

การวัดกัมมันตภาพรังสีเชิงสัมบูรณ์



นางสาวศิริกุล บุญจร

004989

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2519

ABSOLUTE DETERMINATION OF RADIOACTIVITY

Miss Sirikul Boonchara

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

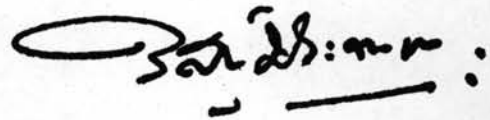
Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1976

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



.....
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ปีที่ 1๙๕๗ ประธานกรรมการ

..... กรรมการ

..... กรรมการ

..... กรรมการ

อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย ศาสตราจารย์วิชัย ทโยคม

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวัดกัมมันตภาพรังสีเชิงสัมบูรณ์

ชื่อ

นางสาวศิริกุล บุญจร แผนกวิชาฟิสิกส์

ปีการศึกษา

๒๕๑๘

บทคัดย่อ



การวัดกัมมันตภาพรังสีเชิงสัมบูรณ์ด้วยหัววัดโซเดียมไอโอไดค์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว หนา 3 นิ้ว ซึ่งเป็นผลการวิจัยนี้ ประกอบด้วยการคำนวณประสิทธิภาพของหัววัดที่ระยะทางและพลังงานต่าง ๆ และเปรียบเทียบกับค่าของ R.L.Heath ที่คำนวณไว้ และการทดลองวัดสารกัมมันตรังสีมาตรฐานของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ เพื่อเปรียบเทียบทดสอบความแม่นยำของวิธีการ ผลการทดลองปรากฏดังนี้คือ

	ค่าของทบวงฯ (ไมโครคูรี)	ค่าที่วัดได้ (ไมโครคูรี)
ซีเซียม -137	1.042 ± 0.021	1.045 ± 0.015
โซเดียม -22	0.550 ± 0.011	0.560 ± 0.005

Thesis Title Absolute Determination of Radioactivity

Name Miss Sirikul Boonchara Department of
Physics

Academic Year 1975

ABSTRACT

The object of this study is the absolute determination of the radioactivity using a 3 inch-diameter and 3 inch thickness NaI(Tl) crystal. Our calculated efficiencies of the crystal at various energies and positions along the crystal axis are compared with calculations by R. L. Heath. Standard sources produced by International Atomic Energy Agency Laboratories are used in this measurement in order to test the accuracy of this method. Samples of results are as follows :

	from IAEA (μCi)	from measurement (μCi)
Cs-137	1.042 ± 0.021	1.045 ± 0.015
Na-22	0.550 ± 0.011	0.560 ± 0.005

กิติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและแนะนำในคำ
 วิชาการและการทดลองจาก ศาสตราจารย์วิชัย หน้อยคม และคุณสกา
 มหาปัญญาวงศ์ แห่งกองการวัด สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ได้กรุณา
 ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือวัดรังสี พร้อมกับข้อมูลในการทดลองบางอย่าง
 จึงขอขอบพระคุณท่านทั้งสองไว้ ณ โอกาสนี้



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	๖
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๗
กิจกรรมประกาศ	๘
รายการตารางประกอบ	๙
รายการภาพประกอบ	๑๐



บทที่

1. บทนำ	1
1.1 ความมุ่งหมายหลัก	1
1.2 ความมุ่งหมายเฉพาะ	1
1.3 ขอบเขตและแผนการวิจัย	2
2. อันตรกิริยาของรังสีแกมมา กับสสาร	3
2.1 ปฏิกริยาแบบโฟโตอิเล็กทริก	3
2.2 ปฏิกริยาแบบคอมพตัน	4
2.3 ปฏิกริยาการเกิดอิเล็กตรอนคู่	5
2.4 อันตรกิริยาของรังสีแกมมาที่มีต่อโซเดียมไอโอไดด์	6
3. ทฤษฎีการเกิดการเปล่งแสงภายในหัววัด NaI(Tl)	8
3.1 คุณสมบัติของโซเดียมไอโอไดด์ที่มีทาลเลียมเป็นตัว กระตุ้น	8
3.2 ทฤษฎีการเกิดการเปล่งแสงภายในหัววัด NaI(Tl)	9
4. ระบบการทำงานโดยทั่วไปของเครื่องวัดซินทิลเลชันที่ใช้ NaI(Tl) เป็นหัววัด	11

	๒
	หน้า
4.1 การทำงานของโซเดียมไอโอไดด์ที่เป็นหัววัด	11
4.2 การทำงานของหลอดโฟโตมัลติพลาย	12
4.3 วิธีการเพิ่มจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้น	12
5. ประสิทธิภาพหัววัดโซเดียมไอโอไดด์	13
5.1 ขนาดผลึกโซเดียมไอโอไดด์	13
5.2 พลังงานรังสีแกมมาและระยะทางการวัด	15
5.3 สูตรในการคำนวณหาประสิทธิภาพทั้งหมดโดยคิดว่า แหล่งกำเนิดมีขนาดเป็นจุด	15
5.4 ค่าวนหาสูตรประสิทธิภาพทั้งหมดของหัววัดโซเดียม ไอโอไดด์รูปทรงกระบอกขนาด 3" x 3"	17
5.5 ค่าวนหาประสิทธิภาพทั้งหมดของหัววัด NaI ขนาด 3" x 3" ที่ใช้รังสีแกมมาพลังงาน 0.661 ล้าน อิเล็กตรอนโวลต์ ที่ระยะทางต่าง ๆ กัน	19
5.6 ค่าวนหาประสิทธิภาพทั้งหมดของหัววัด NaI ขนาด 3"x3" ที่ใช้โซเดียม -22 ที่ระยะ 10 เซนติเมตร	19
5.7 ค่าประสิทธิภาพทั้งหมดที่พลังงานและระยะทางต่าง ๆ ที่ได้จากตารางในหนังสือโดย R.L. Heath	20
5.8 เปรียบเทียบผลการคำนวณประสิทธิภาพทั้งหมดที่ได้ จากตารางกับที่คำนวณเอง	20
5.9 ประสิทธิภาพเฉพาะยอด	24

5.10	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพทั้งหมดและ ประสิทธิภาพเฉพาะยอกที่พลังงานและระยะทาง ต่าง ๆ กัน	25
5.11	การคำนวณหาความแรงของสารกัมมันตรังสี	27
6.	รายละเอียดเกี่ยวกับการสลายตัวของซีเซียม -137	28
6.1	แบบการสลายของซีเซียม -137	28
6.2	จำนวนรังสีแกมมาต่อการสลายตัวของซีเซียม-137	29
7.	วิธีการวัดและผลการวัดความแรงสารกัมมันตรังสีเชิงสัมบูรณ์	31
7.1	วิธีการวัด	31
7.2	คบายเบนมาตรฐาน	33
7.3	วิธีหาความแรงของสารกัมมันตรังสีที่เวลาตั้งต้น	33
7.4	ผลการวัดสารกัมมันตรังสีซีเซียม -137	34
7.5	ผลการวัดความแรงของสารกัมมันตรังสีโซเดียม -22	35
	สรุปผลการวิจัย	48
	บรรณานุกรม	51
	ประวัติการศึกษา	53

รายการตารางประกอบ



หน้า

ตารางที่

5.1	แสดงค่าประสิทธิภาพทั้งหมดที่พลังงานและระยะทาง ต่าง ๆ	20
5.2	แสดงค่าประสิทธิภาพทั้งหมดที่ได้จากตารางและผลที่ได้ จากการคำนวณ	23
5.3	แสดงประสิทธิภาพทั้งหมดและประสิทธิภาพ เฉพาะยอดที่ พลังงานและระยะทางต่าง ๆ ที่ได้จากตาราง	26
7.1	แสดงผลการวัดความแรงของสารกัมมันตรังสีซีซีเชียม -137 หมายเลข 51 โดยใช้ค่าประสิทธิภาพที่ได้จากตาราง	35
7.2	แสดงผลการวัดความแรงของสารกัมมันตรังสีซีซีเชียม -137 หมายเลข 51 โดยใช้ค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการคำนวณ	36
7.3	แสดงผลการวัดความแรงของสารกัมมันตรังสีซีซีเชียม -137 หมายเลข 51 โดยใช้ค่าประสิทธิภาพที่ได้จากตาราง	
7.4	แสดงผลการวัดความแรงของสารกัมมันตภาพรังสีซีซีเชียม -137 SK 1-1	39
7.5	แสดงผลการวัดความแรงของสารกัมมันตรังสีซีซีเชียม -137 SK 1-2	40
7.6	แสดงผลการวัดความแรงของสารกัมมันตรังสีซีซีเชียม -137 SK 1 - 11	41
7.7	แสดงผลการวัดความแรงของสารกัมมันตรังสีซีซีเชียม -137 SK 1 - 12	42

7.8 แสดงผลการวัดความแรงของสารกัมมันตรังสีซี¹³⁷ซีียม -137
 หมายเลข 184471 43

7.9 แสดงผลการวัดความแรงของสารกัมมันตรังสีซี¹³⁷ซีียม -137
 หลอดสีส้มของแผนกวิชาฟิสิกส์..... 44

7.10 แสดงผลการวัดความแรงของสารกัมมันตรังสีโซเดียม-22
 หมายเลข 51 โดยใช้คาบประสิทธิภาพจากตารางที่
 ระยะ 10 เซนติเมตร 46

7.11 แสดงผลการวัดความแรงของสารกัมมันตรังสีโซเดียม
 -22 หมายเลข 51 โดยใช้คาบประสิทธิภาพจาก
 การคำนวณ 47

รายการภาพประกอบ

รูปที่

หน้า

2.1	ปฏิบัติการแบบโทโตอิ เลคตริก	3
2.2	ปฏิบัติการแบบคอมพัตัน	4
2.3	ปฏิบัติการการเกิดอิ เลคตรอนคู่	5
2.4	แสดงอันตรกริยาของรังสีแกมมาต่อโซเดียมไอโอไดค์	7
3.1	โครงสร้างแถบชั้นพลังงานของอัลคาไลฮาไลด์ที่มีตัวสุทธิเป็น ตัวกระตุ้น	9
4.1	แสดงแบบแปลนของ เครื่องวัดแบบซินทิล เลชั่นที่ใช้ เป็นหัววัด	11
5.1	แสดงสเปกตรัมที่มีผล เนื่องจากขนาดของหัววัดของซีเซียม -137	14
5.2	แสดงการกำหนดระยะต่าง ๆ ที่นำมาคำนวณหาประสิทธิภาพ ทั้งหมด	16
5.3	แสดงค่าประสิทธิภาพทั้งหมดที่ได้จากตารางที่พลังงานต่าง ๆ และที่ระยะทาง 0.5 เซนติเมตร	21
5.4	แสดงค่าประสิทธิภาพทั้งหมดที่ได้จากตารางที่พลังงานต่าง ๆ ที่ระยะทาง 5, 7 และ 10 เซนติเมตร	22
6.1	แบบการสลายของซีเซียม -137	28