

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

PHẠM TUẤN HÙNG

NGHIÊN CỨU QUANG PHỔ PHÁT XẠ CỦA
PLASMA Ở ÁP SUẤT KHÍ QUYỂN

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

THÁI NGUYÊN, 10/2018

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

PHẠM TUẤN HÙNG

**NGHIÊN CỨU QUANG PHỔ PHÁT XẠ CỦA
PLASMA Ở ÁP SUẤT KHÍ QUYỀN**

Chuyên ngành: **Quang học**

Mã số: **84 40 110**

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

Người hướng dẫn khoa học: **TS. NGUYỄN VĂN HẢO**

THÁI NGUYÊN, 10/2018

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên em xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc nhất tới thầy giáo, TS. Nguyễn Văn Hào, người đã trực tiếp hướng dẫn, chỉ bảo tận tình và giúp đỡ em trong suốt thời gian học tập, nghiên cứu và hoàn thành luận văn này.

Em xin gửi lời cảm ơn chân thành tới tất cả các thầy cô, tập thể cán bộ khoa Vật lý và Công nghệ, trường ĐHKH Thái Nguyên, các thầy cô và anh chị ở khoa Công nghệ Sinh học, trường ĐHKH Thái Nguyên đã tạo điều kiện và giúp đỡ em trong việc thử nghiệm vi sinh để hoàn thành luận văn này.

Em xin gửi lời cảm ơn chân thành tới thầy TS. Đỗ Hoàng Tùng và tập thể cán bộ Phòng Công nghệ plasma, Viện Vật lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã giúp đỡ em trong thực nghiệm đo đạc, phân tích phổ và hoàn thành luận văn.

Cuối cùng em xin cảm ơn toàn thể gia đình và bạn bè đã giúp đỡ và động viên em trong suốt quá trình học tập.

Thái Nguyên, ngày 10 tháng 10 năm 2018

Học viên

Phạm Tuấn Hưng

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	i
MỤC LỤC	ii
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT	v
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU	vi
DANH MỤC CÁC HÌNH ẢNH, HÌNH VẼ	vii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ PLASMA ÁP SUẤT KHÍ QUYỂN	3
1.1. Tổng quan về vật lý plasma	3
1.1.1. Plasma là gì?	3
1.1.2. Các ứng dụng cơ bản của plasma	4
1.1.3. Phân loại plasma	5
1.1.3.1. Plasma nhiệt và phi nhiệt	5
1.1.3.2. Plasma tự nhiên và nhân tạo	7
1.1.3.3. Plasma ion hóa hoàn toàn và ion hóa yếu	9
1.2. Plasma ở áp suất khí quyển	10
1.2.1. Phân loại các nguồn plasma ở áp suất khí quyển	10
1.2.2. Các nguồn plasma ở áp suất khí quyển	11
1.2.2.1. Phóng điện tần số thấp và DC	11
1.2.2.2. Phóng điện RF	12
1.2.2.3. Plasma gây ra do vi sóng	13
1.2.3. Plasma nhiệt hay plasma cân bằng nhiệt động học cục bộ	14
1.2.4. Plasma phi nhiệt hay plasma không cân bằng nhiệt động học cục bộ (non-LTE)	16
1.3. Ứng dụng của plasma lạnh ở áp suất khí quyển	17

CHƯƠNG 2. THỰC NGHIỆM	19
2.1. Giới thiệu về nguồn phát plasma ở áp suất khí quyển.....	20
2.1.1. Nguyên tắc hoạt động chung.....	20
2.1.2. Cấu tạo	21
2.2. Máy quang phổ	26
2.3. Đo đặc trưng điện của plasma.....	27
2.4. Đo phổ phát xạ của plasma.....	29
2.4.1. Lắp đặt hệ đo.....	29
2.4.2. Phương pháp quang phổ phát xạ quang OES.....	32
2.4.3. Xác định nhiệt độ điện tử của plasma	34
2.4.4. Xác định mật độ điện tử của plasma	34
2.4.5. Những đo đạc thực nghiệm đã thực hiện	36
2.5. Đo cường độ UV của plasma.....	37
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	39
3.1. Kết quả đo đặc trưng điện của plasma.....	39
3.2. Kết quả đo phổ phát xạ của plasma	39
3.2.1. Quang phổ phát xạ của plasma	39
3.2.2. Đặc trưng phổ phát xạ phụ thuộc tốc độ dòng khí.....	42
3.2.3. Đặc trưng phổ phát xạ phụ thuộc khoảng cách đo.....	44
3.3. Cường độ UV của plasma.....	46
3.4. Kết quả xác định nhiệt độ điện tử của tia plasma	49
3.4.1. Đánh giá nhiệt độ điện tử thông qua bốn vạch argon đặc trưng	49
3.4.2. Sự phụ thuộc của nhiệt độ điện tử vào tốc độ dòng khí.....	50
3.4.3. Sự phụ thuộc của nhiệt độ điện tử theo khoảng cách đo.....	52
3.5. Kết quả xác định mật độ điện tử của plasma	54

3.5.1. Sự phụ thuộc của mật độ điện tử theo tốc độ dòng khí.....	54
3.5.2. Sự phụ thuộc của mật độ điện tử theo khoảng cách đo.....	55
KẾT LUẬN	57
TÀI LIỆU THAM KHẢO	60

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

Viết tắt	Nghĩa tiếng Anh	Nghĩa tiếng Việt
OES	Optical emission spectrum	Quang phổ phát xạ quang
LTE	Local thermodynamic equilibrium	Trạng thái cân bằng nhiệt động lực học cục bộ
FWHM	Full Width at Half Maximum	Độ bán rộng phổ
UV	Ultra-violet	Tia cực tím
T_e	Electron Temperature	Nhiệt độ electron
n_e	Electron Density	Mật độ electron
PLC	Programmable logic controller	Bộ điều khiển trung tâm

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Những đặc trưng của Plasma nhiệt và Plasma phi nhiệt.

Bảng 1.2. Nhiệt độ và mật độ điện tử của một số loại plasma tự nhiên và nhân tạo.

Bảng 2.1. Các thông số 4 vạch phổ Argon.

Bảng 3.1. Dữ liệu phổ các vạch phổ phát xạ OH, N₂, O, Ar I có liên quan. Các mức năng lượng ban đầu, mức năng lượng cuối cùng. Sự dịch chuyển năng lượng tạo ra các vạch phổ.

Bảng 3.2. Cường độ các vạch phổ thay đổi theo tốc độ dòng khí. Số liệu đo với khoảng cách 5 mm từ đầu đo tới đầu plasma.

Bảng 3.3. Cường độ các vạch phổ thay đổi theo khoảng cách đo. Số liệu đo với tốc độ dòng khí 8 lít/phút.

Bảng 3.4. Quan hệ giữa chỉ số UV và mối nguy hiểm đến sức khỏe con người.

Bảng 3.5. Mối liên quan giữa cường độ tia UV với khoảng cách chiếu tia và tốc độ dòng khí, với $L=20$ mm là độ dài của chùm tia plasma phát ra ngoài khí quyển khi nguồn plasma làm việc với tốc độ khí 10 lít/phút.

Bảng 3.6. Cường độ 4 vạch phổ đặc trưng của Argon khi nguồn hoạt động với tốc độ dòng khí Argon là 8 lit/phút, khoảng cách đo không đổi là 5 mm.

Bảng 3.7. Sự phụ thuộc nhiệt độ electron theo tốc độ dòng khí. Khoảng cách đo cố định là 5mm. Tính toán dựa trên cơ sở dữ liệu của vạch Ar 696,54 nm.

Bảng 3.8. Sự phụ thuộc nhiệt độ electron theo khoảng cách đến đầu sợi quang. Tốc độ dòng khí không đổi là 8 lit/phút. Tính toán dựa trên cơ sở dữ liệu của vạch Ar 696nm.

Bảng 3.9. Mật độ điện tử của plasma phụ thuộc theo tốc độ dòng khí.

Bảng 3.10. Mật độ điện tử của plasma phụ thuộc theo khoảng cách đo.

DANH MỤC CÁC HÌNH ẢNH, HÌNH VẼ

		Trang
Hình 1.1	Jonhannes Stark	3
Hình 1.2	Irving Langmuir	3
Hình 1.3	Các trạng thái và quá trình chuyển hóa trạng thái của vật chất	3
Hình 1.4	Mặt Trời có thành phần vật chất chủ yếu là Plasma	7
Hình 1.5	Bắc cực quang	7
Hình 1.6	Sét hòn	8
Hình 1.7	Tia sét	8
Hình 1.8	Tivi Plasma	9
Hình 1.9	Đèn huỳnh quang	9
Hình 1.10	Nguồn plasma phóng điện DC	12
Hình 1.11	Sơ đồ cấu tạo nguồn plasma phóng điện RF	13
Hình 1.12	Một nguồn plasma RF trong thực tế	13
Hình 1.13	Sơ đồ cấu tạo nguồn plasma vi sóng ECR	14
Hình 1.14	Tia sét là plasma nhiệt áp suất khí quyển	15
Hình 1.15	Hồ quang điện là plasma nhiệt áp suất khí quyển	15
Hình 1.16	Plasma lạnh là một dạng plasma phi nhiệt áp suất khí quyển	17
Hình 1.17	Ứng dụng plasma lạnh trong điều trị vết thương ngoài da	18
Hình 1.18	Ứng dụng plasma trong chế tạo các bộ phận ô tô	18
Hình 1.19	Ảnh SEM của polypropylen ban đầu (a) và sau khi xử lý plasma 1 phút (b); 3 phút (c); 5 phút (d); 7 phút (e)	19
Hình 2.1	Thiết bị plasma jet PlasmaMed-01T	20
Hình 2.2	Minh họa (a) và Ảnh chụp sự phóng điện hồ quang trượt (b)	21
Hình 2.3	Sơ đồ khối cấu tạo của plasma jet hồ quang trượt, lạnh	22
Hình 2.4	Sơ đồ nguyên lý nguồn điện nuôi công suất nhỏ	22
Hình 2.5	Sơ đồ nguyên lý của hệ thống nguồn khí	23
Hình 2.6	Mặt cắt dọc của đầu phát chùm tia plasma	24
Hình 2.7	Mũ chụp có thể thay đổi khẩu độ	25
Hình 2.8	Chùm plasma phát ra từ nguồn plasma Med – 01T	25
Hình 2.9	Máy quang phổ Avantes AvaSpec	26

Hình 2.10	Các bộ phận chính của máy quang phổ Avantes	26
Hình 2.11	Sơ đồ cấu tạo và hoạt động của đầu thu tín hiệu quang công nghệ CCD được ứng dụng trong máy Avantes AvaSpec	27
Hình 2.12	Đầu dò điện thế Tektronix	28
Hình 2.13	Dao động ký Tektronix TDS 100B	28
Hình 2.14	Đầu dò dòng Extech TL620	28
Hình 2.15	Sơ đồ đo đặc trưng điện (thế và dòng) của plasma	29
Hình 2.16	Sơ đồ lắp đặt hệ đo phổ phát xạ của plasma	29
Hình 2.17	Hệ đo đã được lắp đặt xong	30
Hình 2.18	Chạy phần mềm AvaSoft dành cho máy quang phổ AvaSpec	30
Hình 2.19	Đo thử phổ ánh sáng trắng	31
Hình 2.20	Đo thử phổ phát xạ của plasma	31
Hình 2.21	Sợi quang vuông góc với cột plasma	31
Hình 2.22	Sự chuyển quỹ đạo dừng của điện tử và kèm theo phát ra photon	33
Hình 2.23	Một ví dụ về quang phổ OES thu được	33
Hình 2.24	Vị trí độ bán rộng $\Delta\lambda_{1/2}$ (FWHM) trên một vạch phổ	36
Hình 2.25	Máy đo tia UV hiệu UV light meter 340B	37
Hình 3.1	Đường đặc trưng thế (màu đen) và đường đặc trưng dòng (màu đỏ) của plasma	38
Hình 3.2	Quang phổ phát xạ của plasma, khí Ar công suất nguồn 20 W, tốc độ dòng khí 8 lit/phút, đường kính tia plasma 6 mm	39
Hình 3.3	Quang phổ phát xạ quang của plasma sử dụng khí Ar thu được khi làm việc ở những tốc độ dòng khí khác nhau	41
Hình 3.4	Liên hệ giữa cường độ các vạch phổ điển hình của plasma với tốc độ dòng khí argon	42
Hình 3.5	Quang phổ phát xạ quang của plasma sử dụng khí Ar thu được khi làm việc ở những khoảng cách độ dài cột plasma khác nhau	43
Hình 3.6	Liên hệ giữa cường độ các vạch phổ điển hình của plasma với khoảng cách đo	44
Hình 3.7	Vùng bước sóng tử ngoại UVA, UVB, UVC	45
Hình 3.8	Liên hệ giữa cường độ tia UV với khoảng cách chiếu tia	47