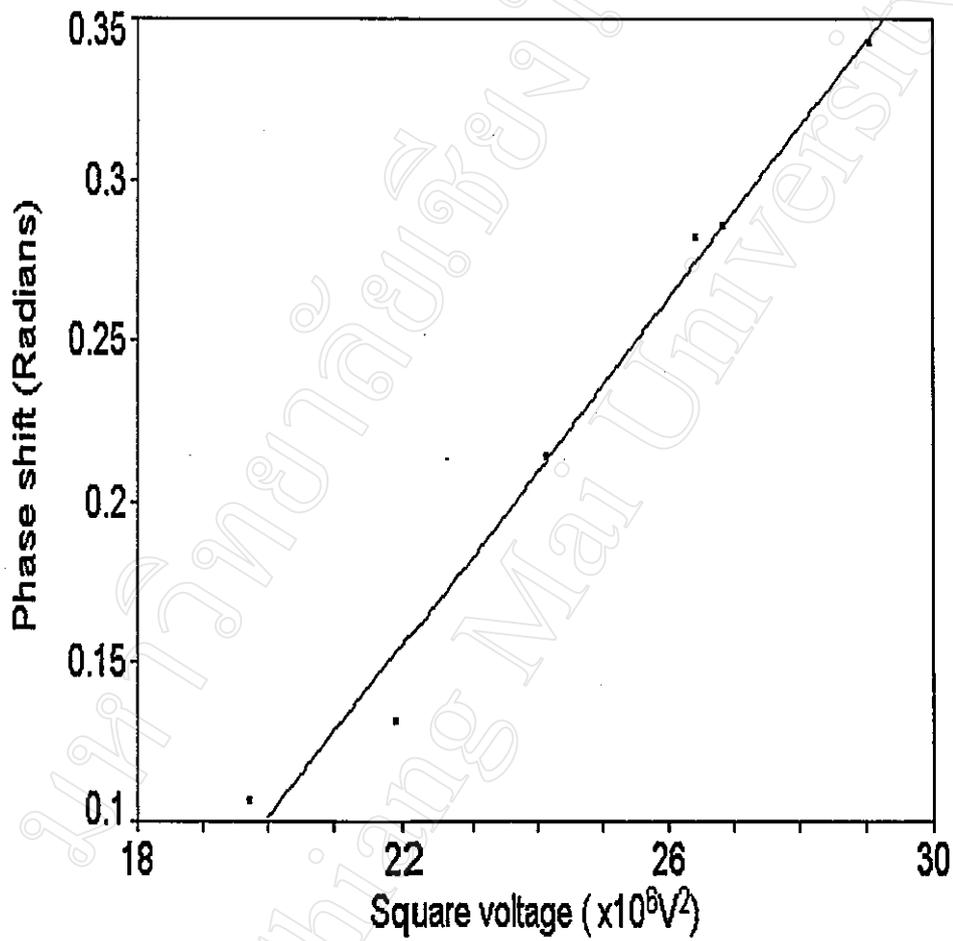
ดังนั้นเมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง  $\delta$  กับความต่างศักย์กำลังสอง  $V^2$  ควรจะได้กราฟเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ  $\frac{\pi}{V_m^2}$  และตัดแกน  $y$  ที่จุดกำเนิด รูป 4.37 ถึงรูป 4.41 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเฟสที่เปลี่ยนไปกับความต่างศักย์กำลังสองของ ไนโตรเบนซีน คาร์บอนไดซัลไฟด์ อะซีโตน โพรพิโอไนโตรด์ และเบนโซไนโตรด์ตามลำดับ



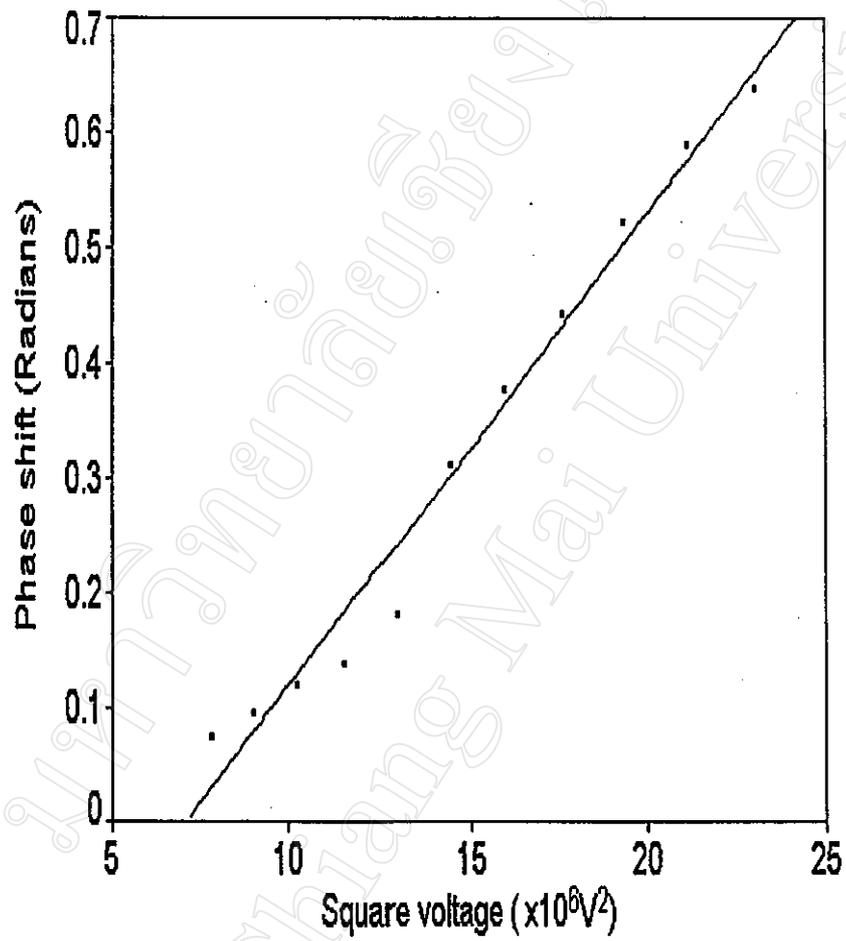
รูป 4.37 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเฟสที่เปลี่ยนไปกับความต่างศักย์กำลังสองของไนโตรเบนซีน



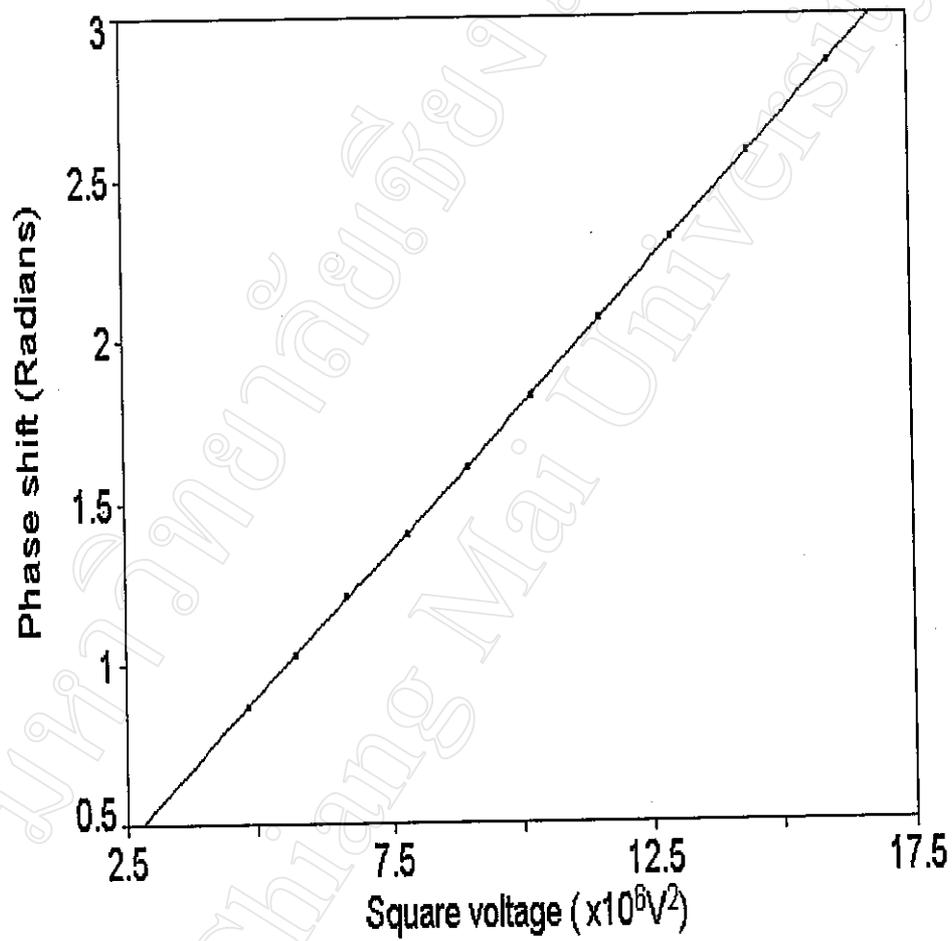
รูป 4.38 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเฟสที่เปลี่ยนไปกับความต่างศักย์กำลังสองของคาร์บอนไดออกไซด์



รูป 4.39 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเฟสที่เปลี่ยนไปกับความต่างศักย์  
กำลังสองของอะซีโตน



รูป 4.40 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเฟสที่เปลี่ยนไปกับความต่างศักย์กำลังสองของโพสิโคโนไดรต์



รูป 4.41 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเฟสที่เปลี่ยนไปกับความต่างศักย์  
กำลังสองของเบนโซไนด์

จากรูป 4.37 ถึงรูป 4.41 พบว่าความชันของกราฟมีค่าเท่ากับ  $\frac{\pi}{V_m^2}$  และจากสมการ (2.61) จะหา First transmission voltage  $V_m$  และ ค่า Kerr constant  $K$  ได้ ซึ่งค่าดังกล่าวของของเหลวตัวอย่างชนิดต่างๆแสดงดังตาราง 4.1

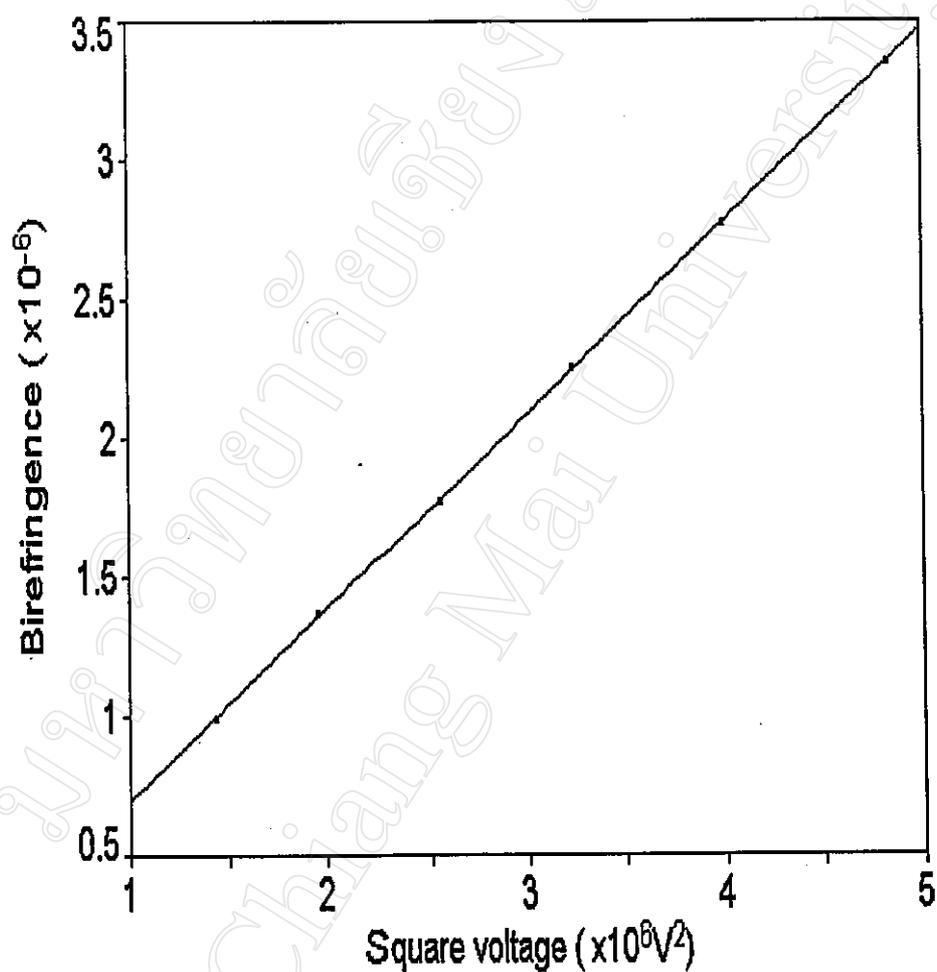
ตาราง 4.1 แสดงค่าความต่างศักย์  $V_m$  และค่า Kerr constant  $K$  ของของเหลวตัวอย่างชนิดต่างๆที่ได้จากกราฟรูป 4.37 ถึงรูป 4.41

ของเหลวตัวอย่าง	$V_m$ (Volts)	Kerr constant $K$ ( $\times 10^{-15} m/V^2$ )
ไนโตรเบนซีน	2403	2825
คาร์บอนไดซัลไฟด์	18683	45
อะซีโตน	10787	161
โพธิโอไนโตรด์	8754	243
เบนโซไนโตรด์	4201	943

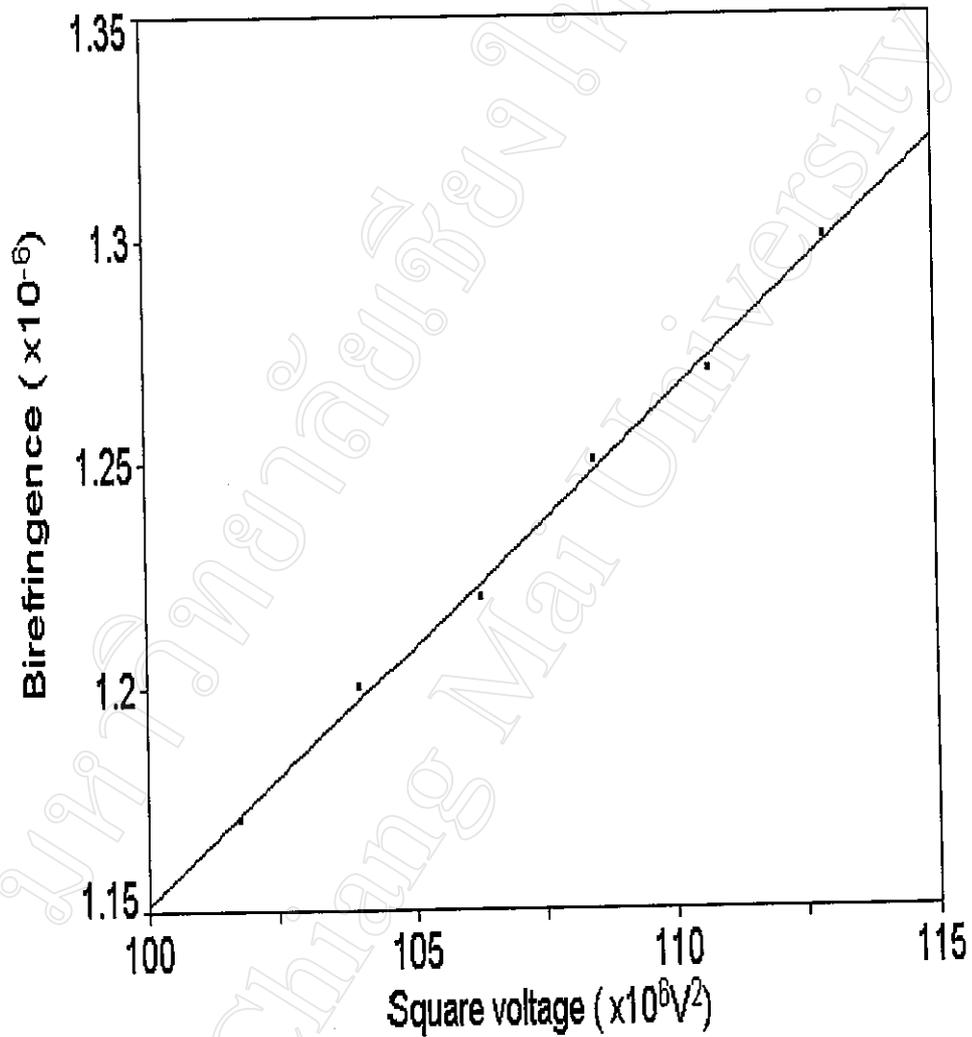
จากค่า Kerr constant ของสารละลายชนิดต่างๆ สามารถนำมาหาค่า (Birefringence)  $\Delta n$  จากสมการ (2.58)

$$\Delta n = \lambda K E^2$$

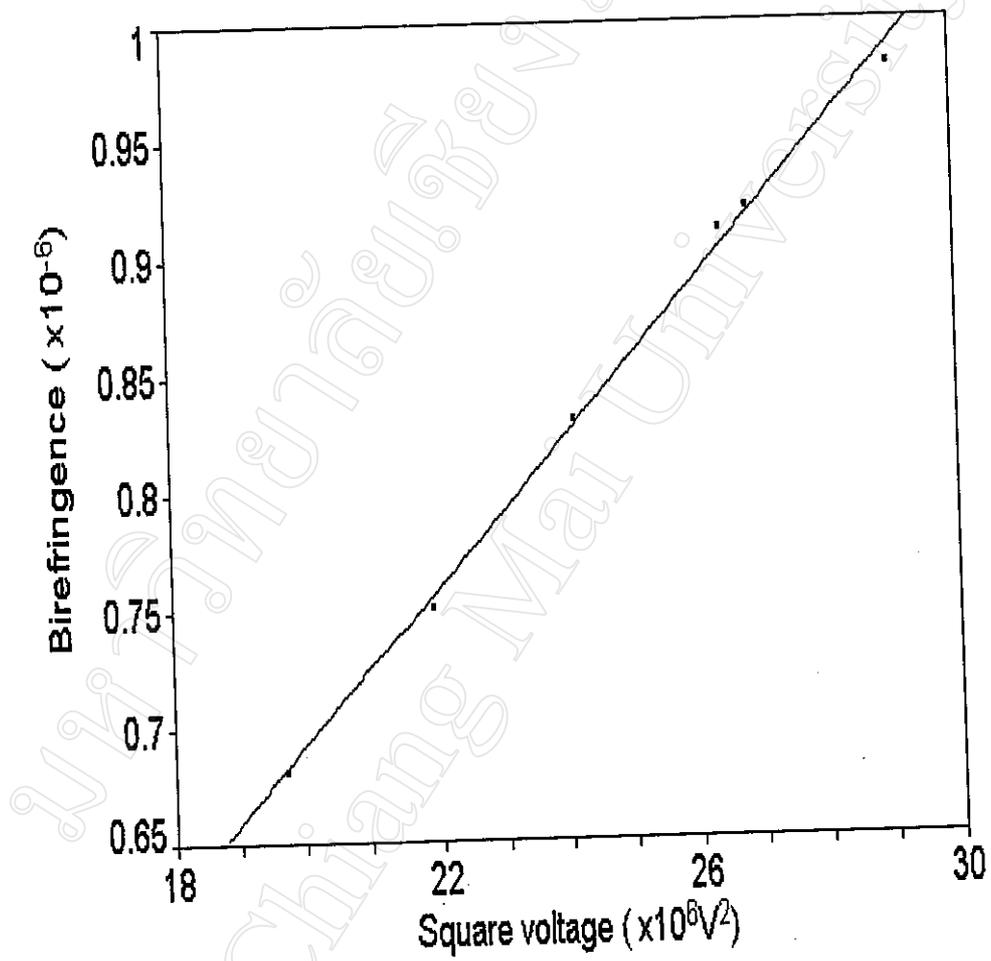
ซึ่งกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง  $\Delta n$  และ  $V^2$  ของ ไนโตรเบนซีน คาร์บอนไดซัลไฟด์ อะซีโตน โพธิโอไนโตรด์ และเบนโซไนโตรด์แสดงดังรูป 4.42 ถึงรูป 4.46 ตามลำดับ



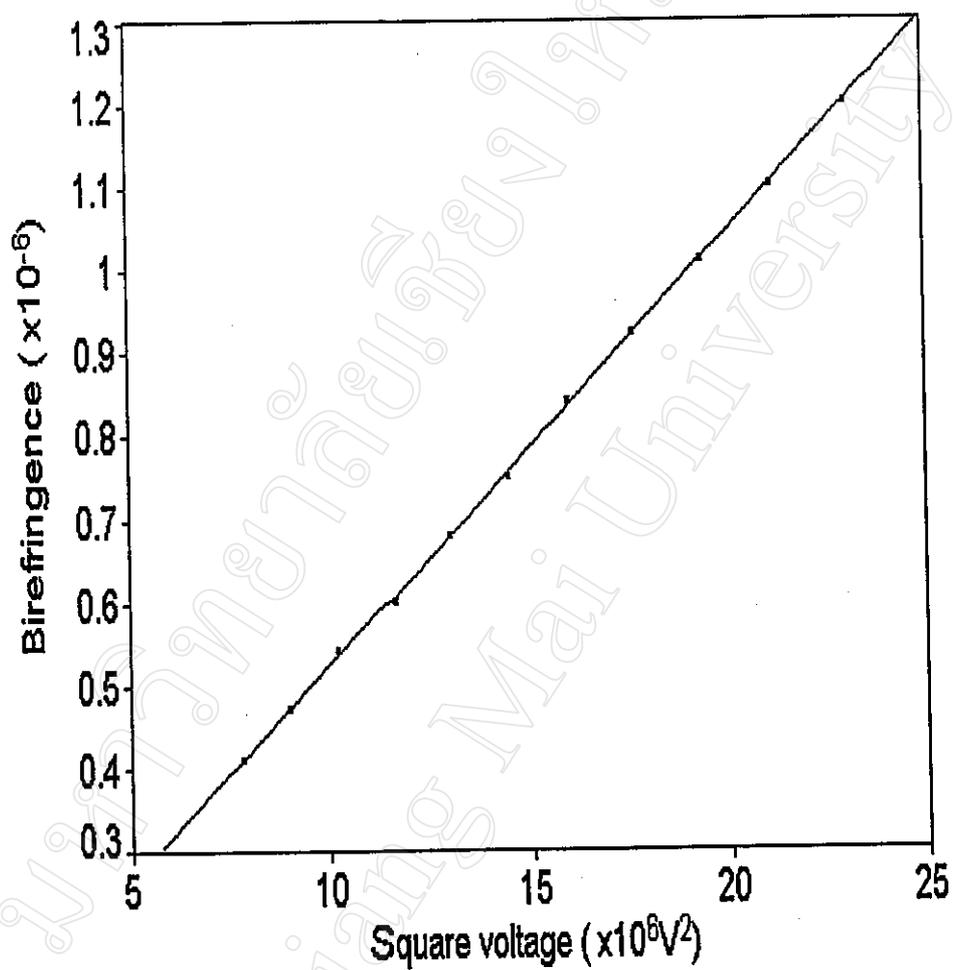
รูป 4.42 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Birefringence กับความต่างศักย์กำลังสองของไนโตรเบนซีน



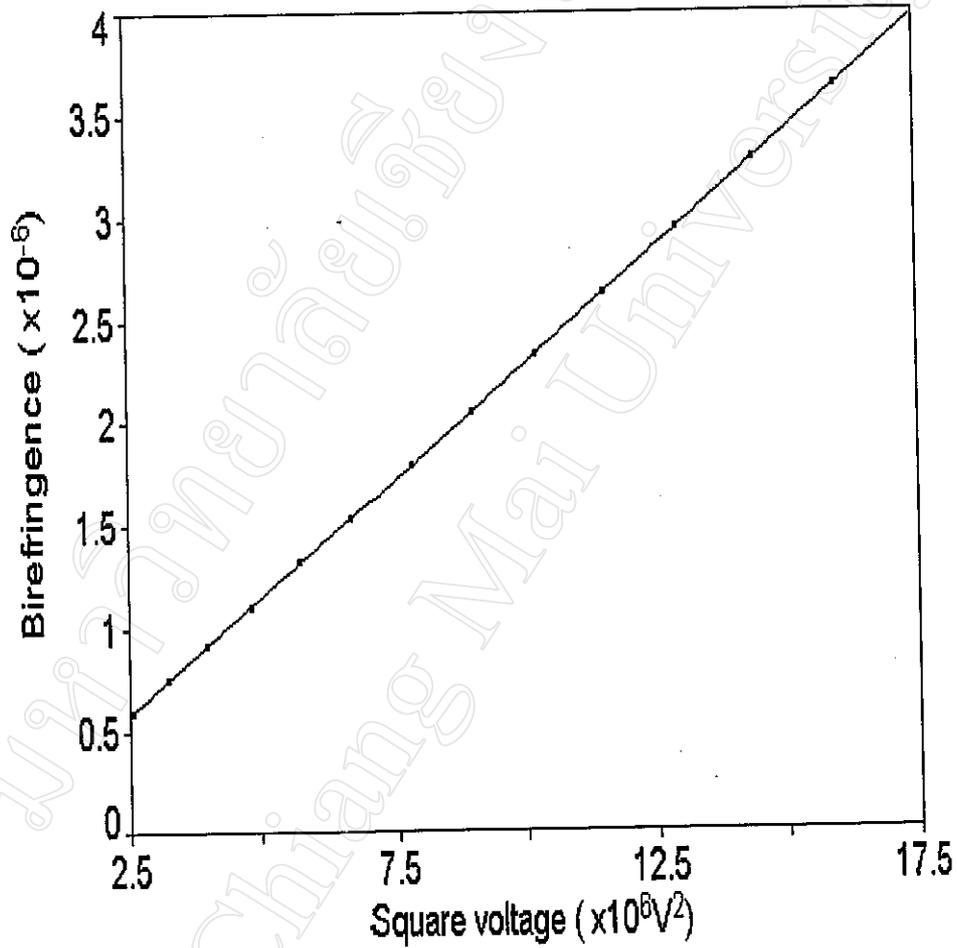
รูป 4.43 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Birefringence กับความต่างศักย์  
กำลังสองของคาร์บอนไดออกไซด์



รูป 4.44 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Birefringence กับความต่างศักย์กำลังสองของอะซีโตน



รูป 4.45 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Birefringence กับความต่างศักย์  
กำลังสองของโพรมิไอไนไตรด์



รูป 4.46 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Birefringence กับความต่างศักย์กำลังสองของเบนไซโนไตรด์

กราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นกราฟเส้นตรงและสามารถบอกถึง Birefringence ของของเหลวตัวอย่างชนิดต่างๆ โดยการพิจารณาจากความชันของกราฟ นั่นคือกราฟของของเหลวใดมีความชันมากจะมี Birefringence มากตามไปด้วย และพบว่าของเหลวใดมี Birefringence มากของเหลวนั้นจะเริ่มแสดง Birefringence ที่ความต่างศักย์ต่ำกว่าของเหลวที่มี Birefringence น้อยกว่า เช่น ไนโตรเบนซีนเริ่มแสดง Birefringence ที่ความต่างศักย์ประมาณ 1 กิโลโวลต์ ในขณะที่คาร์บอนไดซัลไฟด์เริ่มแสดงสมบัติดังกล่าวที่ความต่างศักย์ประมาณ 10 กิโลโวลต์ เรียกความต่างศักย์ที่ทำให้ของเหลวตัวอย่างเริ่มแสดง Birefringence นี้ว่า ความต่างศักย์ขีดเริ่ม ซึ่งได้จากการพิจารณารูป 4.42 ถึงรูป 4.46 และความต่างศักย์ขีดเริ่มของของเหลวตัวอย่างชนิดต่างๆแสดงดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 แสดงความต่างศักย์ขีดเริ่มโดยประมาณของของเหลวตัวอย่างชนิดต่างๆ จากการทดลอง

ของเหลวตัวอย่าง	ความต่างศักย์ขีดเริ่มโดยประมาณ(กิโลโวลต์)
ไนโตรเบนซีน	1.0
คาร์บอนไดซัลไฟด์	10.1
อะซีโตน	4.4
โพर्फิโคโนไตรด์	2.8
เบนโซไนไตรด์	1.4

Birefringence ที่เกิดขึ้นในของเหลว ตัวอย่างชนิดต่างๆเมื่อเกิด Kerr effect นั้นพบว่ามีค่าน้อยมากกล่าวคืออยู่ในระดับ  $1/1,000,000$  และมีค่าเป็นบวกทำให้ยืนยันความจริงที่ว่าของเหลวตัวอย่างชนิดต่างๆที่นำมาทดลองนั้นล้วนเป็นตัวกลาง Kerr แบบบวก (Positive Kerr medium) ซึ่งจะมี Extraordinary index  $n_e$  มากกว่าดัชนีหักเหธรรมดา Ordinary index  $n_o$  Havelock<sup>(4)</sup> ให้  $n_e, n_o$  และสนามไฟฟ้า  $E$  มีความสัมพันธ์กันดังสมการ

$$n_e - n_o = \frac{2}{3} \lambda K E^2 \quad (4.2)$$

$$n - n_o = \frac{1}{3} \lambda K E^2 \quad (4.3)$$

โดยที่  $n$  เป็นค่าดัชนีหักเหของของเหลวตัวอย่าง ทำให้สามารถหาค่า  $n_e$  และ  $n_o$  ของของเหลวชนิดต่างๆ ที่ความต่างศักย์ค่าต่างๆ ได้ และจากความสัมพันธ์

$$n_e = \frac{c}{v_e} \quad (4.4)$$

$$n_o = \frac{c}{v_o} \quad (4.5)$$

ทำให้สามารถหาค่าของ Extraordinary velocity  $v_e$  และ Ordinary velocity  $v_o$  ซึ่งเป็นความเร็วของคลื่นแสงในแนวขนานและตั้งฉากกับสนามไฟฟ้าตามลำดับได้ สำหรับค่า  $n_e, n_o, v_e$  และ  $v_o$  ที่ความต่างศักย์กำลังสองค่าต่างๆ ของ ไนโตรเบนซีน คาร์บอนไดซัลไฟด์ อะซีโตน โพรพิโอไนโตรด์และเบนโซไนโตรด์จะแสดงดังตาราง 4.3 ถึง 4.7 ตามลำดับ

ตาราง 4.3 แสดงค่า  $n_e, n_o, v_e$  และ  $v_o$  ของไนโตรเบนซีน ( $n = 1.55$ ) ที่ความต่างศักย์  
กำลังสองค่าต่างๆ

$V^2$ ( $\times 10^6 V^2 / m^2$ )	$n_e$	$n_o$	$v_e (m/s)$	$v_o (m/s)$
1.44	1.550000429	1.549999785	193548333.53	193548413.94
1.96	1.550000584	1.549999708	193548314.17	193548423.56
2.56	1.550000763	1.549999619	193548291.82	193548434.67
3.24	1.550000965	1.549999517	193548266.60	193548447.41
4	1.550001192	1.549999404	193548238.25	193548461.52
4.84	1.550001442	1.549999279	193548207.03	193548477.13

ตาราง 4.4 แสดงค่า  $n_e, n_o, v_e$  และ  $v_o$  ของคาร์บอนไดซัลไฟด์ ( $n = 1.62$ ) ที่ความต่างศักย์  
กำลังสองค่าต่างๆ

$V^2$ ( $\times 10^6 V^2 / m^2$ )	$n_e$	$n_o$	$v_e (m/s)$	$v_o (m/s)$
101.77	1.620000483	1.619999758	185185129.97	185185212.85
104.05	1.620000494	1.619999753	185185128.72	185185213.42
106.3	1.620000505	1.619999748	185185127.46	185185213.99
108.51	1.620000515	1.619999742	185185126.31	185185214.68
110.72	1.620000525	1.619999737	185185125.17	185185215.25
112.95	1.620000536	1.619999732	185185123.91	185185215.82

ตาราง 4.5 แสดงค่า  $n_e, n_o, v_e$  และ  $v_o$  ของอะซีโตน ( $n = 1.35$ ) ที่ความต่างศักย์  
กำลังสองค่าต่างๆ

$V^2$ ( $\times 10^6 V^2 / m^2$ )	$n_e$	$n_o$	$v_e$ (m/s)	$v_o$ (m/s)
19.71	1.350000335	1.349999832	222222167.08	222222249.88
21.91	1.350000373	1.349999814	222222160.82	222222252.84
24.15	1.350000411	1.349999795	222222154.57	222222255.97
26.43	1.350000449	1.349999775	222222148.31	222222259.26
26.86	1.350000457	1.349999772	222222147	222222259.75
29.07	1.350000494	1.349999753	222222140.91	222222262.88

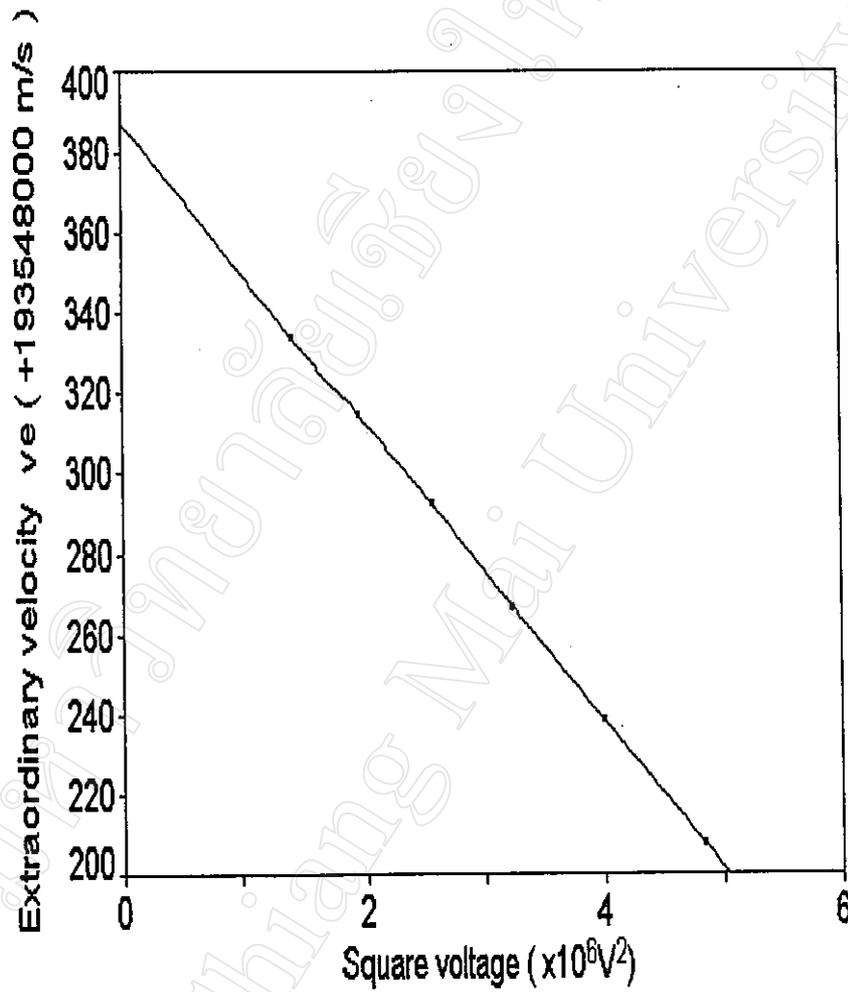
ตาราง 4.6 แสดงค่า  $n_e, n_o, v_e$  และ  $v_o$  ของโพรฟิโคโนไตรด์ ( $n = 1.36$ ) ที่ความต่างศักย์กำลังสองค่าต่างๆ

$V^2$ ( $\times 10^6 V^2 / m^2$ )	$n_e$	$n_o$	$v_e$ (m/s)	$v_o$ (m/s)
7.84	1.360000201	1.359999900	220588202.69	220588251.51
9	1.360000231	1.359999885	220588197.83	220588253.95
10.24	1.360000262	1.359999869	220588192.8	220588256.54
11.56	1.360000296	1.359999852	220588187.28	220588259.3
12.96	1.360000332	1.359999834	220588181.45	220588262.22
14.44	1.360000370	1.359999815	220588175.28	220588265.3
16	1.360000409	1.359999795	220588168.96	220588268.55
17.64	1.360000451	1.359999774	220588162.14	220588271.95
19.36	1.360000495	1.359999752	220588155.01	220588275.52
21.16	1.360000542	1.359999729	220588147.38	220588279.25
23.04	1.360000590	1.359999705	220588139.6	220588283.14

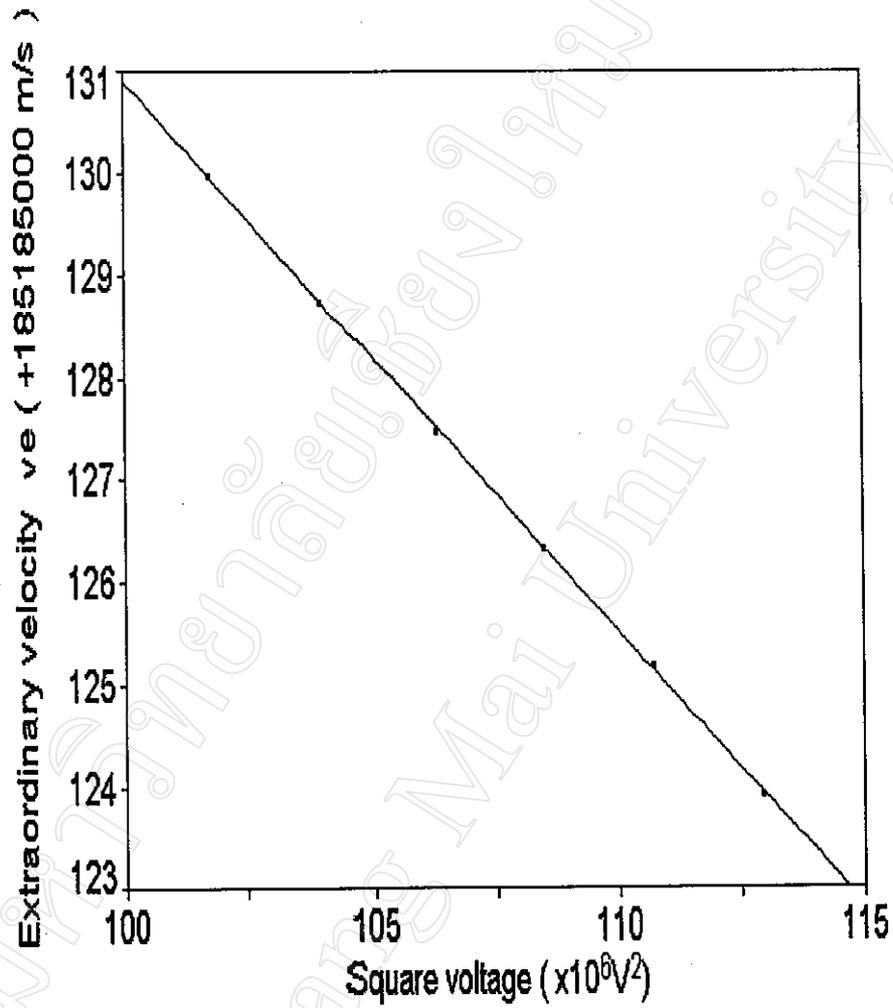
ตาราง 4.7 แสดงค่า  $n_e, n_o, v_e$  และ  $v_o$  ของเบนโซไนไตรด์ ( $n = 1.52$ ) ที่ ความต่างศักย์ กำลังสองค่าต่างๆ

$V^2$ ( $\times 10^6 V^2 / m^2$ )	$n_e$	$n_o$	$v_e$ (m/s)	$v_o$ (m/s)
2.56	1.520000254	1.519999873	197368388.07	197368437.54
3.24	1.520000322	1.519999839	197368379.24	197368441.96
4	1.520000397	1.519999801	197368369.5	197368446.89
4.84	1.520000481	1.519999760	197368358.6	197368452.22
5.76	1.520000572	1.519999714	197368346.78	197368458.19
6.76	1.520000671	1.519999664	197368333.93	197368463.77
7.84	1.520000779	1.519999611	197368319.9	197368471.56
9	1.520000894	1.519999553	197368304.97	197368479.1
10.24	1.520001017	1.519999491	197368289	197368487.15
11.56	1.520001148	1.519999426	197368271.99	197368495.59
12.96	1.520001287	1.519999356	197368253.94	197368504.68

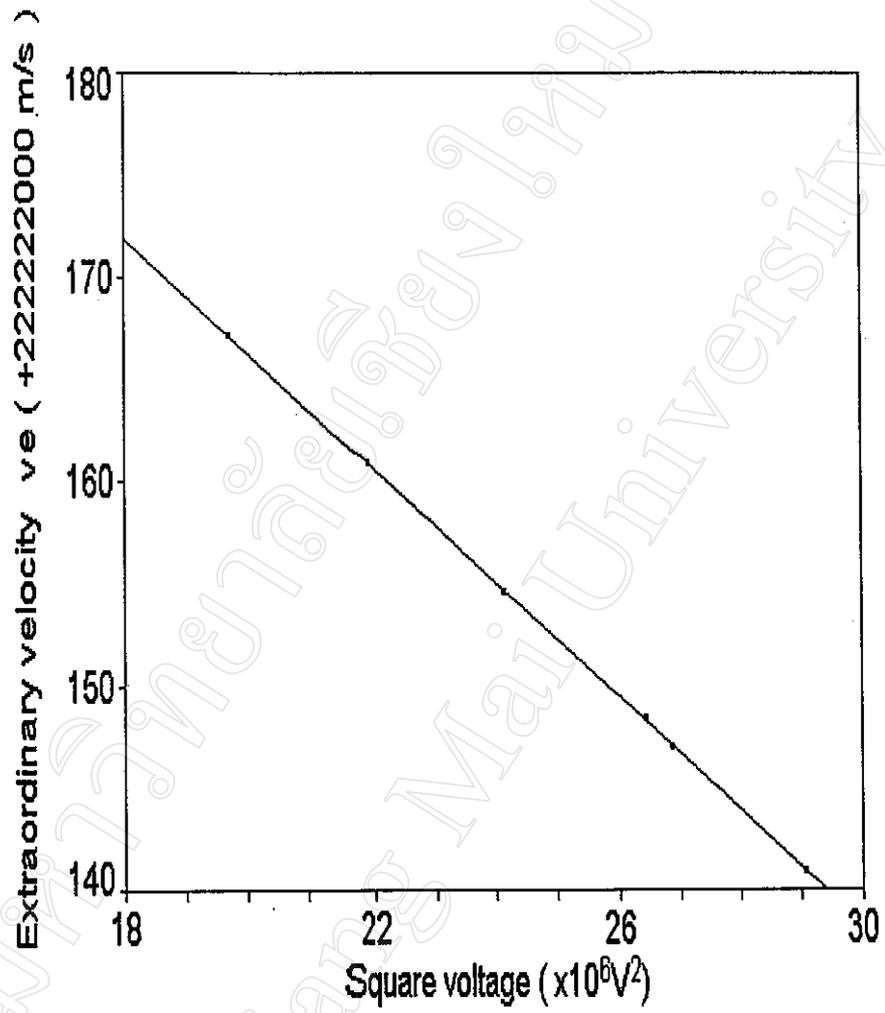
จากตาราง 4.3 ถึง 4.7 เมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง  $v_e, v_o$  และ  $V^2$  ของของเหลวตัวอย่างชนิดต่างๆจะได้กราฟดังรูป 4.47 ถึงรูป 4.56 โดยที่กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง  $v_e$  กับ  $V^2$  ของไนโตรเบนซีน คาร์บอนไดซัลไฟด์ อะซีโตน โพรพิโอไนโตรดและเบนโซไนโตรด จะแสดงดังรูป 4.47 ถึงรูป 4.51 ส่วนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง  $v_o$  กับ  $V^2$  ของไนโตรเบนซีน คาร์บอนไดซัลไฟด์ อะซีโตน โพรพิโอไนโตรดและเบนโซไนโตรด จะแสดงดังรูป 4.52 ถึงรูป 4.56 ตามลำดับ



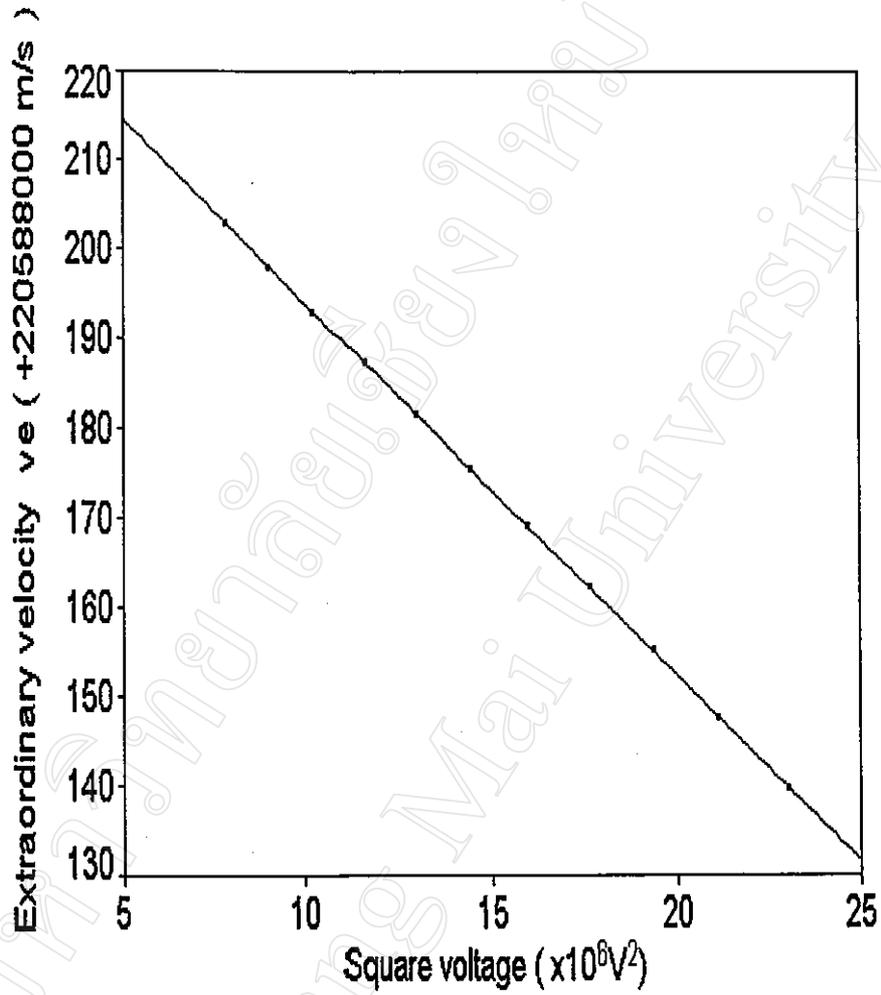
รูปที่ 4.47 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Extraordinary velocity  $v_e$  กับความต่างศักย์กำลังสองของไนโตรเบนซีน



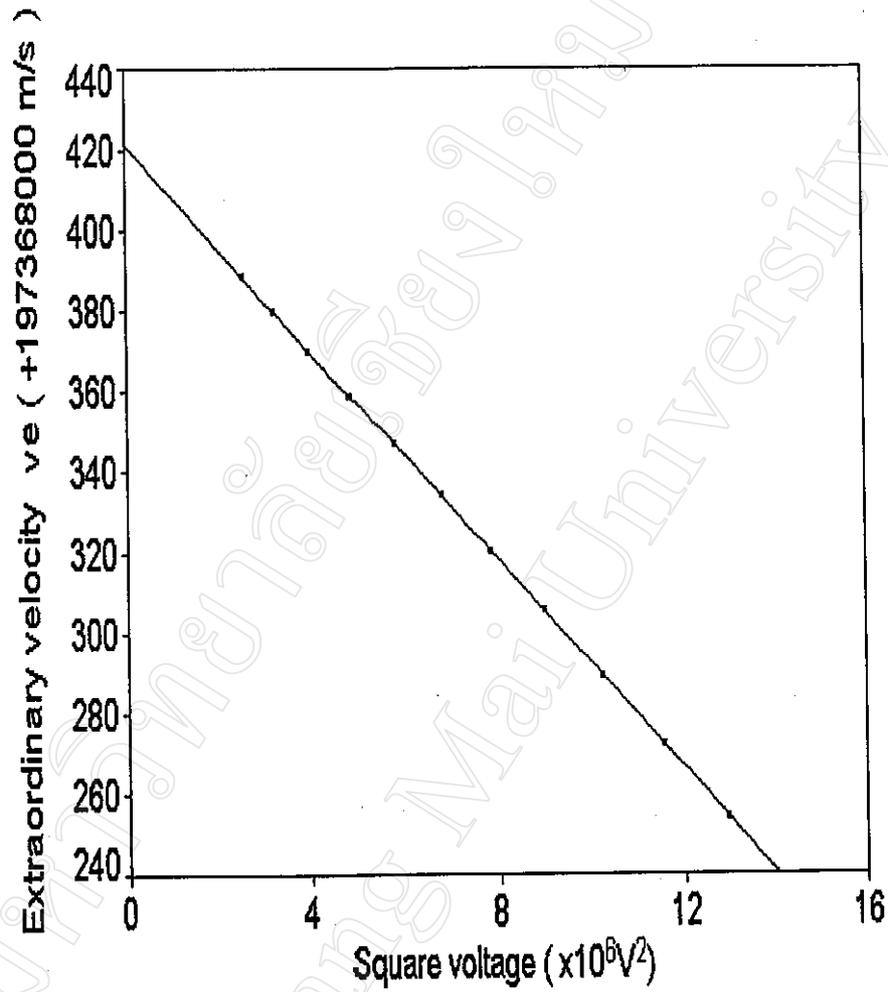
รูปที่ 4.48 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Extraordinary velocity  $v_e$  กับความต่างศักย์ กำลังสองของคาร์บอนไดออกไซด์ไฟต์



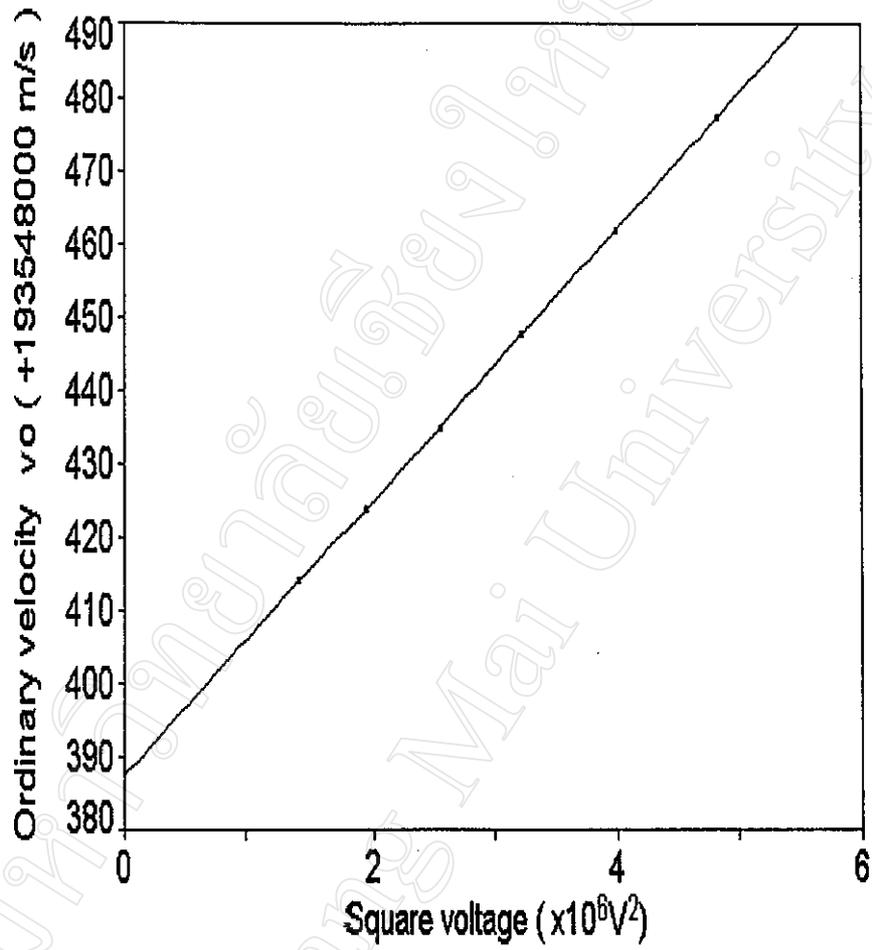
รูปที่ 4.49 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Extraordinary velocity  $v_e$  กับความต่างศักย์กำลังสองของอะซีโตน



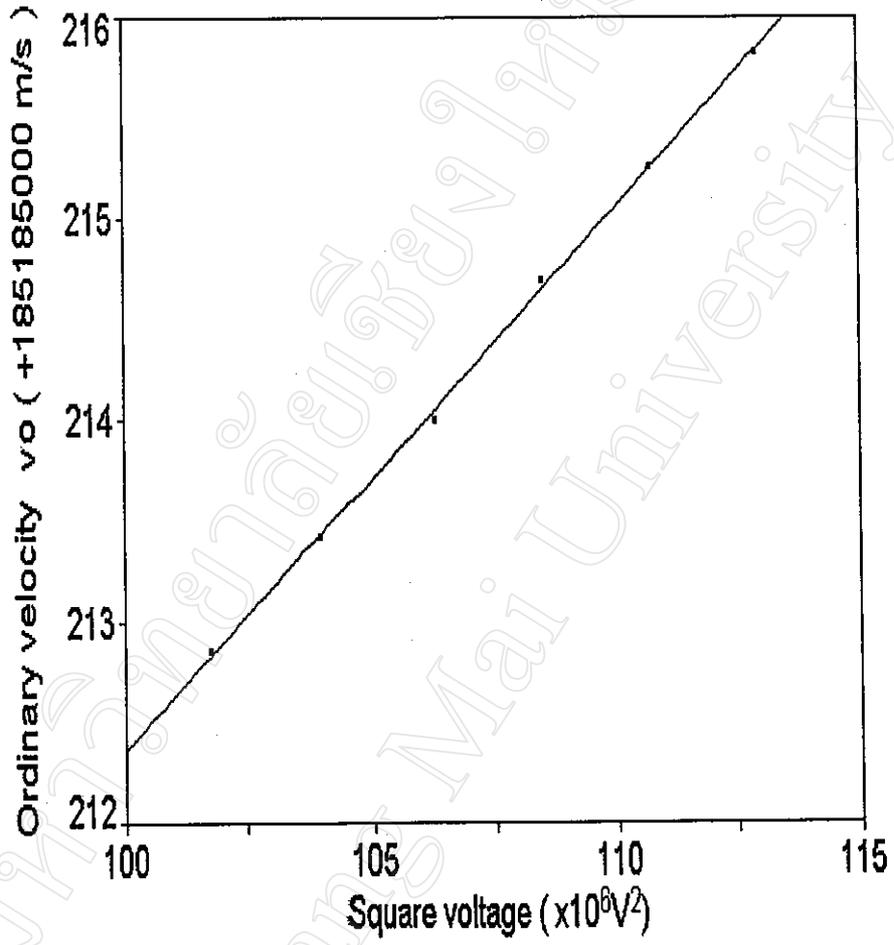
รูปที่ 4.50 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Extraordinary velocity  $v_e$  กับความต่างศักย์กำลังสองของโพสิโคโนไดรด์



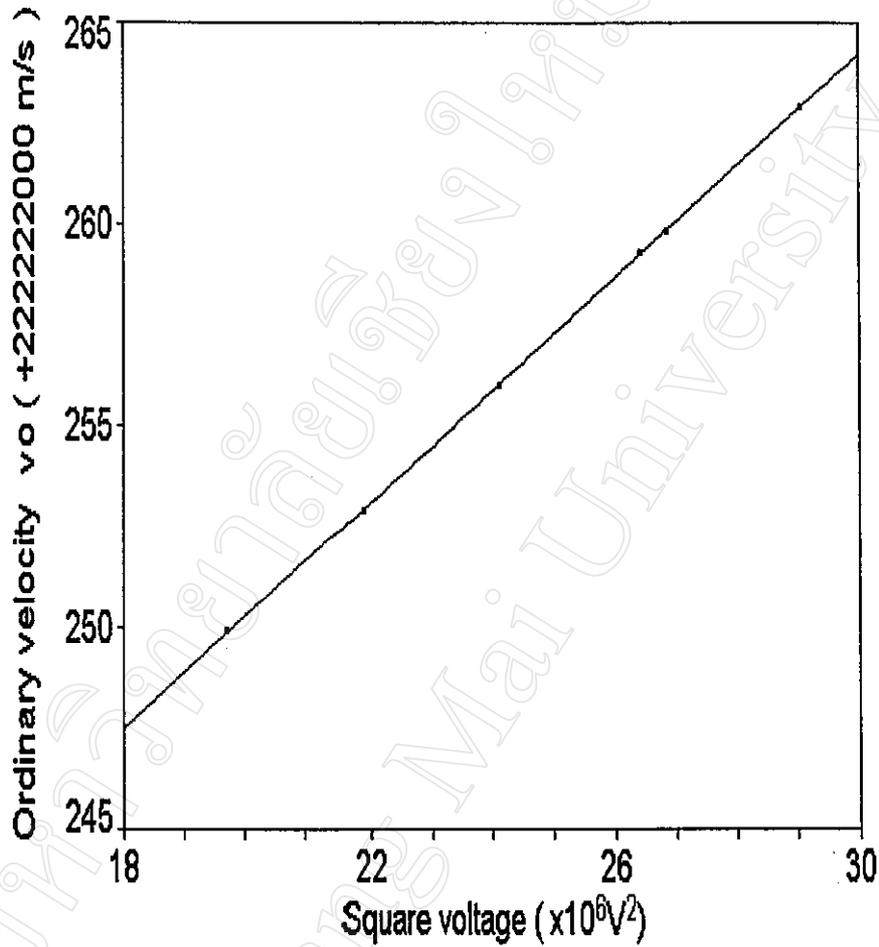
รูปที่ 4.51 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Extraordinary velocity  $v_e$  กับความต่างศักย์กำลังสองของเบนไซโนไตรด์



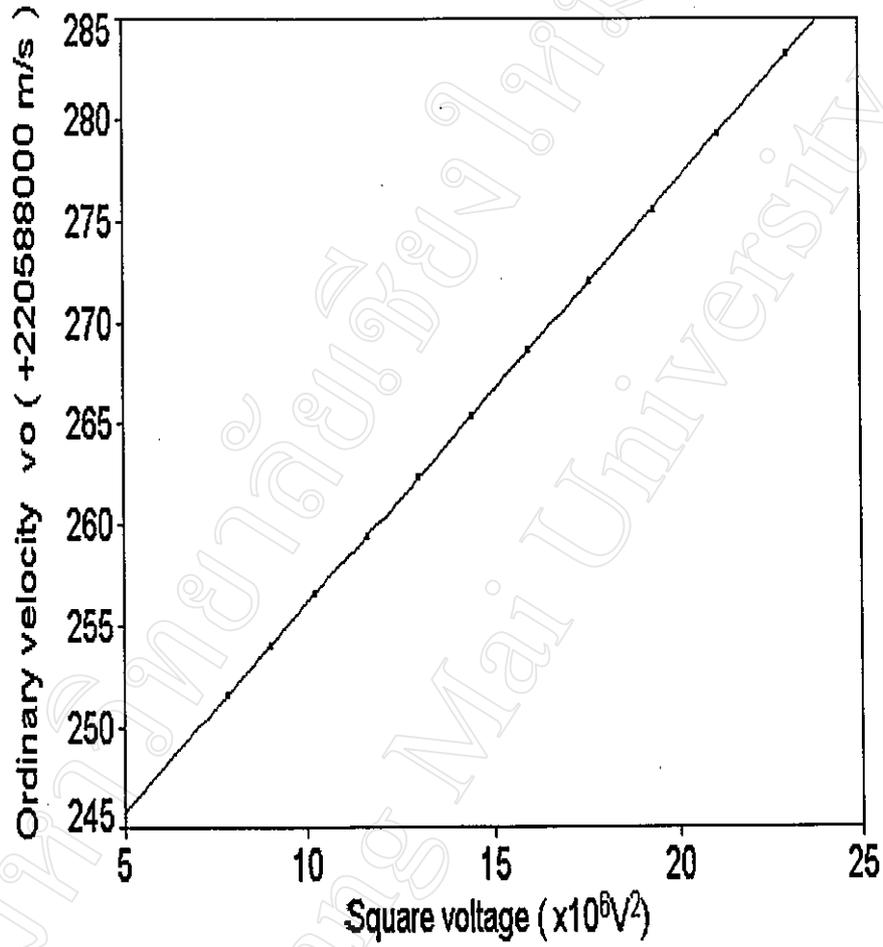
รูปที่ 4.52 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Ordinary velocity  $v_o$  กับความต่างศักย์กำลังสองของไนโตรเบนซีน



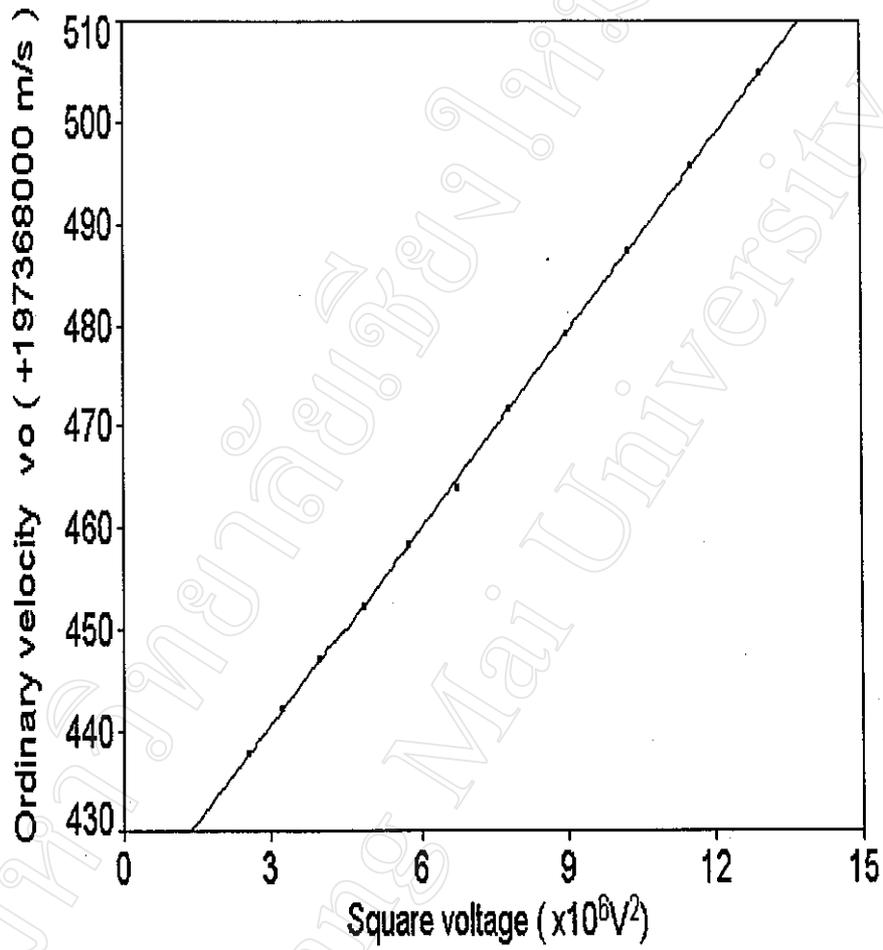
รูปที่ 4.53 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Ordinary velocity  $v_o$  กับความต่างศักย์กำลังสองของคาร์บอนไดซัลไฟด์



รูปที่ 4.54 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Ordinary velocity  $v_o$  กับความต่างศักย์กำลังสองของอะซิโตน



รูปที่ 4.55 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Ordinary velocity  $v_o$  กับความต่างศักย์กำลังสองของโพธิโคโนไตรด์



รูปที่ 4.56 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Ordinary velocity  $v_o$  กับความต่างศักย์กำลังสองของเบนไซโนไตรด์

จากการพิจารณารูปภาพความสัมพันธ์ที่แสดงในรูป 4.47 ถึงรูป 4.56 พบว่าเมื่อเพิ่มความต่างศักย์ขึ้นเรื่อยๆ  $v_e$  มีค่าลดลงในขณะที่  $v_o$  มีค่าเพิ่มมากขึ้นหรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า  $n_e$  มีค่าเพิ่มมากขึ้นแต่  $n_o$  มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์ความสัมพันธ์ของความเร็วดังกล่าวกับความต่างศักย์มีลักษณะเป็นเส้นตรง จากความชันของกราฟพบว่า อัตราการลดลงของ  $v_e$  ต่อความต่างศักย์กำลังสองมีค่าประมาณสองเท่าของอัตราการเพิ่มขึ้นของ  $v_o$  ต่อความต่างศักย์กำลังสองดังจะเห็นได้จากตาราง 4.8

ตาราง 4.8 แสดงความชันของกราฟความสัมพันธ์ของ  $v_e$  และ  $v_o$  ต่อความต่างศักย์กำลังสองของของเหลวตัวอย่างชนิดต่างๆ

ของเหลวตัวอย่าง	ความชัน ( $v_e / V^2$ )	ความชัน ( $v_o / V^2$ )	$\frac{slope(v_e)}{slope(v_o)}$
ไนโตรเบนซีน	-37.21	18.6	-2.001
คาร์บอนไดซัลไฟด์	-0.54	0.27	-2.000
อะซีโตน	-2.79	1.39	-2.007
โพรพิโอไนโตรด์	-4.15	2.08	-1.995
เบนโซไนโตรด์	-12.9	6.46	-1.997

ทำให้ได้ว่า

$$\frac{\Delta v_e}{\Delta V^2} \cong -2 \frac{\Delta v_o}{\Delta V^2} \quad (4.6)$$

ในกรณีที่  $\Delta V \rightarrow 0$  จะได้

$$\lim_{\Delta V^2 \rightarrow 0} \frac{\Delta v_e}{\Delta V^2} \cong -2 \lim_{\Delta V^2 \rightarrow 0} \frac{\Delta v_o}{\Delta V^2} \quad (4.7)$$

หรือ

$$\frac{dv_e}{d(V^2)} \cong -2 \frac{dv_o}{d(V^2)} \quad (4.8)$$

จึงทำให้ได้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  $v_e$  และ  $v_o$  เทียบกับความต่างศักย์กำลังสองของ Birefringence ที่เกิดขึ้นในของเหลวตัวอย่างชนิดต่างๆ