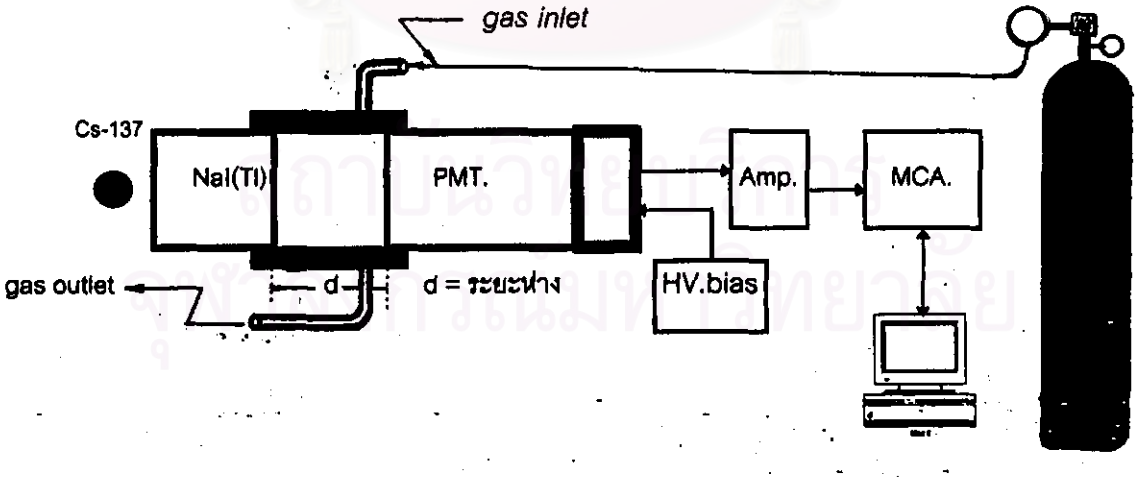
บทที่ 4

ผลการทดลอง

เนื่องจากความเข้มของประกายแสงจากผลึกวัดรังสี NaI(Tl) มีความเข้มแสงต่ำมากๆ ไม่สามารถวัดได้ด้วยเครื่องวัดกำลังส่องสว่างปกติ ดั้งนั้น การวัดความเข้มของประกายแสงจากผลึกวัดรังสี จึงจำเป็นต้องวัดจากตำแหน่งของยอดพีคพลังงานของรังสีแกมมา (662 keV) ของต้นกำเนิดรังสี Cs-137 โดยอาศัยความสัมพันธ์ของความสูงสัญญาณพัลส์ (pulse height) ซึ่งเป็นสัดส่วนกับความเข้มประกายแสงผ่านระบบวัดแกมมาสเปกโตรมิตรี สำหรับการทดลองในขั้นตอนต่างๆ ใช้อุปกรณ์ที่ออกแบบไว้ในบทที่ 3 ดังนี้

4.1 การทดลองผลการสูญเสียความเข้มประกายแสงในอากาศ

จัดอุปกรณ์การทดลองผลการสูญเสียความเข้มประกายแสงดังในรูปที่ 4.1 โดยหลอดทวีคูณอิเล็กตรอนจะต้องห่อหุ้มด้วยวัสดุกำบังสนามแม่เหล็ก (μ-metal) และหุ้มทับด้วยวัสดุป้องกันแสงสว่างภายนอก



รูปที่ 4.1 แผนภาพอุปกรณ์ทดลองผลการสูญเสียความเข้มประกายแสงในอากาศ

4.1.1 อุปกรณ์การทดลอง

1. ผลึกวัด NaI(Tl) ขนาด 1"x1" และหลอดทวีคูณอิเล็กตรอนของ RCA รุ่น 5819
2. อุปกรณ์ปรับระยะห่างระหว่างผลึกวัดรังสีและหน้าหลอดทวีคูณอิเล็กตรอน ซึ่งจัดช่องปล่อยก๊าซไหลผ่านระหว่างช่องว่างได้
3. ระบบวิเคราะห์ความสูงของพัลส์ ซึ่งประกอบด้วย

HV bias ของ Ortec	รุ่น 456	1	ตัว
Amplifier ของ Canberra	รุ่น 2011	1	ตัว
Preamp Tube base ของ Ortec	รุ่น 276	1	ตัว
MCA series 40 ของ Canberra		1	เครื่อง
Microcomputer		1	ชุด

4. ต้นกำเนิดรังสี Cs-137 ให้พลังงานของรังสีแกมม่า 662 keV ความแรง 20 μCi

4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. ปรับศักดาไฟฟ้าสูงสำหรับไบอัสหลอดทวีคูณอิเล็กตรอนที่ 900 โวลต์ และอัตราขยายสัญญาณที่ CG=10 ,FG=10 เลือก shaping time ที่ 0.5 μs

2. ประกอบผลึกวัด NaI(Tl) และ หลอดทวีคูณอิเล็กตรอนให้ติดกันด้วยการเชื่อมประสานของ fluid coupling วิเคราะห์และบันทึกตำแหน่งพีคของพลังงานอ้างอิง 662 keV ด้วยเวลานับ 200 sec

3. วิเคราะห์ตำแหน่งพีคพลังงานเมื่อแปรเปลี่ยนระยะ d ของผลึกวัดรังสีและหลอดทวีคูณอิเล็กตรอน ตั้งแต่ 1cm - 5cm

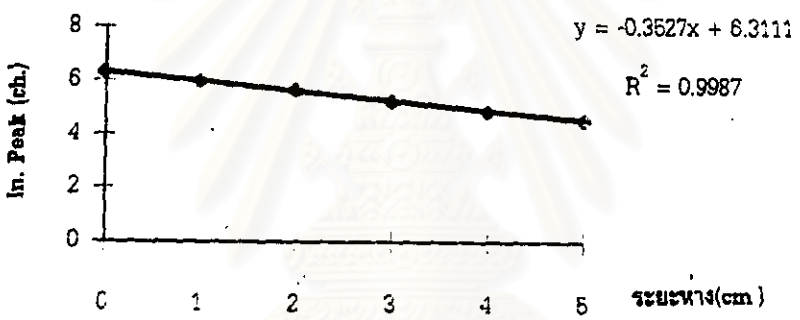
4. ที่ระยะ 1 cm และ 5 cm ปล่อยก๊าซฮีเลียมผ่านทางท่อก๊าซของท่อปรับระยะเพื่อไล่อากาศและวิเคราะห์ตำแหน่งพีคพลังงาน 662 keV เป็นการยืนยันผลของอากาศต่อประกายแสง

5. ผลการวัดเป็นไปตามข้อมูลที่บันทึกได้ดังตารางที่ 4.1 และเส้นกราฟรูปที่ 4.2 ก .รวมทั้งสเปกตรัมของ Cs-137 ในรูปที่ 4.3 และ 4.4 สำหรับรูปที่ 4.4 จะเห็นว่าความเข้มประกายแสงเพิ่มขึ้นเมื่อไล่อากาศออก

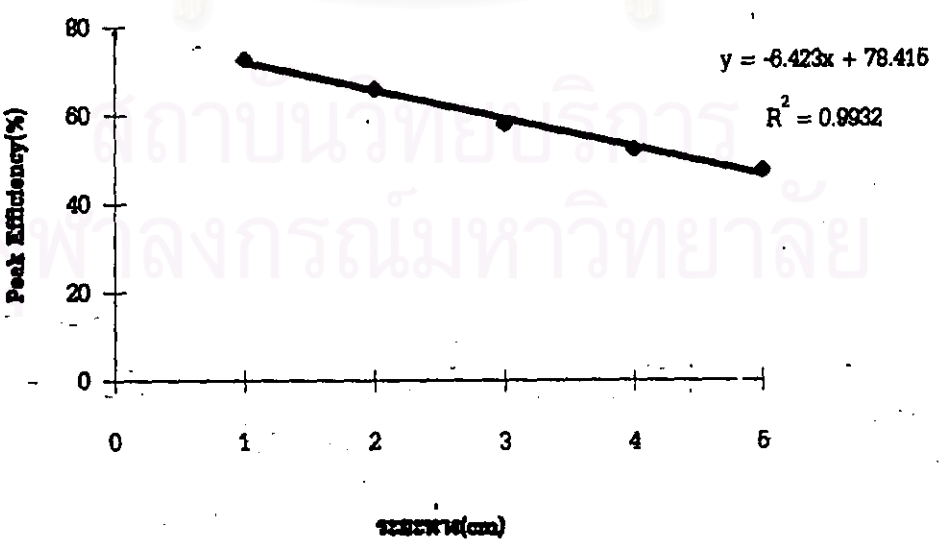
6. ผลการคำนวณประสิทธิภาพการวัดพีค(peak efficiency)ที่พลังงาน 662 keV เมื่อแปรเปลี่ยนระยะห่างของผลึกวัดและหลอดทวีคูณอิเล็กตรอนเป็นไปตามเส้นกราฟรูปที่4.2 ข.

ตารางที่ 4.1 ผลการสูญเสียความเข้มประกายแสงเมื่อระยะผลึก NaI(Tl) ห่างจาก PMT และเมื่อแทนที่อากาศด้วยก๊าซซีเลียม

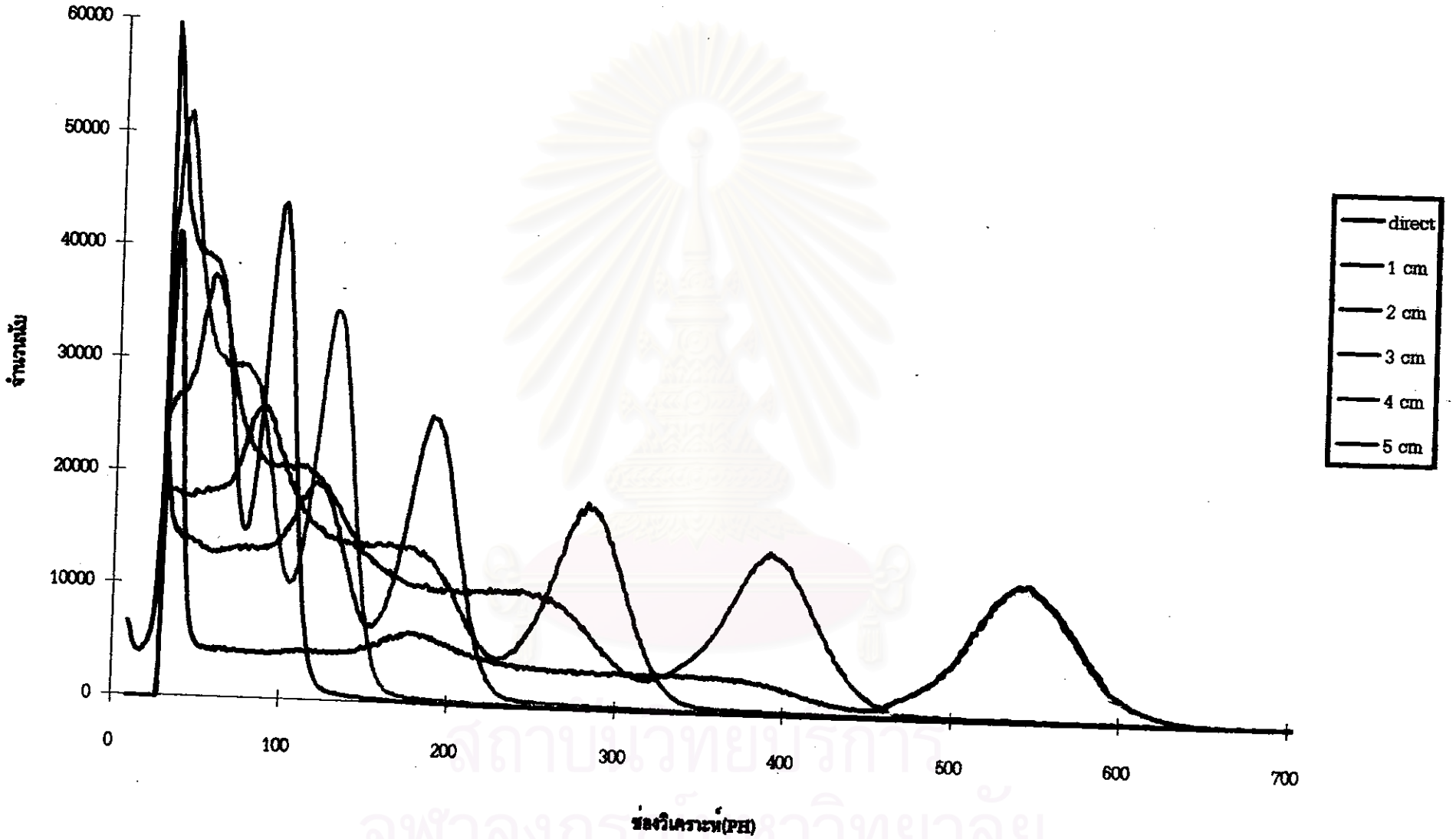
0	1068466	6.295	542	5412756					
1	775264	5.966	390	3908965	72.56	410	3580147	781027	73.1
2	702593	5.638	281	3553529	65.76				
3	619467	5.247	190	3546943	57.98				
4	557893	4.867	130	3343696	52.21				
5	504489	4.564	96	2818506	47.22	120	3023012	667260	62.45



รูปที่ 4.2 ก. เส้นกราฟแสดงผลการสูญเสียความเข้มของประกายแสงเมื่อระยะผลึก NaI(Tl) ห่างจาก PMT

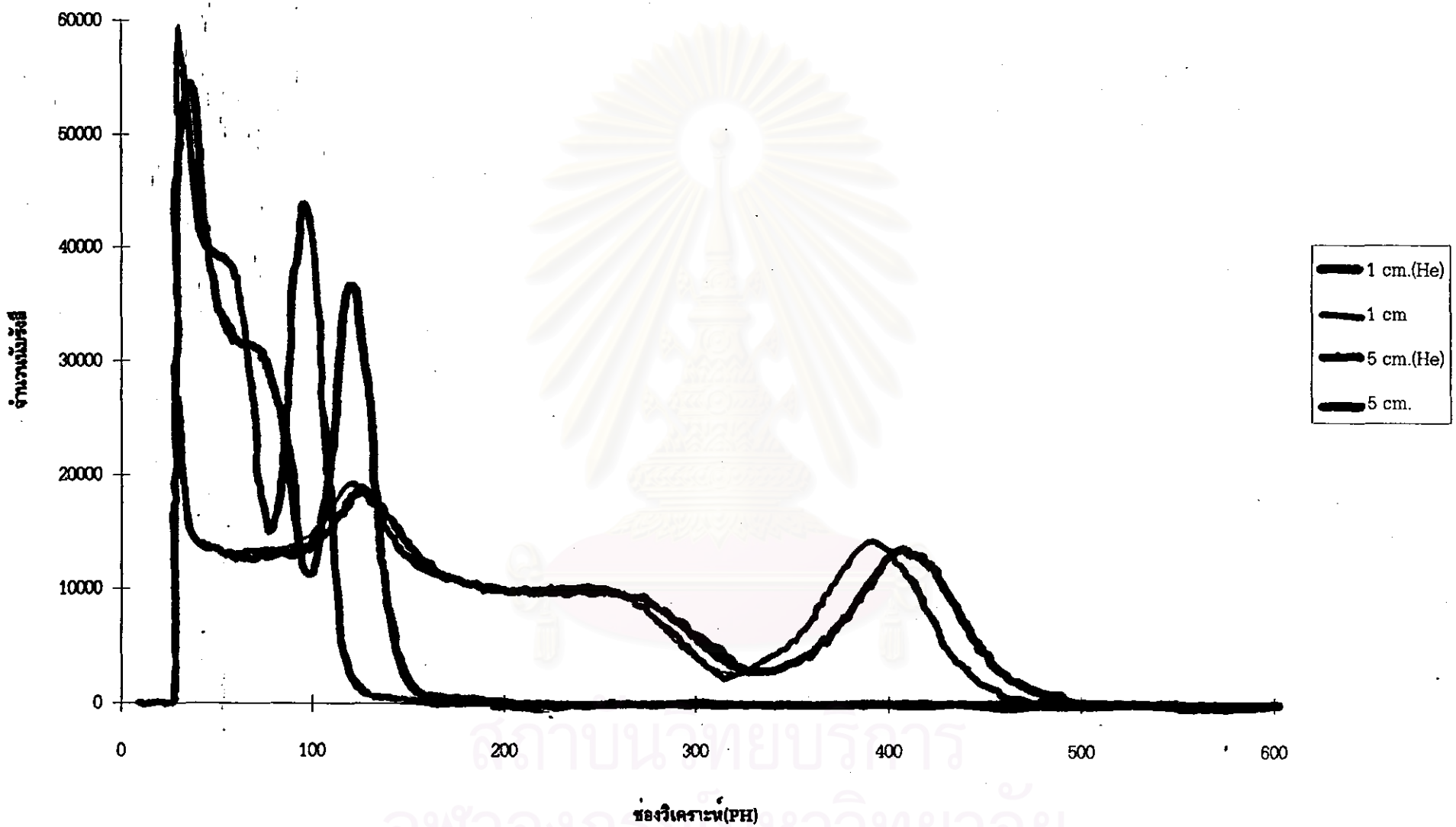


รูปที่4.2ข. เส้นกราฟแสดงการสูญเสียประสิทธิภาพการวัดรังสีที่ตำแหน่งพีคพลังงาน



รูปที่ 4.3 สเปกตรัมของ Cs-137 แสดงความสัมพันธ์ของความเข้มประกายแสงเมื่อระยะผลึก NaI(Tl) และ PMT แปรเปลี่ยนไป(พิจารณาจากพีคที่ตำแหน่งช่องวิเคราะห์พลังงาน)

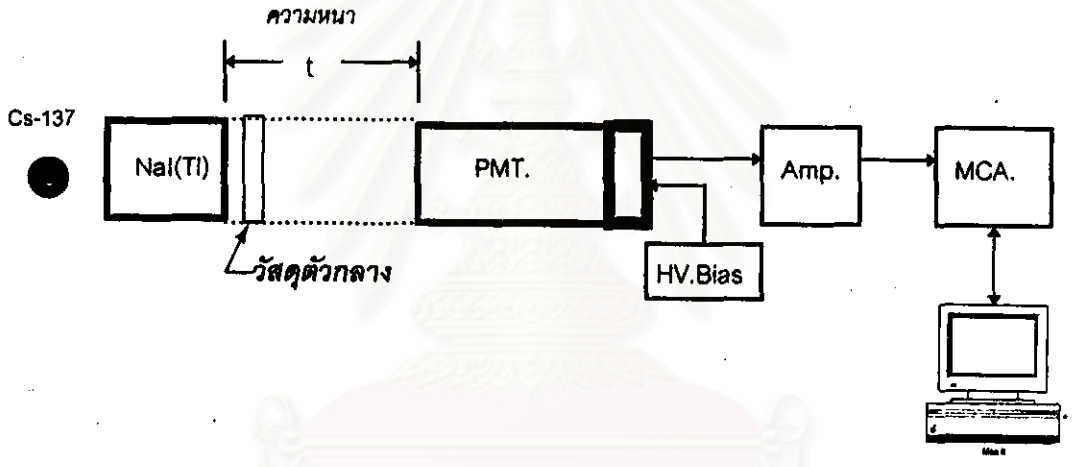
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 สเปกตรัมของ Cs-137 เปรียบเทียบความเข้มประกายแสงเมื่อระยะผลึก NaI(Tl) ห่างจาก PMT ที่1cm และ 5 cm ขณะไล่อากาศด้วยฮีเลียมและปล่อยให้มีอากาศอยู่(พิจารณาจากพีคที่ตำแหน่งช่องวิเคราะห์พลังงาน)

4.2 การทดลองผลการสูญเสียความเข้มแสงในตัวกลางบางชนิด

จากการศึกษาข้อมูลวัสดุสำหรับใช้ส่งผ่านแสงย่านอุลตราไวโอเลตให้มีการสูญเสียความเข้มแสงต่ำๆ นั้น วัสดุที่ใช้จะต้องเป็นผลึกประเภท Fused Silica, Bolosilicateหรือ Quartz อย่างไรก็ตามวัสดุที่กล่าวมาข้างต้น ไม่สามารถหาได้ง่ายภายในประเทศ และการสั่งซื้อวัสดุสำเร็จรูปจากต่างประเทศจะมีราคาสูงมาก ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการหาวัสดุที่มีความเป็นไปได้ในการออกแบบระบบส่งผ่านประกายแสงจากผลึกวัดรังสีไปยังปลายทาง จึงเลือกศึกษาคุณสมบัติในการสูญเสียความเข้มแสงของวัสดุ 2 ชนิด คือแก้วกระจกใสและอะคริลิก (acrylic)ใส การทดลองวัดผลการสูญเสียประกายแสงนี้ จะจัดระบบวัดเช่นเดียวกับข้อ 4.1 ดังในแผนภาพรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบผลการสูญเสียความเข้มประกายแสงในตัวกลาง

4.2.1 ขั้นตอนการทดลองวัดผลการสูญเสียความเข้มประกายแสงในแก้วกระจกใส

1. ใช้ศักดาไฟฟ้าไบอัส และอัตราขยายสัญญาณเช่นเดียวกับข้อ 4.1.2 ในข้อ 1

2. ประกบ NaI(Tl) เข้ากับหลอดทวีคูณอิเล็กตรอนโดยตรงด้วย fluid coupling และวิเคราะห์ตำแหน่งพีคพลังงาน 662 keV ของ Cs-137 เพื่อใช้อ้างอิงด้วยเวลานับ 200 วินาที

3. แยกผลึกวัดออกจากหลอดทวีคูณอิเล็กตรอน และประกอบใหม่โดยแทรกแผ่นแก้วกระจกที่ความหนา 1 cm และวิเคราะห์ตำแหน่งพีคของพลังงานที่วัดได้

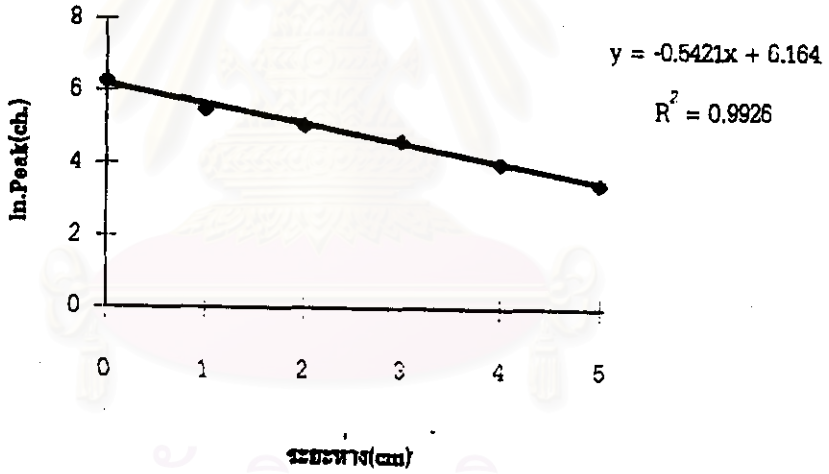
4. วิเคราะห์ตำแหน่งพีคของพลังงานเมื่อแปรเปลี่ยน โดยเพิ่มความหนาแก้วกระจกจากความหนา 1 cm จนถึง 5 cm

5. ผลการวัดเป็นไปตามข้อมูลที่บันทึกได้ในตาราง 4.2 เส้นกราฟรูป 4.6 ก. และสเปกตรัมของ Cs-137 ในรูปที่ 4.7

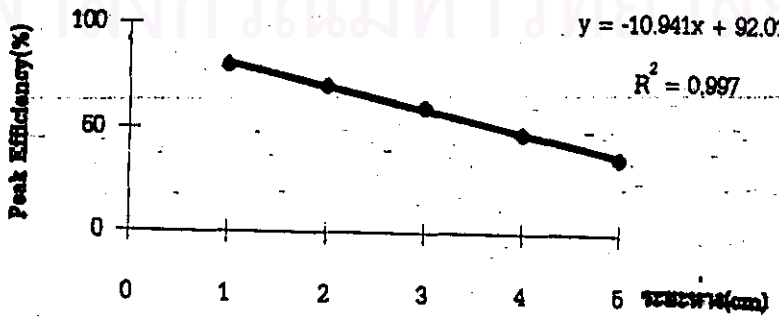
6. ผลการคำนวณประสิทธิภาพการวัดรังสีที่ตำแหน่งพีคพลังงาน 662 keVแสดงในเส้นกราฟรูปที่ 4.6 ข.

ตารางที่ 4.2 ผลการสูญเสียความเข้มของประกายแสงเมื่อความหนาของแผ่นแก้วกระจกเพิ่มขึ้น

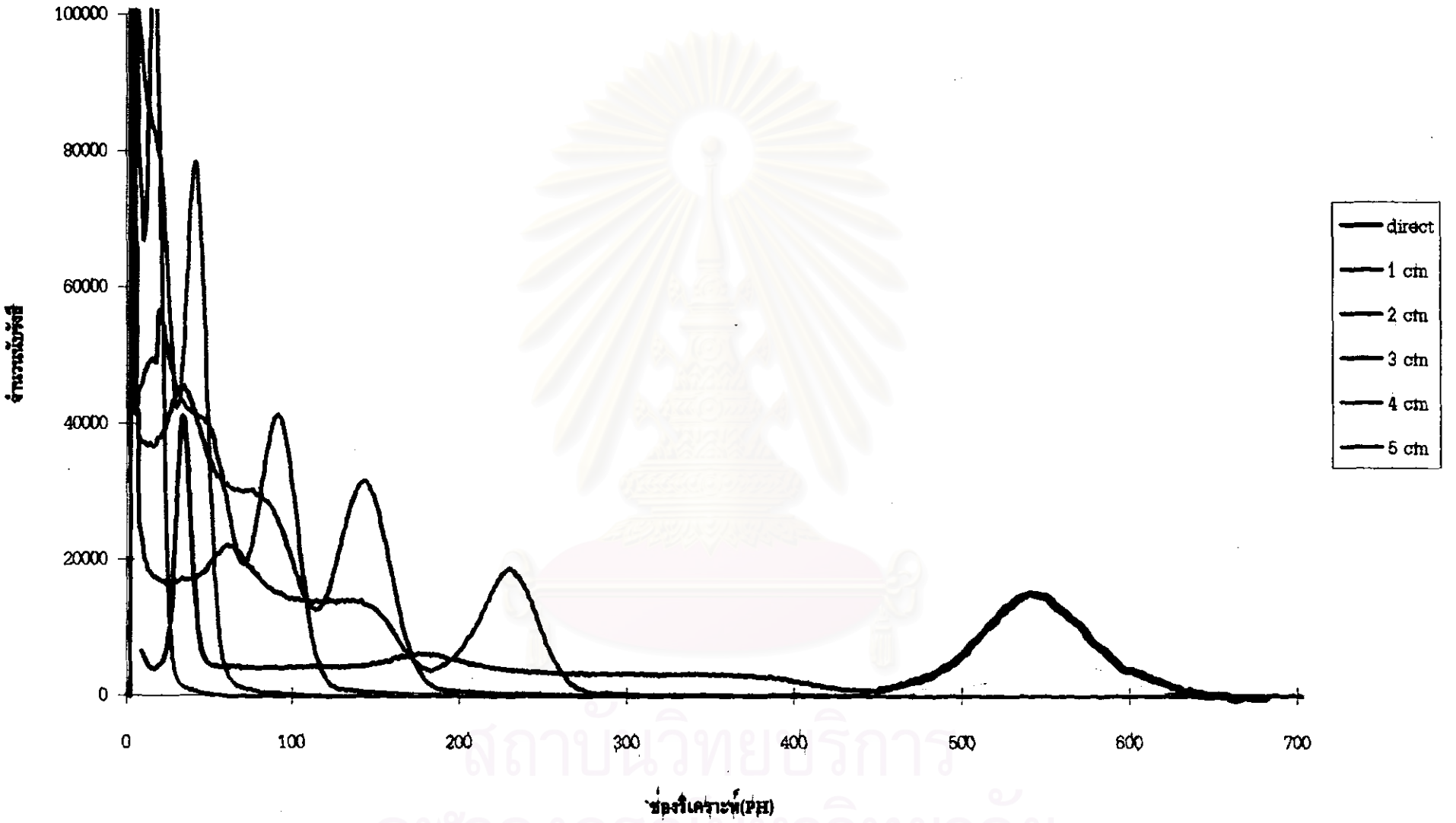
0	1068466	6.295	542	5412756	
1	856101	5.48	240	4525722	80.12
2	753243	5.049	156	4422604	70.49
3	647732	4.624	102	3933368	60.62
4	514414	4.007	55	3265098	48.14
5	390959	3.433	31	3079863	36.59



รูปที่4.6 ก. เส้นกราฟแสดงการสูญเสียความเข้มของประกายแสงเมื่อความหนาของแก้วกระจกเพิ่มขึ้น



รูปที่ 4.6 ข. เส้นกราฟแสดงการสูญเสียประสิทธิภาพการวัดรังสีที่ตำแหน่งพีคพลังงาน



รูปที่ 4.7 สเปกตรัมของ Cs-137 แสดงความสัมพันธ์การสูญเสียความเข้มประกายแสงและความหนาแก้วกระจก(พิจารณาจากตำแหน่งพีคที่ช่องวิเคราะห์พลังงาน)

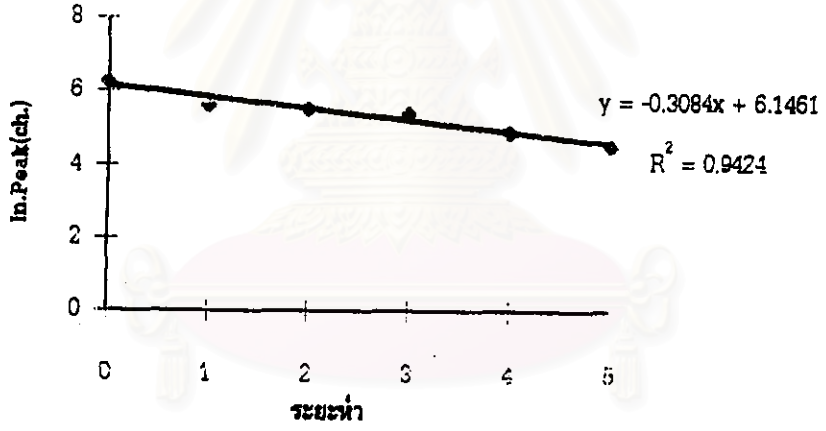
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 การทดลองวัดผลการสูญเสียความเข้มประกายแสงในแผ่นอะคริลิกใส

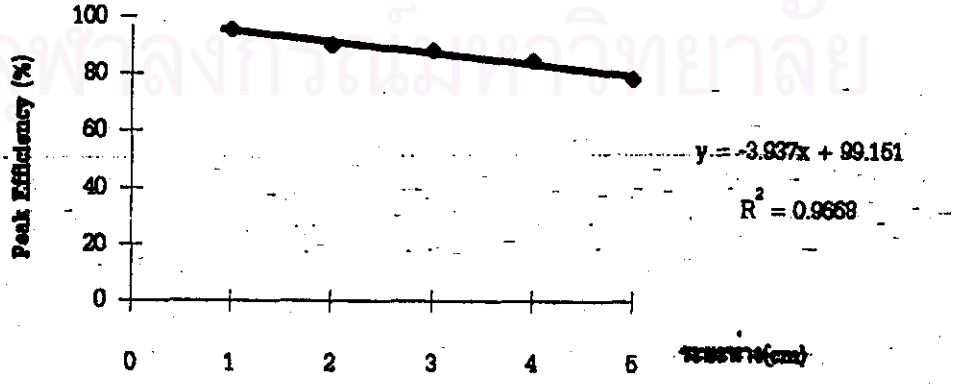
การทดลองเป็นไปตามขั้นตอนเดียวกับข้อ 4.2.1 โดยเปลี่ยนความหนาของอะคริลิก เพิ่มขึ้นจาก 1 cm จนถึง 5 cm และวิเคราะห์ตำแหน่งของพลังงาน ได้ผลการวัดเป็นไปตามตาราง 4.3 และเส้นกราฟรูป 4.8ก.และข. รวมทั้งสเปกตรัมของ Cs-137 ในรูปที่ 4.9

ตาราง 4.3 ผลการสูญเสียความเข้มของประกายแสงเมื่อเพิ่มความหนาของแผ่นอะคริลิก

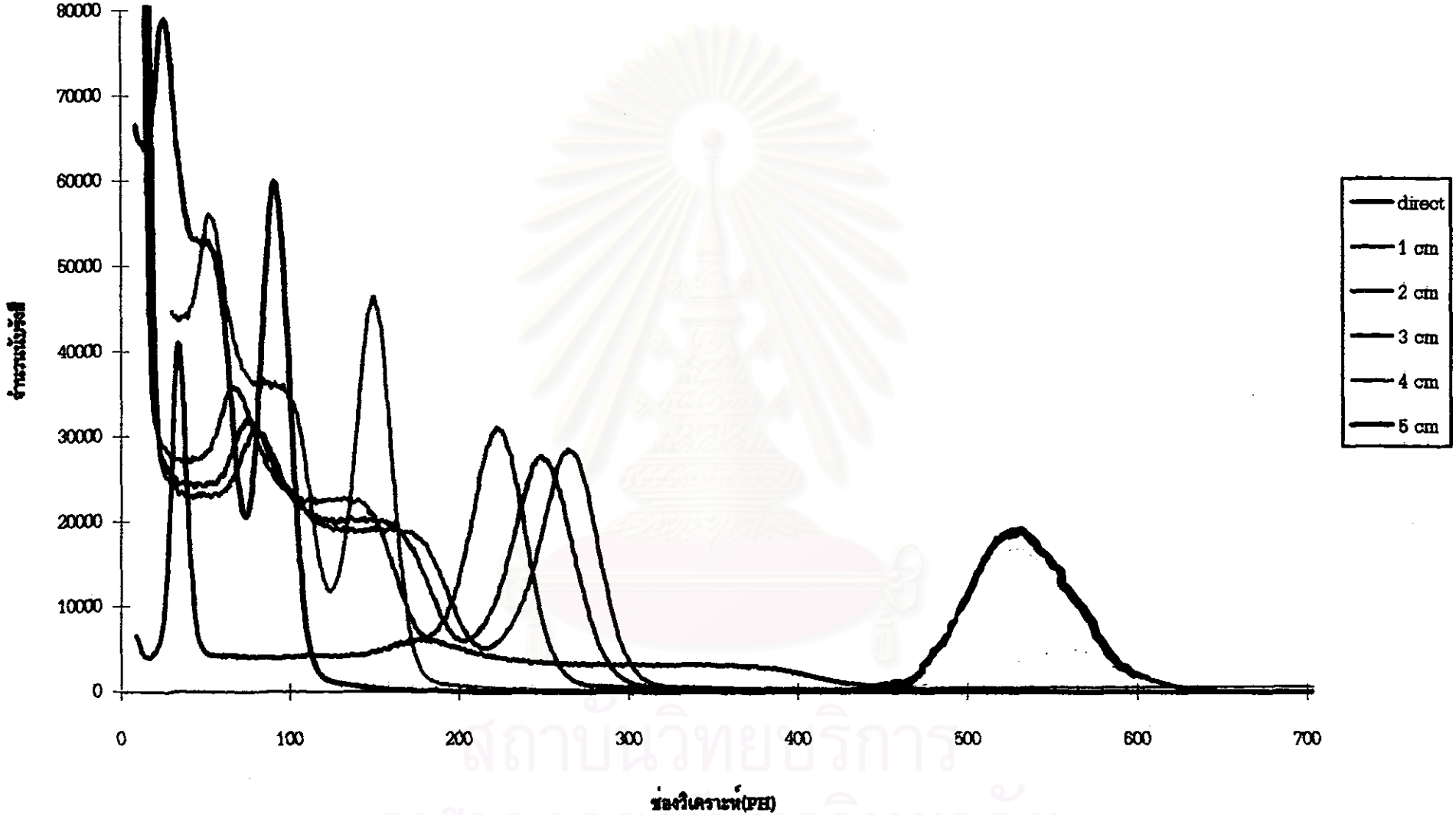
0	1068466	6.295	542	5412756	
1	1019588	5.613	274	4860171	95.42
2	961228	5.517	249	4843994	89.96
3	943373	5.407	223	4723192	88.29
4	904247	4.912	136	4625161	84.63
5	837691	4.543	94	4521393	78.4



รูปที่ 4.8 ก. เส้นกราฟแสดงการสูญเสียความเข้มของประกายแสงเมื่อความหนาของแผ่นอะคริลิกเพิ่มขึ้น



รูปที่ 4.8 ข. เส้นกราฟแสดงการสูญเสียประสิทธิภาพการวัดรังสีที่ตำแหน่งพีคพลังงาน



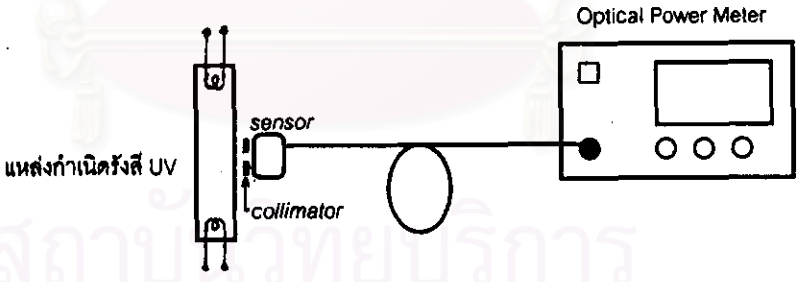
รูปที่4.9 สเปกตรัมของCs-137 แสดงความสัมพันธ์ของความเข้มประกายแสงและความหนาของแผ่นอะคริลิก(พิจารณาจากช่องวิเคราะห์พลังงาน)

4.3 การทดลองผลการสูญเสียความเข้มแสงย่าน UV ในเส้นใยแสง

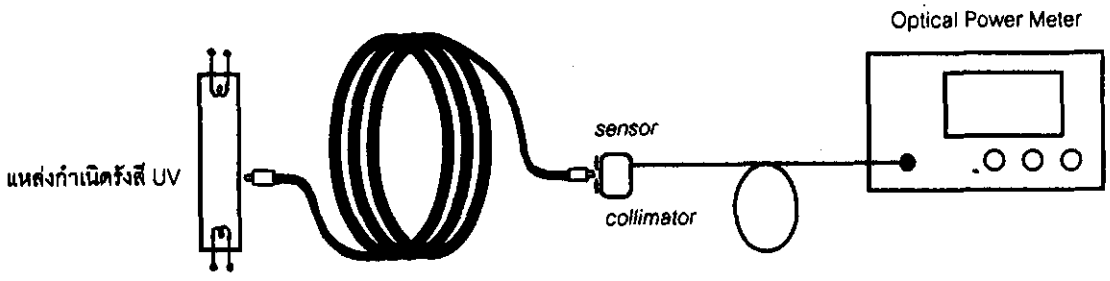
เส้นใยแสงที่จะนำมาใช้ในการส่งประกายแสงจากผลึกวัดรังสี จะต้องตอบสนองการส่งผ่านคลื่นแสงย่านอุลตราไวโอเลตได้ดี การศึกษาจากคู่มือพบว่าเส้นใยแสงประเภทนี้จะต้องมีแกนท่อนำแสงเป็น fused silica, glass fiber หรือ liquid light guide เป็นต้น เส้นใยแสงชนิด single fiber โหมดเดียวนั้น มีข้อจำกัดในการใช้งาน เนื่องจากมีผู้ผลิตน้อยจึงมีราคาสูงมาก และเส้นผ่าศูนย์กลางแกนเล็กมากทำให้มีปัญหาเรื่องการโฟกัสเมื่อบีบลำประกายแสงลงบนปลายของเส้นใยแสง งานวิจัยนี้จึงได้พิจารณากลุ่มเส้นใยแสงที่มีพื้นที่แกนนำแสงโต โดยผู้ผลิตทำให้เส้นใยแสงมีลักษณะเป็นมัด ได้แก่ glass single fiber bundle และ liquid light guide เส้นผ่าศูนย์กลางของปลายมีขนาดระหว่าง 3-5 mm. ความยาวมาตรฐานคือ 1, 1.5 และ 2 เมตร

4.3.1 การวัดอัตราสูญเสียความเข้มแสงในเส้นใยแสง

การทดลองวัดอัตราสูญเสียความเข้มแสงในช่วงความยาวคลื่นย่านอุลตราไวโอเลต จัดระบบวัดตามแผนภาพในรูปที่ 4.10



(ก) แผนภาพการวัดแสงสว่างจากแหล่งกำเนิดรังสี UV โดยตรงเป็นค่าอ้างอิง



liquid light guide ความยาว 1-3 เมตร

(ข) แผนภาพการวัดอัตราสูญเสียความเข้มแสงในเส้นใยแสง ความยาว 1-3 เมตร

รูปที่ 4.10 การทดลองเพื่อหาอัตราการสูญเสียความเข้มแสงช่วงคลื่นอุลตราไวโอเลต

4.3.1.1 อุปกรณ์การทดลอง

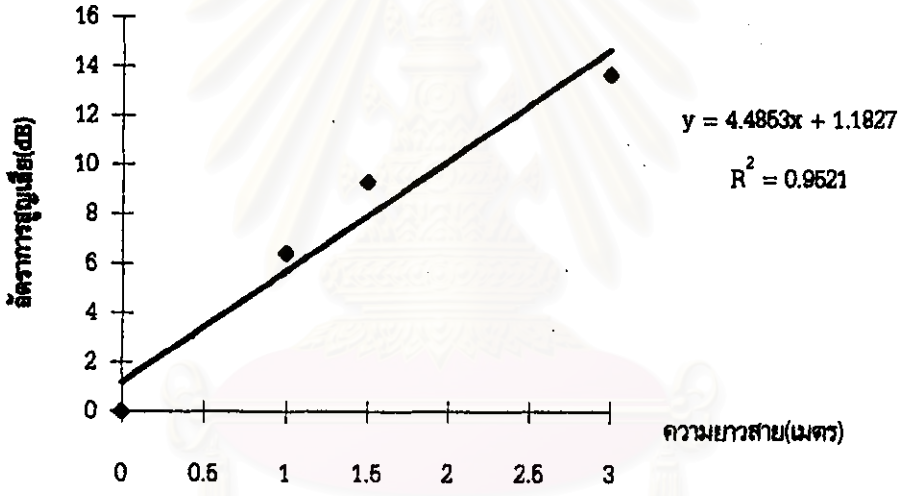
1. แหล่งกำเนิดแสง UV แบบหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 ชุด
2. Optical power meter(ML-93B) Anritsu 1 เครื่อง
3. เส้นใยแสง glass single fiber bundle ความยาว 1 เมตร 1 เส้น
4. เส้นใยแสง liquid light guide ความยาว 1เมตร,1.5เมตรและ 3 เมตร

4.3.1.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. จัดช่องบังคับแสง (collimator) ที่ sensor ให้เท่ากับพื้นที่รับแสงของเส้นใยแสงชนิดของเหลวนำแสง(liquid light guide)และ glass single fiber bundle
2. วัดแสงสว่างโดยตรงจากผิวของหลอดกำเนิดแสง UV เพื่อใช้เป็นความเข้มแสงอ้างอิง
3. วัดแสงสว่างจากผิวของหลอดกำเนิดแสง UV ผ่านเส้นใยแสงชนิด glass single fiber bundle ขนาดความยาว 1 เมตร
4. วัดแสงสว่างจากผิวของหลอดกำเนิดแสง UV ผ่านเส้นใยแสงชนิดของเหลว ขนาดความยาว 1 เมตร, 1.5 เมตรและ 3 เมตร
5. ผลการวัดเป็นไปตามข้อมูลที่บันทึกในตารางที่ 4 .4 และเส้นกราฟรูปที่ 4.11 จะเห็นว่ามีอัตราการสูญเสียความเข้มแสงต่อความยาวสายเป็นเชิงเส้น

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองวัดอัตราสูญเสียความเข้มแสงเมื่อเพิ่มความยาวเส้นใยแสงชนิดของเหลวที่ความยาวต่างๆ และ glass single fiber bundleที่ 1 เมตร

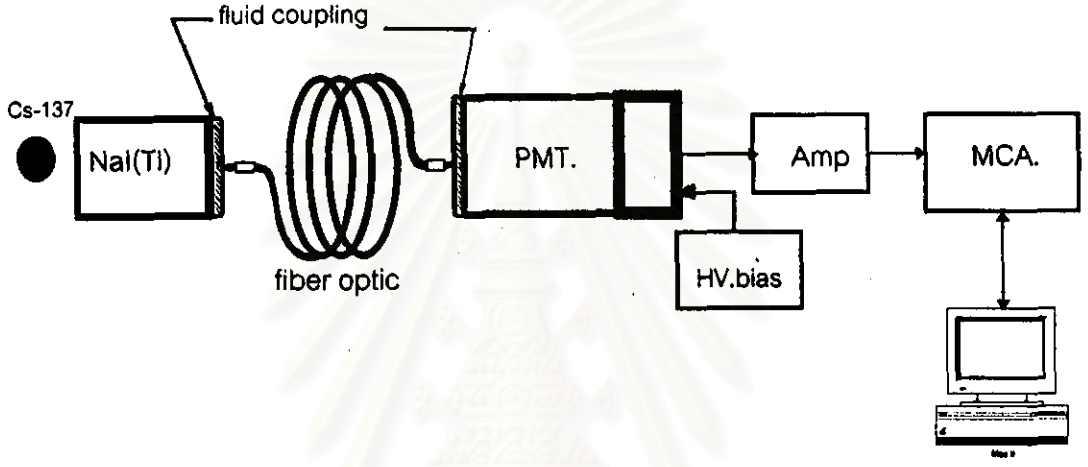
วัดตรง	-9.3	0	
1 เมตร	-14.7	6.4	35.3
1.5เมตร	-18.6	9.3	
3 เมตร	-23	13.7	



รูปที่ 4.11 เส้นกราฟแสดงอัตราสูญเสียความเข้มแสงของเส้นใยแสงชนิดของเหลว

4.3.2 การวัดผลการสูญเสียประกายแสงจากผลึกวัด NaI(Tl) ในเส้นใยแสง

การวัดผลการสูญเสียประกายแสงจากผลึกวัด NaI(Tl) ซึ่งมีความเข้มแสงต่ำมากๆ นี้จะใช้ระบบวัดแกมมาสเปตโตรมิตรี มาวิเคราะห์ขนาดความสูงของพัลส์ที่ปรากฏบนตำแหน่งช่องวิเคราะห์ของอุปกรณ์วิเคราะห์หลายช่อง (MCA) โดยจัดระบบวัดรังสีดังในแผนภาพรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แผนภาพการจัดอุปกรณ์วัดการสูญเสียความเข้มประกายแสงในเส้นใยแสง

4.3.2.1 อุปกรณ์การทดลอง

1. ผลึกวัด NaI(Tl) ขนาด 1"x1" และหลอดทวีคูณอิเล็กตรอน RCA รุ่น 5819
2. เส้นใยแสงชนิด glass single fiber bundle ของบริษัท M Control Co.,Ltd.,ความยาว 1 เมตร
3. เส้นใยแสงชนิด liquid light guide ของบริษัท Oriel Co.,Ltd., ความยาว 1,1.5 และ 3 เมตร
4. ระบบแกมมาสเปกโตรมิตรี และระบบถ่ายโอนข้อมูลวิเคราะห์พลังงานด้วยไมโครคอมพิวเตอร์
5. ต้นกำเนิดรังสี Cs-137 ความแรง 20 μCi

4.3.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. จัดช่องบังคับด้านหน้าของหลอดทวีคูณอิเล็กตรอน ให้มีขนาดเท่าแกนนำแสงของเส้นใยแสง แล้วเชื่อมต่อผลึก NaI(Tl) ด้วย fluid coupling ติดกับหน้าหลอด PMT เพื่อจำกัดพื้นที่กำเนิดและรับแสงให้เท่ากับพื้นที่แกนนำแสงของเส้นใยแสง

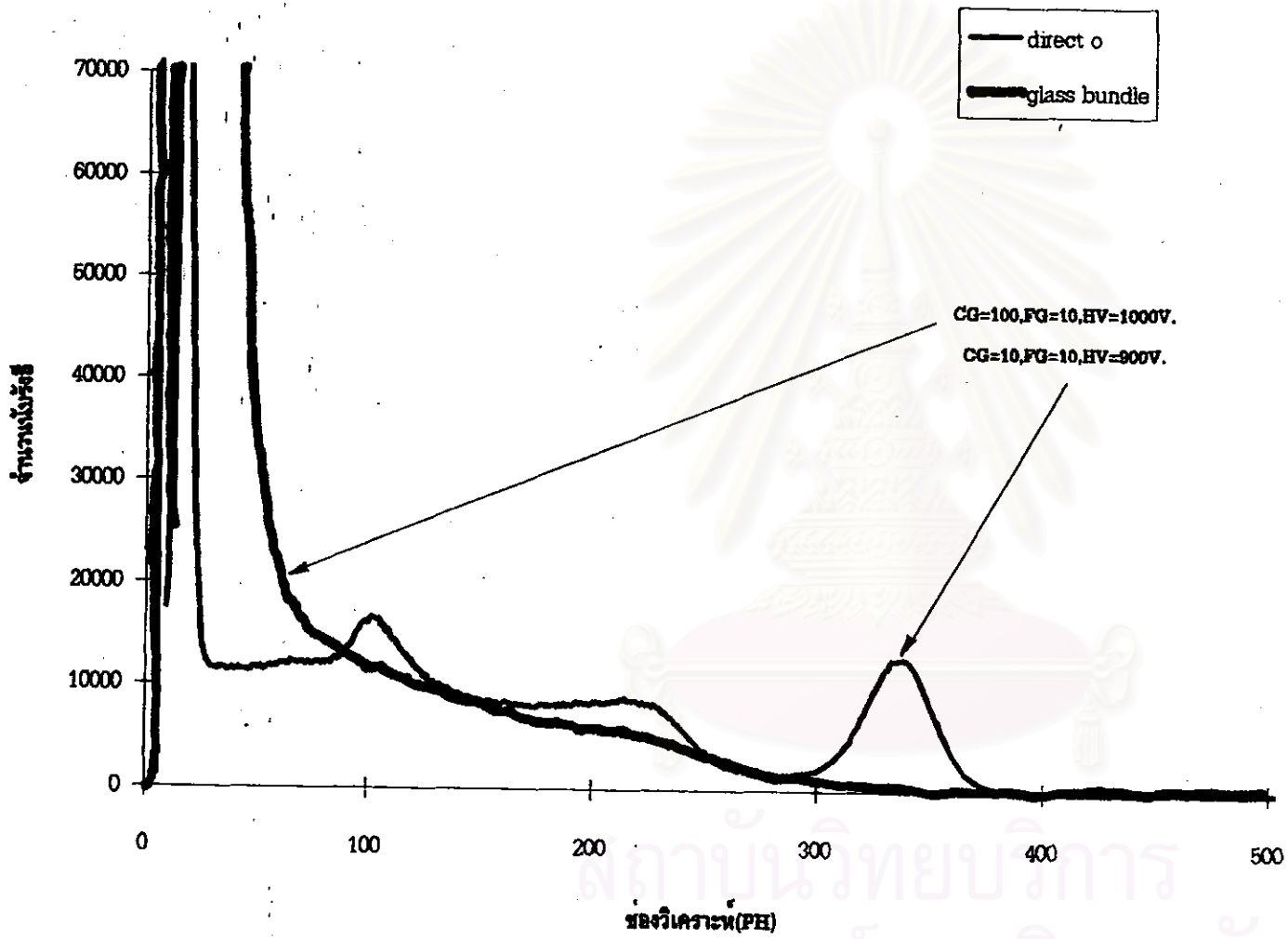
2. ปรับศักดาไฟฟ้าสูงไบอัสหลอดทวีคูณอิเล็กตรอนที่ 1000 โวลต์และอัตราขยายสัญญาณที่ CG=100, FG=10 เลือก shaping time ที่ 0.5 μs

3. วิเคราะห์ตำแหน่งพีคพลังงาน 662 keV ของ Cs-137 ที่เวลานับ 200 วินาที เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงผลการสูญเสียความเข้มแสง

4. แยกผลึกวัดรังสีออกจากหลอดทวีคูณอิเล็กตรอนและเชื่อมต่อเส้นใยแสงชนิด glass single fiber bundle ความยาว 1 เมตร เข้าแทน

5. วิเคราะห์ตำแหน่งพีคพลังงาน 662 keV ของ Cs-137 บันทึกสเปกตรัมและตำแหน่งพีค ดังในรูปที่ 4.13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.13 สเปกตรัมของ Cs-137 เมื่อส่งประกายแสงตรงและผ่านสาย glass single fiber bundle

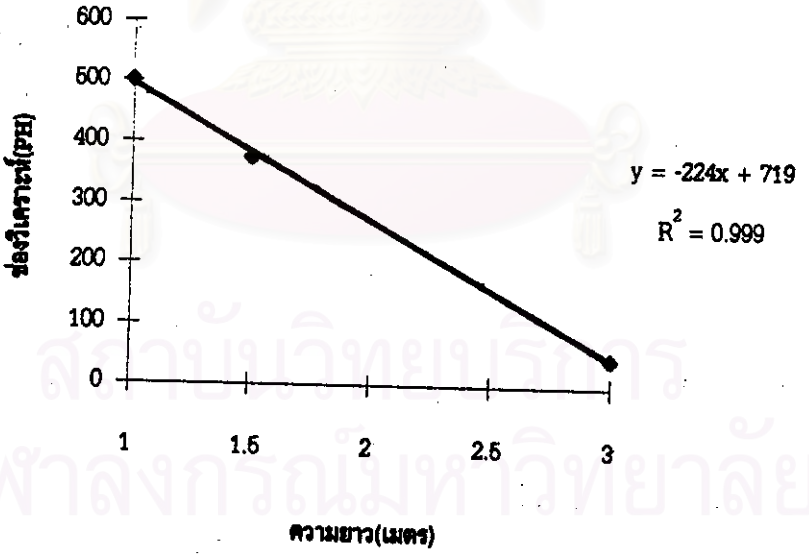
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. เปลี่ยนเส้นใยแสงเป็นชนิด ของเหลว เส้นผ่าศูนย์กลาง 5mm ความยาว 1 เมตร แทนและ วิเคราะห์ตำแหน่งพีคพลังงาน 662 keV ของ Cs-137 ที่เวลานับ 200 วินาที บันทึกสเปกตรัม และตำแหน่งพีคในตารางที่ 4.5 และเส้นกราฟในรูปที่ 4.14

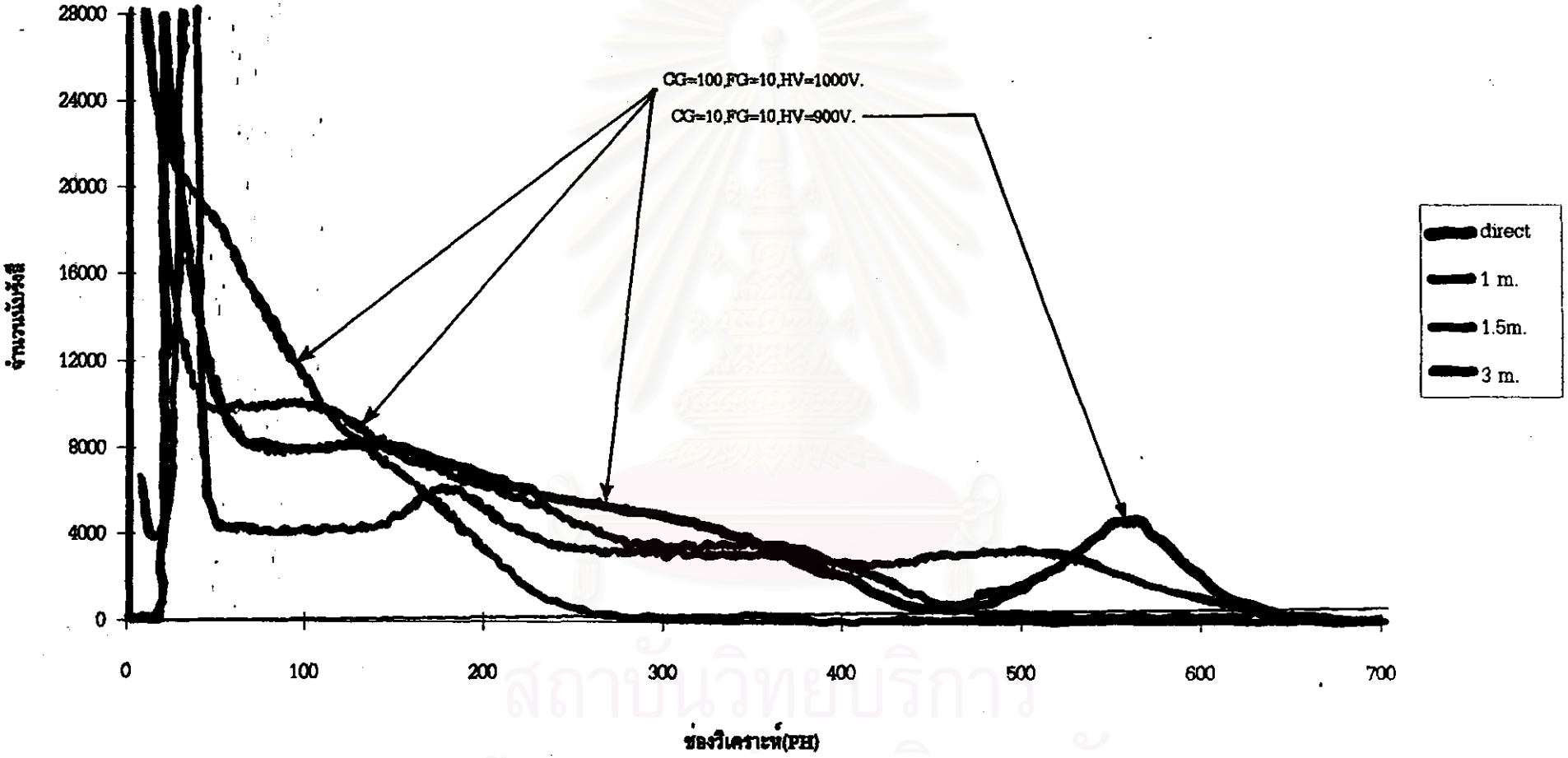
7. เพิ่มความยาวของสายเป็น 1.5 และ 3 เมตร เพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งพีคพลังงาน 662 keV ของ Cs-137 บันทึกสเปกตรัม และตำแหน่งพีคในตารางที่ 4.5 และเส้นกราฟรูปที่ 4.14

ตารางที่ 4.5 ผลการวัดการส่งผ่านประกายแสงของสาย เส้นใยแสงชนิดของเหลว

liquid light guide	Peak(PH)	Int.
1	501	2881629
1.5	375	2255113
3	49	2042251



รูปที่ 4.14 เส้นกราฟแสดงการสูญเสียความเข้มในเส้นใยแสงชนิดของเหลวที่ความยาวต่างๆ



รูปที่ 4.15 สเปกตรัมของ Cs-137 เมื่อส่งผ่านประกายแสงตรงและส่งผ่านเส้นใยแสงชนิดของเหลว

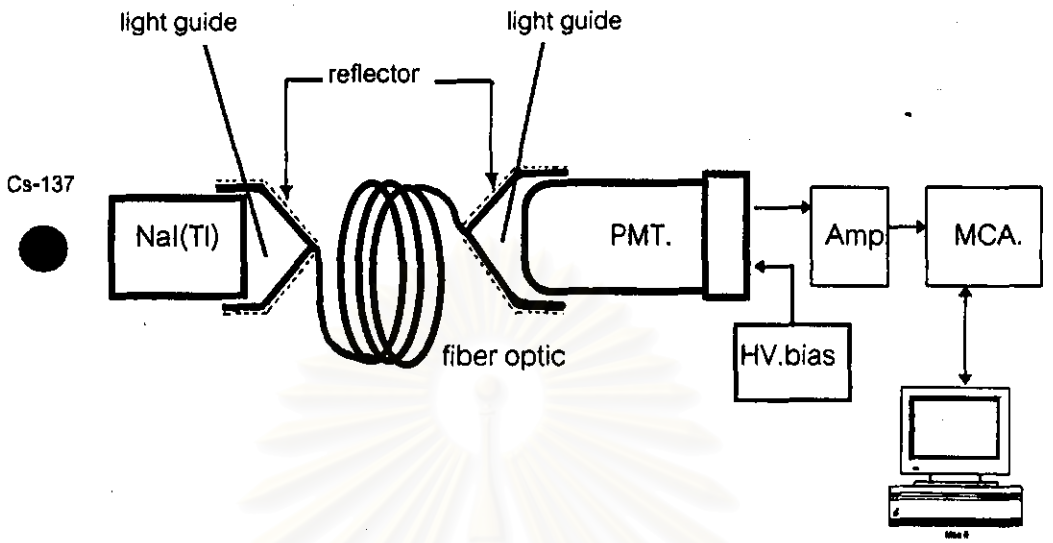
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 การทดสอบระบบส่งประกายแสงจากผลึกวัด NaI(Tl) ระยะไกล

ได้ออกแบบระบบการส่งประกายแสงจากผลึกวัด NaI(Tl) ระยะไกลไว้ 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) การใช้ระบบเลนส์รวมแสงทางด้านเข้าและเลนส์กระจายแสงด้านออกสู่หลอดทวีคูณอิเล็กตรอน 2) การส่งประกายแสงผ่านเส้นใยแสงโดยตรงระหว่างผลึก NaI(Tl) และหลอดทวีคูณอิเล็กตรอน 3) การใช้ท่อนำแสงรูปกรวยสำหรับนำแสง ผ่านเส้นใยแสงและ 4) การเพิ่มพื้นที่รับแสงโดยนำเส้นใยแสงมามัดรวมกันแต่จากผลการทดลองสร้างอุปกรณ์ปรับโฟกัสแสงและการศึกษาการสูญเสียความเข้มประกายแสงที่ผ่านมาพบว่าในแบบแรกเมื่อใช้ระบบเลนส์จะต้องใช้เลนส์ที่มีราคาสูง และต้องเลือกเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้นมากเพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียความเข้มแสงจากอากาศ นั่นหมายถึงต้องใช้ micro spherical lens ซึ่งไม่มีการผลิตสำหรับแสงย่านอุลตราไวโอเลต และยังมีปัญหาเรื่องการสร้างระบบปรับโฟกัสที่เป็นกลไกละเอียด จึงไม่สะดวกในการจัดระบบ ในแบบที่ 2 การส่งประกายแสงโดยตรงผ่านเส้นใยแสง ดังการทดลองที่ 4.3.2 จะพบว่าปริมาณความเข้มประกายแสงจะสูญเสียมาก แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเส้นใยแสงแบบท่อนำแสงชนิดแก้วเดี่ยวมัดรวม กับเส้นใยแสงชนิดของเหลวแล้ว ประสิทธิภาพของเส้นใยแสงชนิดของเหลวจะสูงกว่า จึงทำการทดลองรูปแบบของระบบส่งประกายแสงอีก 2 ระบบ ซึ่งคาดว่าจะช่วยเพิ่มความเข้มแสง คือ การใช้อุปกรณ์นำแสงช่วยรวมแสง และการเพิ่มพื้นที่ของเส้นใยแสงด้วยการมัดเส้นใยแสงหลายเส้นรวมกัน

4.4.1 การทดลองส่งประกายแสงระยะไกลผ่านเส้นใยแสงพร้อมอุปกรณ์นำแสง

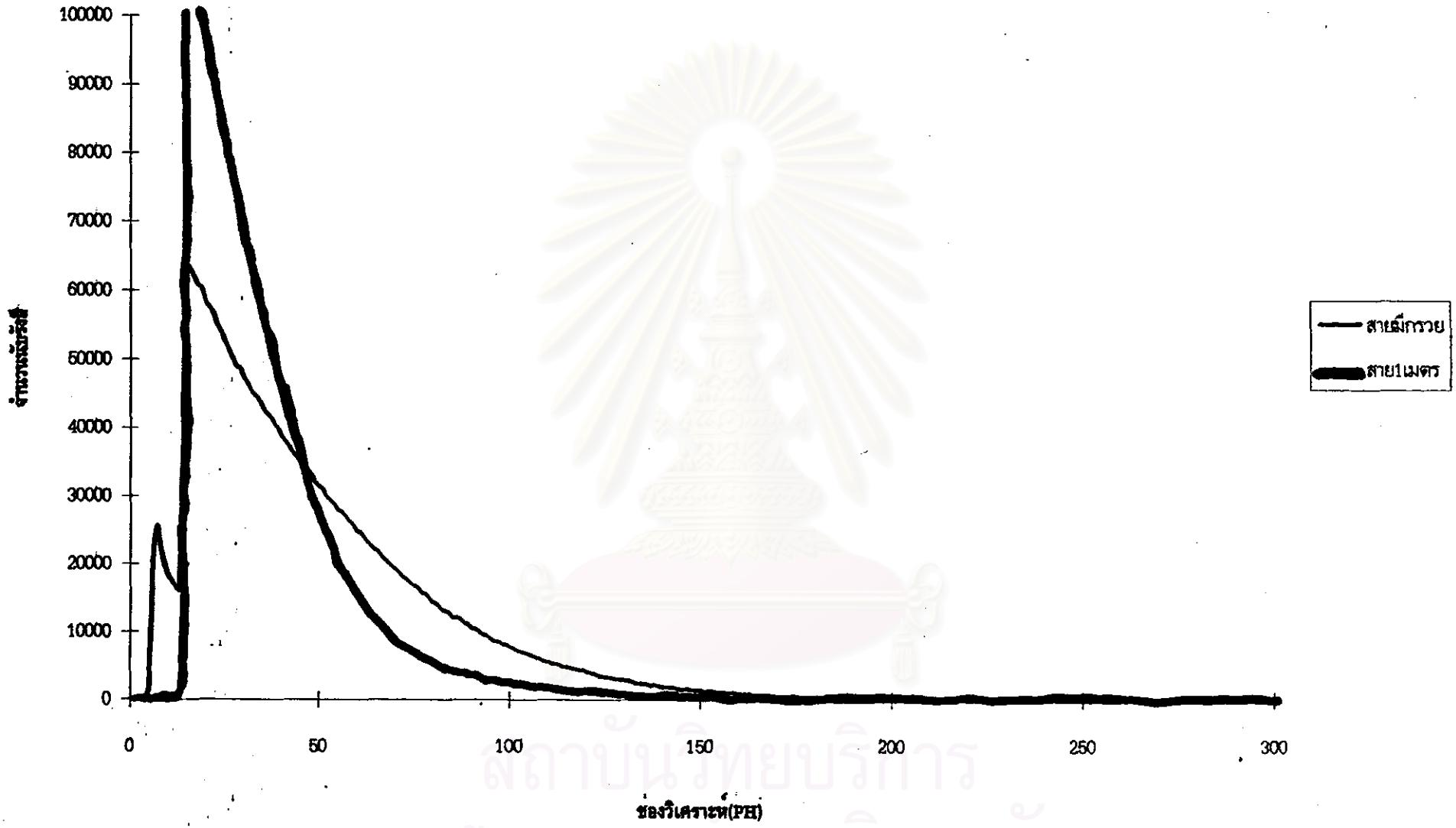
ระบบส่งประกายแสงระยะไกลนี้เลือกใช้เส้นใยแสงชนิดของเหลวนำแสงเส้นเดียวในการส่งผ่านประกายแสง โดยที่ด้านปลายทางเข้าได้ออกแบบท่อนำแสงรูปกรวยทำด้วยแผ่นอะคริลิกใสเคลือบวัสดุสะท้อนประกายแสง (Al_2O_3) ด้านนอก เพื่อรวมแสงจากผลึกวัดเข้าสู่ปลายเส้นใยแสงด้านทางออก ใส่ท่อนำแสงชนิดเดียวกันเพื่อกระจายแสงสู่บริเวณผิวหน้าโฟโตแคโทด ดังแผนภาพของระบบในรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 แผนภาพระบบส่งประกายแสงระยะไกลผ่านเส้นใยแสงด้วยวิธีใช้อุปกรณ์นำแสงช่วย

ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมของ Cs-137 เมื่อปรับศักดาไฟฟ้าสูงสำหรับไบอัสหลอดทวีคูณอิเล็กตรอน 1000 โวลต์ และอัตราขยายสัญญาณพัลส์ที่ CG= 100 FG=10 จะได้สเปกตรัมของ Cs-137 ดังในรูปที่ 4.17 เปรียบเทียบกับการส่งประกายแสงโดยตรงผ่านเส้นใยแสงชนิดเดียวกัน และ การส่งประกายแสงโดยตรงสู่หลอดทวีคูณอิเล็กตรอนที่มีช่องบังคับพื้นที่รับประกายเท่ากับแกนนำแสงของเส้นใยแสง พบว่ามีการสูญเสียประกายแสงในท่อนำแสงที่ทำขึ้นจากอะคริลิกมาก และให้ผลการวัดด้อยกว่าแบบส่งประกายแสงตรง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

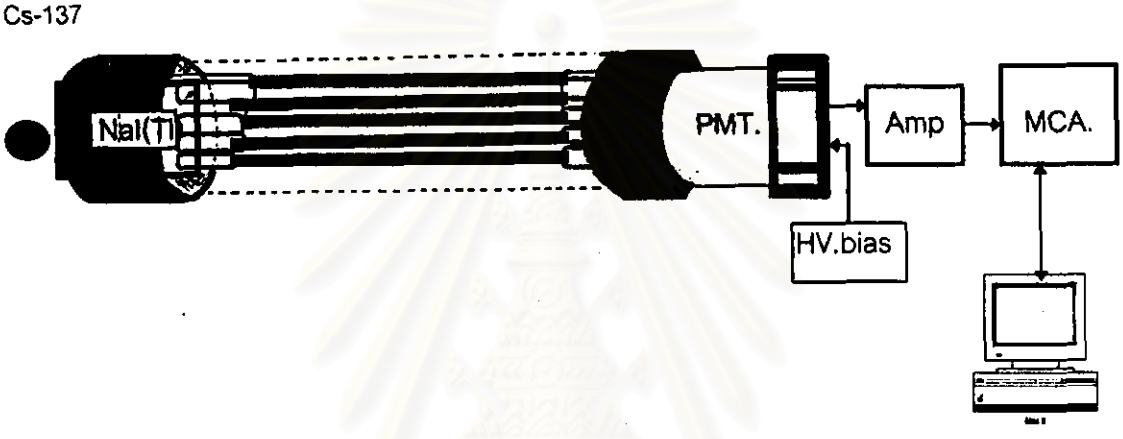


รูปที่ 4.17 สเปกตรัมของCs-137 เปรียบเทียบการส่งประกายแสงผ่านอุปกรณ์ช่วยนำแสง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.2 การทดลองส่งประกายแสงระยะไกลผ่านเส้นใยแสงด้วยการเพิ่มพื้นที่รับแสง

ระบบส่งประกายแสงในรูปแบบที่ 4 ต้องการลดผลการสูญเสียความเข้มประกายแสงที่ผ่านจานนำแสงอะคริลิกใส ด้วยการให้หน้าสัมผัสของปลายเส้นใยแสง เชื่อมต่อโดยตรงกับผลึกวัดรังสีและหลอดทวีคูณอิเล็กตรอน และเพิ่มพื้นที่การรับแสงเมื่อใช้เส้นใยแสงแบบผลึกเหลว นำแสงมัดรวมกันที่ความยาว 1.5 เมตร ดังแสดงในแผนภาพรูปที่ 4.18

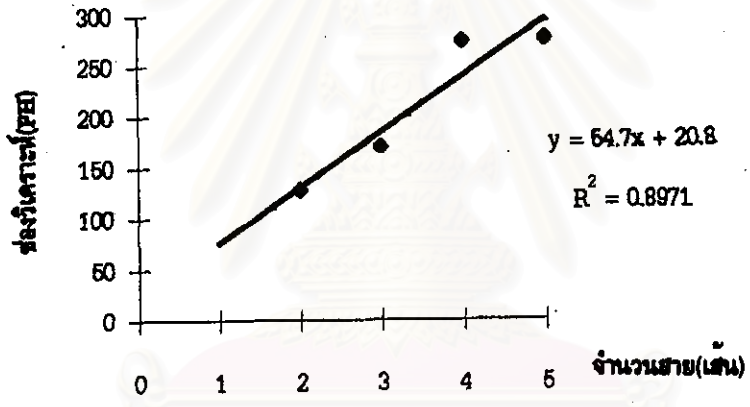


รูปที่ 4.18 แผนภาพระบบส่งประกายแสงระยะไกลผ่านเส้นใยแสงชนิดของเหลว โดยการเพิ่มพื้นที่รับแสงด้วยการมัดเส้นใยแสงรวมกัน

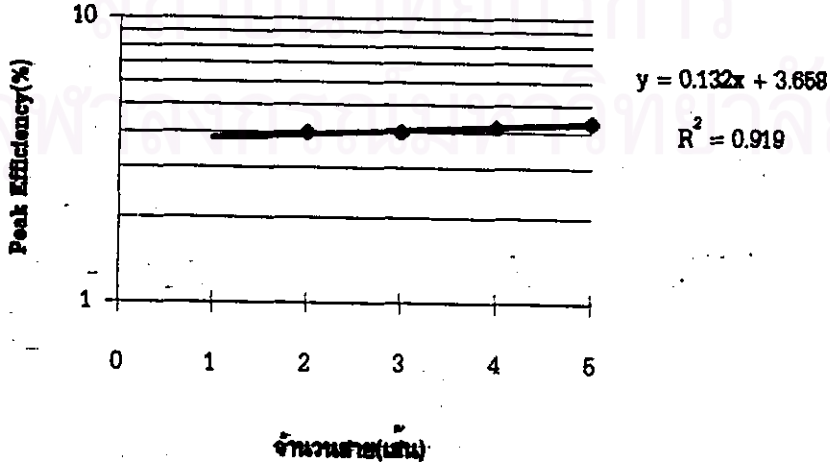
ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมของ Cs-137 เมื่อปรับศักดาไฟฟ้าสูงไบอัสหลอดทวีคูณอิเล็กตรอนที่ 1000 โวลต์ และอัตราขยายสัญญาณพัลส์ CG= 100 FG= 10 จะเป็นไปตามตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.19 รวมทั้งสเปกตรัมของ Cs-137 ในรูปที่ 4.20 แสดงให้เห็นว่า เมื่อเพิ่มจำนวนเส้นใยแสงมากขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพการส่งประกายแสงดีขึ้น สำหรับผลการวิเคราะห์สเปกตรัมของ Cs-137 ด้วยการส่งผ่านประกายแสงด้วยเส้นใยแสง 5 เส้น พบว่าสเปกตรัมเริ่มมีความสามารถในการแจกแจงพลังงานดีขึ้น การสูญเสียความสามารถในการแจกแจงพลังงานในระบบส่งประกายแสงระยะไกลนี้ เกิดจากความแปรปรวนของความเข้มประกายแสงที่กระเจิงในท่อนำแสงของเส้นใยแสง ดังนั้น เพื่อลดความแปรปรวนดังกล่าวลงเพื่อให้สามารถใช้กับระบบนับรังสีเฉพาะพลังงาน (differential counting system) จำเป็นต้องลดความยาวของเส้นใยนำแสงลง

ตารางที่ 4.6 การเพิ่มความเข้มประกายแสงเมื่อใช้ชนิด liquid light guideมัดรวมกัน 5 เส้น

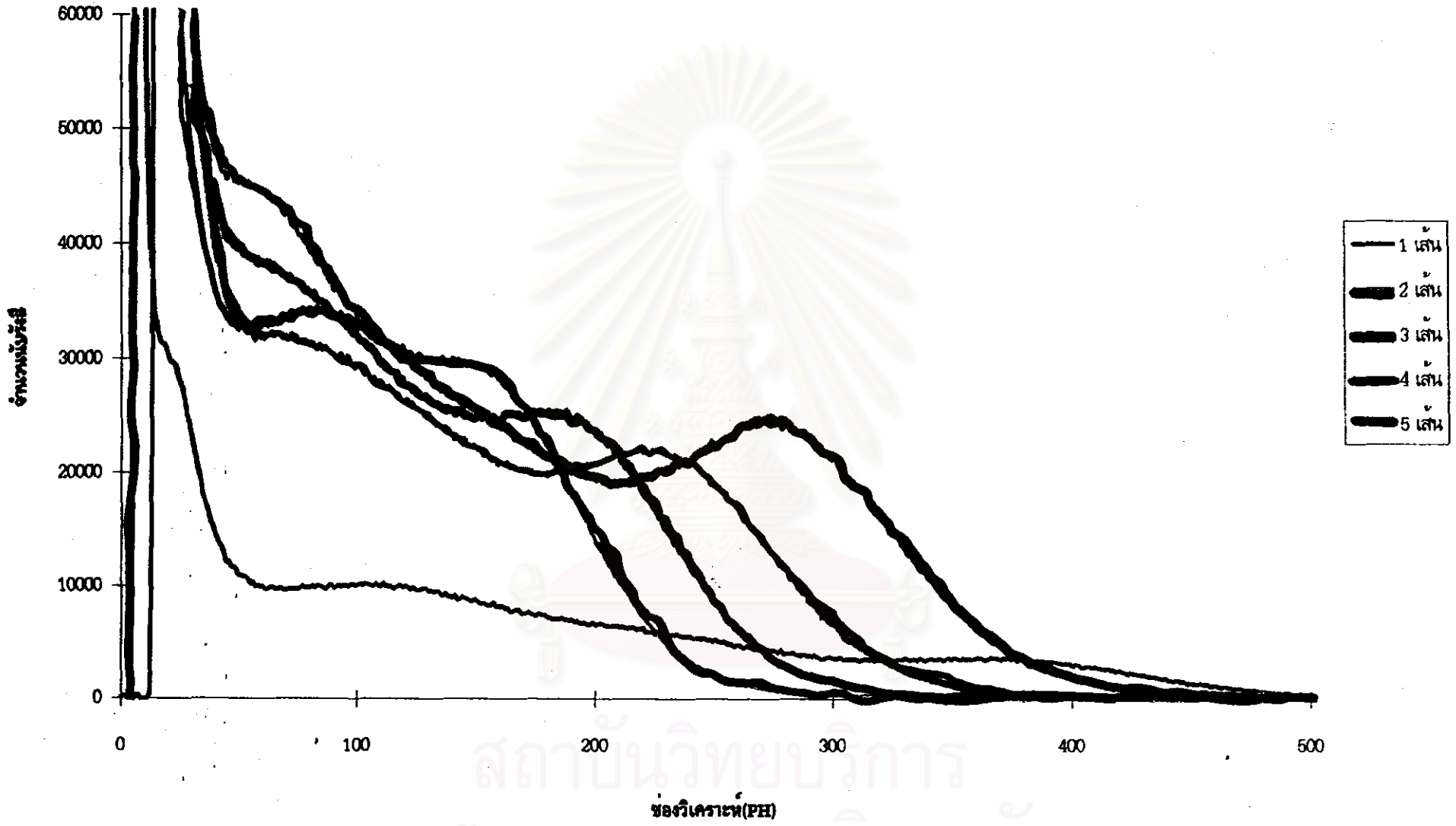
จำนวนสาย	Peak Area	Peak(ch.)	Int.	Peak eff.(%)	ln.(Peak)
1			966188		
2	568688	128	4974347	53.22	3.97
3	581663	171	5380571	54.43	3.99
4	689521	274	5603971	64.53	4.17
5	826352	286	7475185	77.34	4.35



รูปที่ 4.19 ก. เส้นกราฟแสดงการเพิ่มความเข้มแสงจากระบบส่งประกายแสงจากผลึกวัดระยะไกลผ่านเส้นใยแสง ชนิดของเหลวนำแสงด้วยการเพิ่มพื้นที่รับแสง



รูปที่ 4.19 ข. การเพิ่มประสิทธิภาพการวัดรังสีที่พีคพลังงานเมื่อเพิ่มพื้นที่การรับแสง



รูปที่4.20 สเปกตรัมของ Cs-137 เมื่อส่งประกายแสงผ่านเส้นใยแสงแบบมัดรวมกัน 5 เส้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.3 การทดลองหาประสิทธิภาพการวัดรังสี

จากผลการทดลองข้อ 4.4.2 แสดงให้เห็นว่าการส่งประกายแสงผ่านเส้นใยแสงชนิดของเหลวแบบมัดรวม 5 เส้น ความยาว 1.5 เมตร เริ่มแสดงความสามารถในการแจกแจงพลังงานของ Cs-137 ได้ จึงทดลองหาประสิทธิภาพของการวัดรังสีของระบบวัดนี้โดยเทียบกับการส่งประกายแสงตรงระหว่างผลึกวัดและหลอดทวีคูณอิเล็กตรอนซึ่งจำกัดพื้นที่การรับประกายแสงให้เท่ากับพื้นที่ของท่อนำแสงของเส้นใยแสง 5 เส้น ซึ่งเท่ากับ

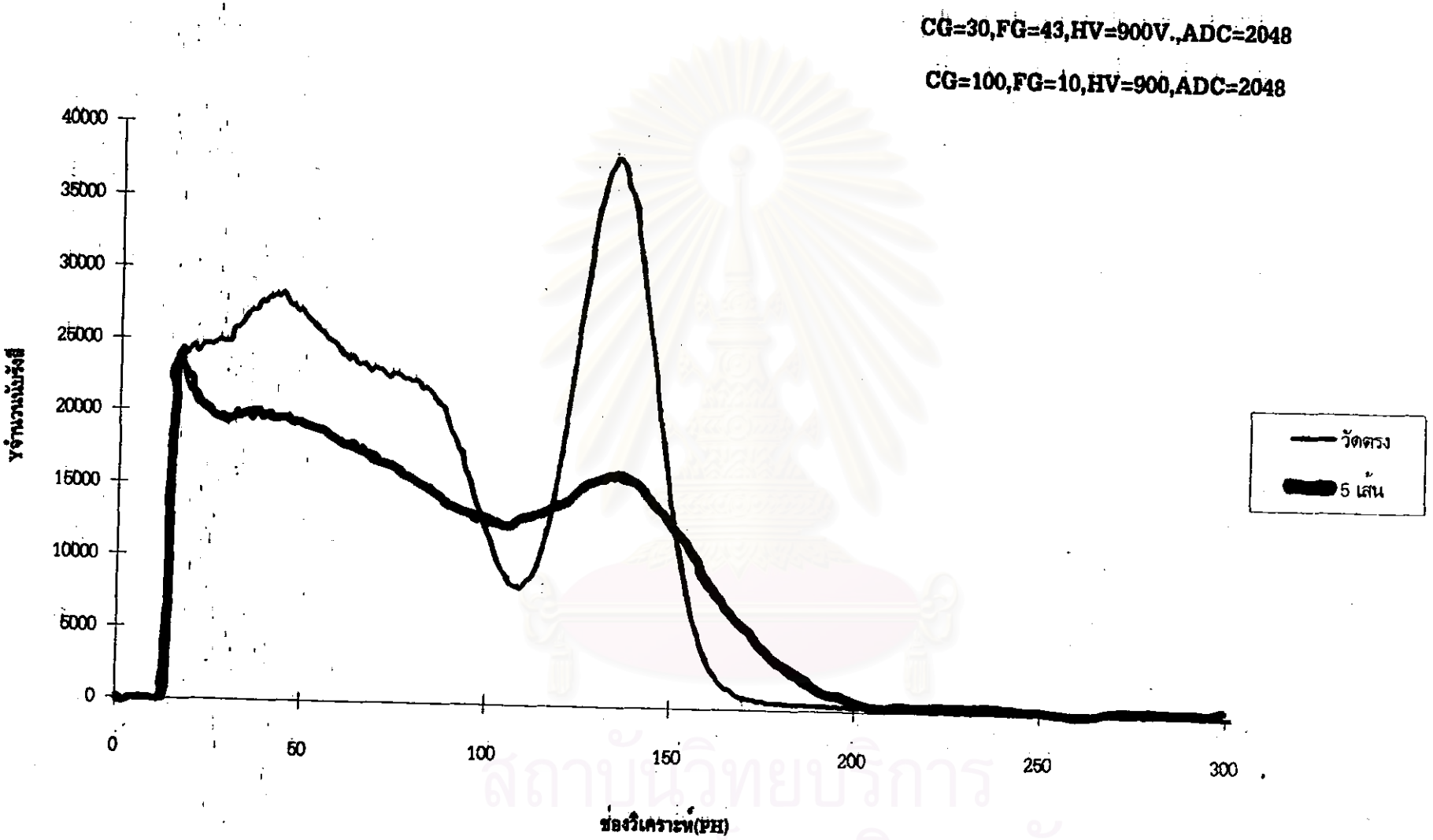
$$5 \times \pi r^2 \quad = \quad 5 \times \pi\left(\frac{5}{2}\right)^2 \quad = \quad 98.17 \qquad \text{ตารางมิลลิเมตร}$$

โดยใช้ต้นกำเนิดรังสี Cs-137 มาตรฐานความแรง 10 μCi ที่เวลานับ 200 วินาที ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

1. ขณะที่ใช้ศักดาไฟฟ้าไบอัสของหลอดทวีคูณอิเล็กตรอนเท่ากันที่ 900 โวลต์ วิเคราะห์สเปกตรัมของ Cs-137 โดยจัดตำแหน่งพีคพลังงานให้อยู่ตำแหน่งเดียวกัน พบว่าอัตราขยายของระบบหัววัดที่ส่งประกายแสงโดยตรงใช้อัตราขยาย 18.03 เท่า ขณะที่ระบบส่งประกายแสงผ่านเส้นใยแสงแบบมัดรวมใช้อัตราขยาย 100 เท่า เท่ากับมีการสูญเสียประกายแสง 5.55 เท่า

2. ประสิทธิภาพของการนับรังสีได้พีคพลังงานจากสเปกตรัมที่วิเคราะห์ได้ดังรูปที่ 4.21 มีค่า 34.77 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.21 สเปกตรัมของ Cs-137 จากระบบส่งประกายแสงจากผลึกวัดระยะไกลผ่านเส้นใยแสงชนิดของเหลวด้วยการเพิ่มพื้นที่รับแสงเปรียบเทียบกับการส่งประกายแสงโดยตรง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย