

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC



PHẠM THỊ NA

**CHẾ TẠO VÀ KHẢO SÁT TÍNH CHẤT QUANG CỦA THỦY TINH
ALKALI-ALUMINO-BORATE PHA TẠP Sm^{3+}**

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

THÁI NGUYÊN – 2018

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC**



PHẠM THỊ NA

**CHẾ TẠO VÀ KHẢO SÁT TÍNH CHẤT QUANG CỦA THỦY TINH
ALKALI-ALUMINO-BORATE PHA TẠP Sm^{3+}**

Chuyên ngành: Quang học

Mã số: 8440110

LUẬN VĂN THẠC SĨ VẬT LÝ

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. LƯƠNG DUY THÀNH

THÁI NGUYÊN - 2018

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan, đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi dưới sự hướng dẫn của Tiến Sĩ Lương Duy Thành, các kết quả nghiên cứu là trung thực và chưa được công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Thái Nguyên, tháng 10 năm 2018

Học viên

Phạm Thị Na

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới Tiến sĩ Lương Duy Thành đã hết lòng giúp đỡ, hướng dẫn và tạo mọi điều kiện tốt nhất cho tôi trong quá trình học tập, nghiên cứu và hoàn thiện luận văn. Tôi cũng xin chân thành cảm ơn toàn thể quý thầy cô trong Khoa Vật lý và Phòng đào tạo sau đại học của trường Đại Học Khoa Học - Đại Học Thái Nguyên đã tận tình truyền đạt các kiến thức quý báu và tạo điều kiện tốt nhất cho tôi trong suốt hai năm tôi học tập tại trường.

Tôi xin chân thành cảm ơn trường Đại học Quốc Gia Hà Nội, trường Đại học Duy Tân Đà Nẵng, khoa Năng Lượng trường Đại học Thủy Lợi Hà Nội, Viện Hàn Lâm Khoa Học Việt Nam, Công ty Vàng Bạc Đá Quý Doji đã tạo mọi điều kiện thuận lợi để giúp tôi hoàn thành luận văn này.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu trường Trung học Phổ thông An Dương, các đồng nghiệp đã hỗ trợ và tạo mọi điều kiện tốt nhất có thể cho tôi trong suốt thời gian học tập vừa qua.

Tác giả

Phạm Thị Na

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Tiếng Anh	Tiếng Việt
Đ.v.t.đ	-	Đơn vị tương đối
ED	Electric dipole	Lưỡng cực điện
EM	Energy migration	Di chuyển năng lượng
ET	Energy transfer	Truyền năng lượng
FTIR	Fourier transform infrared	Hấp thụ hồng ngoại
JO	Judd-Ofelt	Judd-Ofelt
MD	Magnetic dipole	Lưỡng cực từ
NR	Nonradiative	Không phát xạ
BPNA		B ₂ O ₃ -PbO-Na ₂ O-Al ₂ O ₃
RE ³⁺	Trivalent rare earth ions	Ion đất hiếm hóa trị 3

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU

Ký hiệu	Ý nghĩa	Đơn vị
$A_{J J'}$	Xác suất chuyển dời phát xạ giữa trạng thái J và J'	s^{-1}
A_{tp}	Số hạng bậc lẻ trong khai triển trường tinh thể tĩnh	-
α	Hệ số hấp thụ	-
β	Tỉ số phân nhánh	%
c	Tốc độ ánh sáng trong chân không	cm/s
C	Nồng độ tạp	mol/dm^3
e	Điện tích của electron	esu
f	Lực dao động tử	-
h	Hằng số Plăng	erg.s
\hbar	Hằng số Plăng rút gọn	erg.s
I	Cường độ huỳnh quang	-
J	Moment góc tổng cộng	-
η	Hiệu suất lượng tử	%
n	Chiết suất của vật liệu	-
m	Khối lượng electron	g
λ	Bước sóng	nm
ν	Năng lượng của chuyển dời	cm^{-1}
S	Mô men góc spin	-
τ	Thời gian sống	ms
Ω	Thông số cường độ Judd-Ofelt	cm^2
W	Xác suất chuyển dời	s^{-1}
σ	Tiết diện phát xạ cưỡng bức	cm^2
Σ	Tiết diện phát xạ tích phân	cm
$\Delta\lambda_{\text{eff}}$	Độ rộng hiệu dụng của dải huỳnh quang	nm
$U^{(\lambda)}$	Yếu tố ma trận rút gọn kép	-
ΔE	Khoảng cách giữa hai mức năng lượng	cm^{-1}

DANH MỤC CÁC HÌNH TRONG LUẬN VĂN

Hình	Chú thích	Trang
Chương 1		
Hình 1.1	Cấu hình điện tử của các nguyên tố đất hiếm và kim loại chuyển tiếp	4
Hình 1.2	Sự tách mức năng lượng của ion Dy^{3+} trong trường tinh thể	7
Hình 1.3	Giản đồ một số mức năng lượng của các ion đất hiếm trong $LaCl_3$	8
Hình 1.4	Phổ hấp thụ của ion Sm^{3+} trong thủy tinh fluoride containing phosphate	9
Hình 1.5	Phổ phát xạ của Sm^{3+} trong thủy tinh lead tungstate tellurite	10
Hình 1.6	Giản đồ năng lượng giải thích sự tạo thành các dải phát xạ của ion Sm^{3+}	10
Hình 1.7	Sự sắp xếp các nguyên tử trong mạng ngẫu nhiên vật liệu tinh thể	12
Hình 1.8	Mười nhóm cấu trúc trong thủy tinh borate	14
Hình 1.9	Nhóm cấu trúc đơn vị $[BO]_3$ và vòng boroxol B_2O_6	14
Chương 2		
Hình 2.1	Quy trình chế tạo thủy tinh BTNA bằng phương pháp nóng chảy	24
Hình 2.2	Hệ lò chế tạo mẫu	25
Hình 2.3	Hệ đo ảnh nhiễu xạ tia X D5000	27
Hình 2.4	Ảnh nhiễu xạ tia X của thủy tinh boro-tellurite	27
Hình 2.5	Hệ đo phổ tán xạ Rama XPLORA	28
Hình 2.6	Hệ đo phổ hồng ngoại Jasco-FT/IR 6300	28
Hình 2.7	Phổ FTIR và phổ Raman của thủy tinh lead borate	29
Hình 2.8	Thiết bị đo phổ hấp thụ Carry 5000	30
Hình 2.9	Hệ đo phổ phát quang FL3-22	30
Chương 3		
Hình 3.1	Ảnh chụp một số mẫu thủy tinh BPNA	32
Hình 3.2	Ảnh nhiễu xạ tia X của một số mẫu thủy tinh BPNA	34
Hình 3.3	Phổ FTIR của mẫu BPNA01	35
Hình 3.4	Phổ Raman của mẫu BPNA01	35
Hình 3.5	Phổ hấp thụ quang học của mẫu thủy tinh BPNA: Sm^{3+}	36

Hình 3.6	Phổ kích thích huỳnh quang của mẫu BPNA50	43
Hình 3.7	Phổ huỳnh quang của Sm^{3+} trong thủy tinh BPNA.	44
Hình 3.8	Giản đồ một số mức năng lượng của ion Sm^{3+} trong thủy tinh BPNA	45
Hình 3.9	Biểu đồ biểu diễn tỷ số phân nhánh tính toán và thực nghiệm của mẫu BPNA50.	48
Hình 3.10	Đường cong suy giảm cường độ huỳnh quang theo thời gian	49

DANH MỤC CÁC BẢNG TRONG LUẬN VĂN

Bảng	Chú thích	Trang
Chương 3		
Bảng 3.1	Thành phần, ký hiệu, khối lượng riêng (ρ , g/dm ³) và chiết suất (n) của các mẫu	33
Bảng 3.2	Năng lượng chuyển dời, tỷ số nephelauxetic ($\bar{\beta}$) và thông số liên kết (δ) của ion Sm ³⁺ trong thủy tinh BPNA.	38
Bảng 3.3	Lực dao động tử thực nghiệm (f_{ex} , 10 ⁻⁶) và tính toán (f_{cal} , 10 ⁻⁶) của một số chuyển dời đo được trong ion Sm ³⁺ .	39
Bảng 3.4	Thông số cường độ $\Omega_{2,4,6}$ trong một số nền	40
Bảng 3.5	Các thông số phát xạ của mẫu BPNA50	47
Bảng 3.6	Các thông số huỳnh quang của chuyển dời ${}^4G_{5/2} \rightarrow {}^6H_{7/2}$	49
Bảng 3.7	Thời gian sống tính toán (τ_{cal}) và thực nghiệm (τ_{exp}), hiệu suất lượng tử (η) và xác suất truyền năng lượng (W_{ET})	50

MỤC LỤC

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT.....	i
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU.....	ii
DANH MỤC CÁC HÌNH TRONG LUẬN VĂN.....	iii
DANH MỤC CÁC BẢNG TRONG LUẬN VĂN.....	v
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG I. LÝ THUYẾT TỔNG QUAN.....	4
1.1. Các nguyên tố đất hiếm	4
1.1.1. Cấu hình điện tử và quang phổ của các nguyên tố đất hiếm	4
1.1.2. Các mâu thuẫn trong quang phổ của ion RE^{3+}	5
1.1.3. Các mức năng lượng của ion RE^{3+} trong trường tinh thể	6
1.1.4. Đặc điểm quang phổ của ion Sm^{3+}	9
1.2. Thủy tinh pha tạp đất hiếm	10
1.2.1. Khái niệm, tính chất và phân loại thủy tinh.....	10
1.2.2. Cấu trúc và thành phần của thủy tinh	12
1.2.3. Thủy tinh borate.....	14
1.3. Cường độ của các chuyển dời f-f.....	15
1.3.1. Lực vạch trong chuyển dời f-f	15
1.3.2. Lực vạch của một chuyển dời lưỡng cực từ (MD)	16
1.3.3. Lực vạch của một chuyển dời lưỡng cực điện.....	17
1.4. Lý thuyết Judd-Ofelt.....	19
1.4.1. Tóm tắt nguyên lý của lý thuyết JO.....	19
1.4.2. Tính các thông số cường độ Ω_λ	20
1.4.3. Quá trình phân tích các thông số quang học theo lý thuyết JO	22
CHƯƠNG II	24
CÁC PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM SỬ DỤNG TRONG LUẬN VĂN.....	24
1.2. Phương pháp chế tạo thủy tinh	24
2.2. Phương pháp nghiên cứu tính chất vật lý của vật liệu.....	25
2.2.1. Đo chiết suất của vật liệu.....	25
2.2.2. Đo khối lượng riêng của vật liệu	26
2.3. Các phương pháp nghiên cứu cấu trúc vật liệu.....	26
2.3.1. Phương pháp nhiễu xạ tia X.....	26
2.3.2. Phương pháp phổ tán xạ Raman	27
2.3.3. Phổ hấp thụ hồng ngoại (FT-IR).....	28
2.4. Các phương pháp nghiên cứu tính chất quang của vật liệu	29
2.4.1. Phương pháp phổ hấp thụ quang học.....	29
2.4.2. Phương pháp phổ quang huỳnh quang, kích thích huỳnh quang.....	30