เครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม

นาย สมพร เฉลิมสุข

005252

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2522

i 17735269

NEEDLE POINT PROPORTIONAL COUNTER

Mr. Somporn Chalermsuk

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1979

หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม

โดย นายสมพร เฉลิมสุข

แผนกวิชา ฟิสิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภิยโย บันยารชุน

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ วิชัย หโยตม)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธำรง เมธาศิริ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลิขิต ฉัตรสกุล)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภิยโย บันยารชุน)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม
ชื่อนิสิต นายสมพร เฉลิมสุข
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภิยโย ปันยารชุน
แผนกวิชา ฟิสิกส์
ปีการศึกษา 2521

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

เครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็มเป็นเครื่องวัดรังสีปฏิภาคแบบหนึ่ง ซึ่งสร้างได้ง่ายโดยอาศัยวัสดุที่หาได้ภายในประเทศ ลักษณะของสนามไฟฟ้าของเครื่องวัดรังสีแบบนี้ต่างจากรูปทรงกระบอก ประกอบด้วยเข็มเย็บผ้า 3 อัน เป็นขั้วบวกโผล่พ้นตาข่ายโลหะขั้วลบ 0.2175 ซม. ลักษณะของสนามไฟฟ้าเป็นแบบทรงกลม เพราะถือว่าปลายเข็มเป็นส่วนหนึ่งของทรงกลม ขณะทดลองมีกาซบิวเทนไหลผ่านและทำหน้าที่เป็นกาซเคาน์ทิง (counting gas) ในงานวิจัยนี้ได้สร้างเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม ศึกษาคุณสมบัติการทำงานของเครื่องวัดรังสีจากความสัมพันธ์ของอัตราการนับและความต่างศักย์ระหว่างขั้ว ในตอนสุดท้ายใช้เครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็มหาสเปคตรัมของพลังงานของอนุภาคหรือรังสีต่าง ๆ จาก C^{14}, Cs^{134}, Fe^{57}, Tl^{204} และอนุภาคแอลฟา จากการทดลองพบว่า สำหรับอนุภาคแอลฟาจะให้สัญญาณไฟฟ้าโดยต้องการความต่างศักย์ระหว่างขั้วต่ำกว่าอนุภาคเบตาและรังสีแกมมา และสำหรับอนุภาคหรือรังสีชนิดเดียวกัน เมื่อความต่างศักย์ระหว่างขั้วคงที่ ถ้าความดันของกาซที่ไหลผ่านเปลี่ยนไปอัตราการนับของอนุภาคหรือรังสีจะเปลี่ยนไป ที่ความดันของกาซบิวเทนเมื่อกาซไหลผ่านด้วยอัตรา 60 ฟอง/นาที จะได้อัตราการนับของอนุภาคหรือรังสีมากกว่าเมื่อมีกาซไหลผ่านด้วยอัตรา 30 ฟอง/นาที ลักษณะความสัมพันธ์ของอัตราการนับกับความต่างศักย์ระหว่างขั้วเป็นไปในรูปเอกซ์โปเนนเชียล (exponential form) สำหรับเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็มนี้ เมื่อใช้หาสเปคตรัมของพลังงานของอนุภาคหรือรังสีจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ไม่สามารถหาได้ เพราะไม่ปรากฏยอด (peaks) ตามลักษณะที่เคยมีผู้ศึกษาแล้ว แม้จะใช้กาซผสมอาร์กอนและบิวเทนเป็นกาซเคาน์ทิง

Thesis Title Needle Point Proportional Counter

Name Mr. Somporn Chalermsuk

Thesis Advisor Dr. Bhiyayo Panyarjun

Department Physics

Academic Year 1978

ABSTRACT

The needle point proportional counter, constructed with common materials available in Thailand, was fabricated and its capability was duly investigated. The anodes consist of three sewing needles of which their points project through the holes in a piece of 0.635 cm. mesh wire cloth, about an eight of an inch beyond it. The mesh serves as the cathode and also confines the collection of electrons to the tips of the needles. Each tip of the needle is a part of a very minute sphere, thus the electric field near its surface is spherical and extremely strong. Butane flowing through the counter all the time during the operation, is used as counting gas.

The characteristic of the counter was investigated from the relation between count rates and applied voltages and the determination of the energy spectrums of particles from C^{14}, Cs^{134}, Fe^{57}, Tl^{204} and alpha sources were attempted. It is found that, for alpha particles, the counter begins to give pulses at the lower applied voltage than for other particles (β, γ). The same source gives

different count rates at different rates of flow of counting gas ; at 60 bubbles/minute rate of flow, the count rate is greater than the count rate at 30 bubbles/minute rate of flow. Relations between count rates and applied voltages are exponential. Peaks in the energy spectrums of γ sources could not be obtained, possibly due to insufficient absorption of γ ray by the sensitive volume of the counter.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ ด้วยความกรุณาให้คำแนะนำและปรึกษาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภิยโย บันยารชุน ตลอดการวิจัย ได้รับความช่วยเหลือจาก พ.จ.อ. พูน อาจปรุ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สำเริง ศรีสมบูรณ์ ได้รับบริการใช้เครื่องมือจากโรงงานคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริการกล้องถ่ายรูป Franka จากคุณชัชวาล ปุญปัน บริการใช้เครื่องวัดความหนาแน่นทางแสงจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพนธ์ โชวเจริญสุข ได้กล่องโลหะบรรจุฟิล์มขนาด 35 มม.จากห้องปฏิบัติการถ่ายรูป แผนกวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และอะไหล่อิเลคทรอนิคส์เครื่องจ่ายไฟสูงจาก บริษัทธานินทร์ จำกัด จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

รายการตารางประกอบ ..... ฉ

รายการรูปประกอบ .....

บทที่

1. บทนำ 1

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวัดรังสี 5

2.1 อันตรกิริยาระหว่างอนุภาคหรือรังสีกับสสาร 5

2.2 พฤติกรรมของไอออนในก๊าซที่มีสนามไฟฟ้า 15

3. ชนิดของเครื่องวัดรังสี 25

4. เครื่องมือทดลองและวิธีการทดลอง 41

4.1 เครื่องมือทดลอง 41

4.2 วิธีการทดลอง 68

5. ข้อมูลการทดลอง 73

6. ปัญหาต่าง ๆ ที่พบในงานวิจัย 113

7. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ 117

หน้า

เอกสารอ้างอิง 120

ภาคผนวก 122

ปรากฏการณ์โคโรนาดีสชาร์จ 122

วงจรเครื่องจ่ายไฟสูง 124

อุปกรณ์ของเครื่องจ่ายไฟสูง 125

ประวัติ 129

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

2.1 ค่าต่าง ๆ ของ w ในหน่วย eV/ion-pair สำหรับกาซบริสุทธิ์ต่าง ๆ .. 8

2.2 สภาพเคลื่อนได้ (mobilities) ของไอออนในกาซ..... 18

2.3 สภาพเคลื่อนได้ของอิเลคตรอนในกาซ..... 19

5.1 ข้อมูลจากอนุภาคแอลฟา ตามวิธีการทดลองที่ 1 ข. อัตราการไหลของกาซ บิวเทน 30 ฟอง/นาที 73

5.2 ข้อมูลจากอนุภาคแอลฟา ตามวิธีการทดลองที่ 1 ข. อัตราการไหลของกาซ บิวเทน 60 ฟอง/นาที 74

5.3 ข้อมูลจากอนุภาคเบตาจาก Tl^{204} ตามวิธีการทดลองที่ 1 ข. อัตราการไหล ของกาซบิวเทน 30 ฟอง/นาที 74

5.4 ข้อมูลจากอนุภาคเบตาจาก Tl^{204} ตามวิธีการทดลองที่ 1 ข. อัตราการไหล ของกาซบิวเทน 60 ฟอง/นาที 75

5.5 ข้อมูลจาก Cs^{134} ตามวิธีการทดลอง 1 ข. อัตราการไหล ของกาซบิวเทน 30 ฟอง/นาที..... 75

5.6 ข้อมูลจาก Cs^{134} ตามวิธีการทดลอง 1 ข. อัตราการไหล ของกาซบิวเทน 60 ฟอง/นาที..... 76

5.7 ข้อมูลจากอนุภาคแอลฟา ตามวิธีการทดลองที่ 2 อัตราการไหลของกาซบิวเทน 30 ฟอง/นาที..... 76

5.8 ข้อมูลจากอนุภาคแอลฟา ตามวิธีการทดลองที่ 2 อัตราการไหลของกาซบิวเทน 60 ฟอง/นาที..... 77

5.9 ข้อมูลจากอนุภาคเบตาจาก Tl^{204} ตามวิธีการทดลองที่ 2 อัตราการไหลของ กาซบิวเทน 30 ฟอง/นาที..... 79

หน้า

5.10 ข้อมูลจากอนุภาคเบตาจาก Tl^{204} ตามวิธีการทดลองที่ 2 อัตราการไหลของกาซบิวเทน 60 ฟอง/นาที 80

5.11 ข้อมูลจาก Cs^{134} ตามวิธีการทดลองที่ 2 อัตราการไหลของกาซบิวเทน 30 ฟอง/นาที 82

5.12 ข้อมูลจาก Cs^{134} ตามวิธีการทดลองที่ 2 อัตราการไหลของกาซบิวเทน 60 ฟอง/นาที 83

5.13 ข้อมูลจากอนุภาคแอลฟา ตามวิธีการทดลองที่ 3 85

5.14 ข้อมูลจากอนุภาคเบตาจาก Tl^{204} ตามวิธีการทดลองที่ 3 87

5.15 ข้อมูลจาก Cs^{134} ตามวิธีการทดลองที่ 3 89

5.16 ข้อมูลจากอนุภาคเบตาจาก C^{14} ตามวิธีการทดลองที่ 3 91

5.17 ข้อมูลจากรังสีแกมมาจาก Fe^{57} มี collimator ตามวิธีการทดลองที่ 3. 93

5.18 ข้อมูลจากรังสีแกมมาจาก Fe^{57} ตามวิธีการทดลองที่ 3 95

5.19 ข้อมูลจากรังสีแกมมาจาก Fe^{57} ใช้กาซ $Ar + CH_4$ ไหลผ่าน ตามวิธีการทดลองที่ 3 97

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	สรุปการเสียพลังงานของอนุภาคในตัวกลางที่เป็นกาซ.....	16
2.2	แสดงการเกิดสัญญาณไฟฟ้าในเครื่องวัดรังสี.....	17
2.3	ภาพตัดขวางของเครื่องวัดรังสีแสดงการเกิดสัญญาณไฟฟ้า.....	19
3.1	แสดงการทำงานของเครื่องวัดรังสีในช่วงความต่างศักย์ระหว่างขั้วต่าง ๆ	25
3.2	กราฟแสดงตัวร่วมมัลติพลิเคชันกับความต่างศักย์ระหว่างขั้วของอาร์กอนและออกซิเจน และมีเทนสองความดัน.....	32
3.3	แสดงว่า M ขึ้นอยู่กับชนิดของกาซ.....	33
3.4	แสดงระนาบ xy, yz, และ xz ของขั้วไฟฟ้าบวกและลบ.....	36
3.5	แสดงแนวสนามไฟฟ้าและเส้นอิควิโปเทนเชียลตามระนาบ xy	36
3.6	แสดงแนวสนามไฟฟ้าและเส้นอิควิโปเทนเชียลตามระนาบ xz	37
3.7	แสดงแนวสนามไฟฟ้าและเส้นอิควิโปเทนเชียลตามระนาบ yz	37
3.8	แสดงการหาสนามไฟฟ้า เครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม	38
4.1	แสดงเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง.....	43
4.2	แสดงการบัดกรีตาข่ายโลหะ.....	44
4.3	รูปแสดงการสร้างเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม	46
4.4	ก. แสดงเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็มขณะปิดพร้อมจะทดลอง.....	47
	ข. แสดงอุปกรณ์ภายในของเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม.....	47
4.5	แสดงการต่อวงจรกรองสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงของแหล่งจ่ายไฟสูง.....	48
4.6	แสดงการต่อวงจรสำหรับมิเตอร์ของแหล่งจ่ายไฟสูง.....	49
4.7	แสดงการต่อวงจรแบ่งสัญญาณไฟฟ้าไปใช้	50
4.8	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณไฟฟ้าป้อนและสัญญาณไฟฟ้าขาของเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้าแบบลิเนียร์ สเกล 1, 100	52

หน้า

4.9 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณไฟฟ้าป้อนกับสัญญาณไฟฟ้าคายของเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้าแบบลิเนียร์ สเกล 1, 50 53

4.10 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณไฟฟ้าป้อนกับสัญญาณไฟฟ้าคายของเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้าแบบลิเนียร์ สเกล $\frac{1}{2}$, 100 54

4.11 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณไฟฟ้าป้อนกับสัญญาณไฟฟ้าคายของเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้าแบบลิเนียร์ สเกล $\frac{1}{2}$, 50 55

4.12 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณไฟฟ้าป้อนกับสัญญาณไฟฟ้าคายของเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้าแบบลิเนียร์ สเกล $\frac{1}{4}$, 100 56

4.13 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณไฟฟ้าป้อนกับสัญญาณไฟฟ้าคายของเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้าแบบลิเนียร์ สเกล $\frac{1}{4}$, 50 57

4.14 แสดงลักษณะสัญญาณไฟฟ้าผ่านเครื่องวิเคราะห์ความสูงของสัญญาณไฟฟ้าแบบดิฟเฟอเรนเชียล 58

4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณป้อนและที่ปรับช่องระดับของเครื่องวิเคราะห์ความสูงของสัญญาณไฟฟ้า 61

4.16 สเปคตรัมของคาร์บอน -14 64

4.17 สเปคตรัมของรังสีแกมมาจากเหล็ก -57 66

5.1 กราฟแสดงคุณสมบัติการทำงานของเครื่องวัดรังสี เมื่อใช้กับอนุภาคแอลฟา .. 78

5.2 กราฟแสดงคุณสมบัติการทำงานของเครื่องวัดรังสี เมื่อใช้กับอนุภาคเบตาจาก Tl^{204} 81

5.3 กราฟแสดงคุณสมบัติการทำงานของเครื่องวัดรังสี เมื่อใช้กับ Cs^{134} 84

หน้า

5.4 สเปคตรัมของพลังงานของอนุภาคแอลฟา โดยเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม 86

5.5 สเปคตรัมของพลังงานของอนุภาคเบตาจาก Tl^{204} โดยเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม 88

5.6 สเปคตรัมของพลังงานของ Cs^{134} โดยเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม 90

5.7 สเปคตรัมของพลังงานของอนุภาคเบตาจาก C^{14} โดยเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม 92

5.8 สเปคตรัมของพลังงานของรังสีแกมมาจาก Fe^{57} มี collimator โดยเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม 94

5.9 สเปคตรัมของพลังงานของรังสีแกมมาจาก Fe^{57} โดยเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม 96

5.10 สเปคตรัมของพลังงานของรังสีแกมมาจาก Fe^{57} มีกาซ $Ar + CH_4$ ไหลผ่านโดยเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม 98

5.11 รูปสัญญาณไฟฟ้าจากอนุภาคแอลฟา 99

5.12 กราฟสเปคตรัมจากรูปที่ 5.11 100

5.13 รูปสัญญาณไฟฟ้าจากอนุภาคเบตาจาก C^{14} 101

5.14 กราฟสเปคตรัมจากรูปที่ 5.13 102

5.15 รูปสัญญาณไฟฟ้าจาก Cs^{134} 103

5.16 กราฟสเปคตรัมจากรูปที่ 5.15 104

5.17 รูปสัญญาณไฟฟ้า เมื่อเอา Cs^{134} ไว้ข้างนอกเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม 105

5.18 กราฟสเปคตรัมจากรูปที่ 5.17 106

5.19 รูปสัญญาณไฟฟ้าจากรังสีแกมมา เมื่อเอา Fe^{57} ไว้ข้างนอกเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม 107

หน้า

5.20 กราฟสเปคตรัมจากรูปที่ 5.19 108

5.21 รูปสัญญาณไฟฟ้าจากรังสีแกมมาจาก Fe^{57} 109

5.22 กราฟสเปคตรัมจากรูปที่ 5.21 110

5.23 รูปสัญญาณไฟฟ้าจากรังสีแกมมา จาก Fe^{57} ใช้กาซ $Ar + CH_4$ ไหลผ่านเครื่องวัดรังสีปฏิภาคชนิดปลายเข็ม 111

5.24 กราฟสเปคตรัมจากรูปที่ 5.23 112

6.1 แสดงการต่อวงจรกรองไฟฟ้ากระแสตรง 114

high voltage power supply 124