

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM**

ĐINH NGỌC TUYẾN

**ẢNH HƯỞNG CỦA HIỆU ỨNG PLASMON BỀ MẶT
CỦA CÁC CẤU TRÚC NANO KIM LOẠI LÊN SỰ PHÁT XẠ
CỦA CHẤT PHÁT HUỖNH QUANG**

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

THÁI NGUYÊN - 2019

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM**

ĐINH NGỌC TUYẾN

**ẢNH HƯỞNG CỦA HIỆU ỨNG PLASMON BỀ MẶT
CỦA CÁC CẤU TRÚC NANO KIM LOẠI LÊN SỰ PHÁT XẠ
CỦA CHẤT PHÁT HUỖNH QUANG**

**Ngành: Vật lý Chất rắn
Mã số: 8440104**

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

Người hướng dẫn khoa học: PGS TS. Chu Việt Hà

THÁI NGUYÊN - 2019

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan: Luận văn này là công trình nghiên cứu của cá nhân tôi. Số liệu và kết quả nghiên cứu trong luận văn này hoàn toàn trung thực và chưa từng được công bố, sử dụng trong bất kỳ công trình nghiên cứu nào.

Thái Nguyên, tháng 5 năm 2019

Tác giả

Đinh Ngọc Tuyên

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn tới PGS.TS. Chu Việt Hà đã tận tình hướng dẫn và chỉ bảo tôi trong suốt thời gian học tập và quá trình làm luận văn.

Tôi xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Sư phạm - Đại học Thái Nguyên, Khoa Vật lí và Phòng Đào tạo (Sau đại học) của trường đã tạo mọi điều kiện cho tôi hoàn thành luận văn này.

Tôi xin chân thành cảm ơn tới các thầy giáo, cô giáo giảng dạy khoa Vật lí Trường Đại học Sư phạm - Đại học Thái Nguyên đã giúp đỡ tôi trong quá trình học tập và nghiên cứu làm luận văn.

Tôi xin chân thành cảm ơn gia đình, bạn bè đồng nghiệp đã động viên, cổ vũ tinh thần giúp đỡ để tôi trong quá trình học tập và thực hiện luận văn tốt nghiệp.

Mặc dù đã có nhiều cố gắng, song luận văn khó tránh khỏi những thiếu sót, rất mong nhận được sự góp ý và giúp đỡ của Hội đồng khoa học và Quý thầy cô, anh chị em đồng nghiệp và bạn bè.

Xin trân trọng cảm ơn./.

Thái Nguyên, tháng 5 năm 2019

Tác giả

Đinh Ngọc Tuyên

MỤC LỤC

Lời cam đoan	i
Lời cảm ơn	ii
Mục lục	iii
Danh mục các bảng	iv
Danh mục các hình	v
MỞ ĐẦU	1
1. Lí do chọn đề tài	1
2. Mục tiêu nghiên cứu	3
3. Phương pháp nghiên cứu	3
4. Nội dung của đề tài nghiên cứu	4
Chương 1: TỔNG QUAN VỀ HIỆU ỨNG CỘNG HƯỞNG PLASMON BỀ MẶT	5
1.1. Cộng hưởng plasmon bề mặt của các cấu trúc nano kim loại	5
1.1.1. Khái niệm cộng hưởng Plasmon bề mặt	5
1.1.2. Tần số plasmon và độ dài lan truyền của sóng plasmon theo lý thuyết điện từ học	6
1.1.3. Lý thuyết Mie	10
1.2. Một số ứng dụng của hiệu ứng plasmon bề mặt	15
1.2.1. Ảnh hưởng của hiệu ứng plasmon bề mặt lên huỳnh quang của chất phát quang - Các mô hình về tương tác giữa chất phát quang và kim loại	16
1.2.2. Một số cấu hình plasmonic hoạt động	22
Chương 2: CÁC PHÉP ĐO THỰC NGHIỆM	24
2.1. Các phương pháp đo phổ	24
2.1.1. Phép đo phổ hấp thụ	24
2.1.2. Phép đo phổ huỳnh quang	26
2.2. Phương pháp hiện ảnh: Kính hiển vi huỳnh quang	27

Chương 3: ẢNH HƯỞNG CỦA HIỆU ỨNG PLASMON TỪ CÁC HẠT NANO VÀNG LÊN SỰ PHÁT XẠ CỦA CHẤT MÀU HỮU CƠ.....	30
3.1. Đặc điểm tính chất của các hạt nano vàng	30
3.2. Chất màu Rhodamine B (RhB).....	32
3.3. Thí nghiệm nghiên cứu sự truyền năng lượng giữa chất màu RhB và hạt nano vàng trong dung dịch	32
3.3.1. Tính chất quang của dung dịch chất màu RhB dưới ảnh hưởng của hiệu ứng plasmon bề mặt của các hạt nano vàng	33
3.3.2. Tính chất quang của dung dịch hạt nano silica RhB - hạt nano vàng kích thước 20 nm	35
Chương 4: ẢNH HƯỞNG CỦA HIỆU ỨNG PLASMON TỪ MÀNG NANO BẠC LÊN SỰ PHÁT XẠ CỦA CHẤT MÀU CHẤT MÀU HỮU CƠ	40
4.1. Độ dài lan truyền plasmon trong các màng nano bạc.....	41
4.2. Phát xạ của hạt nano silica chứa chất màu RhB trên màng nano bạc	43
KẾT LUẬN	47
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	49

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 3.1. Khoảng cách tương tác giữa chất màu RhB, hạt nano silica/RhB và các hạt nano vàng.....	39
--	----

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1. Sự tạo thành plasmon bề mặt trên một hạt nano kim loại.....	6
Hình 1.2. Plasmon bề mặt tại mặt phân cách giữa một kim loại và vật liệu điện môi có các điện tích kết hợp	7
Hình 1.3. Minh họa các hình chiếu vector sóng của một sóng tại mặt phân cách giữa hai môi trường	7
Hình 1.4. Đường cong tán sắc của các plasmon bề mặt. Ở giá trị k thấp, đường cong tán sắc của các plasmon trùng với đường tán sắc của photon	8
Hình 1.5. Minh họa độ xuyên sâu của trường plasmon vào kim loại và điện môi	10
Hình 1.6. Màu dung dịch các hạt nano vàng với các kích thước khác nhau	11
Hình 1.7. Minh họa trường plasmon của hạt nano kim loại dạng cầu trong trường hợp dao động lưỡng cực (hình bên trái) và dao động tứ cực (hình bên phải).....	13
Hình 1.8. Phổ hấp thụ cộng hưởng plasmon của các hạt nano vàng kích thước thay đổi	15
Hình 1.9. Minh họa hướng song và vuông góc của một lưỡng cực dao động đặt gần một bề mặt kim loại	16
Hình 1.10. Minh họa ảnh vector moment lưỡng cực phân tử chất phát quang trên một bề mặt kim loại: Hình trái là ảnh vector moment lưỡng cực song song bề mặt kim loại, quá trình này làm giảm dao động lưỡng cực phân tử; Hình phải là ảnh vector moment lưỡng cực vuông góc bề mặt kim loại, quá trình này có thể nâng cao trường điện định xứ của lưỡng cực.	17
Hình 1.11. Minh họa sự truyền năng lượng cộng hưởng huỳnh quang giữa phát chất huỳnh quang (donor) và hạt nano kim loại (acceptor)	20

Hình 2.1. Sơ đồ hệ đo hấp thụ quang UV-Vis.....	25
Hình 2.2. Sơ đồ khối của phép đo quang huỳnh quang.....	27
Hình 2.3. Cấu hình chi tiết của một máy phổ kế huỳnh quang Carry Eclipse ..	27
Hình 2.4. Gương lưỡng sắc (dichroic mirror) phân tách đường đi của ánh sáng kích thích và ánh sáng phát xạ	28
Hình 2.5. Đường đi ánh sáng kích thích và phát xạ filter cube trong kính hiển vi huỳnh quang	29
Hình 3.1. Dung dịch nước các hạt nano vàng dạng keo kích thước 20 nm.	31
Hình 3.2. Ảnh hiển vi điện tử truyền qua của các hạt nano vàng kích thước 20 nm.	31
Hình 3.3. Phổ hấp thụ cộng hưởng Plasmon của các hạt vàng kích thước 20 nm..	31
Hình 3.4. Cấu trúc hóa học và đặc trưng phổ của chất màu RhB	32
Hình 3.5. Mẫu thí nghiệm khảo sát tính chất quang của dung dịch chất màu RhB với sự có mặt của các hạt nano vàng:.....	33
Hình 3.6. Phổ huỳnh quang của dung dịch chất màu RhB có và không có hạt vàng kích thước 20 nm:Hình trái: cường độ huỳnh quang tăng cùng với nồng độ hạt vàng;Hình phải: huỳnh quang giảm theo nồng độ hạt vàng.....	34
Hình 3.7. Sự phụ thuộc vào cường độ huỳnh quang của dung dịch chất màu RhB - hạt nano vàng kích thước 20 nm vào nồng độ hạt vàng có mặt trong dung dịch.....	35
Hình 3.8. Phổ hấp thụ và huỳnh quang của các hạt nano silica chứa RhB và phổ hấp thụ cộng hưởng plasmon của các hạt Au kích thước 20nm.....	36
Hình 3.9. Phổ hấp thụ của mẫu SiO ₂ /RhB, có và không có sự xuất hiện của hạt vàng.....	37
Hình 3.10. Phổ huỳnh quang của dung dịch hạt nano silica chứa RB kích thước 20 nm có và không có hạt vàng.....	38

Hình 3.11. Sự phụ thuộc vào cường độ huỳnh quang của các hạt nano silica/RhB so sánh với chất màu RhB vào nồng độ hạt vàng xuất hiện trong dung dịch	38
Hình 3.12. Minh họa khoảng cách tương tác giữa các chất phát quang và hạt nano kim loại	40
Hình 4.1. Cấu tạo một màng nano kim loại vàng hoặc bạc.....	41
Hình 4.2. Ảnh chụp các màng nano bạc được làm trên đế thủy tinh với độ dày khác nhau.....	41
Hình 4.3. Độ dài truyền plasmon trên các màng nano bạc độ dày khác nhau với bước sóng tới là 578 nm	43
Hình 4.4. Thí nghiệm quan sát huỳnh quang của hạt nano silica chứa RhB trên màng nano bạc	44
Hình 4.5. Phổ hấp thụ và phát xạ của các nano SiO ₂ /RhB.....	44
Hình 4.6. Mô tả sóng plasmon được kích thích bởi một lưỡng cực dao động	45
Hình 4.7. Ảnh huỳnh quang một hạt nano SiO ₂ /RhB trên các màng bạc độ dày khác nhau	46
Hình 4.8. Cường độ phát xạ tại vị trí hạt theo các độ dày màng bạc khác nhau (vị trí hạt được xác định ở tâm hạt)	46
Hình 4.9. Sự phụ thuộc của cường độ phát xạ của các hạt nano SiO ₂ /RhB trên các màng bạc theo độ dày của màng	46