








#### Trụ sở chính

-  Số 3, phố Cầu Giấy, phường Láng Thượng, quận Đống Đa, tp Hà Nội
-  (84.24) 37663311
-  (84.24) 37669613
-  [www.utc.edu.vn](http://www.utc.edu.vn)
-  [dhgtvt@utc.edu.vn](mailto:dhgtvt@utc.edu.vn)

#### Phân hiệu tại thành phố Hồ Chí Minh

-  Số 450-451, đường Lê Văn Việt, phường Tăng Nhơn Phú A, tp Thủ Đức, tp Hồ Chí Minh
-  (84.28) 38966798
-  (84.28) 38964736
-  [phanhieu.utc.edu.vn](http://phanhieu.utc.edu.vn)
-  [info@utc2.edu.vn](mailto:info@utc2.edu.vn)



KỶ YẾU HỘI THẢO KHOA HỌC

GIẢNG DẠY VÀ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CƠ BẢN NĂM 2025



KỶ YẾU  
HỘI THẢO KHOA HỌC

## GIẢNG DẠY VÀ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CƠ BẢN NĂM 2025



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI**



**KỶ YẾU HỘI THẢO KHOA HỌC  
GIẢNG DẠY VÀ NGHIÊN CỨU  
KHOA HỌC CƠ BẢN  
NĂM 2025**

**NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI  
HÀ NỘI - 2025**

## **BAN TỔ CHỨC HỘI THẢO**

PGS.TS. Nguyễn Thị Mai	Trưởng BTC
TS. Ngô Đức Chinh	Ủy viên TT
TS. Mai Nam Phong	Ủy viên
PGS.TS. Trần Văn Long	Ủy viên
PGS.TS. Nguyễn Thị Hòa	Ủy viên
TS. Nguyễn Thị Hồng Tuyền	Ủy viên
TS. Nguyễn Thế Vinh	Ủy viên
TS. Nguyễn Trường Giang	Ủy viên
TS. Phạm Minh Phúc	Ủy viên
TS. Nguyễn Quang Anh	Ủy viên
ThS. Nguyễn Diệu Thúy	Ủy viên
TS. Lại Thị Hoan	Ủy viên
ThS. Hoàng Thiệu Anh	Ủy viên

## MỤC LỤC

### LỜI NÓI ĐẦU

TT	NỘI DUNG	Trang
1	ĐỔI MỚI PHƯƠNG PHÁP GIẢNG DẠY TOÁN HỌC BẰNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO - AI <i>Nguyễn Thị Hồng Hoa</i>	11
2	GIẢI SỐ PHƯƠNG TRÌNH TRUYỀN NHIỆT VỚI ĐẠO HÀM PHẦN THỨ THEO BIẾN THỜI GIAN <i>Nguyễn Mạnh Hùng, Bùi Việt Hương</i>	20
3	KHOẢNG CÁCH BIẾN PHÂN TOÀN PHẦN VỚI SỰ XẤP XỈ CỦA MỘT SỐ PHÂN PHỐI THƯỜNG GẶP <i>Nguyễn Thu Hằng, Nguyễn Thị Hằng, Phạm Ngọc Anh</i>	27
4	MỘT LỚP MÃ BCH VỚI ĐỘ DÀI $q^7 - 1$ <i>Nguyễn Huy Hoàng</i>	34
5	MỘT SỐ GIỚI THIỆU VỀ PHƯƠNG PHÁP MONTE CARLO <i>Vũ Thị Hương</i>	47
6	MỘT SỐ LỚP ĐỒ THỊ CÓ SỐ GHÉP CẶP BẰNG SỐ GHÉP CẶP THỨ TỰ <i>Mai Phước Bình</i>	59
7	NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HỌC SÂU NHẬN DẠNG GIỌNG NÓI <i>Nguyễn Đức Dư</i>	65
8	PHÂN TÍCH GIÁ TRỊ KỶ DỊ VÀ PHÂN TÍCH QR TRONG BÀI TOÁN BÌNH PHƯƠNG TỐI THIỂU <i>Cao Minh Nam</i>	72
9	SỬ DỤNG THUẬT TOÁN DI TRUYỀN GIẢI BÀI TOÁN ĐỊNH TUYẾN PHƯƠNG TIỆN VỚI HẠN CHẾ THỜI GIAN <i>Nguyễn Minh Hoàng Sơn</i>	82
10	TRỰC QUAN HOÁ DỮ LIỆU CÓ SỐ CHIỀU LỚN KÍCH THUỐC NHỎ BẰNG HỆ TOẠ ĐỘ HƯỚNG TÂM <i>Trần Văn Long</i>	92

TT	NỘI DUNG	Trang
11	ỨNG DỤNG THUẬT TOÁN LAI PSO-SA GIẢI BÀI TOÁN ĐỊNH TUYẾN XE <i>Nguyễn Việt Hưng, Bùi Minh Thảo</i>	102
12	DỰ BÁO GIÁ CHỨNG KHOÁN DƯỚI GIẢ THIẾT GIÁ CHỨNG KHOÁN CÓ PHÂN PHỐI LOGA CHUẨN <i>Trịnh Thị Trang</i>	114
13	ĐÁNH GIÁ TỐC ĐỘ HỘI TỤ CỦA SAI SỐ TRUNG BÌNH BÌNH PHƯƠNG VÀ SAI SỐ TRUNG BÌNH TÍCH PHÂN BÌNH PHƯƠNG TRONG BÀI TOÁN GIẢI CHẬP <i>Võ Thị Bích Trâm</i>	122
14	PHƯƠNG PHÁP DƯỚI GRADIENT CHO BÀI TOÁN CÂN BẰNG <i>Nguyễn Thị Huyền</i>	129
15	ỨNG DỤNG PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN CẤP 1 TRONG MỘT SỐ BÀI TOÁN THỰC TIỄN <i>Nguyễn Thùy Linh, Nguyễn Thị Lan Hương, Lê Thị Hương Giang</i>	140
16	ẢNH HƯỞNG CỦA CHỈ SỐ TỈ PHẦN THỂ TÍCH LÊN TẦN SỐ RIÊNG CỦA DẦM CÓ CƠ TÍNH BIẾN ĐỔI HAI CHIỀU <i>Nguyễn Duy Trường, Vũ Thị An Ninh</i>	152
17	CÔNG THỨC RAYLEIGH DAO ĐỘNG DỌC THANH CÓ VẾT NÚT <i>Phạm Thị Ba Liên</i>	163
18	PHÂN TÍCH DAO ĐỘNG CỦA TẤM CƠ TÍNH BIẾN THIÊN CHIỀU DÀY THAY ĐỔI TUYẾN TÍNH, CÓ LỖ RỖNG <i>Nguyễn Thị Kim Khuê</i>	175
19	XÁC ĐỊNH CÔNG CỦA TRỌNG LỰC TRONG CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH THEO PHƯƠNG PHÁP MÔ-MEN <i>Huỳnh Văn Quân, Lê Hữu Đạt</i>	183
20	ĐỀ XUẤT VÀ PHÂN TÍCH TÍNH HIỆU QUẢ CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢNG DẠY TỪ VÙNG TIẾNG ANH CHUYÊN NGÀNH CHO SINH VIÊN NGÀNH KỸ THUẬT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG <i>Bùi Thị Mai Hương</i>	192

<b>TT</b>	<b>NỘI DUNG</b>	<b>Trang</b>
21	MỘT SỐ GỢI Ý THIẾT KẾ BÀI GIẢNG NGỮ PHÁP TIẾNG ANH BẰNG PHẦN MỀM POWERPOINT <i>Nguyễn Thị Quyên</i>	208
22	MỘT SỐ KỸ THUẬT VÀ PHƯƠNG PHÁP DẠY TIẾNG ANH CHUYÊN NGÀNH CÔNG TRÌNH TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI TRONG BỐI CẢNH TOÀN CẦU HOÁ <i>Hoàng Thanh Thuý, Hồ Anh Cường</i>	216
23	QUAN ĐIỂM CỦA GIÁNG VIÊN VỀ TƯƠNG TÁC TRONG LỚP HỌC CHUYÊN NGÀNH BẰNG TIẾNG ANH TẠI MỘT TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT Ở VIỆT NAM <i>Nguyễn Thị Thu Hà</i>	226
24	TÌM HIỂU CHIẾN LƯỢC HỌC TỪ VỰNG TIẾNG ANH CỦA SINH VIÊN NĂM THỨ NHẤT KHOA ĐÀO TẠO QUỐC TẾ TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI <i>Bạch Thị Thanh</i>	238
25	THỰC TRẠNG KỸ NĂNG VIẾT TIẾNG ANH CỦA SINH VIÊN CHUYÊN NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ VIỄN THÔNG, ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI <i>Vũ Thị Minh Phương</i>	249
26	CẢI THIỆN KỸ NĂNG ĐỌC HIỂU VÀ DỊCH THUẬT VĂN BẢN TIẾNG PHÁP CHUYÊN NGÀNH KIẾN TRÚC - XÂY DỰNG BẰNG CÁCH PHÂN TÍCH CẤU TRÚC CÂU NHIỀU THÀNH PHẦN <i>Nguyễn Diệu Thuý</i>	261
27	ĐỔI MỚI PHƯƠNG PHÁP GIẢNG DẠY TIẾNG PHÁP CHO SINH VIÊN TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI: CÔNG CỤ SỐ VÀ PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN PHÙ HỢP <i>Lê Nguyễn Thanh Hương</i>	271
28	SỰ TƯƠNG ĐỒNG NGÔN NGỮ TRONG TIẾNG PHÁP, TIẾNG ANH VÀ TIẾNG VIỆT <i>Nguyễn Thị Cúc</i>	282

TT	NỘI DUNG	Trang
29	TÌM HIỂU CÁC CÁCH DIỄN ĐẠT SO SÁNH TRONG TIẾNG PHÁP <i>Nguyễn Phương Lan</i>	290
30	VAI TRÒ TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG VIỆC THỨC ĐẨY PHƯƠNG PHÁP CÁ NHÂN HÓA HỌC TẬP <i>Nguyễn Quang Anh</i>	299
31	VIỆC HỌC TỪ VỰNG TIẾNG PHÁP CỦA SINH VIÊN CÁC LỚP PHÁP NGỮ TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI: THỰC TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP <i>Trần Thị Chanh</i>	309
32	CẤU TRÚC ĐÔ MEN TỪ CỦA VẬT LIỆU MÀNG MỎNG YTTRIUM IRON GARNET <i>Quách Duy Trường</i>	316
33	CẤU TRÚC TINH THỂ, TÍNH CHẤT QUANG HỌC VÀ TÍNH CHẤT TỪ CỦA VẬT LIỆU $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ ( $x = 0 \div 0,5$ ) <i>Đào Việt Thắng, Nguyễn Mạnh Hùng</i>	321
34	CHẾ TẠO NANO BÁN DẪN $\text{ZnS:Mn}$ BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA LÝ VÀ ĐỊNH HƯỚNG ỨNG DỤNG <i>Chu Tiến Dũng</i>	328
35	KHẢO SÁT ĐẶC TÍNH NHẠY KHÍ $\text{NH}_3$ CỦA VẬT LIỆU LAI HÓA NANOCOMPOSITE $\text{CNT@WO}_3$ <i>Nguyễn Tuấn Sơn</i>	335
36	TRẠNG THÁI NGỪNG TỤ POLARITON TRONG VI HỐC BÁN DẪN <i>Nguyễn Thị Hậu, Đỗ Thị Hồng Hải</i>	345
37	CẤU TRÚC HÓA HỌC CỦA MỘT SỐ HỢP CHẤT ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ CÂY CỎ XƯỚC ( <i>Achyranthes Aspera</i> ) <i>Hoàng Thị Tuyết Lan</i>	352
38	MỘT SỐ HỢP CHẤT FLAVONE C-GLYCOSIDE ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ LÁ CỦA LOÀI DÂY ĐAU XƯƠNG ( <i>Tinospora sinensis</i> ) VÀ HOẠT TÍNH KHÁNG VIÊM CỦA CHÚNG <i>Phạm Hồng Thoa, Bùi Thị Mai Anh</i>	360

TT	NỘI DUNG	Trang
39	NGHIÊN CỨU HẤP PHỤ $Ni^{2+}$ BẰNG BỘT HYDROXYAPATIT TỔNG HỢP <i>Lê Thị Phương Thảo, Vũ Kim Thu, Công Tiến Dũng, Bùi Hoàng Bắc, Lê Thị Duyên</i>	366
40	QUY TRÌNH TỔNG HỢP VẬT LIỆU NANO VONFRAMAT $MWO_4$ (M = Ca,Zn) PHA TẠP NGUYÊN TỐ ĐẤT HIẾM BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA ƯỚT VÀ BƯỚC ĐẦU KHẢO SÁT TÍNH CHẤT QUANG <i>Vũ Thị Xuân, Nguyễn Văn Hải, Lê Minh Đức</i>	375
41	RỦI RO TRONG VẬN TẢI LNG ĐƯỜNG BỘ Ở NƯỚC TA <i>Khuất Quang Sơn, Vũ Thị Kim Liên</i>	386
42	TÌM HIỂU QUY TRÌNH TỔNG HỢP VẬT LIỆU HẤP PHỤ TỪ BIẾN TÍNH QUẶNG PYROLUSITE VÀ BƯỚC ĐẦU KHẢO SÁT XỬ LÝ Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG NƯỚC <i>Vũ Thị Xuân, Vũ Tùng Lâm, Phạm Thị Thu Giang</i>	395
43	THỰC TRẠNG GHI NHÃN HÀNG HÓA NGUY HIỂM TRÊN MỘT SỐ PHƯƠNG TIỆN VẬN TẢI ĐƯỜNG BỘ Ở NƯỚC TA <i>Khuất Quang Sơn</i>	404
44	XÁC ĐỊNH CẤU TRÚC MỘT SỐ HỢP CHẤT ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ LOÀI HẸ TA ( <i>Allium ramosum</i> ) <i>Nguyễn Thị Mai</i>	412
45	XÂY DỰNG BÀI TẬP ĐÁNH GIÁ NĂNG LỰC HỌC CHƯƠNG ĐẠI CƯƠNG VỀ KIM LOẠI, HÓA HỌC 12 CỦA HỌC SINH THEO HƯỚNG ĐỔI MỚI TRONG KỲ THI TỐT NGHIỆP TRUNG HỌC PHỔ THÔNG TỪ NĂM 2025 <i>Phạm Thị Thu Hiền</i>	418
46	NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA TRO BAY VÀ XỈ LÒ CAO ĐẾN CƯỜNG ĐỘ VÀ HỆ SỐ GIÃN NỖ NHIỆT CỦA BÊ TÔNG HẠT NHỎ TÍNH NĂNG CAO <i>Ngô Đức Chinh, Nguyễn Minh Hiếu, Lê Hữu Kiên</i>	429



<b>TT</b>	<b>NỘI DUNG</b>	<b>Trang</b>
47	NGHIÊN CỨU GIẢNG DẠY VỀ KỸ THUẬT ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY KHÔNG GIAN <i>Nguyễn Tuấn Anh</i>	445
48	NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHẦN MỀM SHAPR 3D DỰNG CÁC KHỐI HÌNH HỌC VÀ VẬT THỂ NỔI TRONG MÔN HỌC VẼ KỸ THUẬT F1 <i>Lương Đức Chung, Lê Thị Thu Thủy, Ninh Khắc Tôn</i>	457

## CẤU TRÚC TINH THỂ, TÍNH CHẤT QUANG HỌC VÀ TÍNH CHẤT TỪ CỦA VẬT LIỆU $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ ( $x = 0 \div 0,5$ )

Đào Việt Thắng<sup>1,2,\*</sup>, Nguyễn Mạnh Hùng<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Bộ môn Vật lý, Khoa Khoa học cơ bản, Trường Đại học Mở - Địa chất

<sup>2</sup>Nhóm nghiên cứu BSASD, Khoa Khoa học cơ bản, Trường Đại học Mở - Địa chất

\*Email: daovietthang@humg.edu.vn

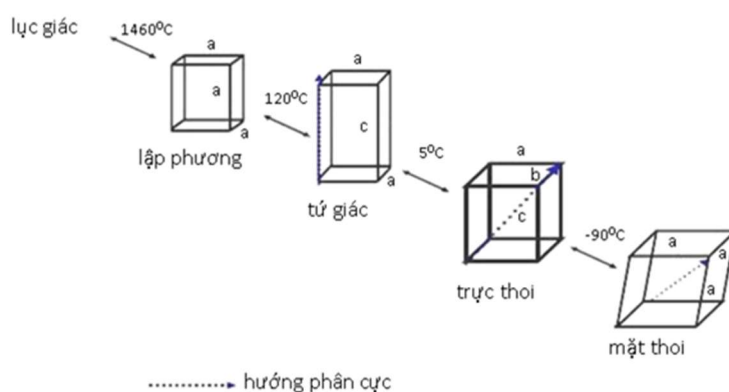
**Tóm tắt:** Vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  ( $x = 0 \div 0,5$ ) đã tổng hợp bằng phương pháp phản ứng pha rắn. Ảnh hưởng của nồng độ pha tạp Fe lên cấu trúc, tính chất quang học, tính chất điện của vật liệu  $\text{BaTiO}_3$  được phân tích bằng các kỹ thuật khác nhau như: Giảm nhiễu xạ tia X (XRD), phổ tán xạ Raman, phổ hấp thụ quang học và chu trình từ trễ. Kết quả phân tích XRD và phổ tán xạ Raman cho thấy Fe đã được thay thế vào vị trí Ti. Sự thay thế Fe vào vị trí Ti đã ảnh hưởng tới sự biến đổi cấu trúc mạng tinh thể, đã có sự chuyển pha cấu trúc từ tứ giác sang lục giác khi nồng độ pha tạp tăng tới  $x = 0,5$ . Ảnh hưởng của nồng độ pha tạp Fe lên tính chất quang học thể hiện rõ trên phổ hấp thụ quang học, bờ hấp thụ dịch về phía bước sóng dài, độ rộng vùng cấm quang học ( $E_g$ ) giảm. Vật liệu  $\text{BaTiO}_3$  pha tạp Fe cũng làm cải thiện tính chất từ của vật liệu này. Trong báo cáo này, ảnh hưởng của nồng độ pha tạp Fe lên cấu trúc, tính chất quang học, tính chất điện và tính chất từ cũng được thảo luận chi tiết.

**Từ khóa:** Vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ , XRD, Raman, chu trình từ trễ, hấp thụ.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vật liệu  $\text{BaTiO}_3$  thuộc họ perovskite  $\text{ABO}_3$  với  $\text{Ba}^{2+}$  ở vị trí A, vị trí B là  $\text{Ti}^{4+}$ . Vật liệu  $\text{BaTiO}_3$  có thể tồn tại ở các cấu trúc thuộc nhóm không gian khác nhau tùy thuộc nhiệt độ [1]. Hình 1 là các dạng cấu trúc tinh thể của  $\text{BaTiO}_3$  ở các nhiệt độ khác nhau. Quan sát Hình 1 có thể thấy  $\text{BaTiO}_3$  tồn tại ở cấu trúc lục giác ở nhiệt độ lớn hơn  $1460^\circ\text{C}$ , với cấu trúc lục giác vật liệu không có tính áp điện. Vật liệu  $\text{BaTiO}_3$  chuyển thành dạng lập phương ở nhiệt độ nhỏ hơn  $1460^\circ\text{C}$ , với cấu trúc lập phương  $\text{BaTiO}_3$  có tính áp điện [2, 3]. Khi nhiệt độ giảm xuống đến  $120^\circ\text{C}$ , cấu trúc tinh thể bị kéo dài theo một cạnh làm cho mạng tinh thể từ lập phương trở thành tứ giác  $c/a > 1$ . Sự chuyển pha cấu trúc tinh thể  $\text{BaTiO}_3$  thường kèm theo biến đổi mạnh về tính chất điện, tính chất từ và quang học của vật liệu. Hằng số điện môi thay đổi, làm phát sinh phân cực điện theo phương [001]. Nhiệt độ giảm xuống  $5^\circ\text{C}$ , cấu trúc tinh thể thay đổi theo hướng kéo dài khỏi lập phương dọc theo đường chéo của một mặt bên, sự phân cực điện khi đó xảy ra

theo phương [011]. Sự kéo dài theo đường chéo của khối lập phương tạo thành khối mặt thoi, sự phân cực điện xảy ra theo theo phương [111] của tinh thể khi nhiệt độ thấp khoảng ( $-90^{\circ}\text{C}$ ). Như vậy, ta có thể thấy ở nhiệt độ phòng vật liệu  $\text{BaTiO}_3$  có cấu trúc dạng tứ giác.



**Hình 1.** Các dạng cấu trúc của tinh thể  $\text{BaTiO}_3$

Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra cấu trúc tinh thể và đặc tính điện môi của  $\text{BaTiO}_3$  phụ thuộc vào nhiều yếu tố như kích thước, loại tạp chất, khuyết tật và ứng suất [4-6]. Do vậy, khi thay thế một phần các ion khác vào vật liệu nền  $\text{BaTiO}_3$  sẽ làm thay đổi một số tính chất vật lý của chúng [7].

Trong báo cáo này, vật liệu  $\text{BaTiO}_3$  pha tạp Fe với các nồng độ khác nhau ( $x = 0,0 \div 0,5$ ). Báo cáo cũng chỉ ra ảnh hưởng của nồng độ pha tạp lên cấu trúc, tính chất quang học, tính chất từ của vật liệu nền  $\text{BaTiO}_3$ .

## 2. THÍ NGHIỆM

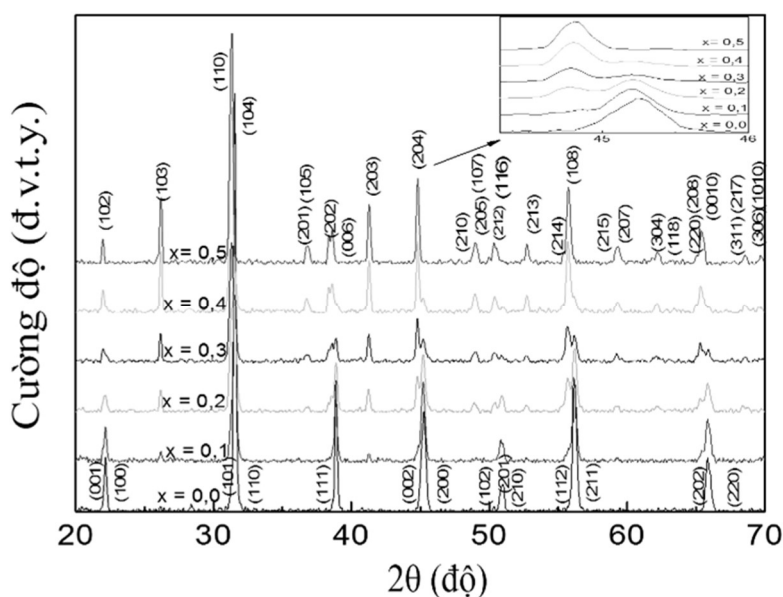
Vật liệu  $\text{BaTiO}_3$  pha tạp Fe được chế tạo bằng phương pháp phản ứng pha rắn. Các hóa chất được sử dụng để tổng hợp vật liệu gồm có  $\text{BaCO}_3$  99,33%;  $\text{TiO}_2$  97%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  99,99% và cồn etanol 96%. Các hóa chất  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  và  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  được cân khối lượng với tỷ phần tương ứng. Tiếp theo, hỗn hợp hóa chất được nghiền liên tục với cồn etanol trong thời gian 2 giờ mỗi mẫu. Hỗn hợp bột sau khi nghiền được ép thành viên nén đường kính 10 mm, ở áp suất 8 MPa. Các viên nén sau khi ép được nung sơ bộ ở nhiệt độ  $800^{\circ}\text{C}$  trong thời gian 6 giờ. Sản phẩm thu được tiếp tục nghiền lần 2 trong cồn etanol trong thời gian 2 giờ mỗi mẫu. Các bước tiếp theo lặp lại như trên để thu được sản phẩm dạng viên nén đường kính 10 mm. Cuối cùng, các viên nén được nung thiêu kết ở nhiệt độ  $900^{\circ}\text{C}$  trong thời gian 8 giờ ta thu được hệ vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ .

Trong nghiên cứu này, cấu trúc tinh thể của hệ vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  được khảo sát bằng phép đo giản đồ nhiễu xạ tia X (trên hệ đo D8-Advanced, sử dụng bước sóng

CuK $\alpha$ , thực hiện tại Khoa Hóa học Trường Đại học Khoa học Tự nhiên-ĐHQGHN), phổ tán xạ Raman (trên hệ đo Labram-1B, bước sóng kính thích 514 nm, thực hiện tại Viện KHV-L-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam), phổ hấp thụ quang học (trên hệ đo Jaco V670 UV-Vis, thực hiện tại Khoa Vật lý Trường Đại học Sư phạm Hà Nội) và chu trình từ trễ thực hiện hệ đo từ kế mẫu rung với độ nhạy  $10^{-5}$  emu/g (phép đo được thực hiện tại Viện KHV-L-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam).

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hình 2 là giản đồ nhiễu xạ tia X của hệ vật liệu BaTi $_{1-x}$ Fe $_x$ O $_3$  ( $x = 0,0 \div 0,5$ ). Như quan sát thấy trên Hình 2, các đỉnh nhiễu xạ xuất hiện tại các vị trí có góc  $2\theta$  vào khoảng 22, 32, 39, 45, 51, 56 và 66°. Các đỉnh nhiễu xạ xuất hiện phù hợp với thẻ chuẩn JCPDS số 01-089-1428. Theo thẻ chuẩn này, các đỉnh tương ứng với họ mặt phẳng mạng (001), (100), (101), (110), (111), (002), (200), (102), (201), (210), (112), (211), (202) và (220). Với mẫu nền BaTiO $_3$  ( $x = 0,0$ ) là đơn pha, có cấu trúc tứ giác thuộc nhóm không gian  $P_{4mm}$ . Với các mẫu pha tạp Fe $^{3+}$  tồn tại đồng thời cả hai pha cấu trúc tứ giác và lục giác, pha lục giác chiếm ưu thế hơn khi nồng độ pha tạp khoảng  $x = 0,1 \div 0,4$ . Mẫu pha tạp Fe với nồng độ  $x = 0,5$  thể hiện đơn pha với cấu trúc lục giác.

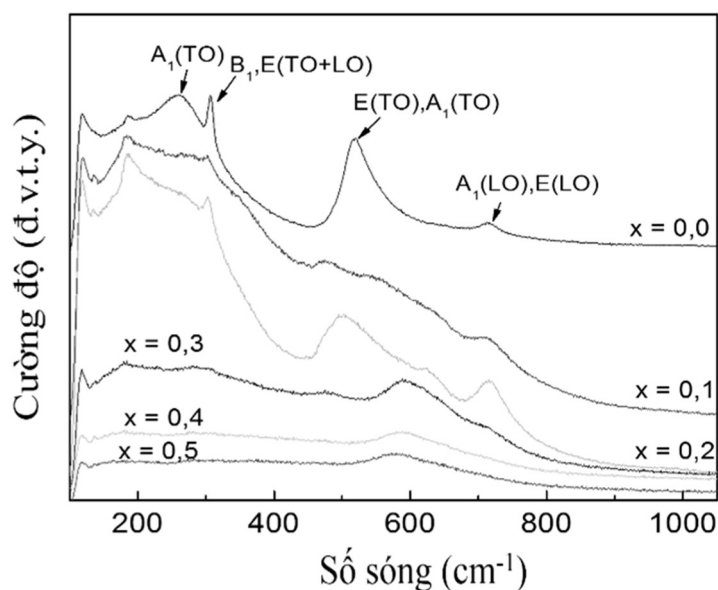


**Hình 2.** Giản đồ nhiễu xạ tia X của vật liệu BaTi $_{1-x}$ Fe $_x$ O $_3$  ( $x = 0.0 \div 0.5$ ).

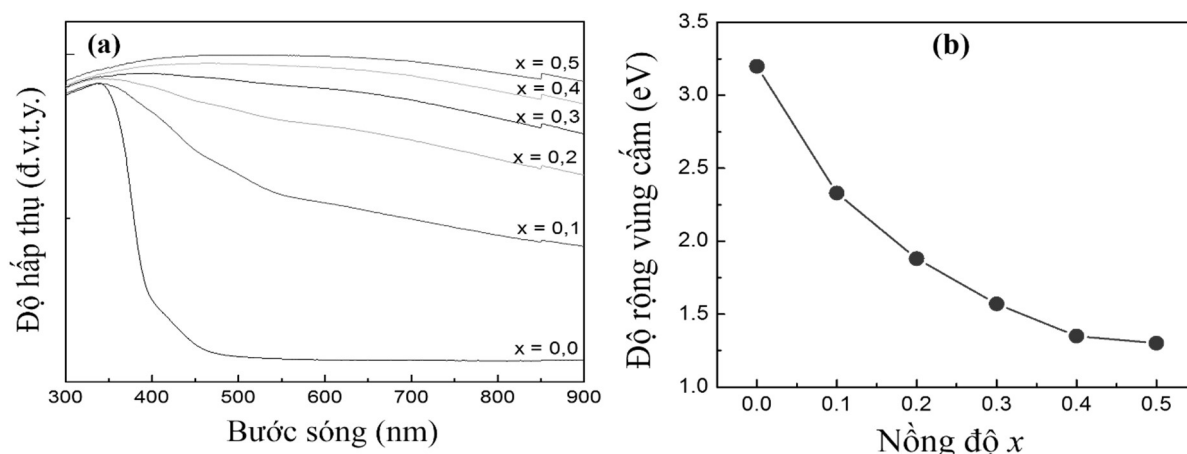
Hình chèn trong Hình 2 mô tả đỉnh nhiễu của mẫu ở vị trí góc  $2\theta \approx 45^\circ$ , cho ta thấy đỉnh có xu hướng dịch về phía góc  $2\theta$  nhỏ hơn khi nồng độ pha tạp  $x$  tăng, tức là có sự giãn ô mạng. Nguyên nhân làm thay đổi kích thước ô mạng là do sự khác nhau về bán kính ion giữa Ti $^{4+}$  (0,605 Å) và Fe $^{3+}$  (0,645 Å). Ngoài ra, biến dạng ô mạng còn do một số nguyên nhân khác như sự khác nhau giữa độ âm điện của Ti (1,54) và Fe (1,83), hiệu

ứng Jahn - Teller mặc dù biến dạng trong trường hợp này là rất yếu. Dựa trên kết quả phân tích giản đồ nhiễu xạ X cho thấy vật liệu nền  $\text{BaTiO}_3$  ( $x = 0,0$ ) có cấu trúc tứ giác với các hằng số mạng là  $a = b = 4,002 \text{ \AA}$  và  $c = 4,020 \text{ \AA}$ . Khi pha tạp Fe với nồng độ  $x = 0,5$  chuyển pha sang cấu trúc lục giác với hằng số mạng là  $a = b = 5,701 \text{ \AA}$  và  $c = 14,082 \text{ \AA}$ .

Hình 3 là phổ tán xạ Raman của hệ  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  ở nhiệt độ phòng. Từ phổ Raman của mẫu nền  $\text{BaTiO}_3$  ( $x = 0,0$ ) đem so sánh với kết quả nghiên cứu trước đây cho thấy đỉnh rộng ở số sóng  $261 \text{ cm}^{-1}$  tương ứng với mode dao động  $A_1(\text{TO})$ , đỉnh nhọn ở số sóng  $306 \text{ cm}^{-1}$  ứng với mode dao động  $B_1$  và  $E(\text{TO} + \text{LO})$ , các đỉnh trong khoảng số sóng  $470 \div 600 \text{ cm}^{-1}$  là sự chồng chập của mode  $E(\text{TO})$  và  $A_1(\text{TO})$ , trong đó  $A_1(\text{TO})$  nằm ở phía số sóng cao hơn so với  $E(\text{TO})$ . Ngoài ra, trên phổ tán xạ Raman còn quan sát được đỉnh ở vị trí số sóng  $716 \text{ cm}^{-1}$  là kết hợp của mode dao động  $A_1(\text{LO})$  và  $E(\text{LO})$ . Khi nồng độ pha tạp Fe tăng, cường độ các đỉnh phổ tương ứng với các mode dao động đặc trưng cho  $\text{BaTiO}_3$  ở cấu trúc tứ giác đều giảm dần và gần như biến mất khi nồng độ pha tạp tăng tới  $x = 0,3$ . Các mẫu pha tạp Fe với nồng độ  $x = 0,3 \div 0,5$ , phổ tán xạ Raman của chúng xuất hiện thêm đỉnh ở số sóng  $590 \text{ cm}^{-1}$ , cường độ tương đối của đỉnh này giảm dần khi nồng độ Fe tăng. Điều này được giải thích là do sự khác nhau giữa bán kính ion của  $\text{Fe}^{3+}$  và  $\text{Ti}^{4+}$  làm biến dạng bát diện  $\text{BO}_6$ . Như vậy, khi ion  $\text{Fe}^{3+}$  thay thế vào vị trí ion  $\text{Ti}^{4+}$  trong ô mạng làm thay đổi năng lượng liên kết và độ dài liên kết giữa các ion trong ô mạng. Như vậy, kết quả phân tích phổ tán xạ Raman và giản đồ nhiễu xạ tia X của hệ vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  đều cho thấy có sự chuyển pha cấu trúc từ tứ giác sang cấu trúc lục giác.

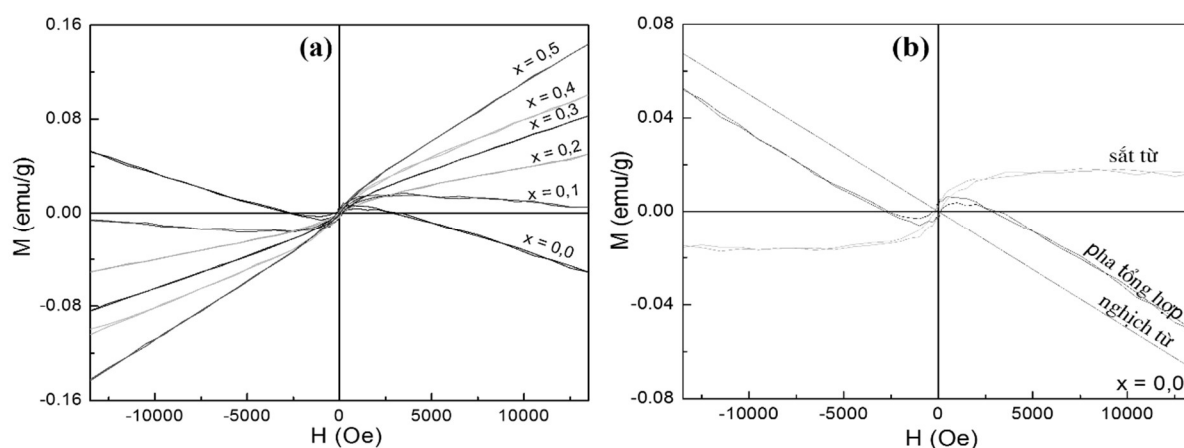


**Hình 3.** Phổ tán xạ Raman của vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  ( $x = 0,0 \div 0,5$ ).



**Hình 4.** a) Phổ hấp thụ quang học của vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  ( $x = 0.0 \div 0.5$ ); b) Độ rộng vùng cấm của vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  thay đổi theo nồng độ pha tạp Fe.

Hình 4a là phổ hấp thụ quang học của vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  trong khoảng bước sóng từ 300 ÷ 900 nm. Quan sát trên Hình 4a cho thấy bờ hấp thụ dịch về phía bước sóng dài khi tăng nồng độ pha tạp Fe. Hình 4b biểu diễn sự thay đổi độ rộng vùng cấm của vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  theo nồng độ pha tạp Fe. Hình 4b cho thấy khi nồng độ pha tạp Fe tăng từ  $x = 0,0$  tới  $x = 0,5$  thì độ rộng vùng cấm giảm từ 3,20 eV xuống 1,30 eV. Sự giảm bề rộng dải cấm khi nồng độ Fe tăng được giải thích là do có sự xuất hiện các mức tạp chất trong vùng cấm của  $\text{BaTiO}_3$ . Như đã biết,  $\text{BaTiO}_3$  là vật liệu điện môi và có bề rộng vùng cấm lớn. Khi ion  $\text{Fe}^{3+}$  thay vào vị trí ion  $\text{Ti}^{4+}$  để cân bằng điện tích thì trong mẫu xuất hiện electron [8]. Do đó, vật liệu  $\text{BaTiO}_3$  pha tạp Fe sẽ đóng vai trò như tạp chất cho và tạo nên mức năng lượng tạp chất làm cho bề rộng vùng cấm giảm.



**Hình 5.** a) Chu trình từ trễ của vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  ( $x = 0,0 \div 0,5$ ); b) Chu trình từ trễ của vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  ( $x = 0,0$ ) sau khi tách thành phần nghịch từ.

Hình 5a là chu trình từ trễ của vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  ( $x = 0,0 \div 0,5$ ) đo ở nhiệt độ phòng. Quan sát trên Hình 5a cho thấy mẫu tương ứng với  $x = 0,0$  và 0,1 vừa thể hiện

tính nghịch từ, vừa thể hiện tính sắt từ nhưng tính nghịch từ ở mẫu  $x = 0,1$  nhỏ hơn. Trong trường hợp này, ta có thể tách được thành phần sắt từ và nghịch từ như thể hiện trong Hình 5b. Khi nồng độ pha tạp Fe lớn hơn ( $x \geq 0,2$ ) thì các mẫu đều thể hiện tính sắt từ mềm. Lực kháng từ, từ độ dư của các mẫu sau tách được thành phần sắt từ và nghịch từ (của mẫu  $x = 0,0$  và  $0,1$ ) được trình bày trong Bảng 1.

**Bảng 1.** Lực kháng từ, từ độ dư của hệ  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  ( $x = 0,0 \div 0,5$ )

Mẫu	$H_C$ (Oe)	$M_r$ (memu/g)
$x = 0,0$	148	2,56
$x = 0,1$	95	2,23
$x = 0,2$	103	1,16
$x = 0,3$	93	1,43
$x = 0,4$	66	1,14
$x = 0,5$	101	2,46

Các nghiên cứu trước đã cho thấy vật liệu nền  $\text{BaTiO}_3$  là chất nghịch từ [9]. Tuy nhiên, phân tích chu trình từ trễ cho thấy vật liệu  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  ( $x = 0,0$  và  $0,1$ ) vừa tồn tại tính nghịch từ và sắt từ. Điều này được giải thích là do: (i) mẫu khi nung ở nhiệt độ cao dẫn tới sự khuyết oxy; (ii) tính chất sắt từ của các mẫu pha tạp Fe có nguồn gốc từ tương tác siêu trao đổi  $\text{Fe}^{3+}/\text{Ti}^{4+}-\text{O}^{2-}-\text{Fe}^{3+}$ . Do vậy, khi nồng độ pha tạp Fe tăng thì càng có nhiều ion  $\text{Ti}^{4+}$  được thay thế bởi ion  $\text{Fe}^{3+}$ , tạo ra nhiều liên kết  $\text{Fe}^{3+}/\text{Ti}^{4+}-\text{O}^{2-}-\text{Fe}^{3+}$  làm tăng từ tính của vật liệu; (iii) từ tính của các mẫu này còn do tương tác trao đổi gián tiếp giữa hai ion từ  $\text{Fe}^{3+}$  được thực hiện thông qua sự phân cực các điện tử dẫn; (iv) từ tính của các mẫu còn phụ thuộc vào sự sắp xếp các điện tử lớp 3d của  $\text{Fe}^{3+}$  trong trường bát diện. Khi một lượng ion  $\text{Fe}^{3+}$  được thế vào vị trí của  $\text{Ti}^{4+}$  sẽ có sự tách mức năng lượng của  $\text{Fe}^{3+}$  trong trường bát diện. Tùy thuộc vào trường tinh thể là trường yếu hay trường mạnh, các điện tử lớp d của ion  $\text{Fe}^{3+}$  ở trạng thái spin cao ( $t_{2g}^3 e_g^2$ ), ở trạng thái spin thấp ( $t_{2g}^5 e_g^0$ ). Như vậy, bằng cách pha tạp Fe vào vật liệu nền  $\text{BaTiO}_3$  đã làm tăng tính sắt từ của vật liệu này. Do đó, vật liệu thể hiện tính chất "ferroic" ngay ở nhiệt độ phòng.

#### 4. KẾT LUẬN

Vật liệu  $\text{BaTiO}_3$  pha tạp Fe với nồng độ  $x = 0,0 \div 0,5$  được chế tạo thành công bằng phương pháp phản ứng pha rắn. Ở nhiệt độ phòng vật liệu  $\text{BaTiO}_3$  có cấu trúc tứ giác với hằng số mạng tinh thể  $a = b = 4,002 \text{ \AA}$ ,  $c = 4,010 \text{ \AA}$ . Đối với các mẫu pha tạp Fe tồn tại đồng thời hai pha cấu trúc tứ giác và cấu trúc lục giác. Mẫu pha tạp Fe với

nồng độ  $x = 0,5$  thể hiện đơn pha với cấu trúc lục giác với hằng số mạng là  $a = b = 5,701$  Å và  $c = 14,082$  Å. Khi ion  $\text{Fe}^{3+}$  được thay thế vào vị trí  $\text{Ti}^{4+}$  trong mạng nền  $\text{BaTiO}_3$  làm độ rộng vùng cấm quang học giảm từ  $E_g = 3,20$  eV xuống  $1,30$  eV, tăng cường tính chất từ của vật liệu này.

### Tài liệu tham khảo:

- [1]. L. Mi, Q. Zhang, H. Wang, Z. Wu, Y. Guo, Y. Li, X. Xiong, K. Liu, W. Fu, Y. Ma, B. Wang and X. Qi, Synthesis of  $\text{BaTiO}_3$  nanoparticles by sol-gel assisted solid phase method and its formation mechanism and photocatalytic activity, *Ceramics International*. 46, 8 (2020) 10619-10633. 10.1016/j.ceramint.2020.01.066.
- [2]. N. Horchidan, L. Padurariu, C. E. Ciomaga, L. Curecheriu, M. Airimioaei, F. Doroftei, F. Tufescu and L. Mitoseriu, Room temperature phase superposition as origin of enhanced functional properties in  $\text{BaTiO}_3$  - based ceramics, *Journal of the European Ceramic Society*. 40, 4 (2020) 1258-1268. 10.1016/j.jeurceramsoc.2019.11.088.
- [3]. G. H. Jaffari, A. Zafar and A. Ali, Domain relaxation exhibited by ferroelectric low symmetry polymorphs in  $\text{BaTiO}_3$ , *Physica B: Condensed Matter*. 604, (2021) 412750. 10.1016/j.physb.2020.412750.
- [4]. F. A. Ismail, R. A. M. Osman and M. S. Idris, Review on dielectric properties of rare earth doped barium titanate, 1756, (2016) 090005. 10.1063/1.4958786.
- [5]. F. D. Cortés-Vega, C. Montero-Tavera and J. M. Yañez-Limón, Study of the structural, ferroelectric and dielectric properties of  $\text{BaTiO}_3$  co-doped with  $\text{Sn}^{4+}$  and  $\text{Cr}^{3+}$ , *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*. 62, 3 (2023) 284-291. 10.1016/j.bsecv.2022.03.002.
- [6]. S. Khan, S. Riaz, F. Arshad, M. Azhar, N. Ahmad, H. Noor, S. Atiq and S. Naseem, Role of Ca doping on oxygen vacancy production in modulating dielectric, ferroelectric and magnetic polarization in  $\text{BaTiO}_3$  thin films, *Journal of Materials Research and Technology*. 16, (2022) 993-1007. 10.1016/j.jmrt.2021.11.148.
- [7]. R. Muhammad, M. A. Khalil and M. S. Castro, Structure and dielectric characteristics of  $\text{Ba}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Ti}_{1-x}\text{Ca}_x\text{O}_{3-\delta}$  ceramics, *Ceramics International*. 46, 1 (2020) 1059-1064. 10.1016/j.ceramint.2019.09.072.
- [8]. Y. Ma, H. Chen, F. Pan, Z. Chen, Z. Ma, X. Lin, F. Zheng and X. Ma, Electronic structures and optical properties of Fe/Co-doped cubic  $\text{BaTiO}_3$  ceramics, *Ceramics International*. 45, 5 (2019) 6303-6311. 10.1016/j.ceramint.2018.12.113.
- [9]. N. V. Dang, T. D. Thanh, L. V. Hong, V. D. Lam and T.-L. Phan, Structural, optical and magnetic properties of polycrystalline  $\text{BaTi}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$  ceramics, *J. Appl. Phys.* 110, 4 (2011) 043914. 10.1063/1.3625235.



---

**NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI**

Số 8 phố Tăng Bạt Hổ, phường Phạm Đình Hổ, quận Hai Bà Trưng, TP. Hà Nội

ĐT: 024.39423346 - 024.39424620 \* Fax: 024.38224784

Website: [www.nxbgtvt.vn](http://www.nxbgtvt.vn) \* Email: [nxbgtvt@fpt.vn](mailto:nxbgtvt@fpt.vn)

CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN, NỘI DUNG:

*GIÁM ĐỐC - TỔNG BIÊN TẬP:*

**Nguyễn Minh Nhật**

BIÊN TẬP:

**Dương Hồng Hạnh**

THIẾT KẾ:

**Trường Đại học Giao thông Vận tải**

**ĐỐI TÁC LIÊN KẾT XUẤT BẢN: Trường Đại học Giao thông Vận tải**

---

In 200 cuốn khổ 20,5 x 29,5cm tại Xưởng in Trường Đại học Giao thông vận tải.

Địa chỉ: Số 3, phố Cầu Giấy, phường Láng Thượng, quận Đống Đa, TP. Hà Nội.

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 923-2025/CXBIPH/1-13/GTVT.

Mã số sách tiêu chuẩn quốc tế - ISBN: 978-604-76-3092-9.

Quyết định xuất bản số: 09 LK/QĐ-XBGT ngày 04 tháng 4 năm 2025.

In xong và nộp lưu chiểu năm 2025.