

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

NGÔ VĂN HOÀNG

NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT VÀ ĐỘNG HỌC  
PHÁT QUANG CỦA CÁC HẠT NANO BÁN DẪN  
CdSe TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

Thái Nguyên, Năm 2018

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

**NGÔ VĂN HOÀNG**

**NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT VÀ ĐỘNG HỌC  
PHÁT QUANG CỦA CÁC HẠT NANO BÁN DẪN  
CdSe TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC**

**Ngành: Vật lý chất rắn  
Mã số: 8 44 01 04**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ**

**Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS Vũ Thị Kim Liên**

**Thái Nguyên, Năm 2018**

## **LỜI CAM ĐOAN**

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi dưới sự hướng dẫn của PGS.TS Vũ Thị Kim Liên, các kết quả nghiên cứu là trung thực và chưa được công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

*Thái Nguyên, tháng 09 năm 2018*

**XÁC NHẬN CỦA NGƯỜI HƯỚNG DẪN**

**TÁC GIẢ LUẬN VĂN**

**PGS.TS Vũ Thị Kim Liên**

**Ngô Văn Hoàng**

**XÁC NHẬN CỦA KHOA CHUYÊN MÔN**

## LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, em xin gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc nhất tới PGS.TS. Vũ Thị Kim Liên và PGS.TS Chu Việt Hà đã tận tình hướng dẫn và tạo điều kiện giúp đỡ em 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 Thái Nguyên đã tạo điều kiện thuận lợi giúp em hoàn thành luận văn này.

Em xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu, các thầy cô giáo trong tổ Vật lý, các em học sinh khối 10, 11 trường THPT Chuyên Thái Nguyên đã giúp đỡ, tạo điều kiện thuận lợi cho em hoàn thành nhiệm vụ nghiên cứu của mình.

Cuối cùng, em xin gửi lời biết ơn sâu sắc đến gia đình, bạn bè, các anh chị học viên lớp Cao học K24 chuyên ngành Vật lý chất rắn đã luôn động viên khích lệ, giúp đỡ em trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu.

*Thái Nguyên, tháng 09 năm 2018*

**Học viên**

**Ngô Văn Hoàng**

## MỤC LỤC

<b>BÌA PHỤ</b> .....	<b>i</b>
<b>LỜI CAM ĐOAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LỜI CẢM ƠN</b> .....	<b>iii</b>
<b>MỤC LỤC</b> .....	<b>iv</b>
<b>DANH MỤC HÌNH</b> .....	<b>v</b>
<b>DANH MỤC BẢNG</b> .....	<b>vi</b>
<b>MỞ ĐẦU</b> .....	<b>1</b>
<b>Chương 1: TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU VÀ CÁC LÝ THUYẾT LIÊN QUAN</b> .....	<b>4</b>
1.1. Tổng quan vấn đề nghiên cứu .....	<b>4</b>
1.2. Các lý thuyết liên quan: .....	<b>7</b>
1.2.1. Các mức năng lượng của hạt tải trong các chấm lượng tử bán dẫn .....	<b>7</b>
1.2.2. Các tính chất quang lý của các hạt nano bán dẫn.....	<b>9</b>
1.2.2.1. Phổ hấp thụ của các hạt nano bán dẫn.....	<b>10</b>
1.2.2.2. Phổ huỳnh quang của các hạt nano bán dẫn.....	<b>11</b>
1.2.3. Thời gian sống phát quang, hiệu suất lượng tử và độ bền quang của các chấm lượng tử bán dẫn. ....	<b>11</b>
1.2.3.1. Thời gian sống phát quang của các chấm lượng tử bán dẫn .....	<b>11</b>
1.2.3.2. Hiệu suất lượng tử và độ bền quang của các hạt nano bán dẫn.....	<b>13</b>
1.3. Một số phương pháp chế tạo hạt nano bán dẫn .....	<b>15</b>
1.3.1. Phương pháp sol-gel .....	<b>15</b>
1.3.2. Phương pháp micelle và micelle đảo chế tạo các nano tinh thể.....	<b>16</b>
1.3.3 Chế tạo các hạt nano bán dẫn trong môi trường nước.....	<b>17</b>
<b>Chương 2: THỰC NGHIỆM</b> .....	<b>21</b>
2.1. Thực nghiệm chế tạo mẫu. ....	<b>21</b>
2.2 Các phương pháp khảo sát tính chất của mẫu .....	<b>24</b>

2.2.1 Kính hiển vi điện tử truyền qua .....	24
2.2.2 Phép đo phổ hấp thụ .....	25
2.2.3 Phép đo phổ huỳnh quang .....	26
2.2.4 Phép đo phổ huỳnh quang phân giải thời gian .....	27
<b>Chương 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN.....</b>	<b>29</b>
3.1. Vi hình thái và cấu trúc của các chấm lượng tử bán dẫn CdSe/CdS.....	30
3.2. Tính chất quang của các chấm lượng tử bán dẫn CdSe và CdSe/CdS .....	31
3.2.1. Phổ hấp thụ của các chấm lượng tử bán dẫn CdSe và CdSe/CdS.....	31
3.2.2.1. Ảnh hưởng của các trạng thái bề mặt và vai trò của lớp vỏ CdS .....	37
3.2.2.2. Ảnh hưởng của thời gian bảo quản.....	42
3.2.2.3. Ảnh hưởng của thời gian chế tạo đến phát xạ huỳnh quang của các chấm lượng tử CdSe. ....	45
3.2.2.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ chế tạo đến tính chất quang của các chấm lượng tử CdSe.....	46
3.2.3. Động học phát quang của các hạt nano bán dẫn CdSe và CdSe/CdS .....	48
<b>KẾT LUẬN.....</b>	<b>53</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>55</b>
<b>CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CÔNG BỐ CÓ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN VĂN... 62</b>	

## DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1 Mô tả hộp thế cầu có bờ thế vô hạn .....	7
Hình 1.2 Các chuyển dời quang cho phép giữa các trạng thái của điện tử và lỗ trống được lượng tử hóa .....	9
Hình 1.3 Phổ hấp thụ của các chấm lượng tử CdSe lõi với các kích thước khác nhau .	10
Hình 1.4 Phổ huỳnh quang của các chấm lượng tử phụ thuộc vào kích thước. ....	11
Hình 1.5 Phổ huỳnh quang phân giải thời gian chấm lượng tử CdSe/CdS với thời gian nuôi tinh thể khác nhau (độ dày lớp vỏ khác nhau). ....	13
Hình 1.6 Hạt nano có cấu trúc lõi-vỏ và minh họa cấu trúc vùng năng lượng trong hạt nano cấu trúc lõi- vỏ. ....	15
Hình 1.7 Sơ đồ minh họa 1 Micelle .....	17
Hình 1.8 Mô hình chấm lượng tử cho các ứng dụng đánh dấu sinh học .....	18
Hình 2.1 Mô tả sự hình thành chấm lượng tử CdSe/CdS chế tạo trong môi trường nước/citrate .....	21
Hình 2.2 Sơ đồ khối quy trình chế tạo chấm lượng tử bán dẫn CdSe và CdSe/CdS.....	22
Hình 2.3 Sơ đồ chế tạo các chấm lượng tử CdSe trong nước .....	23
Hình 2.4 Sơ đồ chế tạo các chấm lượng tử CdSe/CdS trong nước .....	23
Hình 2.5. Sơ đồ khối kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM) .....	24
Hình 2.6 Sơ đồ hệ đo hấp thụ quang UV-Vis .....	25
Hình 2.7 Cấu hình hệ đo huỳnh quang FS 920.....	27
Hình 2.8. So sánh giữa phép đo quang phổ huỳnh quang trạng thái dừng (trái) và quang phổ phân giải thời gian (phải).....	28
Hình 3.1a Ảnh chụp các mẫu dung dịch chứa chấm lượng tử CdSe và CdSe/CdS phân tán trong môi trường dung dịch đệm/citrate dưới ánh sáng tự nhiên .....	29
Hình 3.1b Ảnh chụp các mẫu dung dịch chứa chấm lượng tử CdSe và CdSe/CdS phân tán trong môi trường dung dịch đệm/citrate dưới ánh sáng đèn tử ngoại .....	29
Hình 3.2 Phát xạ huỳnh quang của các mẫu bông trắng được đánh dấu các chấm lượng tử dưới đèn tử ngoại.....	30

Hình 3.3 Ảnh kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM) X500000 của mẫu chấm lượng tử bán dẫn CdSe/CdS $w=3$ .....	30
Hình 3.4 Ảnh kính hiển vi điện tử truyền qua phân giải cao (HR-TEM) X800000 của một chấm lượng tử bán dẫn. ....	31
Hình 3.5 Phổ hấp thụ của các mẫu CdSe $w=1$ với thời gian nuôi tinh thể khác nhau. ..	32
Hình 3.6 Phổ hấp thụ của các mẫu CdSe $w=3$ với thời gian nuôi tinh thể khác nhau. ..	33
Hình 3.7 Phổ hấp thụ mẫu chấm lượng tử CdSe $w=1$ và $w=3$ 5h .....	33
Hình 3.8 Đường biểu diễn kích thước, độ rộng vùng cấm của các mẫu CdSe $w=1$ theo giờ nuôi tinh thể khác nhau .....	35
Hình 3.9 Đường biểu diễn kích thước, độ rộng vùng cấm của các mẫu CdSe $w=3$ theo giờ nuôi tinh thể khác nhau .....	36
Hình 3.10 Phổ hấp thụ của các chấm lượng tử CdSe và CdSe/CdS với cùng một kích thước lõi CdSe được chế tạo với tỷ lệ $w = 1$ với thời gian bọc vỏ khác nhau.....	36
Hình 3.11 Phổ huỳnh quang mẫu chấm lượng tử bán dẫn CdSe và CdSe/CdS $w=1$ .....	37
Hình 3.12 Phổ huỳnh quang mẫu hạt nano bán dẫn CdSe và CdSe /CdS $w=3$ .....	38
Hình 3.13 Sơ đồ mức năng lượng chấm lượng tử CdSe/CdS .....	39
Hình 3.14 Phổ huỳnh quang của mẫu chấm lượng tử CdSe và CdSe/CdS $w=2$ ở nhiệt độ $4^{\circ}\text{C}$ với thời gian nuôi vỏ khác nhau. ....	40
Hình 3.15 Phổ huỳnh quang của mẫu chấm lượng tử CdSe và CdSe/CdS $w=2$ ở nhiệt độ $90^{\circ}\text{C}$ với thời gian nuôi vỏ khác nhau. ....	40
Hình 3.16 Sơ đồ mức năng lượng chấm lượng tử CdSe/CdS có độ dày lớp vỏ tăng. ....	41
Hình 3.17 Phổ huỳnh quang chấm lượng tử bán dẫn CdSe $w=1$ đo ngay và CdSe $w=1$ đo 10 ngày sau chế tạo. ....	42
Hình 3.18 Phổ huỳnh quang chấm lượng tử CdSe/CdS $w=1$ theo thời gian bảo quản...43	43
Hình 3.19 Cơ chế thụ động hóa các liên kết hở trên bề mặt chấm lượng tử CdSe.....	43
bằng $\text{H}^+$ và $\text{OH}^-$ .....	43
Hình 3.20 Ảnh chụp mẫu dung dịch CdSe/CdS $w=1$ dưới ánh sáng đèn tử ngoại ngay sau chế tạo .....	44



Hình 3.21 Ảnh chụp mẫu dung dịch CdSe/CdS $w=1$ dưới ánh sáng đèn tử ngoại sau 390 ngày chế tạo .....	44
Hình 3.22 Phổ huỳnh quang mẫu hạt nano bán dẫn CdSe /CdS $w=1$ theo thời gian bảo quản .....	45
Hình 3.23 Phổ huỳnh quang của các mẫu CdSe $w=1$ theo các giờ khác nhau, bước sóng kích thích 470nm .....	45
Hình 3.24 Phổ hấp thụ mẫu CdSe/CdS $w=2$ chế tạo ở nhiệt độ 4°C và 75°C .....	47
Hình 3.25 Phổ huỳnh quang mẫu CdSe/CdS $w=2$ chế tạo ở nhiệt độ 4°C và 75°C .....	48
Hình 3.26 Phổ huỳnh quang chuẩn hóa của các mẫu chấm lượng tử CdSe/CdS $w=2$ chế tạo ở nhiệt độ 4°C và 75°C .....	48
Hình 3.27 Đường cong huỳnh quang tắt dần của chấm lượng tử CdSe1h/CdS10h .....	50
Hình 3.28 Đường cong huỳnh quang tắt dần của chấm lượng tử CdSe5h/CdS10h .....	50
Hình 3.29 Đường cong huỳnh quang tắt dần của chấm lượng tử CdSe9h/CdS10h .....	50
Hình 3.30 Đường cong huỳnh quang tắt dần của chấm lượng tử CdSe1h/CdS5h .....	51
Hình 3.31 Đường cong huỳnh quang tắt dần của chấm lượng tử CdSe1h/CdS5p .....	51

## DANH MỤC BẢNG

Bảng 3.1 <i>Kích thước chấm lượng tử CdSe với thời gian nuôi tinh thể khác nhau. ....</i>	40
---	----