สารบาญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบาญตาราง ..... ซ

สารบาญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานของพลาสมา 4

2.1 นิยามของพลาสมา 4

2.2 Debye shielding 5

2.3 การเกิดพลาสมา 13

2.4 ค่าคงที่ของก๊าซ อัลฟาแฟกเตอร์ 24

บทที่ 3 เครื่องมือและหลักการทดลอง 25

3.1 ไส้หลอดทังสเตน 26

3.2 DC hot cathode discharge 30

3.3 Magnetic configuration 32

3.4 หัววัด Langmuir แบบทรงกระบอกตันเดี่ยว 34

3.4.1 การควบคุมการทำงานของหัววัด 35

3.4.2 โปรแกรมการควบคุมและบรรทึกข้อมูลจากหัววัด 36

3.4.3 ทฤษฎีในการวิเคราะห์ข้อมูลจากหัววัดเดี่ยว Langmuir 36

บทที่ 4 ผลการทดลอง 39

4.1 การกระจายของ n_p ตามแนวแกน 40

4.2 การแสดงการกระจาย n_p ตามแนวเส้นรัศมี 41

4.3 ผลของการเปลี่ยนแปลง n_p เนื่องจากการเปลี่ยนค่า V_d 43

4.4 ผลของการเปลี่ยนแปลง n_p เนื่องจากการเปลี่ยนค่า I_d 45
4.5 ผลของการเปลี่ยนแปลง n_p เนื่องจากการเปลี่ยนค่า P 46
4.6 อัลฟาแฟกเตอร์ 48

บทที่ 5 อภิปรายและสรุป 49

เอกสารอ้างอิง 51

ภาคผนวก ก แบบเขียนเชิงวิศวกรรมของแหล่งกำเนิดไอออน
แบบ ดีซี มัลติคัสพ์พลาสมา 53
ภาคผนวก ข แบบเขียนเชิงวิศวกรรมของหัววัด Langmuir แบบทรงกระบอกตันเดี่ยว
และระบบควบคุมการทำงานของหัววัด 70
ภาคผนวก ค ตารางข้อมูลดิบของผลการทดลอง 75
ภาคผนวก ง กราฟแสดงผลที่ได้จากหัววัด Langmuir
และผลการคำนวณหาค่า อัลฟาแฟกเตอร์ 87

ประวัติผู้เขียน 91

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบาญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 แสดงผลการคำนวณระยะปลอดการชนของก๊าซฮีเลียม อาร์กอน และซีนอน..... 29

4.1 แสดงผลการคำนวณค่า อัลฟาแฟกเตอร์ (α) ของก๊าซฮีเลียม อาร์กอน และซีนอน..... 48

ค-1 แสดงข้อมูลดิบของผลการทดลองของค่าการเปลี่ยนแปลง n_e (ถือว่า$n_p \cong n_e \cong n_0$) ตามแนวแกนของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซฮีเลียม การทดลองใช้ค่า $V_d = 50.0$ โวลต์ ค่า $I_d = 0.50$ แอมป์ และความดันภายในแชมเบอร์ $P = 3.8 \times 10^{-4}$ ทอร์..... 76

ค-2 แสดงข้อมูลดิบของผลการทดลองของค่าการเปลี่ยนแปลง n_e (ถือว่า$n_p \cong n_e \cong n_0$) ตามแนวแกนของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซอาร์กอน การทดลองใช้ค่า $V_d = 40.0$ โวลต์ ค่า $I_d = 0.50$ แอมป์ และความดันภายในแชมเบอร์ $P = 3.8 \times 10^{-4}$ ทอร์..... 77

ค-3 แสดงข้อมูลดิบของผลการทดลองของค่าการเปลี่ยนแปลง n_e (ถือว่า$n_p \cong n_e \cong n_0$) ตามแนวเส้นรัศมีของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซฮีเลียม การทดลองใช้ค่า $V_d = 50.0$ โวลต์ ค่า $I_d = 0.50$ แอมป์ และความดันภายในแชมเบอร์ $P = 3.8 \times 10^{-4}$ ทอร์..... 78

ค-4 แสดงข้อมูลดิบของผลการทดลองของค่าการเปลี่ยนแปลง n_e (ถือว่า$n_p \cong n_e \cong n_0$) ตามแนวเส้นรัศมีของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซอาร์กอน การทดลองใช้ค่า $V_d = 40.0$ โวลต์ ค่า $I_d = 0.50$ แอมป์ และความดันภายในแชมเบอร์ $P = 3.8 \times 10^{-4}$ ทอร์..... 79

ค-5 แสดงข้อมูลดิบของผลการทดลองของค่า n_e (ถือว่า$n_p \cong n_e \cong n_0$) ตามแนวเส้นรัศมีที่ระยะ +10.0 ซม. ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซซีนอน การทดลองใช้ค่า $V_d = 50.0$ โวลต์ ค่า $I_d = 0.54$ แอมป์ และความดันภายในแชมเบอร์ $P = 3.9 \times 10^{-4}$ ทอร์..... 80

ค-6 แสดงข้อมูลดิบของผลการทดลองของค่าการเปลี่ยนแปลง n_e (ถือว่า$n_p \cong n_e \cong n_0$) ที่มีผลเนื่องจากการเปลี่ยนค่า V_d ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซฮีเลียม การทดลองใช้ค่า $I_d = 0.40$ แอมป์ และความดันภายในแชมเบอร์ $P = 3.8 \times 10^{-4}$ ทอร์..... 81

ค-7 แสดงข้อมูลดิบของผลการทดลองของค่าการเปลี่ยนแปลง n_e (ถือว่า$n_p \cong n_e \cong n_0$) ที่มีผลเนื่องจากการเปลี่ยนค่า V_d ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซอาร์กอน การทดลองใช้ค่า $I_d = 0.50$ แอมป์ และความดันภายในแชมเบอร์ $P = 3.8 \times 10^{-4}$ ทอร์..... 82

ค-8 แสดงข้อมูลดิบของผลการทดลองของค่าการเปลี่ยนแปลง n_e (ถือว่า $n_p \cong n_e \cong n_0$) เนื่องจากการปรับเปลี่ยนค่า I_d ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซฮีเลียม การทดลองใช้ค่า $V_d = 60.0$ โวลต์ และความดันภายในแชมเบอร์ $P = 3.8 \times 10^{-4}$ ทอร์ 83

ค-9 แสดงข้อมูลดิบของผลการทดลองของค่าการเปลี่ยนแปลง n_e (ถือว่า $n_p \cong n_e \cong n_0$) เนื่องจากการปรับเปลี่ยนค่า I_d ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซอาร์กอน การทดลองใช้ค่า $V_d = 60.0$ โวลต์ และความดันภายในแชมเบอร์ $P = 3.8 \times 10^{-4}$ ทอร์ 84

ค-10 แสดงข้อมูลดิบของผลการทดลองของค่าการเปลี่ยนแปลง n_e (ถือว่า $n_p \cong n_e \cong n_0$) เนื่องจากการปรับเปลี่ยนค่าความดันภายในแชมเบอร์ P ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซฮีเลียม การทดลองใช้ค่า $V_d = 60.0$ โวลต์ และ ค่า $I_d = 0.50$ แอมป์ 85

ค-11 แสดงข้อมูลดิบของผลการทดลองของค่าการเปลี่ยนแปลง n_e (ถือว่า $n_p \cong n_e \cong n_0$) เนื่องจากการปรับเปลี่ยนค่าความดันภายในแชมเบอร์ P ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซอาร์กอน การทดลองใช้ค่า $V_d = 60.0$ โวลต์ และ ค่า $I_d = 0.50$ แอมป์ 86

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบาญภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	ภาพถ่ายของแหล่งกำเนิดไอออนแบบ ดีซี มัลติคัสพ์ ณ อาคารวิจัยนิวตรอนพลังงานสูง ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	1
2.1	แสดงการกระจายของจำนวนอิเล็กตรอนและไอออนในพลาสมา และแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าในพลาสมา	8
2.2	แสดงการขอบเขตของการเคลื่อนที่หรือสั่นของพลาสมา (a) แสดงให้เห็นการฟุ้งกระจายของกลุ่มอิเล็กตรอนและกลุ่มไอออนในพลาสมา (b) วิธีคำนวณหาค่าสนามไฟฟ้า	11
2.3	แสดงการกระจายของศักย์ไฟฟ้า ϕ ระหว่างแผ่นอิเล็กโทรด คู่ขนานที่มีระยะห่าง L จากการแตกตัวของก๊าซอย่างสม่ำเสมอ	14
2.4	กราฟแสดงผลการคำนวณทางคณิตศาสตร์หาค่า η จากสมการที่ (2.101)	23
3.1	แบบโครงสร้างของแหล่งกำเนิดพลาสมาแบบ ดีซี มัลติคัสพ์	25
3.2	รูปแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ ที่ชนกันเองหรือชนกับอะตอม หรือโมเลกุลแบบสุ่ม	27
3.3	กราฟแสดงโอกาสการชนของก๊าซไฮโดรเจน และซีนอน	29
3.4	กราฟแสดงโอกาสการชนของก๊าซนีออน อาร์กอน คริปตอน และซีนอน	30
3.5	รูปแสดงการเกิด *DC glow discharge* และแสดงบริเวณส่วนที่เป็น *dark space*	31
3.6	กราฟผลการทดลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง I_a กับ V_a จากขบวนการ *DC glow discharge*	31
3.7	กราฟผลการทดลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง I_a กับ P จากขบวนการ *DC glow discharge*	32
3.8	รูปตัดขวางตามแนวเส้นรัศมี (a) แสดงการเกิดมัลติคัสพ์ของเม็ดกระดุมแม่เหล็ก ถาวร 40 เม็ด (b) แสดงการลดลงของสนามแม่เหล็กจากผิวของแชมเบอร์	33
3.9	แสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็ก ที่มีขนาดไม่คงที่ภายในแชมเบอร์	33

3.10 กราฟแสดงรูปร่างการเปลี่ยนแปลงของกระแสอิเล็กตรอน J_e
เมื่อค่าของศักย์ V มีการเปลี่ยนแปลงของหัววัดทั้งสามแบบ 34
3.11 ภาพถ่ายแสดงหัววัด Langmuir แบบทรงกระบอกตันเดี่ยว
ที่ใช้วัดตามแนวรัศมี (สั้น) และตามแนวแกน (ยาว) 35
3.12 กราฟแสดงผลที่ได้จากการวัดหัววัด Langmuir
แบบทรงกระบอกตันเดี่ยว โดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการวัด 36
4.1 แสดงแผนผังของการของการทดลองหาค่า อัลฟาแฟกเตอร์ 39
4.2 กราฟแสดงการกระจายของ n_p ตามแนวแกนของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซฮีเลียม 40
4.3 กราฟแสดงการกระจายของ n_p ตามแนวแกนของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซอาร์กอน 41
4.4 กราฟแสดงการกระจายของ n_p ตามแนวเส้นรัศมีของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซฮีเลียม 42
4.5 กราฟแสดงการกระจายของ n_p ตามแนวเส้นรัศมีของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซอาร์กอน 42
4.6 กราฟแสดงผลที่ได้จากหัววัด Langmuir และผลการคำนวณหาค่า n_p
ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซซีนอนที่ระยะ +6.0 ซม. ตามแนวเส้นรัส 43
4.7 กราฟแสดงการเปลี่ยนค่าของ n_p กับการเปลี่ยนแปลงค่า V_d
ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซฮีเลียม 44
4.8 กราฟแสดงการเปลี่ยนค่าของ n_p กับการเปลี่ยนแปลงค่า V_d
ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซอาร์กอน 44
4.9 กราฟแสดงการเปลี่ยนของ n_p กับการเปลี่ยนแปลงค่า I_d
ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซฮีเลียม 45
4.10 กราฟแสดงการเปลี่ยนของ n_p กับการเปลี่ยนแปลงค่า I_d
ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซอาร์กอน 46
4.11 กราฟแสดงการเปลี่ยนของ n_p กับการเปลี่ยนแปลงค่า P
ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซฮีเลียม 47
4.12 กราฟแสดงการเปลี่ยนของ n_p กับการเปลี่ยนแปลงค่า P
ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซอาร์กอน 47
ง-1 กราฟแสดงผลที่ได้จากหัววัด Langmuir และผลการคำนวณหาค่า
อัลฟาแฟกเตอร์ (α) ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซฮีเลียม 88
ง-2 กราฟแสดงผลที่ได้จากหัววัด Langmuir และผลการคำนวณหาค่า
อัลฟาแฟกเตอร์ (α) ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซอาร์กอน 89

ง-3 กราฟแสดงผลที่ได้จากหัววัด Langmuir และผลการคำนวณหาค่า
อัลฟาแฟกเตอร์ (α) ของพลาสมาที่เกิดจากก๊าซซีนอน 90

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University