

การแยกสเปกตรัมมวลของก๊าซ



นาย สมบัติ การสมศาสตร์

005209

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2523

Mass Spectrometry of Gases

Mr. Sombat Garnsomsart

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

Department of Physics

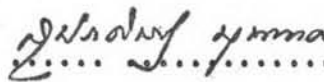
Graduate School

Chulalongkorn University


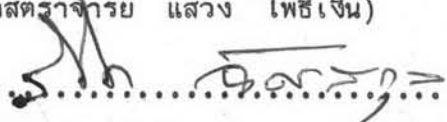
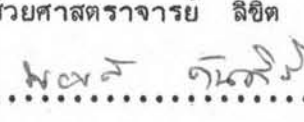
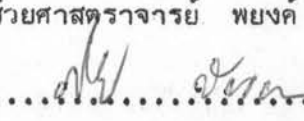
1980

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การแยกสเปกตรัมมวลของกาซ
โดย นาย สมบัติ การสมศาสตร์
ภาควิชา ฟิสิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภียโย ปันยารชุน

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ แสง โพธิ์เงิน)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลิขิต ฉัตรสกุล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พยงค์ ดันศิริ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภียโย ปันยารชุน)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การแยกสเปกตรัมมวลของก๊าซ
ชื่อนิสิต นายสมบัติ การสมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภโย บันยารชุน
ภาควิชา ฟิสิกส์
ปีการศึกษา 2522



บทคัดย่อ

เครื่องแยกสเปกตรัมมวลโดยให้อิออนเสี้ยวเบนเป็นมุม 90 องศา เป็นเครื่องมือที่สร้างจากรัสเซียที่พหุหาได้ภายในประเทศ เครื่องมือประกอบด้วย หน่วยอิเล็กทรอนิกส์ระดมยิงเป็นแหล่งกำเนิดไอออน แม่เหล็กไฟฟ้าเป็นส่วนแยกมวลและอิเล็กทรอนิกส์เป็นตัวตรวจวัด ไอออน ตัวตรวจวัด ไอออนจะวางไว้ที่ตำแหน่งหนึ่งซึ่งอยู่กับที่บนระนาบโฟกัส ทั้งนี้เพื่อให้ไอออนที่มีมวลต่าง ๆ กันตกลงบนตัวตรวจวัดได้โดยเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กให้เหมาะสมและแปรเปลี่ยนความต่างศักย์ที่ใช้เร่งไอออนให้พอเหมาะ จากการวัดสนามแม่เหล็ก ความต่างศักย์ที่ใช้เร่ง และกระแสไอออนจะทำให้สามารถเขียนยอดและคำนวณหาค่ามวลของไอออนได้

เครื่องแยกสเปกตรัมมวลที่สร้างขึ้นนี้ สามารถใช้แยกก๊าซต่าง ๆ โดยสอดคล้องกับมวลที่ประกอบเป็นก๊าซชนิดนั้น จากการวิเคราะห์ก๊าซไฮโดรเจนและอากาศสามารถหา H^+ , H_2^+ , O_2^+ , H_2O^+ , N^+ , CH^+ , $C_2H_2^+$, C^+ และ Ar^+ ได้

Thesis Title Mass Spectrometry of Gases
Name Mr. Sombat Garnsomsart
Thesis Advisor Assistance Professor Bhiyayo Panyarjun. Ph.D.
Department Physics
Academic Year 1979

Abstract

A 90° mass spectrometer has been constructed from the materials available in Thailand. It is composed of an electron bombardment unit, an electromagnet and an electrometer which serve as the ion source, the mass analyzer and the ion detector respectively. The ion detector is located at a fixed position on the focal plane so that the ions of different masses may reach the detector only when the appropriate magnetic fields and accelerating voltages are suitably applied. The peaks of mass spectra can be observed and measured by determining the ion currents at varied known magnetic fields and accelerating voltages.

The mass spectrometer constructed is used to separate gas samples according to the masses of their constituents. For analyses of hydrogen and air, H^+ , H_2^+ , O_2^+ , H_2O^+ , N^+ , CH^+ , $C_2H_2^+$, C^+ and Ar^+ ions have been observed and their masses determined.

กิติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยการแนะนำ ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน จากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภียโย ปันยารชุน ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เขียนขอกราบ ขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง อีกส่วนหนึ่งยังได้รับความช่วยเหลือจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ สำเร็จ ศรีสมบูรณ์, พ.จ.อ. พูน อางปรู ในด้านสถานที่และให้คำแนะนำช่วยเหลือทางด้านเครื่องมือบาง ประการ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ

นอกจากนี้ยังได้รับความช่วยเหลือ บริการเครื่องมือและอำนวยความสะดวกจากกองโรง งานคณะวิทยาศาสตร์ โรงงานภาควิชาฟิสิกส์, ภาควิชาเคมีเทคนิค และภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคุณนงนุช ถนอมจิตร ที่ช่วยเหลือในการจัดพิมพ์ และจัดทำเป็นรูป เล่มจนสำเร็จ ผู้เขียนจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้



2.1.4	แหล่งกำเนิดการเกิดไอออนโดยสนาม	7
2.1.5	แหล่งกำเนิดโดยใช้ประกาย	8
2.1.6	แหล่งกำเนิดไอออนโดยใช้ฮีเลกตรอนระคมยิง	8
2.2	ส่วนแยกมวล	11
2.2.1	การแยกด้วยแม่เหล็ก	12
2.2.2	การแยกด้วยไฟฟ้าสถิตย์	14
2.2.3	การแยกด้วยเวลาของการเดินทาง	15
2.3	ตัวตรวจวัด	15
2.3.1	แผ่นฟิล์มถ่ายภาพ	15
2.3.2	ฮีเลกตรอนทริอูด	16
2.3.3	ฮีเลกโตรมิเตอร์	16
2.3.4	ฮีเลกโตรมิเตอร์โดยการสั้นของลัน	17
บทที่ 3	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง	18
3.1	การชนของฮีเลกตรอน	18
3.2	ระยะทางของการเคลื่อนที่เฉลี่ย	20
3.3	การเกิดไอออนบวก	23
3.4	จำนวนไอออนที่เกิดขึ้นจากการชนของฮีเลกตรอน	23
3.5	ความสามารถในการแยกมวลหรือกำลังการแยก	25
3.6	การวัดสนามแม่เหล็ก	28
3.7	การคำนวณค่าความผิดพลาดที่น่าจะเป็น	32

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ณ
รายการตารางประกอบ	ญ
รายการรูปประกอบ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ประวัติการพัฒนาริชาสเปกตรัมมวล	1
1.2 แมสสเปกโตรกราฟและแมสสเปกโตรมิเตอร์	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัยโดยย่อ	3
1.5 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยโดยย่อ	3
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	4
บทที่ 2 ส่วนประกอบของเครื่องแยกสเปกตรัมมวล	5
2.1 แหล่งกำเนิดไอออน	5
2.1.1 แหล่งกำเนิดไอออนโดยการคิสซาร์จกาซ	5
2.1.2 แหล่งกำเนิดโดยใช้ความร้อนทำให้เกิดไอออน	6
2.1.3 แหล่งกำเนิดโดยใช้แสงทำให้เกิดไอออน	7



บทที่ 4 เครื่องมือและวิธีการทดลอง	34
4.1 เครื่องแยกสเปกตรัมมวล	34
4.1.1 แหล่งกำเนิดไอออน	34
4.1.2 ส่วนแยกมวล	38
4.1.3 ส่วนตรวจวัด	41
4.2 ระบบสูญญากาศ	45
4.2.1 โรตารีปั๊ม	45
4.2.2 ดิฟฟิวชันปั๊ม	46
4.3 แหล่งจ่ายไฟฟ้า	48
4.3.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้าไส้หลอด	48
4.3.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้าใช้เร่งอิเล็กตรอนและไอออนบวก	48
4.4 ฮีเลียมโตรมิเตอร์	49
4.5 แม่เหล็กไฟฟ้า	51
4.6 วิธีการทดลอง	51
4.6.1 การเตรียมเครื่องมือ	51
4.6.2 เดินเครื่องสูญญากาศ	51
4.6.3 เปิดเครื่องขยายกระแส	51
4.6.4 เปิดเครื่องจ่ายไฟฟ้า	52
4.6.5 ผ่านกระแสเข้าไส้หลอด	52
4.6.6 การปิดเครื่อง	52

บทที่ 5 ผลการทดลอง สรุป ปัญหาและข้อเสนอแนะ	53
5.1 รายละเอียดของเครื่องมือบางประการที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง	53
5.1.1 ความกว้างของช่องแคบ	53
5.1.2 รัศมีความโค้งของทางเดินของไอออน	53
5.2 ผลการทดลอง	54
5.3 สรุป ปัญหาและข้อเสนอแนะ	78
เอกสารอ้างอิง	81
ภาคผนวก	83
ประวัติผู้เขียน	87

ตารางที่

5.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ที่ใช้เร่งไอออนและกระแสไอออน สำหรับการแยกก๊าซไฮโดรเจน	54
5.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ที่ใช้เร่งไอออนและกระแสไอออน สำหรับการแยกก๊าซไฮโดรเจน	57
5.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ที่ใช้เร่งไอออนและกระแสไอออน สำหรับการแยกอากาศ.....	60
5.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ที่ใช้เร่งไอออนและกระแสไอออน สำหรับการแยกอากาศ.....	63
5.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ที่ใช้เร่งไอออนและกระแสไอออน สำหรับการแยกอากาศ.....	66
5.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ที่ใช้เร่งไอออนและกระแสไอออน สำหรับการแยกอากาศ.....	69
5.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ที่ใช้เร่งไอออนและกระแสไอออน สำหรับการแยกอากาศ.....	72
5.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ที่ใช้เร่งไอออนและกระแสไอออน สำหรับการแยกอากาศ.....	77

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงไดอะแกรมของแหล่งกำเนิดไอออนโดยใช้ความร้อนทำให้เกิดไอออน	6
2.2 แสดงไดอะแกรมแหล่งกำเนิดโดยใช้แสงทำให้เกิดไอออน	7
2.3 แสดงไดอะแกรมของแหล่งกำเนิดไอออนโดยใช้ประกาย	8
2.4 แสดงไดอะแกรมของแหล่งกำเนิดไอออนโดยการระดมยิงของอิเล็กตรอน	9
2.5 เป็นกราฟแสดงความน่าจะเป็นของการเกิดไอออนของก๊าซเป็นฟังก์ชันของพลังงาน...	11
2.6 แสดงการแยกมวลโดยแม่เหล็ก	12
2.7 แสดงการโฟกัสลำไอออนโดยสนามไฟฟ้าสถิตย์	14
2.8 แสดงไดอะแกรมของเครื่องแยกมวลด้วยเวลาของการเดินทาง	15
2.9 แสดงไดอะแกรมของตัวตรวจวัดแบบฮีเลกตรอนทิวทูป	16
2.10 แสดงไดอะแกรมการต่อฮีเลกโตรมิเตอร์กับถ้วยฟาราเดย์	17
3.1 แสดงการชนของฮีเลกตรอนกับอะตอม	18
3.2 แสดงการชนของอนุภาค	20
3.3 แสดงการแยกลำไอออนที่มีความกว้าง W	26
3.4 แสดงความกว้างที่ครึ่งหนึ่งของความเข้มสูงสุด	27
3.5 แสดงวงจรการวัดสนามแม่เหล็กโดยชดลวดคันทา	29

รูปที่	หน้า
4.1 แสดงแหล่งกำเนิดไอออน	34
4.2 แสดงส่วนต่าง ๆ ของแหล่งกำเนิดไอออน	36
4.3 แสดงลักษณะของส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบเป็นส่วนที่หนึ่ง	37
4.4 เป็นรูปแสดงแผ่นเร่งไอออนบวก	38
4.5 แสดงลักษณะและขนาดของส่วนแยกมวล	40
4.6 แสดงลักษณะของส่วนตรวจวัด	41
4.7 แสดงช่องแคบอันที่สอง ถ้วยฟาราเดย์และตัวป้องกันสัญญาณที่ติดอยู่บนแผ่น อลูมิเนียม	42
4.8 แสดงลักษณะของเครื่องแยกสเปกตรัมมวล	43
4.9 แสดงการวางยางวงแหวนรูปหัวใจและการยึดรอยต่อเข้าด้วยกัน	44
4.10 เป็นรูปแสดงไดอะแกรมของโรทารีเนียม	45
4.11 เป็นรูปแสดงไดอะแกรมของดีฟิวชันเนียม	46
4.12 แสดงไดอะแกรมการต่อดีฟิวชันเนียมในการสูบอากาศออก	47
4.13 แสดงการต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เข้ากับเครื่องแยกสเปกตรัมมวล	50
5.1 แสดงยอดซึ่งเกิดจากความต่างศักย์ที่ใช้เร่งไอออนและกระแสไอออนที่สอดคล้องกัน จากตารางที่ 5.1	55

รูปที่	หน้า
5.2 แสดงยอดซึ่งเกิดจากความต่างศักย์ที่ใช้ แรงไอออนและกระแสไอออนที่สอดคล้องกัน จากตารางที่ 5.2	58
5.3 แสดงยอดซึ่งเกิดจากความต่างศักย์ที่ใช้ แรงไอออนและกระแสไอออนที่สอดคล้องกัน จากตารางที่ 5.3	61
5.4 แสดงยอดซึ่งเกิดจากความต่างศักย์ที่ใช้ แรงไอออนและกระแสไอออนที่สอดคล้องกัน จากตารางที่ 5.4	64
5.5 แสดงยอดซึ่งเกิดจากความต่างศักย์ที่ใช้ แรงไอออนและกระแสไอออนที่สอดคล้องกัน จากตารางที่ 5.5	67
5.6 แสดงยอดซึ่งเกิดจากความต่างศักย์ที่ใช้ แรงไอออนและกระแสไอออนที่สอดคล้องกัน จากตารางที่ 5.6	70
5.7 แสดงยอดซึ่งเกิดจากความต่างศักย์ที่ใช้ แรงไอออนและกระแสไอออนที่สอดคล้องกัน จากตารางที่ 5.7	73
5.8 แสดงยอดซึ่งเกิดจากความต่างศักย์ที่ใช้ แรงไอออนและกระแสไอออนที่สอดคล้องกัน จากตารางที่ 5.8	76