

การวัดการกระจายของปริมาณรังสีภายในภาชนะฉายรังสี
จากต้นกำเนิดรังสีแกมมาโคบอลต์-60 ด้วยสารละลายสีเรดิโอโครมิก



นางสาวยุริพร เปรมศิริกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคำหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


พ.ศ. 2527

ISBN 974-563-461-1

009419

i 17068964

MEASUREMENT OF DOSE DISTRIBUTION INSIDE IRRADIATION CONTAINER
FROM A COBALT-60 SOURCE USING RADIOCHROMIC DYE SOLUTION DOSIMETER



Miss Yureeporn Pramepeerakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

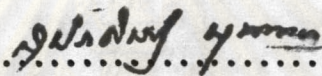
1984

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวัดการกระจายของปริมาณรังสีภายในภาชนะฉายรังสีจากคันท้า เน็ด
รังสีแกมมาโคบอลต์-60 ด้วยสารละลายสีเรดิโอไอโครมิก

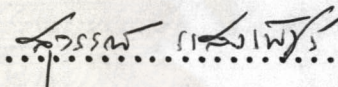
โดย นางสาวยุริพร เปรมพิรกุล
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์นงนุช รัควานิข

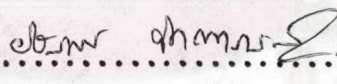



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

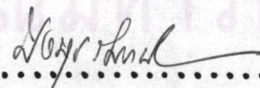
.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประสิทธิ์ มุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพชร)

.....  กรรมการ
(ดร. ศัสสพร จิตตากรณ์)

.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุบลัมภ์)

.....  กรรมการ
(อาจารย์ นงนุช รัควานิข)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวัดการกระจายของปริมาณรังสีภายในภาชนะฉายรังสีจากต้นกำเนิด
รังสีแกมมาโคบอลต์-60 ด้วยสารละลายสีเรดิโอโครมิก

ชื่อนิสิต นางสาวยุรีพร เปรมพิรกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์นงนุช รัติวานิช

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2526



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้สารละลายสีเรดิโอโครมิก 2 ชนิดคือ สารละลาย
เฮกซา (ไฮดรอกซีเอทิล) พาราโรซานิลินโซยานด์ และสารละลายพาราโรซานิลิน
โซยานด์ ในการวัดปริมาณรังสีแกมมาในช่วง 0.1 ถึง 1 กิโลเกรย์ และ 1 ถึง 15 กิโลเกรย์
ตามลำดับ จากต้นกำเนิดรังสีโคบอลต์-60 ของเครื่องฉายรังสี แกมมาบีม 650 ของสำนักงาน
พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ซึ่งมีกัมมันตภาพรังสีประมาณ 36 กิโลคูรี

การศึกษานี้ได้แสดงข้อมูลการกระจายของปริมาณรังสีภายในภาชนะสำหรับใช้
ในการฉายรังสี รูปทรงกระบอกทำด้วยอะลูมิเนียมสองขนาด เมื่อวาง ณ ศูนย์กลางของต้น
กำเนิดรังสี ซึ่งปรับให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว และ 30 นิ้ว จากการวัดปริมาณรังสี
ด้วยสารละลายสีทั้งสองชนิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๓

Thesis Title Measurement of Dose Distribution inside Irradiation
 Container from a Cobalt-60 Source Using Radiochromic
 Dye Solution Dosimeter

Name Miss Yureeporn Pramepeerakul

Thesis Advisor Mrs. Nongnooch Rativanich

Department Nuclear Technology

Academic Year 1983

Abstract

Two types of radiochromic dye solution dosimeter hexa (hydroxyethyl) pararosaniline cyanide solution and pararosaniline cyanide solution were studied for the measurement of gamma-ray doses between 0.1-1 kGy and 1-15 kGy respectively from a 36 kCi Cobalt-60 source Gamma Beam 650 of the Office of Atomic Energy for Peace. The measurement of dose distribution in two different sizes of cylindrical aluminium containers placed at center of the source which was adjusted to pitch diameters of 20 inches and 30 inches were investigated using the two dye dosimeters.



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์นงนุช รัตติวานิช ผู้อำนวยการกองการวัดกัมมันตภาพรังสี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ได้ค่าปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดีทั้งในด้านวิชาการและในการปฏิบัติการวิจัยนี้ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ อีกทั้งขอขอบคุณกองการวัดกัมมันตภาพรังสี กองสุขภาพ และกองเคมี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ได้ใช้สถานที่ ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้ อุปกรณ์และสารเคมีเพื่อใช้ในการวิจัยนี้

ขอขอบคุณ ผศ. ชยากริต ศิริอุบลวัฒน์ ผศ. นเรศร์ จันทรช้าว คุณวราภรณ์ วาณิชสุขสมบัติ คุณวิมาลย์ ทองมิตร คุณวิทยา วราสวัสดิ์ คุณมีศักดิ์ มิลินทวิสมัย และคุณศิริรัตน์ พิรมนตรี ที่ได้คำแนะนำและช่วยเหลือการวิจัยนี้เป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณ คุณณรงค์ศักดิ์ จันทรานนท์ และคุณอรุณ คำดี ที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านรูปภาพ

ท้ายนี้ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ง
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย	2
1.4 ความสำคัญหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2. ทฤษฎี	5
2.1 หน่วยวัดปริมาณรังสี	5
2.2 การวัดปริมาณรังสี	6
2.3 ระบบการวัดปริมาณรังสีด้วยซีเรติโอโครมิก โซยาไนต์	7
2.4 สารละลายซีเรติโอโครมิก	10
2.5 การวัดปริมาณรังสีสำหรับกิจการฉายรังสี	26
3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย	27
3.1 อุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย	36
4. ผลการวิจัย	45
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	63
5.1 สรุปผลการวิจัย	63
5.2 ข้อเสนอแนะ	63
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	67
ประวัติ	74

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.3.1. สูตรโครงสร้างและน้ำหนักโมเลกุล ของ เรติโอโครมิก อโคไซยาไนต์	9
2.4.1.1 ความยาวคลื่นที่ทำให้เกิดการดูดกลืนสูงสุดของสารละลาย เฮกซา (ไฮดรอกซีเอทิล) พาราโรซานิลีน ไชยาไนต์ ในตัวทำละลาย ชนิดต่าง ๆ	12
2.4.2.1 ความยาวคลื่นที่ทำให้เกิดการดูดกลืนสูงสุดของสารละลายพารา โรซานิลีน ไชยาไนต์ ในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ	18
4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า เปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงกับปริมาณรังสี ของสารละลาย HHEV-CN ภายหลังการฉายรังสีจากคั่นกำ เนคริงสี แกมมาบีม 650 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว ณ ศูนย์กลางของ คั่นกำ เนคริงสี	47
4.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า เปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงกับปริมาณรังสี ของสารละลาย HHEV-CN ภายหลังการฉายรังสีจากคั่นกำ เนคริงสี แกมมาบีม 650 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 นิ้ว ณ ศูนย์กลางของ คั่นกำ เนคริงสี	49
4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า เปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงกับปริมาณรังสี ของสารละลาย PR-CN ภายหลังการฉายรังสีจากคั่นกำ เนคริงสี แกมมาบีม 650 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว ณ ศูนย์กลางของ คั่นกำ เนคริงสี	51

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.2.2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงกับปริมาณรังสีของสารละลาย PR-CN ภายหลังจากฉายรังสีจากต้นกำเนิดรังสีแกมมาบีบ 650 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 นิ้ว ณ ศูนย์กลางของต้นกำเนิดรังสี	53
4.3.1	การกระจายของปริมาณรังสีแกมมาภายในภาชนะอะลูมิเนียมหนา 2 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว สูง 12 นิ้ว ซึ่งวางที่ศูนย์กลางของต้นกำเนิดรังสี เมื่อต้นกำเนิดรังสีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว ในการฉายรังสีปริมาณ 0.3 กิโลเกรย์ วัคซีนปริมาณรังสีด้วยสารละลาย HHEV-CN	55
4.3.2	การกระจายของปริมาณรังสีแกมมาภายในภาชนะอะลูมิเนียมหนา 2 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว สูง 12 นิ้ว ซึ่งวางที่ศูนย์กลางของต้นกำเนิดรังสี เมื่อต้นกำเนิดรังสีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง : 30 นิ้ว ในการฉายรังสีปริมาณ 0.3 กิโลเกรย์ วัคซีนปริมาณรังสีด้วยสารละลาย HHEV-CN	56
4.4.1	การกระจายของปริมาณรังสีแกมมาภายในภาชนะอะลูมิเนียมหนา 2 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว สูง 12 นิ้ว ซึ่งวางที่ศูนย์กลางของต้นกำเนิดรังสี เมื่อต้นกำเนิดรังสีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว ในการฉายรังสีปริมาณ 0.3 กิโลเกรย์ วัคซีนปริมาณรังสีด้วยสารละลาย HHEV-CN	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.4.2	การกระจายของปริมาณรังสีแกมมาภายในภาชนะอะลูมิเนียมหนา 2 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว สูง 12 นิ้ว ซึ่งวางที่ศูนย์กลางของคั่นกำเนิดรังสี เมื่อคั่นกำเนิดรังสีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 นิ้ว ในการฉายรังสีปริมาณ 0.3 กิโลเกรย์ วัดปริมาณรังสีด้วยสารละลาย HHEV-CN	58
4.5.1	การกระจายของปริมาณรังสีแกมมาภายในภาชนะอะลูมิเนียมหนา 2 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว สูง 12 นิ้ว ซึ่งวางที่ศูนย์กลางของคั่นกำเนิดรังสี เมื่อคั่นกำเนิดรังสีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว ในการฉายรังสีปริมาณ 3 กิโลเกรย์ วัดปริมาณรังสีด้วยสารละลาย PR-CN	59
4.5.2	การกระจายของปริมาณรังสีแกมมาภายในภาชนะอะลูมิเนียมหนา 2 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว สูง 12 นิ้ว ซึ่งวางที่ศูนย์กลางของคั่นกำเนิดรังสี เมื่อคั่นกำเนิดรังสีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 นิ้ว ในการฉายรังสีปริมาณ 3 กิโลเกรย์ วัดปริมาณรังสีด้วยสารละลาย PR-CN	60
4.6.1	การกระจายของปริมาณรังสีแกมมาภายในภาชนะอะลูมิเนียมหนา 2 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว สูง 12 นิ้ว ซึ่งวางที่ศูนย์กลางของคั่นกำเนิดรังสี เมื่อคั่นกำเนิดรังสีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว ในการฉายรังสีปริมาณ 3 กิโลเกรย์ วัดปริมาณรังสีด้วยสารละลาย PR-CN	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

4.6.2. การกระจายของปริมาณรังสีแกมมาภายในภาชนะอะลูมิเนียมหนา
 2 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว สูง 12 นิ้ว ซึ่งวางที่
 ศูนย์กลางของคั่นกำเนิดรังสี เมื่อคั่นกำเนิดรังสีมีขนาดเส้น
 ผ่านศูนย์กลาง 30 นิ้ว ในการฉายรังสีปริมาณ 3 กิโลเกรย์
 วัดปริมาณรังสีด้วยสารละลาย PR-CN

62



ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า	
2.4.1.1	สเปกตรัมของสารละลายเฮกซา (ไฮดรอกซีเอทิล) พาราโรซานิลิน ไชยานิค์เข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ในตัว ทำละลายไดเมทิล ซัลฟอกไซด์ ฉายรังสีด้วยปริมาณรังสี 1.5 กิโลเกรย์	13
2.4.1.2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงที่ λ max 599 นาโน เมตร กับปริมาณรังสีของสารละลายเฮกซา (ไฮดรอกซีเอทิล) พาราโรซานิลิน ไชยานิค์เข้มข้น 2 5 และ 10 มิลลิโมลาร์ ในตัวทำละลาย 2 เมทอทธิ เอทานอล	14
2.4.1.3	ปริมาณรังสีที่เหมาะสมในช่วง 0.01-1 กิโลเกรย์ ที่ใช้ในกิจการ ฉายรังสีทางการเกษตร	16
2.4.2.1	สเปกตรัมของสารละลาย พาราโรซานิลิน ไชยานิค์เข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ในตัวทำละลายไดเมทิล ซัลฟอกไซด์ ฉายรังสี ด้วยปริมาณรังสี 2 กิโลเกรย์	19
2.4.2.2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงที่ λ max 542 นาโน เมตร กับปริมาณรังสีของสารละลายพาราโรซานิลิน ไชยานิค์เข้มข้น 1 2 5 และ 8 มิลลิโมลาร์ มีออกซิเจนที่ อิ่มตัวและกรดอะซิติกเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ป่นอยู่	20
2.4.3.1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสง กับปริมาณ รังสีของสารละลายซีเรติโอโครมิกชนิดต่าง ๆ เข้มข้น 0.5 มิลลิโมลาร์ ในตัวทำละลายไตรเอทิล ฟอสเฟต	21

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.4.3.2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า เปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงกับปริมาณ รังสีของสารละลายสีเรดิโอโครมิกชนิดต่าง ๆ เข้มข้น 0.5 มิลลิโมลาร์ ในตัวทำละลายไดเมทิล ซัลฟอกไซด์ และมีกรด อะซิติก เข้มข้น 17 มิลลิโมลาร์ เหนืออยู่	22
2.4.3.3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า เปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงกับปริมาณ รังสีของสารละลายพาราโรซานิลิน โซยาไนด์ เข้มข้น 2.0 0.5 และ 0.1 มิลลิโมลาร์ ในตัวทำละลายไดเมทิล ซัลฟอกไซด์	23
2.4.3.4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า เปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงกับปริมาณ รังสีของสารละลายพาราโรซานิลิน โซยาไนด์ เข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ ในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ	24
2.4.3.5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า เปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงกับปริมาณ รังสีของสารละลายพาราโรซานิลิน โซยาไนด์ เข้มข้น 0.5 มิลลิโมลาร์ ในตัวทำละลาย 2 โปรปานอลและ เดิมออกซิเจน หรือสารออกซิไดซ์อย่างอ่อน	25
3.1.1.1	ต้นกำเนิดรังสีแกมมาบีม 650 Type IR 31 ของสำนักงาน พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ	28
3.1.2.1	สเปคโตรโฟโตมิเตอร์แบบ Lambda-3 ของบริษัท PERKIN ELMER	30
3.1.3.1	หลอดแก้วที่ใช้บรรจุสารละลายสีเรดิโอโครมิก	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1.4.1	33
3.1.5.1	34
3.1.5.2	35
3.2.2.1.1	39
3.2.2.1.2	40
3.2.3.1.1	42
3.2.3.1.2	43
3.2.3.1.3	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.1.1	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า เปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงกับ ปริมาณรังสีของสารละลาย HHEV-CN ภายหลังจากฉายรังสี จากต้นกำเนิดรังสีแกมมาบีม 650 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว ณ ศูนย์กลางของต้นกำเนิดรังสี	48
4.1.2	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า เปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงกับ ปริมาณรังสีของสารละลาย HHEV-CN ภายหลังจากฉายรังสี จากต้นกำเนิดรังสีแกมมาบีม 650 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 นิ้ว ณ ศูนย์กลางของต้นกำเนิดรังสี	50
4.2.1	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า เปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงกับ ปริมาณรังสีของสารละลาย PR-CN ภายหลังจากฉายรังสีจาก ต้นกำเนิดรังสีแกมมาบีม 650 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว ณ ศูนย์กลางของต้นกำเนิดรังสี	52
4.2.2	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า เปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงกับ ปริมาณรังสีของสารละลาย PR-CN ภายหลังจากฉายรังสีจาก ต้นกำเนิดรังสีแกมมาบีม 650 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 นิ้ว ณ ศูนย์กลางของต้นกำเนิดรังสี	54