

การพัฒนา เครื่องวัดค่าสโตปปีงครอส เซ็คชั่นของอนุภาคอัลฟาในแกส



นายสุชาติ ท. เพียรเจริญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2527

ISBN 974-563-444-1

009874

i 17827103

Development of Measuring Instrument for Stopping Cross Section of Alpha
Particles in Gases

Mr. Sarit H. Phiancharoen

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 การพัฒนา เครื่องวัดค่าสโตปมิงโครส เซ็คชั่นของอนุภาคอัลฟาในแกส
โดย นายสฤกษ์ ท. เพียรเจริญ
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ วิรุพท์ มังคละวิรัช



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สฤกษ์ ท. เพียรเจริญ

..... คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุญนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

สุวรรณี แสงเพชร

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ สุวรรณี แสงเพชร)

วิรุพท์ มังคละวิรัช

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วิรุพท์ มังคละวิรัช)

สุวิทย์ บุญชัยยะ

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ บุญชัยยะ)

นเรศร์ จันทร์ขาว

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทร์ขาว)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องวัดค่าสตอบึงโครส เซ็คชั่นของอนุภาคอัลฟาในแกส
ชื่อ นายสฤทธ์ ท.เพียรเจริญ
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2526



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ทำการวัดค่าสตอบึงโครส เซ็คชั่นของอากาศ แกสคาร์บอนไดออกไซด์ แกสอาร์กอน แกสไนโตรเจน แกสออกซิเจน แกสอะเซติลีน แกสไฮโดรเจนและแกสหุงต้ม สองวิธี วิธีแรกกำหนดให้ระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีคงที่แปรเปลี่ยนความดันภายในห้องเก็บแกส อีกวิธีหนึ่งกำหนดให้ความดันคงที่แปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ค่าสตอบึงโครส เซ็คชั่นของแกสแต่ละชนิดที่ได้จากวิธีการทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน และค่าสตอบึงโครส เซ็คชั่นของอากาศ แกสไนโตรเจน แกสออกซิเจน มีค่าใกล้เคียงกัน อุปกรณ์ที่ใช้ทำการวิจัยสามารถออกแบบและสร้างขึ้นเองได้โดยไม่ต้องซื้อจากต่างประเทศ นอกจากนี้อุปกรณ์ที่ใช้วิจัยยังสามารถศึกษาถึงการสูญเสียพลังงานของอนุภาคอัลฟาในแกสแต่ละชนิด และใช้วัดส่วนผสมของแกสผสมระหว่าง แกสคาร์บอนไดออกไซด์กับแกสอาร์กอน ผลการวิจัยพบว่า จำนวนนับรังสีขึ้นอยู่กับส่วนผสมของแกส นอกจากนั้นผลที่ได้สามารถนำไปใช้วัดพลังงานของอนุภาคอัลฟาที่ออกจากต้นกำเนิดรังสี



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช ที่ได้แนะนำให้ผู้เขียนทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเครื่องวัดค่าสโตปมิงครอส เซ็คชั่นของอนุภาคอัลฟาในแกส" นี้ขึ้น พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและกรุณาจัดทำเอกสารประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว ที่ได้ช่วยเหลือแนะนำและจัดเอกสารอ้างอิง ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ ที่ได้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการจัดอุปกรณ์ทดลอง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทีมงานวิจัยนี้สำเร็จด้วยดี



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
รายการรูปประกอบ	ช
รายการตาราง	ซ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. อนุภาคอัลฟา	7
3. วิธีทำการวิจัย	25
4. การคำนวณหาค่าสตอบึงโครส เชื้อชั้นของแกสต่าง ๆ	30
5. การคำนวณหาค่าสตอบึงโครส เชื้อชั้นจากสมการถดถอย	47
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	82
เอกสารอ้างอิง	97
ภาคผนวก ก.	98
ภาคผนวก ข.	100
ภาคผนวก ค.	103
ภาคผนวก ง.	106
ภาคผนวก จ.	109
ภาคผนวก ฉ.	117
ประวัติ	121

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการสลายตัวของธาตุ Am ²⁴¹ ครึ่งอายุ 458 ปี	8
2.2 แสดงการสลายตัวของ Bi ²¹²	9
2.3 กราฟที่ไกเกอร์-นิทท์ลส์ สร้างขึ้น แสดงการส่งอนุภาคอัลฟาในอนุกรมยูเรเนียม	10
2.4 แสดงกราฟที่ได้จากการทดลองสำหรับพิสัยของอนุภาคอัลฟาในอากาศซึ่งขึ้นอยู่กับพลังงานของอนุภาคอัลฟา ที่อุณหภูมิ 15 ⁰ C ความดัน 760 mm.Hg.	15
3.1 แสดงแผนผังการจัดการวิจัย	26
5.1 แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เซ็คชั่นของแกสคาร์บอนไดออกไซด์กับพลังงานที่เหลือของอนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนความดันภายในห้อง เก็บแกส	70
5.2 แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เซ็คชั่นของแกสคาร์บอนไดออกไซด์กับพลังงานที่เหลือของอนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี	70
5.3 แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เซ็คชั่นของอากาศกับพลังงานที่เหลือของอนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนความดันภายในห้อง เก็บแกส	71
5.4 แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เซ็คชั่นของอากาศกับพลังงานที่เหลือของอนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ..	71
5.5 แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เซ็คชั่นของแกสอาร์กอนกับพลังงานที่เหลือของอนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนความดันภายในห้อง เก็บแกส	72
5.6 แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เซ็คชั่นของแกสอาร์กอนกับพลังงานที่เหลือของอนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ..	72
5.7 แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เซ็คชั่นของแกสออกซิเจนกับพลังงานที่เหลือของอนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนความดันภายในห้อง เก็บแกส	73
5.8 แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เซ็คชั่นของแกสออกซิเจนกับพลังงานที่เหลือของอนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี ..	73

รูปที่

5.9	แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เชื้อชั้นของแกสอะ เซติลีนกับพลังงานที่ เหลือของ อนุภาคอัลฟา กรณีแปร เปลี่ยนความดันภายในห้อง เก็บแกส	74
5.10	แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เชื้อชั้นของแกสอะ เซติลีนกับพลังงานที่ เหลือของ อนุภาคอัลฟา กรณีแปร เปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี .	74
5.11	แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เชื้อชั้นของแกสไนโตร เจนกับพลังงานที่ เหลือ ของอนุภาคอัลฟา กรณีแปร เปลี่ยนความดันภายในห้อง เก็บแกส	75
5.12	แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เชื้อชั้นของแกสไนโตร เจนกับพลังงานที่ เหลือ ของอนุภาคอัลฟา กรณีแปร เปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัด รังสี	75
5.13	แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เชื้อชั้นของแกสหุงต้มกับพลังงานที่ เหลือของ อนุภาคอัลฟา กรณีแปร เปลี่ยนความดันภายในห้อง เก็บแกส	76
5.14	แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เชื้อชั้นของแกสหุงต้มกับพลังงานที่ เหลือของ อนุภาคอัลฟา กรณีแปร เปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี .	76
5.15	แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เชื้อชั้นของแกสไฮโตร เจนกับพลังงานที่ เหลือ ของอนุภาคอัลฟา กรณีแปร เปลี่ยนความดันภายในห้อง เก็บแกส	77
5.16	แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เชื้อชั้นของแกสไฮโตร เจนกับพลังงานที่ เหลือ ของอนุภาคอัลฟา กรณีแปร เปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัด รังสี	77
5.17	แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เชื้อชั้นของแกสคาร์บอนไดออกไซด์กับพลังงาน ที่ เหลือของอนุภาคอัลฟา กรณีแปร เปลี่ยนความดันภายในห้อง เก็บแกสและ กรณีแปร เปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี	78
5.18	แสดงกราฟค่าสตอบึงครอส เชื้อชั้นของอากาศกับพลังงานที่ เหลือของ อนุภาคอัลฟา กรณีแปร เปลี่ยนความดันภายในห้อง เก็บแกสและกรณีแปร เปลี่ยน ระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี	79

รูปที่

- 5.19 แสดงกราฟค่าสตอปปีงครอส เซ็คชั่นของแกสอาร์กอนกับพลังงานที่เหลือของ
อนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนความดันภายในห้องเก็บแกสและกรณีแปรเปลี่ยน
ระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี 79
- 5.20 แสดงกราฟค่าสตอปปีงครอส เซ็คชั่นของแกสออกซิเจนกับพลังงานที่เหลือของ
อนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนความดันภายในห้องเก็บแกสและกรณีแปรเปลี่ยน
ระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี 79
- 5.21 แสดงกราฟค่าสตอปปีงครอส เซ็คชั่นของแกสอะเซติลีนกับพลังงานที่เหลือของ
อนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนความดันภายในห้องเก็บแกสและกรณีแปรเปลี่ยน
ระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี 80
- 5.22 แสดงกราฟค่าสตอปปีงครอส เซ็คชั่นของแกสไนโตรเจนกับพลังงานที่เหลือของ
อนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนความดันภายในห้องเก็บแกสและกรณีแปรเปลี่ยน
ระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี 80
- 5.23 แสดงกราฟค่าสตอปปีงครอส เซ็คชั่นของแกสหุงต้มกับพลังงานที่เหลือของ
อนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนความดันภายในห้องเก็บแกสและกรณีแปรเปลี่ยน
ระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี 81
- 5.24 แสดงกราฟค่าสตอปปีงครอส เซ็คชั่นของแกสไฮโดรเจนกับพลังงานที่เหลือของ
อนุภาคอัลฟา กรณีแปรเปลี่ยนความดันภายในห้องเก็บแกสและกรณีแปรเปลี่ยน
ระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี 81
- 6.1 แสดงพิกของพลังงานที่เหลือของอนุภาคอัลฟาในอากาศที่ความดัน 610mm.Hg. 92
- 6.2 แสดงพิกของพลังงานที่เหลือของอนุภาคอัลฟาในอากาศที่ความดัน 710mm.Hg. 92
- 6.3 แสดงพิกของพลังงานที่เหลือของอนุภาคอัลฟาในแกสหุงต้มที่ความดัน 760
mm.Hg. ระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีเท่ากับ 0.5 cm. ... 93
- 6.4 แสดงพิกของพลังงานที่เหลือของอนุภาคอัลฟาในแกสหุงต้มที่ความดัน 760
mm.Hg. ระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีเท่ากับ 1.2 cm. ... 93

รูปที่	หน้า
ค.1 แสดงการจัดระบบอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	103
ค.2 แสดงส่วนหน้าของห้องเก็บแก๊ส ฝาปิดห้องเก็บแก๊สทำด้วยพลาสติก ทึบหนา $11 \frac{1}{2}$ มม. ฝาเซาะเป็นร่องมีที่ยึดให้ฝานี้ติดกับห้องเก็บแก๊ส ได้สนิทมาก	103
ค.3 แสดงด้านหลังห้องเก็บแก๊สมีช่องระบายอากาศ 2 ทางต่อกับห้องเก็บแก๊ส ด้านบนเจาะเป็นช่อง 3 ช่องต่อเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิ เครื่องวัด ความดันและหัววัดรังสี	104
ค.4 แสดงด้านหน้าภายในห้องเก็บแก๊ส บริเวณขอบของห้องเก็บแก๊ส เซาะเป็นร่องเพื่อวางวงยางใหญ่ ผนังด้านในติดสเกลวัดความยาว 15 ซม. และแท่นวางคันทันกำเนิดรังสี ด้านบนห้องเก็บแก๊สติดหัววัดรังสี ..	104
ค.5 แสดงเครื่องสูบลมอากาศ	105
ค.6 แสดงเครื่องวิเคราะห์พลังงานและการวัดสเปกตรัมของอนุภาคอัลฟา	105
ง.1 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแก๊สอาร์กอนในแก๊สผสมกับ อัตราคานับอนุภาคอัลฟา	108
ฉ.1 แสดงฟิสิกส์ที่เกิดจากแก๊สมาตรฐานปริมาตร 1 ml. ประกอบด้วยแก๊สมีเทน อีเทน โพรเพน ไอโซบิวเทน นอร์มัลบิวเทน	118

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เชื้อชั้นของแกสคาร์บอนไดออกไซด์ ในกรณีทีระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีคงที่แปรเปลี่ยน ความดันแกส	31
4.2 แสดงการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เชื้อชั้นของแกสคาร์บอนไดออกไซด์ ในกรณีที่ความดันในห้องเก็บแกสคงที่แปรเปลี่ยนระยะทางระหว่าง ต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี	32
4.3 แสดงการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เชื้อชั้นของอากาศ ในกรณีที่ระยะทาง ระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีคงที่แปรเปลี่ยนความดันภายในห้อง เก็บแกส	33
4.4 แสดงการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เชื้อชั้นของอากาศ ในกรณีที่มีความ ดันคงที่แปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี	34
4.5 แสดงการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เชื้อชั้นของแกสอาร์กอนกรณีที่ระยะ ทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีคงที่แปรเปลี่ยนความดันแกสภายใน ห้องเก็บแกส	35
4.6 แสดงข้อมูลและผลการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เชื้อชั้นของแกสอาร์กอน กรณีที่ความดันคงที่แปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี	36
4.7 ข้อมูลและผลการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เชื้อชั้นของแกสออกซิเจนกรณี ระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีคงที่แปรเปลี่ยนความดันภายใน ห้องเก็บแกส	37
4.8 แสดงผลการทดลองและการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เชื้อชั้นของแกส ออกซิเจนกรณีที่ความดันภายในห้องเก็บแกสคงที่แปรเปลี่ยนระยะทาง ระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสี	38
4.9 แสดงผลการทดลองและการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เชื้อชั้นของแกส อะเซติลีนกรณีระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีคงที่แปรเปลี่ยน ความดันภายในห้องเก็บแกส	39

ตารางที่

4.10	ผลการทดลองและการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เช็คขึ้นของแกส อะเซติลีนกรณีความดันคงที่แปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดริงส์ กับหัววัดริงส์	40
4.11	ผลการทดลองและการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เช็คขึ้นของแกส ไนโตรเจนกรณีระยะทางระหว่างต้นกำเนิดริงส์คงที่แปรเปลี่ยนความ ดันภายในห้องเก็บแกส	41
4.12	ผลการทดลองและการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เช็คขึ้นของแกส ไนโตรเจนกรณีความดันคงที่แปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิด ริงส์กับหัววัดริงส์	42
4.13	ผลการทดลองและการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เช็คขึ้นของแกส หุงต้มกรณีระยะทางระหว่างต้นกำเนิดริงส์กับหัววัดริงส์คงที่แปรเปลี่ยน ความดันภายในห้องเก็บแกส	43
4.14	ผลการทดลองและการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เช็คขึ้นของแกสหุงต้ม เมื่อความดันคงที่แปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดริงส์กับหัววัดริงส์	44
4.15	แสดงการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เช็คขึ้นของแกสไฮโดรเจน เมื่อระยะ ทางระหว่างต้นกำเนิดริงส์กับหัววัดริงส์คงที่แปรเปลี่ยนความดันภายใน ห้องเก็บแกส	45
4.16	แสดงการคำนวณหาค่าสโตปปีงครอส เช็คขึ้นของแกสไฮโดรเจนกรณี ความดันคงที่แปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดริงส์กับหัววัดริงส์	46
5.1	แสดงการคำนวณสมการถดถอยสำหรับแกสอากาศ กรณีแปรเปลี่ยน ความดัน	48
5.2	แสดงการคำนวณสมการถดถอยสำหรับแกสไฮโดรเจน กรณีแปรเปลี่ยน ความดัน	51
5.3	แสดงค่าคงที่ a และค่าคงที่ b จากแกสต่าง ๆ	52
5.4	แสดงสมการถดถอยของแกสต่าง ๆ กรณีแปรเปลี่ยนความดันและแปร เปลี่ยนระยะทาง	53

ตารางที่

5.5	แสดงการคำนวณหาค่าสตอบึงครอส เชื้อขึ้นจากสมการถดถอยสำหรับ แกสคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีแปรเปลี่ยนความดัน	54
5.6	แสดงการคำนวณหาค่าสตอบึงครอส เชื้อขึ้นจากสมการถดถอยสำหรับ แกสคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีแปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิด รังสีกับหัววัดรังสี	55
5.7	แสดงการคำนวณหาค่าสตอบึงครอส เชื้อขึ้นจากสมการถดถอยสำหรับ อากาศ . กรณีแปรเปลี่ยนความดัน	56
5.8	แสดงการคำนวณหาค่าสตอบึงครอส เชื้อขึ้นจากสมการถดถอยสำหรับ อากาศ . กรณีแปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัด รังสี	57
5.9	แสดงการคำนวณหาค่าสตอบึงครอส เชื้อขึ้นจากสมการถดถอยสำหรับ แกสอาร์กอน กรณีแปรเปลี่ยนความดัน	58
5.10	แสดงการคำนวณหาค่าสตอบึงครอส เชื้อขึ้นจากสมการถดถอยสำหรับ แกสอาร์กอน กรณีแปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัด รังสี	59
5.11	แสดงการคำนวณหาค่าสตอบึงครอส เชื้อขึ้นของแกสออกซิเจนจาก สมการถดถอย กรณีแปรเปลี่ยนความดัน	60
5.12	แสดงการคำนวณหาค่าสตอบึงครอส เชื้อขึ้นของแกสออกซิเจนจาก สมการถดถอย กรณีแปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับ หัววัดรังสี	61
5.13	แสดงการคำนวณหาค่าสตอบึงครอส เชื้อขึ้นของแกสอะเซติลีนจาก สมการถดถอย กรณีแปรเปลี่ยนความดัน	62
5.14	แสดงการคำนวณหาค่าสตอบึงครอส เชื้อขึ้นของแกสอะเซติลีนจาก สมการถดถอย กรณีแปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับ หัววัดรังสี	63

ตารางที่

หน้า

5.15	แสดงการคำนวณหาค่าสคอปปีงครอสเช็คชั้นของแกสไนโตรเจนจาก สมการถดถอยกรณีแปรเปลี่ยนความดัน	64
5.16	แสดงการคำนวณหาค่าสคอปปีงครอสเช็คชั้นของแกสไนโตรเจนจาก สมการถดถอย กรณีแปร เปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับ หัววัดรังสี	65
5.17	แสดงการคำนวณหาค่าสคอปปีงครอสเช็คชั้นของแกสหุงต้มจาก สมการถดถอย กรณีแปรเปลี่ยนความดัน	66
5.18	แสดงการคำนวณหาค่าสคอปปีงครอสเช็คชั้นของแกสหุงต้มจาก สมการถดถอย กรณีแปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับ หัววัดรังสี	67
5.19	แสดงการคำนวณหาค่าสคอปปีงครอสเช็คชั้นของแกสไฮโตรเจนจาก สมการถดถอย กรณีแปรเปลี่ยนความดัน	68
5.20	แสดงการคำนวณหาค่าสคอปปีงครอสเช็คชั้นของแกสไฮโตรเจนจาก สมการถดถอย กรณีแปรเปลี่ยนระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับ หัววัดรังสี	69
6.1	แสดงฟิล์มเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณที่อุณหภูมิ 27 ⁰ C ความดัน 760 mm.Hg. ระยะทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีสำหรับการ ทดลอง ช่วงความดันภายในห้องเก็บแกสที่เปลี่ยนแปลงระยะทาง ระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีที่เปลี่ยนแปลง	84
6.2	แสดงค่าสคอปปีงครอสเช็คชั้นของแกสต่าง ๆ ในหน่วย $\epsilon \times 10^{-15}$ $\text{eV.cm}^2/\text{molecule}$ กรณีแปรเปลี่ยนความดัน	90
6.3	แสดงค่าสคอปปีงครอสเช็คชั้นของแกสต่าง ๆ กรณีแปรเปลี่ยนระยะ ทางระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีในหน่วย $\epsilon \times 10^{-15} \text{ eV.cm}^2/$ molecule	91

<p>ง.1 แสดงการหาปริมาณของแก๊สอาร์กอนในแก๊สผสมระหว่างแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์กับแก๊สอาร์กอน ที่อุณหภูมิ 27^oC ความดันแก๊สผสม 560 mm.Hg. ระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีเท่ากับ 2.6 ซม.</p>	<p>107</p>
<p>จ.1 แสดงค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ</p>	<p>116</p>