สารบาญ

	หน้า
คำขอบคุณ	ค
บทคัดย่อ	ง
รายการตารางประกอบ	ฌ
รายการภาพประกอบ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 หลักการทำงานของไอออนไนเซชันแชมเบอร์ และหลักการวัดโดส	4
2.1 หลักการทำงานของไอออนไนเซชันแชมเบอร์	4
2.2 อันตรกิริยาระหว่างรังสีกับสสาร	7
2.2.1 อันตรกิริยาของรังสีนิวตรอนพลังงานสูงกับกาซไฮโดรคาร์บอน และกาซอาร์กอน	9
2.2.2 อันตรกิริยาของรังสีแกมมาพลังงาน 4.43 MeV กับกาซไฮโดรคาร์บอนและกาซอาร์กอน	10
2.3 การใช้ไอออนไนเซชันแชมเบอร์ในการวัดโดสดูดกลืน	13
บทที่ 3 การออกแบบและปรับปรุงไอออนไนเซชันแชมเบอร์	16
3.1 ความสามารถของกาซในการจำแนกองค์ประกอบโดสในสนามรังสีผสม	16
3.1.1 ขีดจำกัดของการแยกโดสในสนามรังสีผสม	18

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หน้า

3.2 การออกแบบและการปรับปรุงไอออนไนเซชันแชมเบอร์ 24

3.2.1 ผนังหลอด 25

3.2.2 Collector electrode 27

3.2.3 ฐานหลอดและ Guard Ring 27

3.2.4 การประกอบไอออนไนเซชันแชมเบอร์ 29

บทที่ 4 การทดสอบการทำงานของไอออนไนเซชันแชมเบอร์ 34

4.1 การทดสอบการรั่วของกาซภายในไอออนไนเซชันแชมเบอร์ 34

4.2 การหาความต่างศักย์และความดันสำหรับการใช้งาน 35

4.3 การหาปริมาตรยังผล 35

4.4 การทดลองหัววัดในสนามรังสีแกมมามาตรฐาน 37

4.5 การทดลองหัววัดในสนามรังสีผสมนิวตรอน-แกมมา 40

บทที่ 5 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 44

5.1 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผลการทำงานโดยทั่วไป 44

5.2 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลองหัววัดในสนามรังสีแกมมามาตรฐาน 44

5.3 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลองหัววัดในสนามรังสีผสมนิวตรอน-แกมมา 47

5.3.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองวัดโดส 50

5.3.2 ผลการวัดโดสและการวิจารณ์ 52

บทที่ 6 สรุป 59

ภาคผนวกที่ 1 การคำนวณหามวลของกาซที่บรรจุภายในหัววัด 61

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หน้า

ภาคผนวกที่ 2 การตอบสนองของรังสีแกมมาต่อกาซชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการคำนวณ 62

ภาคผนวกที่ 3 การตอบสนองของรังสีนิวตรอนต่อกาซชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการคำนวณ 66

ภาคผนวกที่ 4 ผลการทดสอบไอออนไนเซชันแชมเบอร์ 70

เอกสารอ้างอิง 77

ประวัติการศึกษา 78

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
5.1	แสดงผลการเปรียบเทียบอัตราส่วนการตอบสนองของกาซชนิดต่าง ๆ เนื่องจากรังสีแกมมาพลังงาน 0.662 MeV ระหว่างผลที่ได้จากทฤษฎีการคำนวณและจากการทดลอง	47
5.2	แสดงผลการเปรียบเทียบอัตราส่วนการตอบสนองของกาซชนิดต่าง ๆ เนื่องจากสนามรังสีผสมนิวตรอน-แกมมาจากแหล่งกำเนิดรังสี Am-Be ระหว่างผลที่ได้จากทฤษฎี การคำนวณ และจากการทดลอง	49
5.3	แสดงผลการเปรียบเทียบอัตราส่วนการตอบสนองของกาซชนิดต่าง ๆ เนื่องจากสนามรังสีผสมนิวตรอน-แกมมาจากแหล่งกำเนิดรังสี Am-Be ที่หุ้มด้วยตะกั่วหนา 1.7 มม. ระหว่างผลที่ได้จากทฤษฎี การคำนวณ และจากการทดลอง	49
5.4	แสดงค่าคงที่ต่าง ๆ สำหรับการคำนวณองค์ประกอบโดส	52
5.5	แสดงการตอบสนอง (คูลอมบ์/กรัม-ชั่วโมง) ของไอออนไนเซชันแชมเบอร์ที่บรรจุกาซอาร์กอน (a) และโปรเปน (b) เนื่องจากสนามผสมนิวตรอน-แกมมา จากแหล่งกำเนิดรังสี Am-Be ที่หุ้มด้วยตะกั่วหนา 1.7 มม.	53
5.6	แสดงการตอบสนอง (คูลอมบ์/กรัม-ชั่วโมง) ของไอออนไนเซชันแชมเบอร์ที่บรรจุกาซไนโตรเจน (a) และอะเซทิลีน (b) เนื่องจากสนามผสมนิวตรอน-แกมมา จากแหล่งกำเนิดรังสี Am-Be ที่หุ้มด้วยตะกั่วหนา 1.7 มม.	54

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ หน้า

5.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณรังสี (μSv/ชั่วโมง) ในสนามผสม Am-Be ที่หุ้มด้วยตะกั่วหนา 1.7 มม. เมื่อใช้กาซอาร์กอนและโปรเปนบรรจุในแชมเบอร์ 56

5.8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณรังสี (μSv/ชั่วโมง) ในสนามผสม Am-Be ที่หุ้มด้วยตะกั่วหนา 1.7 มม. เมื่อใช้กาซไนโตรเจนและอ เซทีลีนบรรจุในแชมเบอร์ 57

ตารางที่ ผ.

2.1 การตอบสนองต่อรังสีแกมมาพลังงานต่าง ๆ ของกาซอาร์กอนที่ NTP 62

2.2 การตอบสนองต่อรังสีแกมมาพลังงานต่าง ๆ ของกาซโปรเปนที่ NTP 63

2.3 การตอบสนองต่อรังสีแกมมาพลังงานต่าง ๆ ของกาซไนโตรเจนที่ NTP 64

2.4 การตอบสนองต่อรังสีแกมมาพลังงานต่าง ๆ ของกาซอ เซทีลีนที่ NTP 65

3.1 การตอบสนองต่อรังสีนิวตรอนพลังงานต่าง ๆ ของกาซอาร์กอนที่ NTP 66

3.2 การตอบสนองต่อรังสีนิวตรอนพลังงานต่าง ๆ ของกาซโปรเปนที่ NTP 67

3.3 การตอบสนองต่อรังสีนิวตรอนพลังงานต่าง ๆ ของกาซไนโตรเจนที่ NTP 68

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ผ.		หน้า
3.4	การตอบสนองต่อรังสีนิวตรอนพลังงานต่าง ๆ ของกาซอิเซทีลีนที่ NTP	69
4.1	แสดงข้อมูลกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ เมื่อบรรจุกาซอาร์กอนที่ความดันต่าง ๆ	70
4.2	แสดงข้อมูลกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ เมื่อบรรจุกาซโปรเปนที่ความดันต่าง ๆ	71
4.3	แสดงข้อมูลการทดลองและคำนวณหาปริมาตรยังผลของไอออนไนเซชันแชมเบอร์ จากแหล่งกำเนิดรังสีเรเดียม (Ra-226)	72
4.4	แสดงข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่แปรผันกลับกับระยะทางกำลังสอง และแสดงถึงการตอบสนองของกาซแต่ละชนิดที่มีต่อรังสีแกมมา จากแหล่งกำเนิดรังสี Cs-137	74
4.5	แสดงข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่แปรผันกลับกับระยะทางกำลังสอง และแสดงถึงการตอบสนองของกาซแต่ละชนิดที่มีต่อรังสีนิวตรอน-แกมมา จากแหล่งกำเนิดรังสี Am-Be	75
4.6	แสดงข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่แปรผันกลับกับระยะทางกำลังสอง และแสดงถึงการตอบสนองของกาซแต่ละชนิดต่อรังสีนิวตรอน-แกมมาจากแหล่งกำเนิดรังสี Am-Be เมื่อหุ้มด้วยตะกั่วหนา 1.7 มม.	76

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายการภาพประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงส่วนประกอบของไอออนไนเซชันแชมเบอร์ และวงจรวัดกระแสโดยทั่วไป	5
2.2	แสดงสเปคตรัมของนิวตรอนจากต้นกำเนิด Am-Be	8
2.3	กราฟค่า cross-section ที่นิวตรอนมีต่อนิวเคลียสของไฮโดรเจน (H) และคาร์บอน (C)	11
2.4	กราฟแสดงอันตรกิริยาระหว่างธาตุต่าง ๆ กับโฟตอน	12
3.1	กราฟแสดงการตอบสนองในเทอมของไอออนไนเซชันต่อหนึ่งหน่วย ลบ.ซม. ต่อหนึ่งแรดของปริมาณรังสีที่เนื้อเยื่อได้รับที่เกิดจากกาซอาร์กอน, โปรเปน, ไนโตรเจน, และอ เซทิลีน เมื่อได้รับรังสีนิวตรอน หรือแกมมาที่พลังงานต่าง ๆ	19
3.2	แสดงอัตราส่วนของการแตกตัวในกาซอาร์กอนและกาซโปรเปนเมื่อได้รับสนามรังสีผสมจากรังสีแกมมาพลังงาน 0.06 MeV และนิวตรอนพลังงาน 0.5-11.5 MeV	20
3.3	แสดงอัตราส่วนของการแตกตัวในกาซไนโตรเจนและกาซอ เซทิลีนเมื่อได้รับสนามรังสีผสม จากรังสีแกมมาพลังงาน 0.06 MeV และนิวตรอนพลังงาน 0.5-11.5 MeV	21

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ หน้า

3.4 แสดงอัตราส่วนของการแตกตัวในกาซอาร์กอนและกาซโปรเปนเมื่อได้รับรังสีสนามผสมจากรังสีแกมมาพลังงาน 4.43 MeV และนิวตรอนพลังงาน 0.5-11.5 MeV 22

3.5 แสดงอัตราส่วนของการแตกตัวในการไนโตรเจนและกาซอเซทิลีนเมื่อได้รับรังสีสนามผสมจากรังสีแกมมาพลังงาน 4.43 MeV และนิวตรอนพลังงาน 0.5-11.5 MeV 23

3.6 แสดงลักษณะของไอออนไนเซชันแชมเบอร์แบบ Sealed tube 26

3.7 แสดงรูปร่างและลักษณะ และขนาดภายในของแชมเบอร์ และ Collector electrode 28

3.8 แสดงรูปร่างลักษณะและส่วนประกอบของฐานหลอด 30

3.9 แสดงภาพถ่ายไอออนไนเซชันแชมเบอร์ที่ประกอบเรียบร้อยแล้ว 32

3.10 แผนภูมิการต่อเครื่องมือขณะทำการทดลอง 33

3.11 ภาพถ่ายแสดงชุดเครื่องมือการทดลอง 33

4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์เมื่อบรรจุกาซอาร์กอนและโปรเปน 36

4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสที่วัดได้กับอัตราปริมาณรังสีที่ตกกระทบเมื่อใช้เรเดียมเป็นแหล่งกำเนิดรังสี 38

4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับส่วนกลับระยะทางกำลังสองเมื่อใช้ Cs-137 เป็นแหล่งกำเนิดรังสี 39

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ หน้า

4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับส่วนกลับของระยะทาง กำลังสองเมื่อใช้ Am-Be เป็นแหล่งกำเนิดรังสี 41

4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับส่วนกลับของระยะทาง กำลังสองเมื่อใช้ Am-Be หุ้มด้วยตะกั่วหนา 1.7 มม. เป็นแหล่ง กำเนิดรังสี 43

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved