

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

**LỤC THỊ TUYẾN**

**ẢNH HƯỞNG CỦA HIỆU ỨNG PLASMON BỀ MẶT  
CỦA CÁC HẠT NANO VÀNG KÍCH THƯỚC 20 nm  
LÊN SỰ PHÁT XẠ CỦA DUNG DỊCH CHẤT MÀU  
RHODAMINE**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ**

**THÁI NGUYÊN - 2020**

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

**LỤC THỊ TUYẾN**

**ẢNH HƯỞNG CỦA HIỆU ỨNG PLASMON BỀ MẶT  
CỦA CÁC HẠT NANO VÀNG KÍCH THƯỚC 20 nm  
LÊN SỰ PHÁT XẠ CỦA DUNG DỊCH CHẤT MÀU  
RHODAMINE**

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

**LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ**

*Cán bộ hướng dẫn khoa học: PGS. TS. Chu Việt Hà*

**THÁI NGUYÊN - 2020**

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan luận văn thạc sĩ “*Ảnh hưởng của hiệu ứng plasmon bề mặt của các hạt nano vàng kích thước 20 nm lên sự phát xạ của dung dịch chất màu Rhodamine*” là công trình nghiên cứu của riêng tôi dưới sự hướng dẫn của PSG. TS. Chu Việt Hà. Các số liệu và tài liệu trong luận văn là trung thực và chưa được công bố trong bất kỳ công trình nghiên cứu nào. Tất cả những tham khảo và kế thừa đều được trích dẫn và tham chiếu đầy đủ.

*Thái Nguyên, tháng 10 năm 2020*

**Tác giả**

**Lục Thị Tuyền**

## LỜI CẢM ƠN

Trước hết, tôi xin được tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến **PGS.TS. Chu Việt Hà**, người đã tận tình động viên, giảng dạy, chỉ bảo, hướng dẫn và định hướng cho tôi trong suốt quá trình học tập và thực hiện luận văn.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban chủ nhiệm khoa Vật lý Trường Đại học Sư phạm Thái Nguyên cùng toàn thể các thầy giáo, cô giáo giảng dạy tại khoa vật lý trường Đại học sư phạm Thái Nguyên đã tạo điều kiện thuận lợi về cơ sở vật chất và nền tảng kiến thức vững chắc cho tôi trong suốt quá trình học tập và hoàn thành luận văn này.

Tôi xin gửi lời cảm ơn tới học viên cao học **Meephonevanh Vaxayneng** là người bạn cùng nhóm nghiên cứu đã luôn nhiệt tình hỗ trợ, hướng dẫn, hợp tác và cho tôi những lời khuyên quý báu để tôi vững bước trong suốt quá trình học tập và hoàn thành luận văn của mình.

Tôi xin chân thành cảm ơn các bạn học viên cao học Vật lý khóa 26B (2018- 2020) đã hỗ trợ tôi trong suốt quá trình học tập và thực hiện luận văn.

Cuối cùng, tôi xin gửi lời cảm ơn đến gia đình, bạn bè, các đồng nghiệp đã động viên, cổ vũ tinh thần giúp đỡ tôi trong quá trình học tập và hoàn thành luận văn này.

Mặc dù đã có nhiều cố gắng, song luận văn khó tránh khỏi những thiếu sót nhất định, tác giả rất mong nhận được sự góp ý và phản hồi quý báu của Hội đồng khoa học và Quý thầy cô cùng bạn bè đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện hơn.

Xin trân trọng cảm ơn!

*Thái Nguyên, tháng 10 năm 2020*

**Tác giả**

**Lục Thị Tuyền**

# MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
MỤC LỤC .....	iii
DANH MỤC CÁC BẢNG .....	v
DANH MỤC CÁC HÌNH .....	vi
<b>MỞ ĐẦU</b> .....	1
1. Lí do chọn đề tài .....	1
2. Mục tiêu nghiên cứu .....	4
3. Phạm vi nghiên cứu .....	5
4. Phương pháp nghiên cứu .....	5
5. Đối tượng nghiên cứu .....	5
6. Nội dung nghiên cứu .....	5
<b>Chương 1: TỔNG QUAN LÝ THUYẾT VÀ CÁC VẤN ĐỀ LIÊN QUAN</b> ...	7
1.1. Hiệu ứng plasmon của các hạt nano kim loại .....	7
1.1.1. Sự tạo thành các plasmon bề mặt .....	7
1.1.2. Tần số plasmon và độ dài lan truyền của sóng plasmon .....	8
1.1.3. Lý thuyết Mie giải thích màu tán xạ của hạt nano kim loại dạng keo ....	10
1.2. Tính chất quang của chất màu hữu cơ .....	14
1.2.1. Cấu trúc mức năng lượng và các dịch chuyển quang học của chất màu hữu cơ .....	14
1.2.2. Thời gian sống và hiệu suất lượng tử .....	16
1.2.3. Các hạt nano silica chứa các phân tử màu hữu cơ.....	18
1.3. Sự tương tác quang giữa các chất huỳnh quang và các hạt nano kim loại .....	19
1.3.1. Mô hình tương tác lưỡng cực - lưỡng cực .....	19
1.3.2. Mô hình plasmon bức xạ .....	21
1.3.3. Sự tăng cường và dập tắt huỳnh quang bởi các cấu trúc nano kim loại .....	21

<b>Chương 2: THỰC NGHIỆM</b> .....	26
2.1. Vật liệu tiến hành nghiên cứu.....	26
2.1.1. Chất màu Rhodamine .....	26
2.1.2. Các hạt nano vàng dạng keo.....	27
2.2. Mô hình thí nghiệm .....	29
2.3. Các phép đo thực nghiệm .....	30
2.3.1. Phép đo phổ hấp thụ .....	30
2.3.2. Phép đo phổ huỳnh quang .....	31
2.3.3. Phép đo thời gian sống phát quang.....	33
<b>Chương 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN</b> .....	36
3.1. Ảnh hưởng của hiệu ứng plasmon của các hạt nano vàng lên tính chất phát xạ của chất màu RB .....	36
3.1.1. Tính chất quang của dung dịch chất màu RB - hạt nano vàng kích thước 20 nm trong môi trường nước .....	36
3.1.2. Tốc độ hồi phục bức xạ và tốc độ hồi phục không bức xạ trong các trường hợp tăng cường và dập tắt huỳnh quang của RB khi có mặt hạt nano vàng.....	40
3.2. Ảnh hưởng của hiệu ứng plasmon của các hạt nano vàng lên tính chất phát xạ của chất màu R6G.....	44
<b>CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN VĂN</b> .....	51
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	52

## DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 2.1. Các thông số chi tiết của RB và R6G .....	27
Bảng 2.2. Các thông số của dung dịch chất màu chất phát quang.....	29
Bảng 3.1. Kết quả đo thời gian sống của dung dịch chất màu RB- hạt nano vàng kích thước 20 nm .....	41
Bảng 3.2. Thời gian sống phát quang và các tốc độ hồi phục bức xạ và không bức xạ của dung dịch chất màu RB- vàng theo lượng hạt vàng có mặt trong dung dịch .....	42
Bảng 3.3. Tốc độ và hiệu suất truyền năng lượng từ R6G tới hạt vàng .....	47

## DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1. Sự tạo thành plasmon bề mặt trên các hạt nano kim loại .....	8
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 .....	8
Hình 1.3. 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.....	9
Hình 1.4. Tương tác của ánh sáng với các hạt nano kim loại tạo ra trường plasmon của hạt trong trường hợp dao động lưỡng cực (hình trái) và dao động đa cực (ví dụ ở đây là tứ cực, hình phải) .....	10
Hình 1.5. Giảm đồ Jablonski mô tả các chuyển dời của điện tử trong phân tử chất màu .....	15
Hình 1.6. Phổ hấp thụ và huỳnh quang của chất màu Rhodamine 101.....	16
Hình 1.7. Phổ hấp thụ và huỳnh quang của các hạt nano silica chứa Rhodamine và Rhodamine tự do trong dung môi . .....	19
Hình 1.8. Minh họa hướng song và vuông góc của một lưỡng cực dao động đặt gần một bề mặt kim loại .....	20
Hình 1.9. Minh họa sự truyền năng lượng cộng hưởng huỳnh quang giữa phát chất huỳnh quang (donor) và hạt nano kim loại (acceptor).....	23
Hình 2.1. Cấu trúc xanthene (bên trái) và lõi của các phân tử rhodamine (bên phải) .....	26
Hình 2.2. Đặc trưng phổ của chất màu RB.....	27
Hình 2.3. Đặc trưng phổ của chất màu R6G. ....	27
Hình 2.4. Dung dịch nước các hạt nano vàng dạng keo kích thước 20nm. ....	28
Hình 2.5. Ảnh hiển vi điện tử truyền qua của các hạt nano vàng kích thước ~20nm. ....	28



Hình 2.6. Phổ hấp thụ cộng hưởng Plasmon của các hạt vàng kích thước 20 nm.....	28
Hình 2.7. Sơ đồ hệ đo hấp thụ quang UV-Vis.....	31
Hình 2.8 Sơ đồ khối của phép đo quang huỳnh quang.....	32
Hình 2.9. Cấu hình chi tiết của một máy phổ kế huỳnh quang Carry Eclipse ..	33
Hình 2.10. Nguyên lý tổng quát của kỹ thuật đếm đơn photon tương quan thời gian .....	34
Hình 2.11. Cường độ huỳnh quang phân giải theo thời gian sử dụng TCSPC .....	34
Hình 3.1. Phổ hấp thụ của dung dịch chất màu RB, có và không có sự xuất hiện của hạt nano vàng. ....	36
Hình 3.2. Độ hấp thụ của dung dịch RB-vàng phụ thuộc vào lượng vàng thêm vào.....	37
Hình 3.3. Phổ huỳnh quang của dung dịch chất màu RB có và không có hạt vàng kích thước 20 nm: Hình trái là cường độ huỳnh quang tăng và hình phải là cường độ huỳnh quang giảm theo lượng vàng cho vào....	38
Hình 3.4. Sự phụ thuộc vào cường độ huỳnh quang của dung dịch chất màu RB - hạt nano vàng kích thước 20 nm vào nồng độ hạt vàng có mặt trong dung dịch. ....	39
Hình 3.5. Sự phụ thuộc của hệ số tăng cường huỳnh quang và các tốc độ hồi phục của chất màu RB theo lượng hạt vàng có mặt trong dung dịch.....	43
Hình 3.6. Phổ huỳnh quang của dung dịch chất màu R6G có và không có hạt vàng kích thước 20nm. ....	44
Hình 3.7. Đường cong suy giảm huỳnh quang của R6G trong H <sub>2</sub> O khi có mặt các hạt nano vàng dưới bước sóng kích thích của laser 1000 nm (kích thích 2 photon), bước sóng phân tích 550 nm, đo ở 20 °C. ....	45

Hình 3.8. Minh họa sự có mặt của một cấu trúc nano kim loại với cấu hình quang thích hợp làm cho mật độ quang của phân tử chất quang được nâng cao do sự phát xạ plasmon kết hợp với huỳnh quang của chất phát quang. Sự tăng cường huỳnh quang cho thấy có sự tăng hiệu suất lượng tử và tăng tốc độ hồi phục bức xạ, thời gian sống phát quang giảm. ....48

Hình 3.9. Minh họa sự dập tắt huỳnh quang của chất phát quang khi có hạt nano kim loại. Sự dập tắt này tương ứng với sự truyền năng lượng từ chất phát quang đến bề mặt kim loại, huỳnh quang của chất phát quang giảm do hạt nano kim loại hấp thụ một phần năng lượng truyền từ chất phát quang. ....49