



บทที่ 6

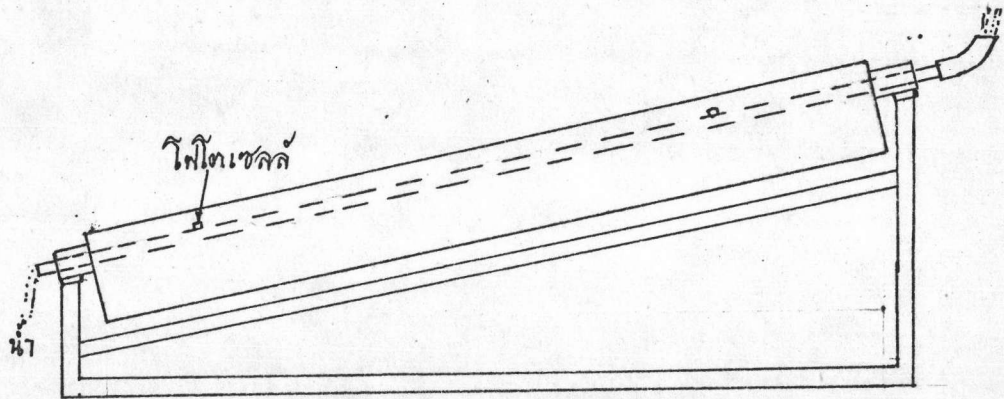
### ผลการทดลองหาการกระจายความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของอุปกรณ์รวมแสง

การศึกษาอุปกรณ์รวมแสงอาทิตย์ทั้งสองแบบ คือ รวบรวมแสงแบบพาราโบลิกและจานรวมแสงแบบพาราโบลอยคัล ได้ศึกษาทางด้านวิชาแสง เพื่อหาประสิทธิภาพทางออปติคัล อัตราส่วนพื้นที่ และอัตราส่วนการรวมแสงของอุปกรณ์รวมแสง พร้อมทั้งหาการกระจายของรังสีที่จุดโฟกัส รวบรวมแสงแบบพาราโบลิก

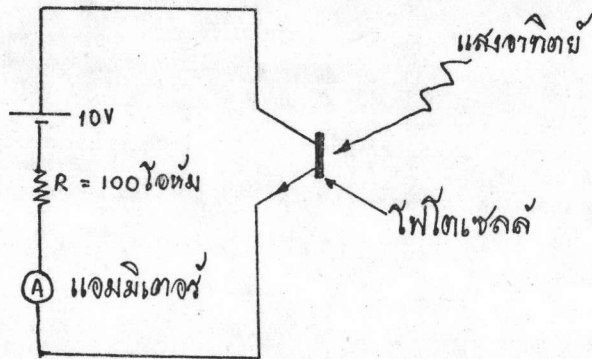
การหาการกระจายของรังสีที่จุดโฟกัสตลอดความยาวท่อทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.54 ซม. ซึ่งไม่สามารถวัดด้วยเทอร์โมคัพเบิล เนื่องจากมีปัญหาบางอย่างทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานความร้อน โดยการนำ การพาและการแผ่รังสีไม่คงที่ซึ่งเป็นเหตุให้โคคาคลากเคลื่อนไป นอกจากนั้นการวัดด้วยเทอร์โมคัพเบิลต้องอ่านค่าอุณหภูมิที่มีค่าคงที่ จึงต้องใช้เวลานานพอสมควร ทำให้ค่าที่ได้จากการวัดโดยวิธีนี้ไม่สามารถจะอ่านค่าของแสงที่มีความเข้มคงที่ได้อย่างละเอียดเพียงพอ เมื่อเป็นเช่นนี้จึงจำเป็นต้องหาวิธีวัดการกระจายของรังสีโดยใช้โฟโตเซลล์ ค่าที่ได้จะใกล้เคียงกับวิธีวัดด้วยเทอร์โมคัพเบิล

#### วิธีวัดการกระจายรังสีที่จุดโฟกัส

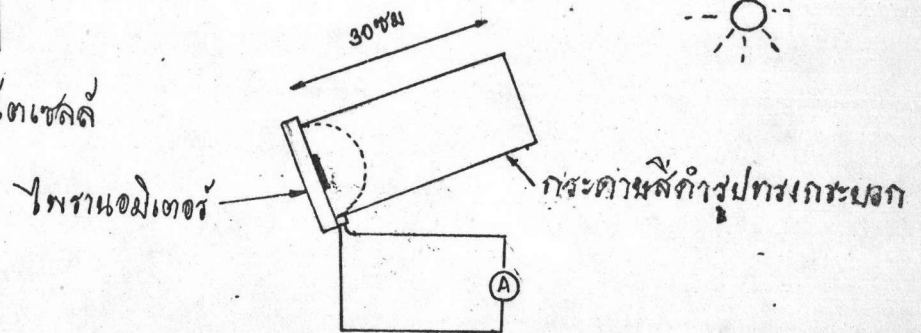
วิธีวัดการกระจายของรังสีที่จุดโฟกัสของรวบรวมแสงโดยใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ 2 5777 ในการวัดใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ซม. ยาว 3 เมตรผูกโฟโตทรานซิสเตอร์ 2 ตัวติดกับท่อเหล็กที่ตำแหน่งห่างจากขอบรั้วทั้ง 2 ข้าง เป็นระยะทาง 50 ซม. ซึ่งวางอยู่ในแนวเส้นตรง  
 เกี่ยวกันกับรูป 6.1 ท่อเหล็กวางอยู่ที่ตำแหน่งจุดโฟกัสของราง โดยต่อโฟโตทรานซิสเตอร์กับ  
 รูป 6.1



ภาพรวมแผง



วงจรทดสอบโฟโตเซลล์



รูป 6.1 วิธีการวัดความเข้มรังสีรอบท่อ, วงจรโฟทรานซิสเตอร์และวงจรโฟทรานซิสเตอร์

วิธีการวัดค่ารังสีความเข้มที่กระจายรอบท่อโดยการหมุนท่อไปที่ละ 10 องศา ... จุดค่า  
 กระแสไฟโตจากถั่ววานอมีเตอร์ทั้งสอง เซลล์ จากนั้นก็เปลี่ยนค่ากระแสไฟโตให้อยู่ในหน่วยวัดค  
 ่ท่อตาราง เมตรกึ่งตารางที่ 6.1, 6.2, 6.3 ของทั้ง 3 ราง ในขณะที่ทำการวัดความเข้มรังสีได้  
 ควบคุมอุณหภูมิของท่อเหล็กให้คงที่โดยการปล่อยน้ำไหลผ่านท่อตลอดเวลา นอกจากนั้นยังได้วัดค่า  
 แสงตรงของพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยเครื่องมือไพราโนมิเตอร์ โดยทั่วไปไพราโนมิเตอร์ใช้วัดกำลัง  
 งานแสงอาทิตย์ทั้งลำแสงตรงและแสงกระจายรวมกัน แต่เราสามารถวัดเฉพาะลำแสงตรงได้โดย  
 การใช้กระดาษคำนวณเป็นทรงกระบอกยาว 1 ฟุตครอบบนไพราโนมิเตอร์จึรูป 6.1 โดยหัน  
 ไพราโนมิเตอร์ไปยังตำแหน่งของดวงอาทิตย์

รูป 6.2, 6.3 และ 6.4 แสดงกราฟของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ตำแหน่งรอบท่อของ  
 รางทั้งสาม ซึ่งนำมาคำนวณหาสมรรถนะทางแสงของรางได้

อุปกรณ์รวมรังสีดวงอาทิตย์แบบทรงกระบอกพาราโบลิกหมายเลข 1

สถานที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 1 ธันวาคม 2521

เวลา 14.00 - 14.30

ทำมุม 68.87 องศา ระหว่างตำแหน่งดวงอาทิตย์กับแกนหมุนของรางรวมแสง

ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ 622.22 วัตต์/ม<sup>2</sup> (ค่าแสงทรง)

ตารางที่ 6.1

มุม $\alpha$ (องศา)	เซลล์ 1 (วัตต์/ม <sup>2</sup> )	เซลล์ 2 (วัตต์/ม <sup>2</sup> )	เฉลี่ย (วัตต์/ม <sup>2</sup> )
180	846.56	710.30	778.43
170	1,058.20	947.06	1,002.63
160	1,269.84	781.65	1,025.59
150	1,340.38	757.65	1,049.02
140	1,410.93	1,325.89	1,368.41
130	1,763.66	2,225.60	1,994.63
120	2,102.29	4,181.28	3,141.79
110	2,151.67	2,036.18	2,093.93
100	2,268.77	2,036.18	2,152.47
90	3,315.68	2,415.02	2,865.35
80	3,174.59	2,557.07	2,865.83
70	6,208.09	3,882.96	5,045.83
60	3,668.42	1,752.06	2,710.24
50	3,386.23	1,894.12	2,640.18
40	1,763.66	1,894.12	1,828.89
30	1,128.74	2,178.24	1,653.49

20	987.65	1,988.83	994.42
10	705.46	757.65	731.56
0	493.83	3,598.84	2,046.93
-10	564.37	2,699.13	1,631.75
-20	2,564.37	1,988.83	2,158.43
-30	2,328.58	1,988.83	2,193.71
-40	2,751.31	1,941.48	2,346.40
-50	3,809.51	4,459.07	4,134.28
-60	3,527.32	236.77	1,882.05
-70	4,232.79	284.12	2,258.46
-80	1,410.93	1,562.65	1,486.79
-90	1,481.48	1,988.83	1,735.16
-100	1,340.38	1,515.30	1,427.84
-110	1,410.93	1,325.89	1,368.41
-120	1,340.38	994.42	1,167.40
-130	1,128.00	947.06	1,037.90
-140	917.10	805.00	861.05
-150	705.46	615.59	660.53
-160	705.46	615.59	660.53
-170	705.46	662.94	684.20

อุปกรณ์รวมรังสีดวงอาทิตย์แบบทรงกระบอกพาราโบลิกหมายเลข 2  
 สถานที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์  
 วันที่ 1 ธันวาคม 2521 เวลา 15.00 - 15.30  
 ทามุม 68.87 องศา ระหว่างตำแหน่งดวงอาทิตย์กับแกนหมุนของรางรวมแสง  
 ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ 604.94 วัตต์/ม<sup>2</sup> (ลำแสงตรง)  
 ตารางที่ 6.2

มุม $\alpha$ (องศา)	เซลล์ 1 (วัตต์/ม <sup>2</sup> )	เซลล์ 2 (วัตต์/ม <sup>2</sup> )	เฉลี่ย (วัตต์/ม <sup>2</sup> )
180	1,234.57	1,361.41	1,297.99
170	1,410.94	2,190.10	1,800.52
160	1,851.86	1,834.95	1,843.41
150	2,082.22	1,953.33	1,990.78
140	2,116.41	2,012.52	2,064.47
130	2,733.69	591.92	1,662.81
120	2,998.25	473.53	1,735.89
110	3,086.43	414.34	1,750.39
100	881.84	1,243.03	1,062.44
90	1,851.86	1,361.41	1,666.14
80	3,086.43	1,006.26	2,046.35
70	4,409.18	828.68	2,618.93
60	3,703.73	591.92	2,147.82
50	3,880.08	532.73	2,206.41
40	3,350.98	414.34	1,882.66
30	1,234.57	355.15	794.86

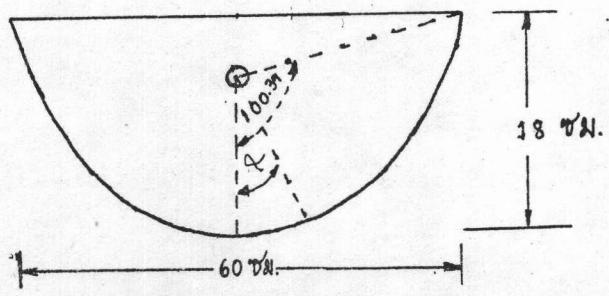
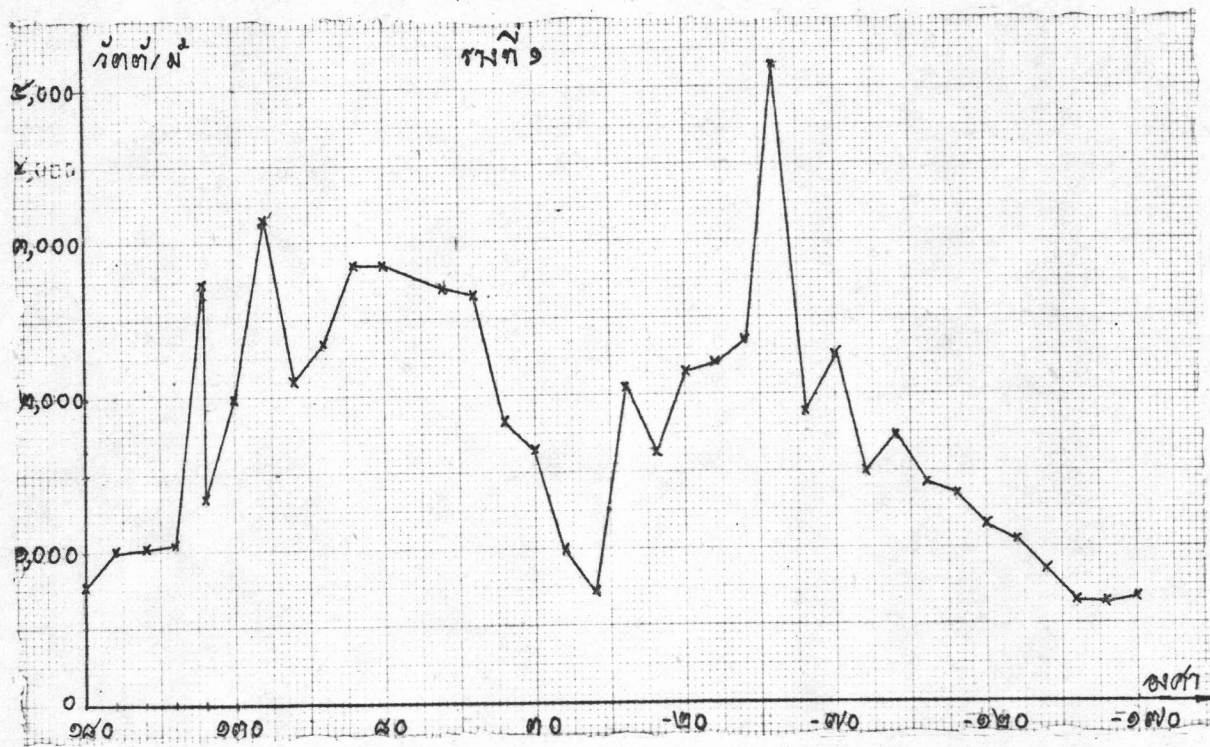
20	2,204.59	1,065.45	1,635.02
10	2,380.96	1,183.84	1,782.40
0	2,204.59	887.88	1,546.24
-10	2,292.78	769.49	1,531.14
-20	1,587.31	769.49	1,178.40
-30	1,234.57	710.30	972.44
-40	793.65	651.11	722.38
-50	765.47	651.11	678.29
-60	705.47	710.30	707.89
-70	970.02	828.68	899.35
-80	1,499.12	969.49	1,134.31
-90	2,292.78	828.68	1,560.73
-100	1,587.31	887.88	1,237.60
-110	1,851.86	1,124.60	1,488.25
-120	2,204.59	1,183.84	1,694.22
-130	2,821.88	2,012.54	2,417.20
-140	1,763.67	1,657.40	1,710.54
-150	2,380.96	1,420.60	1,900.78
-160	1,675.49	1,302.22	1,488.86
-170	1,058.20	1,302.22	1,180.21

อุปกรณ์รวมรังสีดวงอาทิตย์แบบทรงกระบอกพาราโบลิกหมายเลข 3  
 สถานที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์  
 วันที่ 1 ธันวาคม 2521 เวลา 13.00 - 13.30  
 ท้ำมุม 68.87 องศา ระหว่างตำแหน่งของดวงอาทิตย์กับแกนหมุนของรางรวมแสง  
 ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ 725.93 วัตต์/ม<sup>2</sup> (ลำแสงตรง)  
 ตารางที่ 6.3

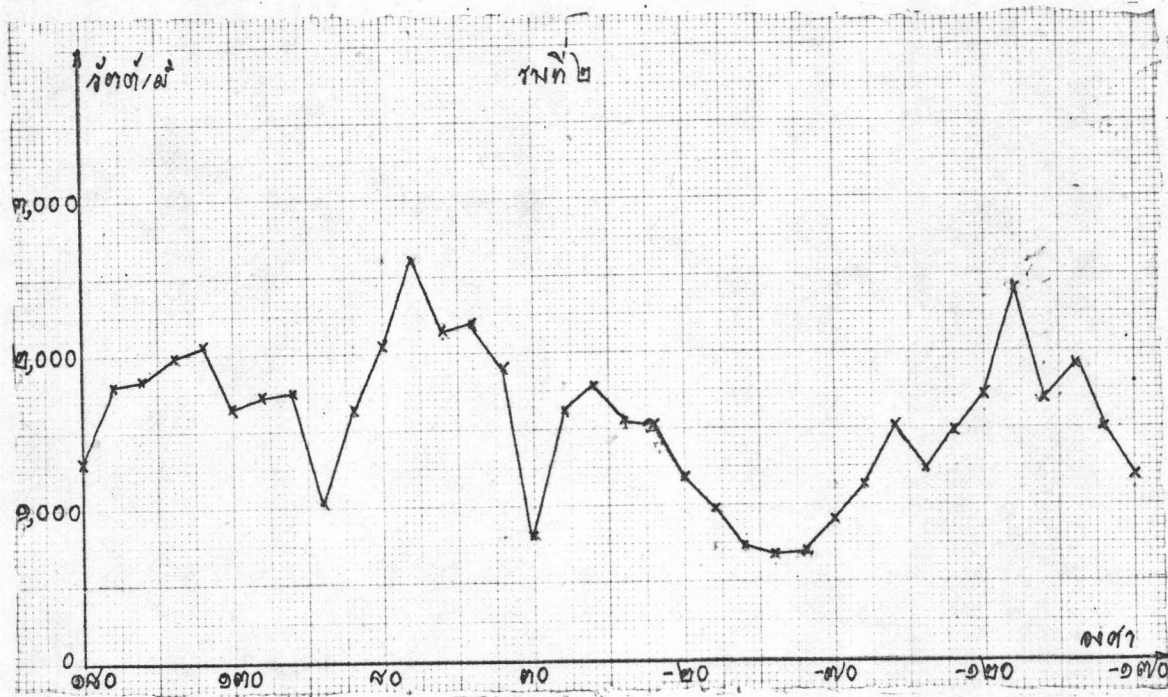
มุม (องศา)	เซลล์ 1 (วัตต์/ม <sup>2</sup> )	เซลล์ 2 (วัตต์/ม <sup>2</sup> )	เฉลี่ย (วัตต์/ม <sup>2</sup> )
180	837.04	745.82	791.43
170	688.89	994.62	841.66
160	681.49	795.54	738.52
150	711.11	894.98	803.05
140	859.26	1,143.59	1,001.43
130	933.34	1,143.59	1,038.47
120	851.86	4,822.96	2,837.41
110	814.82	1,789.96	1,302.39
100	703.71	1,839.69	1,272.70
90	555.56	1,143.59	849.58
80	511.11	2,088.29	1,299.70
70	1,407.42	1,690.82	1,548.97
60	962.97	1,640.80	1,301.89
50	2,592.61	1,690.52	2,141.57
40	1,481.49	1,691.08	1,536.29
30	1,629.64	2,011.25	1,820.45



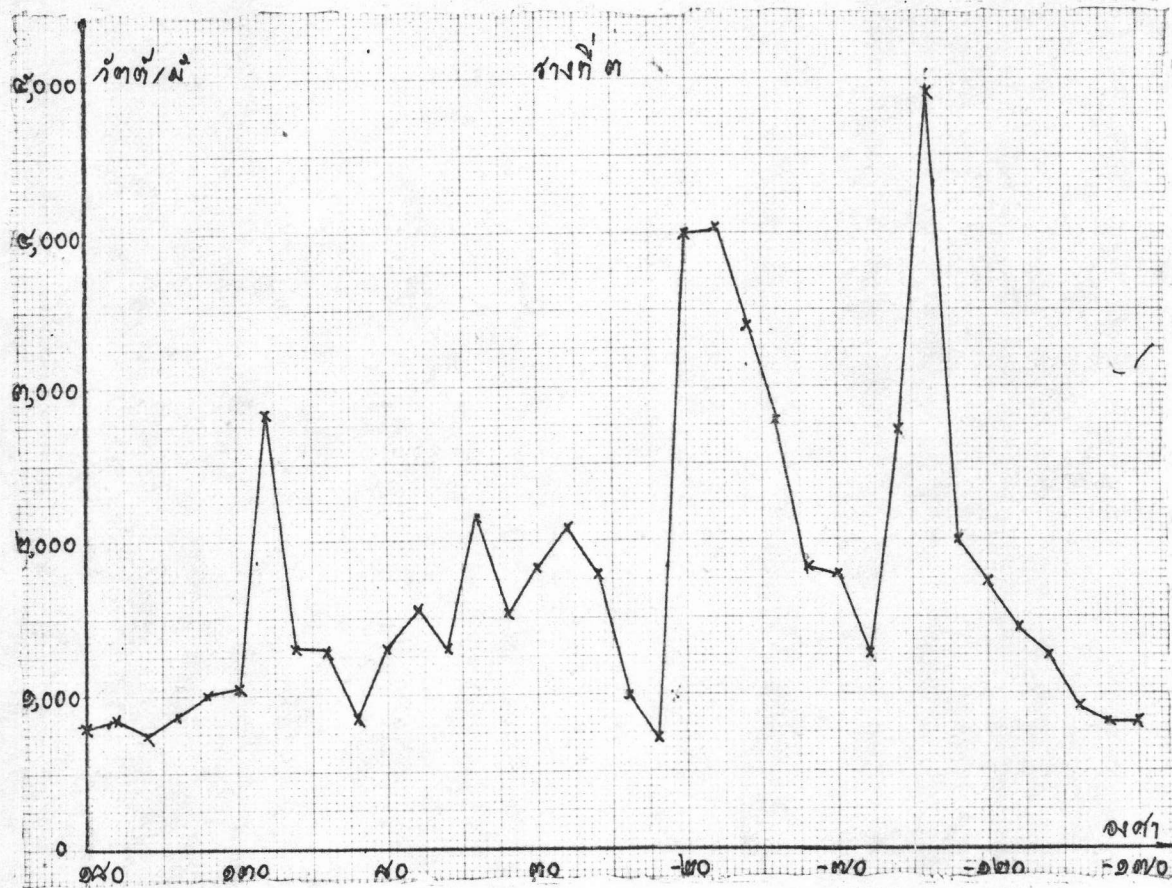
20	1,481.49	2,687.95	2,083.22..
10	888.89	2,681.67	1,785.28
0	1,481.49	2,497.21	989.35
-10	888.89	2,546.93	717.91
-20	5,333.36	2,635.23	3,984.30
-30	5,185.21	2,883.83	4,034.52
-40	4,444.47	2,336.90	3,390.69
-50	3,407.43	2,162.87	2,785.15
-60	1,703.71	1,939.13	1,821.42
-70	1,555.56	1,988.85	1,772.21
-80	1,629.64	894.98	1,262.31
-90	4,447.47	944.70	2,694.59
-100	4,666.69	5,121.29	4,893.99
-110	2,518.53	1,441.92	1,980.23
-120	2,370.38	1,093.87	1,732.13
<del>-130</del>	2,074.09	795.04	1,434.82
-140	1,629.64	845.26	1,237.45
-150	1,185.29	646.38	915.84
-160	888.89	696.10	792.50
-170	814.82	795.54	805.18



รูป 6.2 การกระจายความเค้นรั้งสี่รอบท่อที่จุดโพกัสของรางที่ 1



รูป 6.3 การกระจายความเข้มรังสีรอบท่อที่จุกโฟกัสของรางที่ 2



รูป 6.4 การกระจายความเค้นสูงสุดที่จุดโฟกัสของรางที่ 3

### จากรวมแสงแบบพาราโบลอยคัล

วิธีวัดการกระจายรังสีในระนาบผ่านจุดโฟกัสของจากรวมแสง ซึ่งไม่สามารถวัดด้วยเทอร์โมคัพเบิล เนื่องจากมีการนำความร้อนที่ติดเวลา ทำให้มีการสูญเสียความร้อนได้ง่ายกว่ามาแล้ว การที่จะใช้โฟโตเซลล์เพื่อวัดการกระจายรังสีของจากรวมแสงแบบพาราโบลอยคัลเหมือนแบบจากรวมแสงแบบพาราโบลิกไม่ได้ เนื่องจากคุณสมบัติที่จุดโฟกัสของจากรวมแสงสูงและไม่สามารถระบายความร้อนให้กับโฟโตเซลล์ได้ ปัญหาสามารถแก้ไขได้โดยการใช้เทคนิคการถ่ายภาพ แผ่นรับรังสีที่ใช้เป็นฉากต้องมีคุณสมบัติเหมือนวัตถุเทา ในการทดลองนี้ใช้แผ่นแอสเบสตอสนิวเรียบขนาด 32x32 ซม. ซึ่งพออนุโลมเป็นวัตถุเทาได้ แต่ในการนี้จำเป็นที่จะต้องศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มที่จะใช้ก่อน

ก. ความไวของฟิล์มที่มีต่อแสงในสเปกตรัม ตามที่ได้ทราบแล้วว่าตัวไวแสงในฟิล์ม คือเงินเฮไลด์ เช่น เงินคลอไรด์, เงินโบรไมด์และเงินไอโอไดด์ เกือบทั้งสามตัวเงินนี้จะไวต่อแสงไม่ครบทุกแสงสีในสเปกตรัมที่ตามองเห็น เช่น แสงแดด ในทางปฏิบัติอาจจำแนกฟิล์มตามคุณสมบัติที่ฟิล์มไวต่อแสงสีได้สี่พวกใหญ่ดังนี้

1. ฟิล์มที่ไวต่อแสงสีน้ำเงิน
2. ฟิล์มออร์โทโครมาติกหรือฟิล์มที่ไวต่อแสง เขียวอมม่วง, สีน้ำเงินและสีเขียว
3. ฟิล์มแพนโครมาติกหรือฟิล์มที่ไวต่อทุกแสงสีในสเปกตรัมของแสงสว่าง
4. ฟิล์มอินฟราเรด

ข. เด็นสิโตเมทรี คือ ขบวนการที่เอาฟิล์มที่ฉายแสงแล้วมาล้างและทำให้แห้งแล้วมาพิจารณาความดำต่างๆกันตามบริเวณที่ได้รับแสงสว่าง ความดำของเนกาตีฟเป็นผลเทอร์มิทอการผ่านของแสงได้ตามค่าของความดำ

ความดำ(D) คือ ปริมาณของเนื้อเงินบนฟิล์มเนกาตีฟ ค่าความดำกับความเข้มของแสงที่ตกกระทบบนฟิล์มแปรผันโดยตรง ความดำของฟิล์มวัดด้วยเครื่อง เด็นสิโตมิเตอร์

$$D = \log(1/T)$$

ในการทดลองนี้ศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มเวอริโครมแพนของโกดัก ซึ่งเป็นฟิล์มแพนโครมาติกที่มีความไวต่อแสงสีสเปกตรัมกว้างรูป 7.5 โดยการนำฟิล์มต้นแบบ(ฟิล์มที่มากับเครื่อง เด็น

ลิโคมิเตอร์ชื่อ Macbath ) ซึ่งมีแถบค่าความค่าจากค่าความค่าต่ำไปยังค่าความค่าสูงจำนวน 19 แถบวางตามบนฟิล์ม โกลด์ที่ยังไม่ฉายแสงในห้องมืด จากนั้นก็ฉายแสงด้วยแสงแฟลชที่ขึ้นอน ซึ่งมีสเปกตรัมคล้ายแสงแดด โคนำฟิล์ม โกลด์ที่ฉายแสงแล้ว ไปล้างด้วยน้ำยาล้างรูปที่ควบคุม อุณหภูมิและเวลาที่ใช้น้ำล้างฟิล์ม ค่าความค่าของฟิล์ม โกลด์ที่ได้นั้นจะมีค่าความค่าตรงข้ามกับต้นแบบ เช่น ในแถบที่มีค่าความค่าสูงของต้นแบบจะให้ค่าความค่าของฟิล์ม โกลด์ค่าต่ำ จากนั้นก็นำฟิล์มทั้งสองวัดค่าความค่าด้วยเครื่อง เก็นลิโคมิเตอร์แล้วนำมาเขียนกราฟดังรูป 6.6 รูป 6.6 จะเห็นเป็นเส้นกราฟสองเส้นที่ได้จากการฉายแสงบนฟิล์ม โดยเปลี่ยนความเข้มของแสงแฟลชด้วยแผ่นฟิลเตอร์ จากกราฟจะเห็นว่าค่าความค่าที่เกิน 2 เป็นช่วงอ้อมตัวและค่าความค่าของฟิล์มอยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 2.0 เป็นเส้นตรง

ในการถ่ายรูปการกระจายรังสีบนแผ่นรับรังสี ได้ใช้ฟิลเตอร์สีเทาที่มีคุณสมบัติลดแสงทุกความยาวคลื่นเท่ากัน โดยวางกล้องถ่ายรูปบนโครงสร้างห่างจากแผ่นรับรังสี 75 ซม. ดังรูป 5.4 ได้ตั้งหน้ากล้องไว้ที่ความเร็วชัตเตอร์ 250 และเอพม์เบอร์ 16 ได้ถ่ายรูปการกระจายรังสีที่มุมระหว่างตำแหน่งดวงอาทิตย์กับเส้นตั้งฉากของพื้นที่รับแสงเป็นมุม 0 องศา, 2 องศา, 4 องศา และ 6 องศา โดยเบนจานไปในแนวทิศเหนือทิศใต้ การทดลองหาการกระจายรังสีได้รับค่าความค่าของฟิล์มเท่ากับ 1.55 กับโฟโตทรานซิสเตอร์ที่วางไว้บนแผ่นรับรังสี โดยมีกระจกหักแสงวางทับ ค่าของความเข้มรังสีที่ได้มีค่าเท่ากับ 20 เท่าของความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกบนจานรวมแสง นอกจากนั้นได้วัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เฉพาะลำแสงตรงด้วยเครื่องไพราโนมิเตอร์ที่มีวงกระดาษสีดำครอบ

รูป 6.7, รูป 6.11 และตารางที่ 6.4 แสดงการกระจายของรังสีดวงอาทิตย์บนแผ่นรับรังสีที่ตำแหน่งจุดโฟกัสของจานรวมแสงที่มุม 0 องศา

รูป 6.8, รูป 6.12 และตารางที่ 6.5 แสดงการกระจายรังสีดวงอาทิตย์บนแผ่นรับรังสีที่มุม 2 องศา

รูป 6.9, รูป 6.13 และตารางที่ 6.6 แสดงการกระจายรังสีดวงอาทิตย์บนแผ่นรับรังสีที่มุม 4 องศา

รูป 6.10, รูป 6.14 และตารางที่ 6.7 แสดงการกระจายรังสีดวงอาทิตย์บนแผ่นรับ

รังสีทันทุม 6 องศา

การคำนวณหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์

การคำนวณหาประสิทธิภาพของการทำงานของอุปกรณ์เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้จะได้รู้ถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ของแต่ละรูปแบบซึ่งเป็นประโยชน์ในการออกแบบใช้งาน นอกจากนั้นเพื่อจะได้ปรับปรุงอุปกรณ์ที่สร้างใหม่มีความประณีตยิ่งกว่าเดิมและเลือกใช้วัสดุที่มีคุณภาพให้ดีขึ้น การคำนวณหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์รวมแสงแบบจานและแบบรางจากกราฟของการกระจายรังสีที่จุดโฟกัส

1. อุปกรณ์รวมแสงแบบราง

รางที่ 1

พื้นที่ของท่อทองแดง

$$= 2\pi r l \quad \text{ตร. มม.}$$

$$= 2.54 \times \pi \times 240 \quad \text{ตร. มม.}$$

$$= 1,915.115 \quad \text{ตร. มม.}$$

พื้นที่รับแสงของราง

$$= 60 \times 240 \quad \text{ตร. มม.}$$

$$= 14,400 \quad \text{ตร. มม.}$$

อัตราส่วนของพื้นที่ หรือ concentration ratio (CR)

$$= \frac{\text{พื้นที่รับแสงของราง}}{\text{พื้นที่ของท่อทองแดง}}$$

$$= \frac{14,400}{1,915.115}$$

$$= 7.519$$

ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ท่อ โดยเฉลี่ย (จากกราฟ) = 1805.556  $\text{วัตต์/ม}^2$

ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ตกตั้งฉากกับราง = 622.22  $\sin 68.87^\circ$

$$= 580.385$$

อัตราส่วนของการรวมแสง โดยเฉลี่ย (E)

$$= \frac{1805.556}{580.385}$$

$$\begin{aligned}
 &= 3.111 \\
 \therefore \text{ประสิทธิภาพของรางรวมแสง } (\eta) &= E/CR \\
 &= \frac{3.111}{7.519} \\
 &= 0.414 \\
 \text{พลังงานแสงอาทิตย์ที่ท่อทองแดงควรได้รับทั้งหมด} &= \rho \times \text{พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกตั้งฉาก} \\
 &\quad \text{กับราง} \\
 &= 0.835 \times 580.385 \times 1.44 \\
 &= 697.855 \\
 \text{พลังงานแสงอาทิตย์ที่ท่อทองแดงขนาด 2.54 ซม. ได้รับ} &= 1805.556 \times 0.1915 \\
 &= 345.764 \quad \text{วัตต์} \\
 \text{อินเตอร์เซ็ปชันแฟคเตอร์ ( )} &= \frac{345.764}{697.855} \\
 &= 0.496 \\
 \\
 \text{รางที่ 2} & \\
 \text{พื้นที่ท่อทองแดง} &= 1,915.115 \quad \text{ตร.ซม.} \\
 \text{พื้นที่รับแสงของราง} &= 14,400 \quad \text{ตร.ซม.} \\
 \text{อัตราส่วนพื้นที่} &= \frac{14,400}{1,915.115} \\
 &= 7.519 \\
 \text{ความเข้มมองแสงอาทิตย์ที่ท่อโดยเฉลี่ย (จากกราฟ)} &= 1,555.556 \quad \text{วัตต์/ม}^2 \\
 \text{ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ตกตั้งฉากกับราง} &= 604.94 \sin 68.87 \quad \text{วัตต์/ม}^2 \\
 &= 564.267 \quad \text{วัตต์/ม}^2 \\
 \text{อัตราส่วนของการรวมแสงโดยเฉลี่ย} &= \frac{1,555.556}{564.267}
 \end{aligned}$$



พลังงานแสงอาทิตย์ที่ท่อทองแดงควรได้รับทั้งหมด

$$= 2.757$$

$$= \frac{2.757}{7.519} = 0.367$$

$$= \rho \times \text{พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกตั้ง  
กับราง}$$

$$= 0.835 \times 564.267 \times 1.44$$

$$= 678.475 \quad \text{วัตต์}$$

พลังงานแสงอาทิตย์ที่ท่อทองแดงขนาด 2.54 ซม. ได้รับ

$$= 1,555.556 \times 0.1915$$

$$= 297.889 \quad \text{วัตต์}$$

๘

$$= \frac{297.889}{678.475}$$

$$= 0.439$$

รางที่ 3

พื้นที่ของท่อทองแดง

$$= 1,915.115 \quad \text{ตร.ซม.}$$

พื้นที่รับแสงของราง

$$= 14,400 \quad \text{ตร.ซม.}$$

อัตราส่วนของพื้นที่

$$= \frac{14,400}{1,915.115}$$

$$= 7.519$$

ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ท่อ โดยเฉลี่ย (จากกราฟ)

$$= 1,666.667 \quad \text{วัตต์/ม}^2$$

ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ตกตั้งฉากกับราง

$$= 725.93 \sin 68.87$$

$$= 677.122 \quad \text{วัตต์/ม}^2$$

อัตราส่วนของการรวมแสง โดยเฉลี่ย

$$= \frac{1,666.667}{677.122}$$

$$= 2.461$$

๗

$$= \frac{2.461}{7.519}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.327 \\
 \text{พลังงานแสงอาทิตย์ที่ท่อทองแดงควรได้รับทั้งหมด} &= \rho \times \text{พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกตั้ง} \\
 &\quad \text{ฉากกับราบ} \\
 &= 0.835 \times 677.12 \times 1.44 \\
 &= 814.17 \quad \text{วัตต์} \\
 \text{พลังงานแสงอาทิตย์ที่ท่อทองแดงขนาด 2.54 ซม. ได้รับ} &= 1,666.667 \times 0.1915 \\
 &= 319.167 \quad \text{วัตต์} \\
 \text{๘} &= \frac{319.167}{677.122} \\
 &= 0.392
 \end{aligned}$$

## 2. อุปกรณ์รวมแสงแบบจาน

มุม องศา

พื้นที่รับแสงที่จุดโฟกัส

$$= 30 \times 30$$

$$= 900 \quad \text{ตร.ซม.}$$

$$= \pi (120)^2$$

$$= 45,238.934 \quad \text{ตร.ซม.}$$

$$= \frac{45,238.934}{900}$$

$$= 50.266$$

ความเข้มของแสง โดยเฉลี่ยที่จุดโฟกัส

$$= 11.667$$

กิโลวัตต์/ม<sup>2</sup>

ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ตกตั้งฉากกับจาน

$$= 656.79$$

วัตต์/ม<sup>2</sup>

อัตราส่วนของการรวมแสง

$$= \frac{11.667}{656.79}$$

$$= 17.764$$

พลังงานแสงอาทิตย์ที่จุดโฟกัสควรจะได้รับ

$$= 0.353$$

$$= 0.835 \times 0.65679 \times 4.524$$

$$= 2.481$$

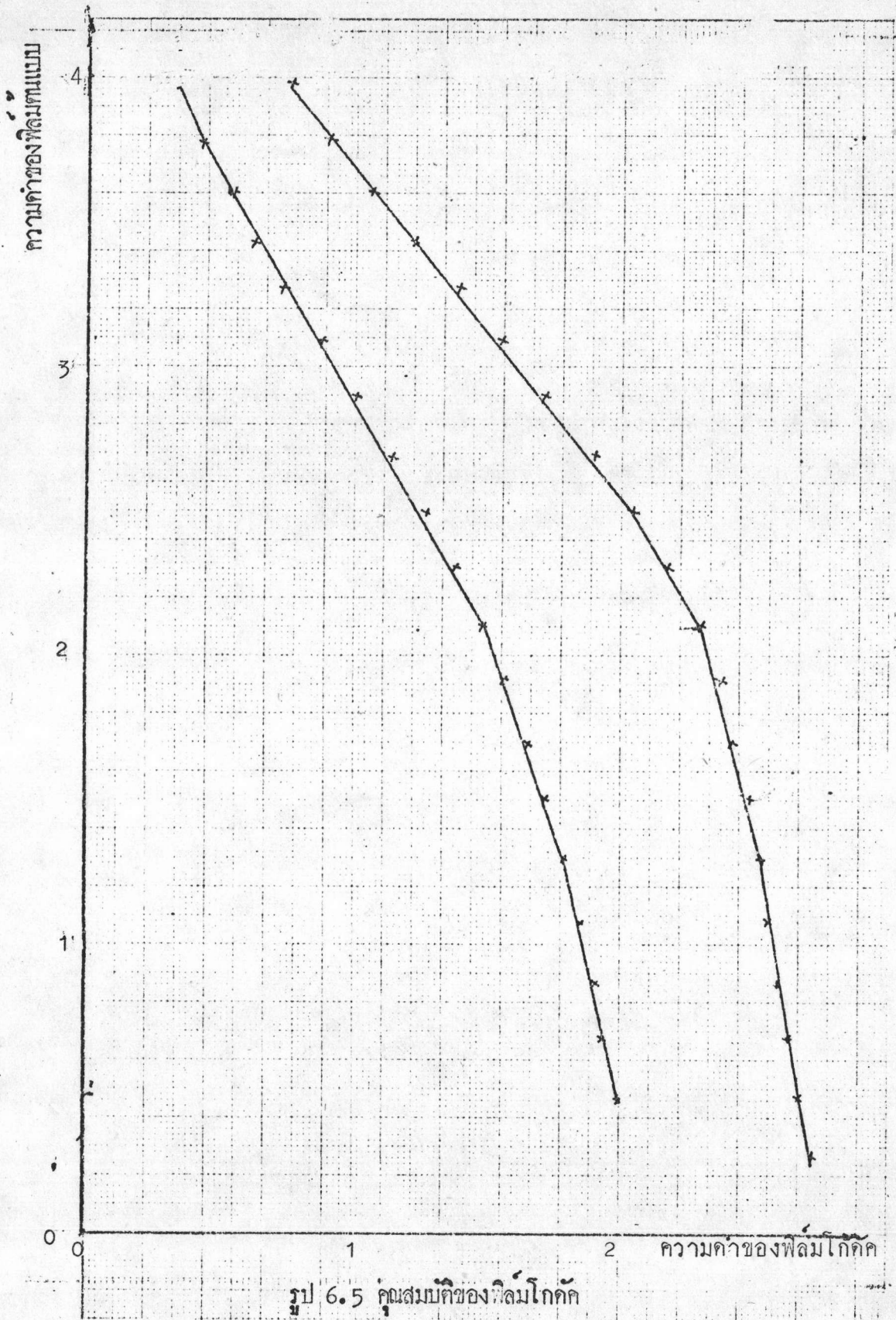
พลังงานที่จุดโฟกัสได้รับ

$$= 11.667 \times 0.09$$

$$= 1.05$$

$$= \frac{1.05}{2.481}$$

$$= 0.423$$



รูป 6.5 คุณสมบัติของฟิล์มโกกค

อุปกรณ์รวมรังสีดวงอาทิตย์แบบพาราโบลอยคัล

สถานที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 1 มกราคม 2522

เวลา 11.00 - 11.30

ท่ามุม 0 องศา กับตำแหน่งดวงอาทิตย์

ความเข้มของแสงอาทิตย์ 656.79 วัตต์/ม<sup>2</sup> (ลำแสงตรง)

ตารางที่ 6.4

ข	ก ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ (กิโลวัตต์/ม <sup>2</sup> )								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
0	11.62	12.72	14.48	15.07	15.47	14.57	13.64	12.38	11.87
4	14.20	14.65	15.41	15.91	15.66	15.07	14.31	13.14	12.21
8	14.40	15.91	16.00	16.33	16.08	15.32	14.74	14.23	13.30
12	14.90	15.16	15.66	16.17	16.17	16.08	15.41	14.31	12.80
16	13.72	14.15	15.49	16.33	16.25	16.25	15.24	14.23	12.97
20	12.38	13.73	15.16	15.58	15.41	15.49	14.90	14.31	13.39
24	10.78	11.70	14.40	14.82	14.99	14.40	14.23	13.81	13.14
28	9.35	11.62	14.15	13.39	13.47	14.06	13.73	13.30	11.78
30	9.26	11.45	12.21	11.45	12.38	11.46	12.90	12.21	10.27
เฉลี่ย	12.29	13.45	14.76	15.01	15.10	14.86	14.34	13.55	12.42

หมายเหตุ ความยาว ก, ข มีหน่วยเป็นเซ็นติเมตร

## อุปกรณ์รวมรังสีดวงอาทิตย์แบบพาราโบลอยกตั้ง

สถานที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์  
 วันที่ 1 มกราคม 2522 เวลา 11.00 - 11.30  
 ท้าวมุม 2 องศา กับตำแหน่งดวงอาทิตย์  
 ความเข้มของแสงอาทิตย์ 656.79 วัตต์/ม<sup>2</sup> (ลำแสงตรง)

ตารางที่ 6.5

ก ข	ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ (กิโลวัตต์/ม <sup>2</sup> )								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
0	13.72	14.65	14.15	14.06	12.97	11.62	10.86	9.09	8.93
4	15.00	15.74	15.75	14.48	12.80	12.38	11.54	11.11	9.77
8	15.58	16.00	16.00	14.98	13.81	13.14	12.63	11.99	10.61
12	15.32	15.91	15.91	14.57	14.06	14.06	12.88	12.29	11.11
16	15.07	15.58	15.58	15.16	14.23	13.72	13.14	12.12	10.10
20	14.90	15.32	15.16	15.24	14.31	13.47	11.45	11.54	9.43
24	14.48	14.65	14.23	15.32	14.48	13.56	12.04	10.27	8.97
28	13.22	13.72	13.98	14.57	13.89	13.56	12.04	9.77	7.92
30	12.04	12.88	12.80	13.89	13.47	12.80	11.79	10.19	6.82
เฉลี่ย	14.37	14.94	14.90	14.06	13.78	13.15	12.04	10.91	9.30

หมายเหตุ ความยาว ก, ข มีหน่วยเป็นเซ็นติเมตร

อุปกรณ์รวมรังสีดวงอาทิตย์แบบพาราโบลอยคัล

สถานที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 1 มกราคม 2522

เวลา 11.00 - 11.30

ท่ามุม 4 องศาับตำแหน่งดวงอาทิตย์

ความเข้มของแสงอาทิตย์ 656.97 วัตต์/ม<sup>2</sup>(ลำแสงตรง)

ตารางที่ 6.6

ก ข	ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ (กิโลวัตต์/ม <sup>2</sup> )								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
0	14.57	14.48	13.98	13.22	12.55	12.55	12.46	10.56	7.92
4	14.48	14.82	14.40	13.72	12.63	12.21	10.95	9.09	7.58
8	13.89	14.65	14.82	13.64	12.63	12.29	10.86	8.84	7.24
12	13.72	14.46	14.48	14.42	12.63	12.11	9.85	8.00	6.48
16	13.05	14.15	13.89	13.80	12.71	10.86	8.25	7.33	6.57
20	12.04	13.14	14.07	13.14	12.29	9.52	7.75	6.57	5.39
24	10.95	12.38	13.30	12.97	11.96	8.59	6.99	5.73	4.72
28	10.27	11.28	11.28	11.03	10.61	9.52	7.27	5.39	4.46
32	8.17	10.02	10.02	9.68	9.74	6.90	6.82	5.22	4.29
เฉลี่ย	12.35	13.26	13.34	12.84	11.99	10.39	9.02	7.45	6.06

หมายเหตุ ความยาว ก, ข มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

## อุปกรณ์รวมรังสีดวงอาทิตย์แบบพาราโบลอยคัล

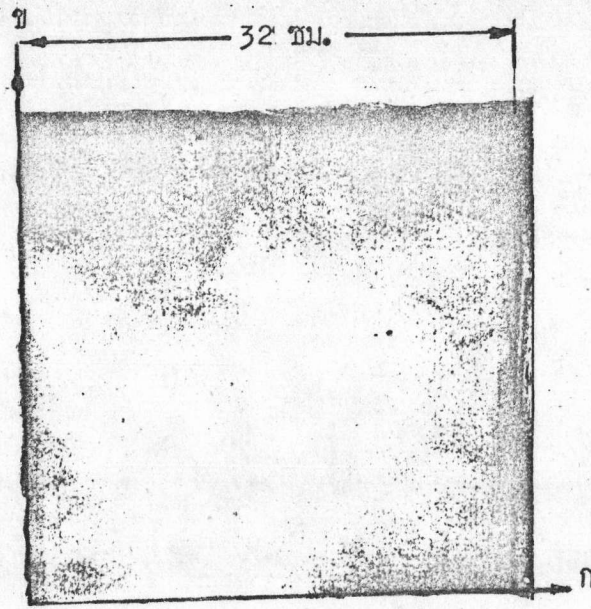
สถานที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์  
 วันที่ 1 มกราคม 2522 เวลา 11.00 - 11.30  
 ทำมุม 6 องศา กับตำแหน่งดวงอาทิตย์  
 ความเข้มของแสงอาทิตย์ 656.79 วัตต์/ม<sup>2</sup> (ลำแสงตรง)

ตารางที่ 6.7

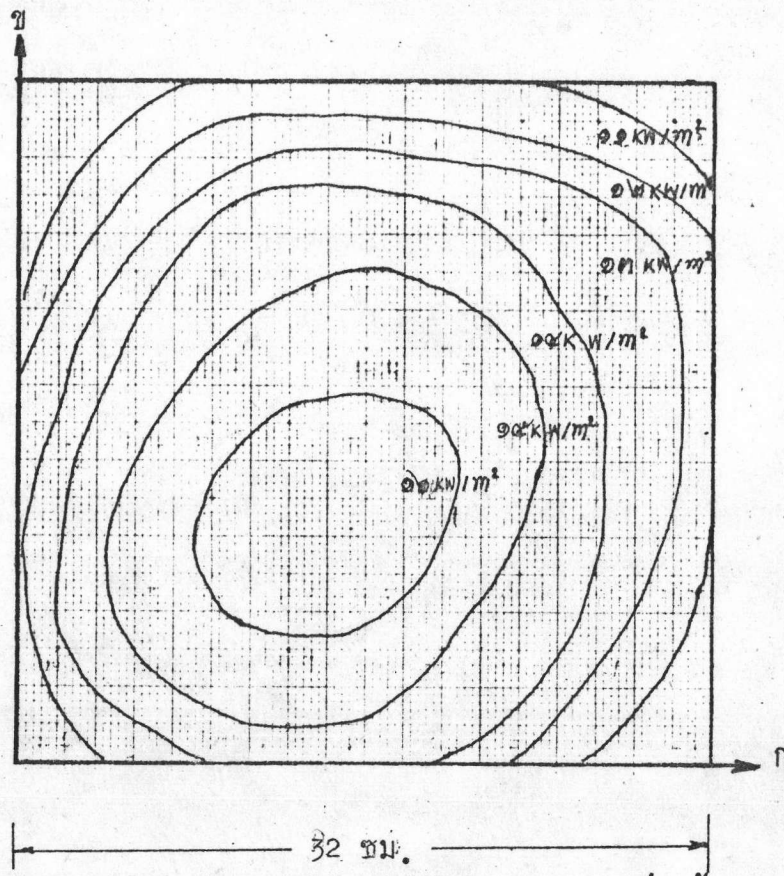
ข	ก. ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ (กิโลวัตต์/ม <sup>2</sup> )								
	0	4	8	12	16	20	24	28	32
0	12.63	12.80	11.47	9.26	9.26	7.83	6.74	6.48	5.27
4	14.71	14.38	11.96	9.85	9.26	7.66	6.40	5.73	5.53
8	12.80	12.21	11.87	10.53	9.26	6.82	5.98	5.31	5.22
12	13.39	12.46	10.96	9.18	7.66	6.74	5.56	4.88	5.81
16	12.80	12.04	10.44	8.59	7.07	5.98	5.64	5.81	5.39
20	13.14	11.79	9.85	7.58	6.48	5.39	4.88	4.46	4.21
24	11.45	11.45	9.68	7.83	5.64	4.48	4.55	4.04	3.71
28	10.36	10.37	9.60	6.74	5.47	4.72	4.38	4.04	3.62
32	8.08	7.83	7.24	6.40	4.46	3.71	3.54	3.28	3.12
เฉลี่ย	11.93	11.48	10.38	8.44	7.40	5.97	5.30	4.89	4.69

หมายเหตุ ความยาว ก, ข มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

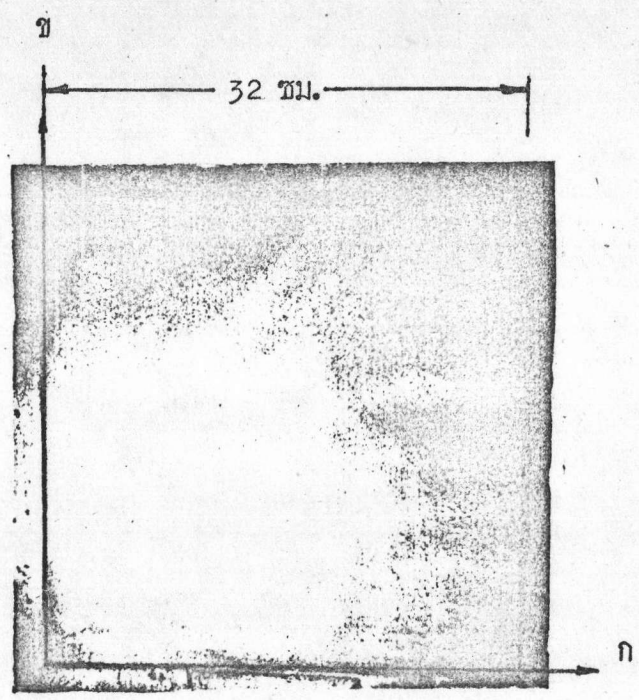




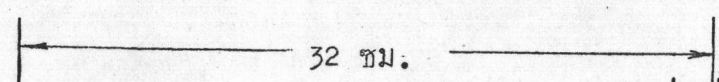
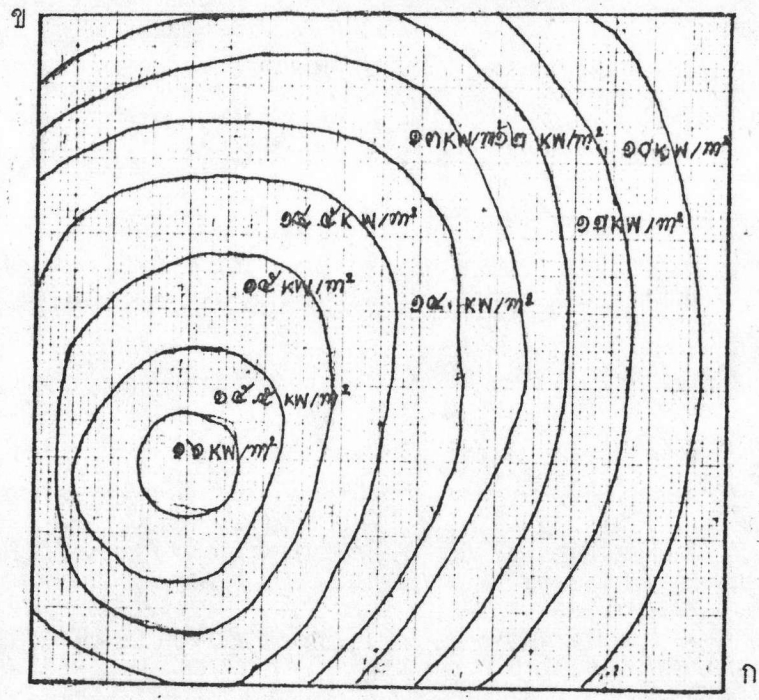
รูป 6.7 ก ภาพถ่ายการกระจายรังสีของจานรวมแสงที่มีมุม  $\theta$  องศา



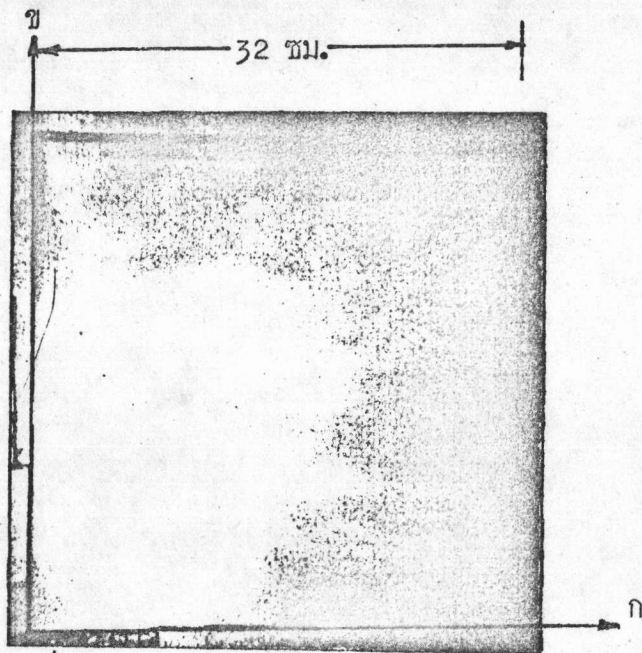
รูป 6.7 ข กราฟของการกระจายรังสีของจานรวมแสงซึ่งเส้นกราฟ  
หนึ่ง ๆ มีความเข้มคงที่



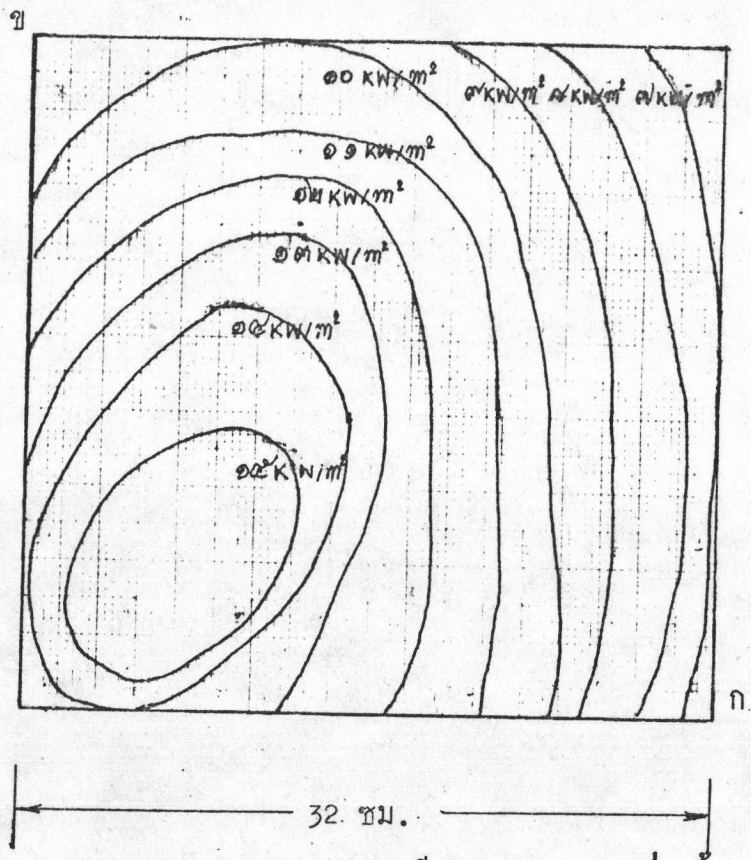
รูป 6.8 ก ภาพถ่ายการกระจายรังสีของงานรวมแสงที่มุม 2 องศา



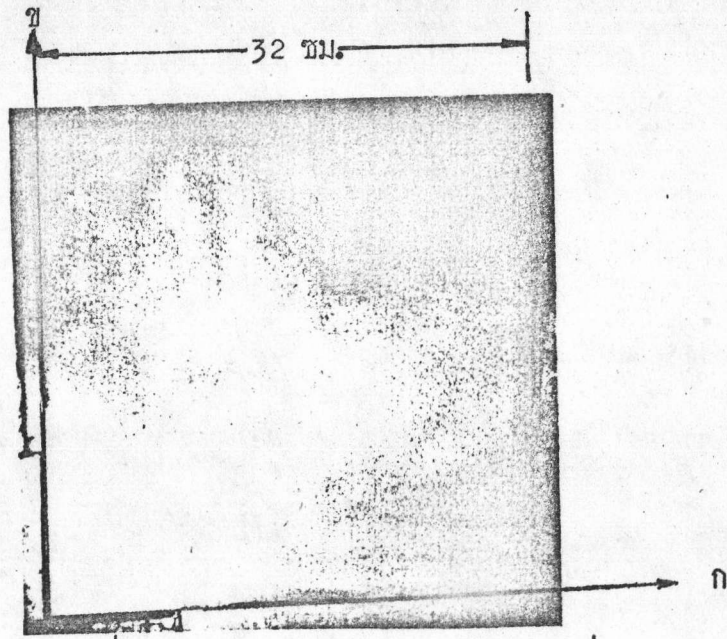
รูป 6.8 ข กราฟของการกระจายรังสีของงานรวมแสงซึ่งเส้นกราฟ  
หนึ่ง ๆ มีความเข้มคงที่



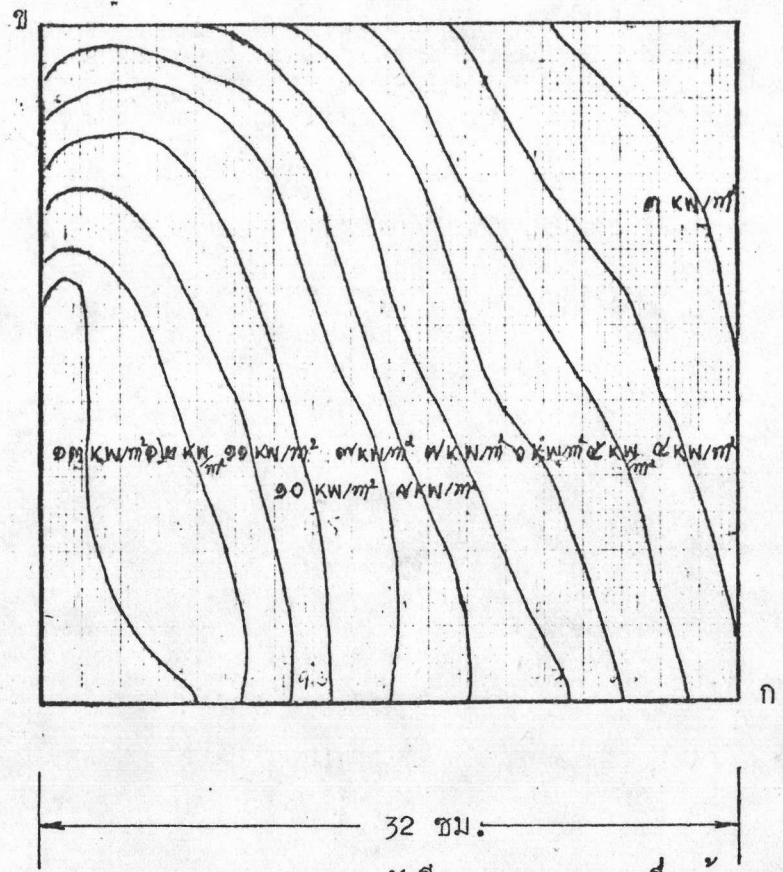
รูป ๖.9 ภาพถ่ายการกระจายรังสีของจานรวมแสงที่มีมุม 4 องศา



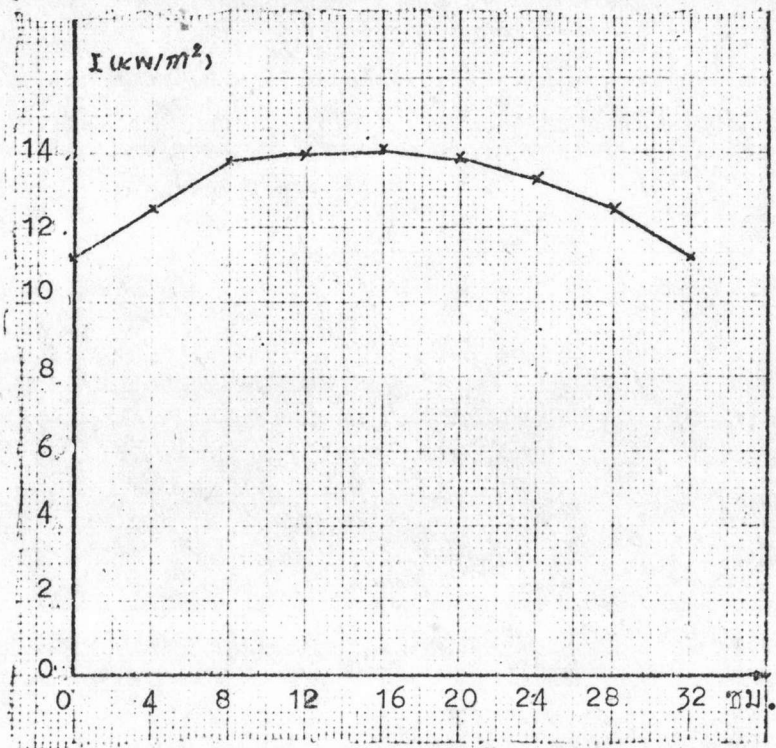
รูป ๖.9 ข กราฟของการกระจายรังสีของจานรวมแสงซึ่งเส้นกราฟ  
หนึ่ง ๆ มีความเข้มคงที่



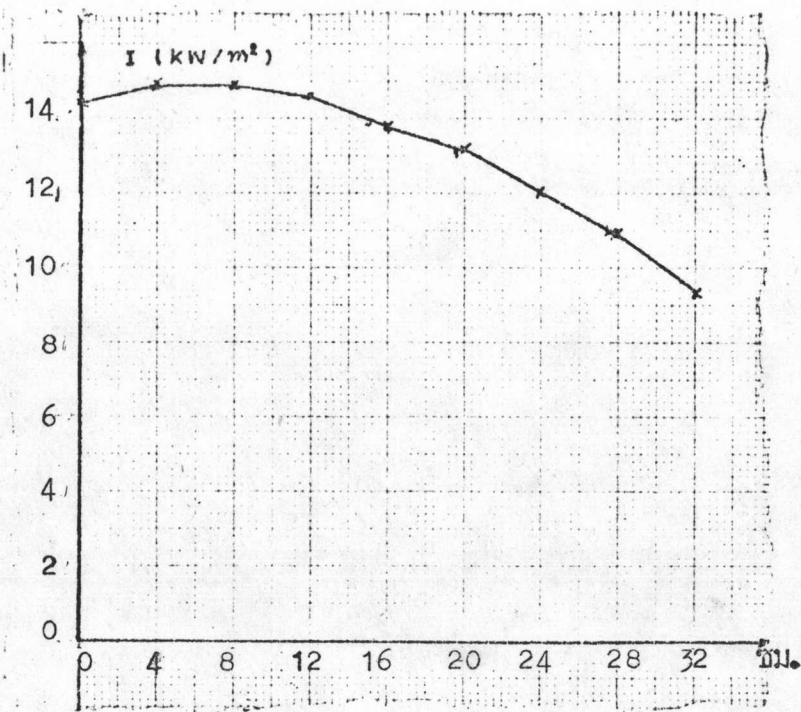
รูป ๕.10 ภาพฉายการกระจายรังสีของจานรวมแสงที่มุม 6 องศา



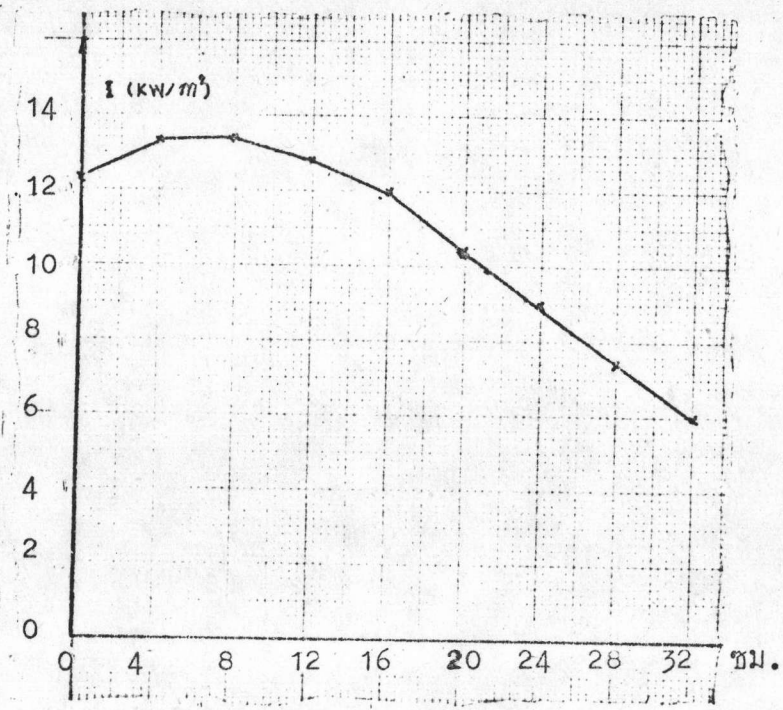
รูป ๕.10 ข กราฟของการกระจายรังสีของจานรวมแสงซึ่งเส้นกราฟ  
หนึ่ง ๆ มีความเข้มคงที่



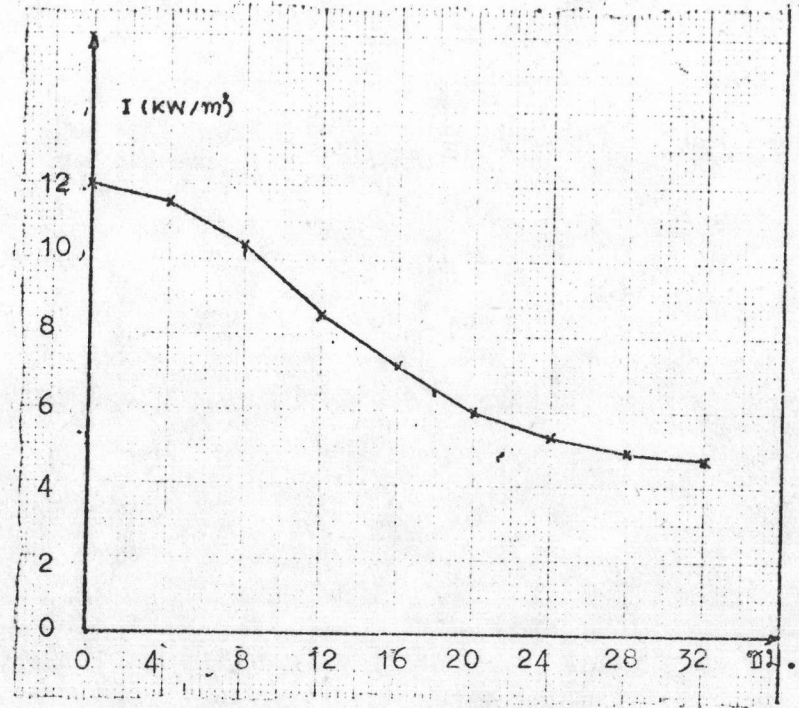
รูป ๕.11 ภาพตัดขวางการกระจายความเข้มรังสีของจานรวมแสงที่มุม 0 องศา



รูป ๕.12 ภาพตัดขวางการกระจายความเข้มรังสีของจานรวมแสงที่มุม 2 องศา



รูป ๑.13 ภาพตัดขวางการกระจายความเข้มรังสีของจานรวมแสงที่มุม 4 องศา



รูป ๑.14 ภาพตัดขวางการกระจายความเข้มรังสีของจานรวมแสงที่มุม 6 องศา