

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

LÊ THÙY LINH

NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT VÀ ẢNH HƯỞNG
CỦA HẠT NANO VÀNG LÊN SỰ PHÁT XẠ
CỦA CHẤT PHÁT HUỖNH QUANG

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

THÁI NGUYÊN - 2018

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

LÊ THÙY LINH

**NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT VÀ ẢNH HƯỞNG
CỦA HẠT NANO VÀNG LÊN SỰ PHÁT XẠ
CỦA CHẤT PHÁT HUỖNH QUANG**

Ngành: Vật Lý Chất Rắn

Mã số: 8.44.01.04

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

Cán bộ hướng dẫn khoa học: PGS.TS. CHU VIỆT HÀ

THÁI NGUYÊN - 2018

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của tôi dưới sự hướng dẫn của PGS.TS Chu Việt Hà, các số liệu và tài liệu trích dẫn có nguồn gốc rõ ràng. Kết quả trong luận văn chưa được công bố trong bất cứ công trình nghiên cứu khoa học nào khác, nếu có gì sai tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm.

Thái Nguyên, ngày 19 tháng 11 năm 2018

Tác giả luận văn

Lê Thùy Linh

LỜI CẢM ƠN

Em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới cô giáo PGS.TS Chu Việt Hà đã tận tình hướng dẫn và tạo điều kiện vô cùng thuận lợi cho em trong suốt quá trình thực hiện luận văn để em có thể hoàn thành luận văn này.

Em xin gửi lời cảm ơn tới Ban Giám hiệu nhà trường, Ban chủ nhiệm Khoa Vật lý - Trường Đại học Sư Phạm - Đại Học Thái Nguyên, phòng sau Đại Học - Trường Đại Học Sư Phạm - Đại Học Thái Nguyên đã tạo điều kiện thuận lợi cho em hoàn thành luận văn.

Em xin gửi lời cảm ơn đến các quý thầy giáo, cô giáo giảng dạy chúng em trong suốt quá trình học cao học tại trường Đại Học Sư Phạm - Đại Học Thái Nguyên.

Tôi xin chân thành cảm ơn nghiên cứu sinh Nguyễn Thị Bích Ngọc và phòng thí nghiệm Nanobiophotonic (Viện Vật lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam) đã giúp tôi thực hiện phép đo thực nghiệm và phòng thí nghiệm Nanobiophotonic, viện vật lý Việt Nam. Tôi cũng xin cảm ơn phòng thí nghiệm LBPA - Đại học ENS Cachan đã giúp tôi thực hiện phép đo thời gian sống của chấm lượng tử.

Cuối cùng, tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến toàn thể gia đình, người thân và bạn bè đã động viên tôi trong qua trình làm luận văn.

Thái Nguyên, ngày 19 tháng 11 năm 2018

Tác giả luận văn

Lê Thùy Linh

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	iv
DANH MỤC BẢNG	v
DANH MỤC HÌNH.....	vi
MỞ ĐẦU	1
1. Lí do chọn đề tài	1
2. Mục tiêu nghiên cứu	2
3. Phương pháp nghiên cứu	2
4. Nội dung nghiên cứu.....	2
5. Cấu trúc luận văn	3
Chương 1: HIỆU ỨNG PLASMON CỦA CÁC HẠT NANO KIM LOẠI VÀ TƯƠNG TÁC GIỮA CÁC HẠT NANO KIM LOẠI VỚI CHẤT PHÁT QUANG.....	4
1.1. Hiệu ứng plasmon của các hạt nano kim loại	4
1.1.1. Sự tạo thành các plasmon bề mặt.....	4
1.1.2. Tần số plasmon và độ dài lan truyền sóng plasmon	5
1.1.3. Lý thuyết Mie giải thích màu tán xạ của hạt nano kim loại dạng keo.....	9
1.1.4. Các yếu tố ảnh hưởng đến tần số cộng hưởng plasmon của các hạt nano kim loại.....	14
1.1.5. Sự phụ thuộc vào bản chất kim loại	15
1.1.6. Sự phụ thuộc vào kích thước hạt nano kim loại	17
1.1.7. Sự phụ thuộc vào hình dạng của các hạt nano kim loại.....	17
1.2. Ảnh hưởng của hiệu ứng plasmon bề mặt lên huỳnh quang của chất phát quang - Mô hình plasmon bức xạ	23
1.3. Sự truyền năng lượng giữa chất phát quang và các hạt nano kim loại - Sự tăng cường và dập tắt huỳnh quang bởi các hạt nano kim loại.	25

Chương 2: THỰC NGHIỆM	29
2.1. Các hạt nano vàng dạng keo sử dụng trong các thí nghiệm của đề tài	29
2.2. Mô hình thí nghiệm nghiên cứu tương tác giữa các hạt nano vàng và chất phát quang trong dung dịch	30
2.3. Các phép đo thực nghiệm	31
2.3.1. Phép đo phổ hấp thụ.....	31
2.3.2. Phép đo phổ huỳnh quang.....	33
2.3.3. Phép đo thời gian sống phát quang.....	34
Chương 3: ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC NANO VÀNG LÊN TÍNH CHẤT QUANG CỦA CÁC CHẤM LƯỢNG TỬ CdTe.....	37
3.1. Đặc tính quang của các chấm lượng tử CdTe.....	37
3.2. Tính chất hấp thụ và huỳnh quang của các chấm lượng tử CdTe khi có mặt các hạt nano vàng.....	39
3.3. Khảo sát các tốc độ tái hợp bức xạ và tái hợp không bức xạ trong các quá trình tăng cường và dập tắt huỳnh quang của chấm lượng tử khi có mặt các hạt nano vàng.....	45
KẾT LUẬN.....	52
BÁO CÁO KHOA HỌC LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN VĂN	53
CÁC CÔNG BỐ KHOA HỌC KHÁC.....	53
TÀI LIỆU THAM KHẢO	54

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

CET: Truyền năng lượng Coulomb.

CFD (Constant Fraction Discriminator): Bộ chọn ngưỡng phân phân không đổi.

FRET: Truyền năng lượng Förster.

MCA (Multichannel Analyzer): Bộ phân tích đa kênh.

MPA: 3-mercaptopropionic acid.

R6G: Chất màu Rhodamine 6G

RP (radiating plasmon): Plasmon bức xạ.

SET (surface energy transfer): Truyền năng lượng bề mặt.

SP (surface plasmon): Plasmon bề mặt.

SPP (plasmon polariton): Plasmon bề mặt.

TAC (Time to Amplitude Converter): Bộ biến đổi thời gian biên độ.

TCSPC (time-correlated single photon counting): Đếm đơn photon tương quan thời gian.

DANH MỤC BẢNG

Bảng 3.1. Đặc điểm của các chấm lượng tử CdTe.	39
Bảng 3.2. Thời gian sống phát quang và các tốc độ tái hợp bức xạ và không bức xạ của của các chấm lượng tử CdTe theo lượng hạt vàng có mặt trong dung dịch.	50

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Sự tạo thành plasmon bề mặt trên hạt nano kim loại.....	5
Hình 1.2. Sóng plasmon bề mặt tại mặt phân cách giữa một kim loại và vật liệu điện môi có các điện tích kết hợp.....	6
Hình 1.3. Minh họa các hình chiếu vectơ 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.....	7
Hình 1.5. Tương tác của ánh sáng với các hạt nano hoặc các đám kim loại có thể được mô tả đơn giản nếu $\lambda \gg 2R$: sự phân cực đồng nhất kích thích dao động lưỡng cực. Các trường hợp khác kích thích các dao động đa cực.....	11
Hình 1.6. Minh họa trường plasmon của một hạt nano kim loại dạng cầu trong trường hợp dao động lưỡng cực (a) và dao động tứ cực (b)	11
Hình 1.7. Phổ hấp thụ cộng hưởng Plasmon của các hạt nano vàng kích thước 10, 20, 50, 80 và 100 nm.	12
Hình 1.8. Minh họa một hạt nano kim loại với hàm điện môi ϵ_1 đặt trong môi trường có hàm điện môi ϵ_2	14
Hình 1.9. Phổ hấp thụ cộng hưởng plasmon (bên trái) và màu tán xạ của dung dịch các hạt nano keo vàng và bạc ở cùng kích thước hạt 20 nm	16
Hình 1.10. Minh họa sự phân bố điện tích theo 2 trục khi có ánh sáng chiếu tới và phổ hấp thụ cộng hưởng plasmon bề mặt của một thanh nano kim loại.....	19
Hình 1.11. Sự phụ thuộc của phổ hấp thụ plasmon bề mặt vào kích thước của thanh nano vàng với các tỷ lệ tương quan là 2,7, 3,6 và 6,1	20
Hình 1.12. Minh họa các tần số cộng hưởng plasmon của lớp vỏ nano kim loại.....	21
Hình 1.13. Sự thay đổi cộng hưởng Plasmon của các vỏ nano vàng theo độ dày lớp vỏ.....	21
Hình 1.14. Ảnh TEM và màu dung dịch của các hạt nano vàng với hình dạng và kích thước khác nhau.....	22
Hình 1.15. Ảnh của một vector moment lưỡng cực phân tử trên bề mặt kim loại.	24

Hình 1.16. Minh họa sự truyền năng lượng cộng hưởng huỳnh quang giữa phát chất huỳnh quang và hạt nano vàng	26
Hình 2.1. Dung dịch nước các hạt nano vàng dạng keo kích thước 20 nm.	29
Hình 2.2. Ảnh TEM các hạt nano vàng kích thước 20 nm.	29
Hình 2.3. Minh họa cấu trúc hạt nano vàng - citrate.	29
Hình 2.4. Phổ hấp thụ cộng hưởng Plasmon của các hạt vàng kích thước 20 nm.	29
Hình 2.5. Mẫu thí nghiệm khảo sát tính chất quang của dung dịch chất phát quang với sự có mặt của các hạt nano vàng:.....	30
Hình 2.6. Sơ đồ hệ đo hấp thụ quang UV-Vis.	33
Hình 2.7. Sơ đồ khối của phép đo quang huỳnh quang.	34
Hình 2.8. Cấu hình chi tiết của một máy phổ kế huỳnh quang Carry Eclipse.	34
Hình 2.9. Nguyên lý tổng quát của kỹ thuật đếm đơn photon tương quan thời gian	35
Hình 2.10. Cường độ huỳnh quang phân giải theo thời gian sử dụng TCSPC	35
Hình 3.1. Ảnh dung dịch các chấm lượng tử CdTe dưới ánh sáng đèn tử ngoại.	38
Hình 3.2. Đặc trưng phổ của các chấm lượng tử CdTe phát xạ ở bước sóng 560 nm.....	38
Hình 3.3. Đặc trưng phổ của các chấm lượng tử CdTe phát xạ ở bước sóng 588 nm.....	39
Hình 3.4. Đặc trưng phổ của các chấm lượng tử CdTe phát xạ ở bước sóng 602 nm.....	39
Hình 3.5. Sự chồng chập phổ hấp thụ của các hạt nano vàng và các chấm lượng tử CdTe.....	40
Hình 3.6. Phổ hấp thụ (A) và huỳnh quang (B) của các chấm lượng tử CdTe 560 có và không có mặt hạt vàng.	40
Hình 3.7. Cường độ huỳnh quang của các chấm lượng tử CdTe 560 phụ thuộc vào nồng độ hạt vàng kích thước 20 nm.	41
Hình 3.8. Phổ hấp thụ (A) và huỳnh quang (B) của các chấm lượng tử CdTe 588 có và không có mặt hạt vàng.....	43
Hình 3.9. Cường độ huỳnh quang của các chấm lượng tử CdTe 588 phụ thuộc vào nồng độ hạt vàng kích thước 20 nm.	43
Hình 3.10. Phổ hấp thụ (A) và huỳnh quang (B) của các chấm lượng tử CdTe 602 có và không có mặt hạt vàng.	44
Hình 3.11. Cường độ huỳnh quang của các chấm lượng tử CdTe 602 phụ thuộc vào nồng độ hạt vàng kích thước 20 nm.	44