

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

THÂN KIM LIÊN

**NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT QUANG CỦA BỘT  
HUỖNH QUANG  $\text{Ca}_6\text{P}_5\text{BO}_{20}$  PHA TẠP  $\text{Eu}^{2+}$  TỔNG HỢP  
BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐỒNG KẾT TỬA, ỨNG DỤNG  
TRONG CHIẾU SÁNG NÔNG NGHIỆP**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ**

THÁI NGUYÊN – 2019

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

---

THÂN KIM LIÊN

**NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT QUANG CỦA BỘT HUỖNH  
QUANG  $\text{Ca}_6\text{P}_5\text{BO}_{20}$  PHA TẠP  $\text{Eu}^{2+}$  TỔNG HỢP BẰNG  
PHƯƠNG PHÁP ĐỒNG KẾT TỬA, ỨNG DỤNG TRONG  
CHIẾU SÁNG NÔNG NGHIỆP**

Chuyên ngành: Quang Học

Mã số: 8440110

**LUẬN VĂN THẠC SĨ QUANG HỌC**

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. LÊ TIẾN HÀ

THÁI NGUYÊN – 2019

## LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên tôi xin bày tỏ lòng kính trọng và lời cảm ơn chân nhất đến TS. Lê Tiến Hà đã hết lòng dạy dỗ và hướng dẫn tôi thực hiện và hoàn thành luận văn này.

Tôi xin trân trọng cảm ơn đến Ban giám hiệu, khoa Vật lý và Công nghệ, Phòng Đào tạo và các thầy cô trong Khoa Vật lý và Công nghệ - Trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên luôn nhiệt thành và trách nhiệm đối với học viên, đã nhắc nhở và đôn đốc về tiến độ học tập của tôi.

Tôi xin trân trọng cảm ở Ban giám hiệu trường THPT Ngô Sĩ Liên TP Bắc Giang đã tạo điều kiện giúp đỡ tôi trong suốt thời gian đi học và nghiên cứu.

Cuối cùng xin bày tỏ lòng biết ơn tới gia đình, bạn bè và đồng nghiệp đã động viên về mặt tinh thần cũng như vật chất, giúp tôi có điều kiện học tập và nghiên cứu khoa học để có kết quả như ngày hôm nay.

Xin trân trọng cảm ơn!

*Thái Nguyên, ngày 10 tháng 10 năm 2019*

Học viên

**Thân Kim Liên**

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình khoa học của riêng tôi dưới sự hướng dẫn, nghiên cứu khoa học của TS. Lê Tiến Hà. Các số liệu được trình bày trong Luận văn là hoàn toàn trung thực và chưa được công bố bởi bất kỳ nhóm tác giả nào. Các kết quả trong luận văn này sẽ được tôi và các cộng sự đã và sẽ công bố trong thời gian tới là hoàn toàn trung thực.

# MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN .....	i
LỜI CAM ĐOAN .....	ii
MỤC LỤC .....	iii
DANH MỤC HÌNH VẼ .....	v
DANH MỤC BẢNG BIỂU .....	vii
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT .....	viii
MỞ ĐẦU .....	1
1. Tính cấp thiết của đề tài .....	1
2. Mục tiêu nghiên cứu.....	2
3. Phạm vi nghiên cứu.....	2
4. Phương pháp nghiên cứu.....	2
5. Bố cục của luận văn .....	3
Chương 1 .....	4
TỔNG QUAN VỀ VẬT LIỆU HUỖNH QUANG .....	4
1.1. Tổng quan về bột huỳnh quang .....	4
1.1.1. Cơ chế phát quang của vật liệu .....	4
1.1.2. Cơ chế phát quang của bột huỳnh quang .....	5
1.1.3. Tính chất quang của ion đất hiếm trong mạng nền tinh thể.....	6
1.1.4. Các đặc trưng của bột huỳnh quang.....	14
1.1.5. Các loại bột huỳnh quang .....	16
1.2. Các phương pháp tổng hợp bột huỳnh quang.....	23
1.2.1. Phương pháp phản ứng xảy ra ở pha rắn .....	23
1.2.2. Phương pháp sol-gel .....	23
1.2.3. Phương pháp đồng kết tủa .....	24
1.2.4. Phương pháp aerosol .....	25
1.3. Kết luận chương 1 .....	25
Chương 2 .....	26
CÁC KỸ THUẬT THỰC NGHIỆM.....	26

<b>2.1. Quy trình tổng hợp bột huỳnh quang CaPB bằng phương pháp đồng kết tủa .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2. Thực nghiệm đo đạc.....</b>	<b>30</b>
2.2.1. Khảo sát hình thái bề mặt và kích thước hạt.....	30
2.2.2. Khảo sát định lượng phần trăm các nguyên tố .....	31
2.2.3. Phổ nhiễu xạ tia X (XRD) .....	32
2.2.4. Phổ huỳnh quang (PL) và kích thích huỳnh quang (PLE).....	32
<b>2.3. Kết luận chương 2 .....</b>	<b>33</b>
<b>Chương 3 .....</b>	<b>34</b>
<b>CẤU TRÚC VÀ TÍNH CHẤT QUANG CỦA HỌ BỘT HUỖNH QUANG CaPB PHA TẠP ION <math>\text{Eu}^{2+}</math> .....</b>	<b>34</b>
3.1. Hình thái bề mặt và kích thước hạt của họ vật liệu CaPB:Eu.....	34
3.2. Cấu trúc tinh thể của bột huỳnh quang CaPB:Eu.....	35
3.3. Tính chất quang của bột huỳnh quang CaPB pha tạp ion $\text{Eu}^{2+}$ .....	38
3.4. Kết luận .....	43
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>44</b>

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1. 1. Giản đồ Jablonski mô tả sự hấp thụ ánh sáng và sự phát quang .	4
Hình 1.2. Sơ đồ các mức năng lượng của ion đất hiếm bị tách do tương tác điện tử - điện tử và điện tử - mạng.	10
Hình 1.3. Sơ đồ các mức năng lượng của các ion đất hiếm hóa trị 3 bị tách do tương tác điện tử - điện tử và điện tử - mạng.	11
Hình 1.4. Giản đồ mức năng lượng của các dịch chuyển quang của ion $\text{Eu}^{3+}$ .	13
Hình 1.7. Chất lượng ánh sáng với chỉ số trả màu khác nhau.	16
Hình 1.8. Phổ phát huỳnh quang của calcium halophosphate pha tạp $\text{Sb}^{3+}$ và $\text{Mn}^{2+}$ Halophosphate phát ánh sáng trắng.	17
Hình 1.9. Phổ kích thích huỳnh quang (PLE) và huỳnh quang (PL) của $(\text{Y,Gd})\text{BO}_3:\text{Eu}^{3+}$ ( $\lambda_{\text{ex}}=254\text{nm}$ ).	19
Hình 1.10. Sự truyền năng lượng từ ion $\text{Gd}^{3+}$ đến ion $\text{Eu}^{3+}$ trong nền $(\text{Y,Gd})\text{BO}_3$ .	19
Hình 1.11. Phổ kích thích huỳnh quang của bột $\text{BMA}:\text{Eu}^{2+}$ ứng với bước sóng phát xạ 450 nm, đo ở nhiệt độ phòng với các nhiệt độ nung thiêu kết khác nhau.	20
Hình 1.12. Phổ huỳnh quang của bột $\text{BMA}:\text{Eu}^{2+}$ với bước sóng kích thích 365 nm, đo ở nhiệt độ phòng.	20
Hình 1.13. Phổ huỳnh quang của $\text{LaPO}_4$ pha tạp ion $\text{Ce}^{3+}$ và $\text{Tb}^{3+}$ .	20
Hình 1.14. Cấu trúc tinh thể của $\text{Sr}_6\text{P}_5\text{BO}_{20}$ với hướng $[1\ 0\ 0]$ .	22
Hình 1.15. Các phối vị của ion $\text{Sr}_1$ , $\text{Sr}_2$ trong mạng nền $\text{Sr}_6\text{P}_5\text{BO}_{20}$ và khoảng cách tương ứng Sr – O với các vị trí khác nhau.	22
Hình 2. 1. Quy trình chế tạo vật liệu bằng phương pháp đồng kết tủa.	26
Hình 2.2. Quy trình tổng hợp bột huỳnh quang $\text{Ca}_6\text{P}_5\text{BO}_{20}:\text{Eu}^{2+}$ bằng phương pháp đồng kết tủa.	27
Hình 2.3. Sơ đồ nung thiêu kết bột huỳnh quang $\text{Ca}_6\text{P}_5\text{BO}_{20}:\text{Eu}^{3+}$ ở nhiệt độ T.	29
Hình 2.4. Sơ đồ lò nung (a), quy trình nâng nhiệt lò nung (b), hệ khí và lò nung mẫu trong các môi trường khí khác nhau (c).	29
Hình 2.5. Thiết bị FESEM-JEOL/JSM-7600F tích hợp đo FESEM và EDS tại Viện Tiên tiến Khoa học và Công nghệ (AIST)- Đại học Bách khoa Hà nội.	31
Hình 2.7. Hệ huỳnh quang (Nanolog, Horiba Jobin Yvon) nguồn kích thích là đèn Xenon công suất 450 W có bước sóng từ 250 ÷ 800 nm, tại viện Tiên tiến Khoa học và Công nghệ (AIST), Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.	33
Hình 3.1. SEM của bột huỳnh quang $\text{CaPB}:\text{Eu}$ ở các nhiệt độ thiêu kết khác nhau.	35

Hình 3.2. Giản đồ nhiễu xạ tia X của bột huỳnh quang CaPB:Eu nung thiêu kết ở 1100 °C trong môi trường H <sub>2</sub> /Ar, trong khoảng thời gian 2 giờ. ....	36
Hình 3.3. X-Ray của bột huỳnh quang CaPB:Eu nung thiêu kết ở 1300 °C trong môi trường H <sub>2</sub> /Ar, trong khoảng thời gian 2 giờ. ....	37
Hình 3.4. Giản đồ nhiễu xạ tia X của bột huỳnh quang CaPB:Eu nung thiêu kết từ 700 đến 1300 °C trong môi trường H <sub>2</sub> /Ar, trong khoảng thời gian 2 giờ.....	37
Hình 3.5. PL của bột CaPB nung ở nhiệt độ 700 °C, với tỷ lệ pha tạp 1% ion Eu <sup>2+</sup> , đo ở nhiệt độ phòng dưới bước sóng kích thích 300 nm. ....	39
Hình 3.6. PLE của bột CaPB nung ở nhiệt độ 700 °C, với tỷ lệ pha tạp 1% ion Eu <sup>2+</sup> , đo ở nhiệt độ phòng dưới bước sóng phát xạ 430 nm. ....	40
Hình 3.7. PL của bột CaPB nung ở nhiệt độ 800 °C, với tỷ lệ pha tạp 1% ion Eu <sup>2+</sup> , đo ở nhiệt độ phòng với bước sóng kích thích 300 nm. ....	41
Hình 3.8. PL của bột CaPB nung ở nhiệt độ 800 °C, với tỷ lệ pha tạp 1% ion Eu <sup>2+</sup> , đo ở nhiệt độ phòng với bước sóng kích thích 393 nm. ....	41
Hình 3.9. PL của bột CaPB nung ở nhiệt độ từ 900 đến 1300 °C, với tỷ lệ pha tạp 1% ion Eu <sup>2+</sup> , đo ở nhiệt độ phòng với bước sóng kích thích 300 nm.....	42



## DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Phân nhóm nhẹ (phân nhóm xerium) gồm 7 nguyên tố, từ Ce÷Gd:	7
Bảng 1.2. Phân nhóm nặng (phân nhóm terbium) gồm 7 nguyên tố, từ Tb÷Lu:	7
Bảng 1.3. Cấu hình của các ion nguyên tố đất hiếm .	8
Bảng 2.1. Khối lượng hóa chất để tổng hợp 0,01 mol bột huỳnh quang $\text{Ca}_6\text{P}_5\text{BO}_{20}$	30

## DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

STT	Kí hiệu viết tắt	Nội dung
1	RE <sup>3+</sup>	Đất hiếm
2	CRI	Hệ số hoàn màu
3	UVLED	Làm nguồn kích
4	CTS	Chuyển dờ truyền điện tích
5	Red	Ánh sáng đỏ
6	FESEM	Hiển vi điện tử quét phát xạ trường
7	EDS	Phổ tán sắc năng lượng tia X
8	Abs	Độ hấp thụ
9	XRD	Nhiễu xạ tia X: X- ray Diffraction