



School of Applied Mathematics
<http://sam.utc.edu.vn/>



HÀ NỘI - 2024

KỶ YẾU HỘI THẢO VỀ GIẢNG DẠY VÀ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CƠ BẢN NĂM 2024

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

KỶ YẾU

HỘI THẢO VỀ GIẢNG DẠY VÀ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CƠ BẢN NĂM 2024



ISBN: 978-604-76-2931-2



9 786047 629312

Lưu hành nội bộ



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

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



**KỶ YẾU
HỘI THẢO VỀ GIẢNG DẠY
VÀ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CƠ BẢN
NĂM 2024**

**NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI
HÀ NỘI - 2024**

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
ThS. Nguyễn Thị Cúc	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	ĐỊNH LÝ GIỚI HẠN TRUNG TÂM VÀ ỨNG DỤNG Phạm Ngọc Anh, Nguyễn Thị Lan Hương, Nguyễn Thu Hằng, Nguyễn Thùy Linh	11
2	KẾT HỢP PHÂN CỤM K-MEANS VÀ THUẬT TOÁN DI TRUYỀN CHO BÀI TOÁN NGƯỜI BÁN HÀNG Nguyễn Minh Hoàng Sơn	20
3	MỘT SỐ GIỚI THIỆU VỀ THỐNG KÊ BAYES Bùi Việt Hương	27
4	NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG GIẢNG DẠY CỰC TRỊ HÀM HAI BIẾN THÔNG QUA CÁC BÀI TOÁN THỰC TẾ Nguyễn Thùy Linh, Nguyễn Thị Lan Hương, Phạm Ngọc Anh, Nguyễn Thu Hằng	37
5	NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG HOẠT ĐỘNG GIẢNG DẠY MÔN TOÁN CAO CẤP CHO KHỐI NGÀNH KINH TẾ Nguyễn Thị Lan Hương, Phạm Ngọc Anh, Nguyễn Thu Hằng, Nguyễn Thùy Linh	44
6	NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG HỌC MÁY TRONG PHÁT HIỆN URL LỪA ĐẢO Đặng Thị Mai	51
7	PHÂN LOẠI CÁC ĐẠI SỐ CON ĐỐI CHIỀU 2 TRONG PHẦN DƯƠNG CỦA ĐẠI SỐ VIRASORO Nguyễn Huy Hoàng	62
8	TÍNH ĐÓNG NGUYÊN CỦA IDEAL VÀ MỐI QUAN HỆ VỚI IDEAL RÚT GỌN Mai Phước Bình	71
9	THUẬT TOÁN CỰC ĐẠI HOÁ KỶ VỌNG VÀ ỨNG DỤNG VÀO ĐIỀN KHUYẾT DỮ LIỆU TRÊN PHẦN MỀM R Hoàng Thùy Linh	80

10	ỨNG DỤNG HỌC MÁY TRONG DỰ BÁO GIÁ NHÀ Ở TẠI HÀ NỘI Nguyễn Thị Hồng Hoa, Nguyễn Lê Minh	90
11	BÀI TOÁN TÌM ĐƯỜNG ĐI NGẮN NHẤT CÓ RÀNG BUỘC Nguyễn Hà Trang	97
12	MỘT PHƯƠNG PHÁP HIỆU QUẢ TÌM ĐA THỨC ĐIỀU HÒA Đào Việt Cường, Đinh Thị Kim Nhung	104
13	MỘT SỐ KIỂU BẤT ĐẲNG THỨC BẤT ĐỊNH CHO PHÉP BIẾN ĐỔI TÍCH PHẦN HERMITE Phạm Tuấn Anh	111
14	PHƯƠNG PHÁP GRADIENT LIÊN HỢP TÌM CỰC TIỂU HÀM KHẢ VI Nguyễn Thị Huyền, Hoàng Thiệu Anh	117
15	SỬ DỤNG ĐỊNH LÝ WEIERSTRASS ĐỂ GIẢI BÀI TOÁN TÌM GIỚI HẠN DÃY SỐ Nguyễn Anh Ngọc	128
16	ỨNG DỤNG XÍCH MARKOV ĐỂ TỐI ƯU DANH MỤC ĐẦU TƯ CHỨNG KHOÁN Trịnh Thị Trang	135
17	XẤP XỈ PHƯƠNG TRÌNH ĐẠO HÀM RIÊNG PHỤ THUỘC THAM SỐ BẰNG MẠNG NEURON SÂU Nguyễn Văn Kiên, Nguyễn Anh Ngọc, Dư Thị Thu Trang, Phạm Thành Dương	143
18	GIẢI BÀI TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC CƠ HỆ VỚI HÀM LAGRANGE Huỳnh Văn Quân, Lê Hữu Đạt	155
19	PHÂN TÍCH DAO ĐỘNG TỰ DO CỦA DÀM CÓ CƠ TÍNH BIẾN THIÊN HAI CHIỀU TRONG MÔI TRƯỜNG NHIỆT ĐỘ Nguyễn Duy Trường, Vũ Thị An Ninh	162
20	XÂY DỰNG PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG CHO MÔ HÌNH MÓNG CỌC ĐƠN CHỊU TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT Huỳnh Văn Quân	172
21	ẢNH HƯỞNG CỦA NHỮNG PHẢN HỒI CỦA GIÁO VIÊN LÊN KỸ NĂNG VIẾT CỦA SINH VIÊN ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI Hoàng Thị Xuân	179

22	ÁP DỤNG MÔ HÌNH “LỚP HỌC ĐẢO NGƯỢC” TRONG GIẢNG DẠY MÔN NGỮ ÂM THỰC HÀNH CHO SINH VIÊN CHUYÊN NGÀNH TIẾNG ANH THƯỜNG MẠI Nguyễn Đỗ Hương Giang, Phùng Vân Thủy	189
23	ĐỐI SÁNH CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO NGÀNH NGÔN NGỮ ANH TRÌNH ĐỘ ĐẠI HỌC CỦA MỘT SỐ TRƯỜNG ĐẠI HỌC VIỆT NAM Nguyễn Thị Hồng Tuyền, Phạm Thị Bích Hạnh	198
24	NGHIÊN CỨU CHIẾN LƯỢC HỌC TẬP NGÔN NGỮ CỦA SINH VIÊN TẠI MỘT TRƯỜNG ĐẠI HỌC THUỘC KHỐI KỸ THUẬT Trương Thị Thanh Thủy, Trần Đình Thước	214
25	TÌM HIỂU VIỆC KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ TIẾNG ANH CHUYÊN NGÀNH KINH TẾ TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI Bạch Thị Thanh	221
26	ƯU - NHƯỢC ĐIỂM CỦA VIỆC HỌC TIẾNG ANH TRỰC TUYẾN - KHẢO SÁT TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI Nguyễn Thị Quyên	231
27	VIỆC SỬ DỤNG CÁC CHIẾN LƯỢC ĐỌC SIÊU NHẬN THỨC TRONG THỰC HÀNH KỸ NĂNG ĐỌC TIẾNG ANH B1 CỦA SINH VIÊN TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI Vũ Thị Minh Phương	240
28	VIỆC SỬ DỤNG CÔNG CỤ TRÍ TUỆ NHÂN TẠO GRAMMARLY TRONG HỌC VIẾT TIẾNG ANH CỦA SINH VIÊN ĐẠI HỌC Phạm Thị Hương Giang	251
29	CÁC CÁCH ĐẶT CÂU HỎI TRONG TIẾNG PHÁP VÀ SO SÁNH ĐỐI CHIẾU VỚI TIẾNG ANH Nguyễn Phương Lan	261
30	MỘT SỐ KINH NGHIỆM TRONG XÂY DỰNG BÀI GIẢNG VIDEO THEO MÔ HÌNH B-LEARNING TRONG GIẢNG DẠY TIẾNG PHÁP TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI Lê Nguyễn Thanh Hương	271
31	TIẾNG PHÁP « FOS-TU »: MÔN HỌC CẦN THIẾT CHO SINH VIÊN KHỐI PHÁP NGỮ TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI Nguyễn Diệu Thúy	279

32	ỨNG DỤNG CHATGPT TRONG GIẢNG DẠY NGÔN NGỮ: MỘT SỐ QUAN ĐIỂM LÝ THUYẾT VÀ KINH NGHIỆM THỰC TIỄN Nguyễn Quang Anh	285
33	CHẾ TẠO MÀNG MỎNG LƯỠNG KIM Co/Pt SẮT TỪ TRỰC TIẾP TRÊN ĐỂ DỄ Nguyễn Tuấn Sơn	295
34	CHẾ TẠO VẬT LIỆU $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$ VÀ NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC, TÍNH CHẤT TỪ CỦA VẬT LIỆU Đào Việt Thắng, Nguyễn Mạnh Hùng	303
35	KAO-LANH TRONG VAI TRÒ PHỤ GIA CHỐNG ĐÓNG CẶN CHO ĐÓT NHIÊN LIỆU SINH KHỐI Nguyễn Trường Giang	309
36	NANO COMPOSIT TRÊN NỀN NANO TỪ TÍNH VÀ ỨNG DỤNG Chu Tiến Dũng	314
37	NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VÀ KHẢO SÁT HOẠT TÍNH QUANG XÚC TÁC CỦA VẬT LIỆU COMPOSITE $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{g-C}_3\text{N}_4$ Đoàn Thị Thúy Phượng	323
38	NGHIÊN CỨU PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI VÀ CÁC TÍNH CHẤT NHIỆT ĐỘNG CỦA BERI Ở NHIỆT ĐỘ VÀ ÁP SUẤT CAO Hứa Xuân Đạt, Nguyễn Thị Hòa	330
39	TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA SÓNG ÁNH SÁNG ĐỂ TẠO HÌNH ẢNH Nguyễn Phi Hùng	342
40	CÁC HỢP CHẤT FLAVONOID GLYCOSIDE ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ LOÀI CỎ XƯỚC (ARCHYRANTHES ASPERA) Bùi Thị Nha Trang, Nguyễn Thị Mai	348
41	CÁC HỢP CHẤT TRITECPENE GLYCOSIDE ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ LOÀI NGƯU TẮT (ACHYRANTHES BIDENTATA) Hoàng Thị Tuyết Lan, Nguyễn Thị Mai	353
42	ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ XANH METYLEN CỦA VẬT LIỆU NANO BẠC BẰNG DỊCH CHIẾT LÁ BẠC HÀ Lại Thị Hoan	359

43	MỘT SỐ HỢP CHẤT ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ THÂN CỦA LOÀI DÂY ĐAU XƯƠNG (TINOSPORA SINENSIS) VÀ HOẠT TÍNH KHÁNG VIÊM Bùi Thị Mai Anh, Nguyễn Thị Mai	367
44	TÌM HIỂU MỘT SỐ VẬT LIỆU XÚC TÁC QUANG TRONG XỬ LÝ CHẤT HỮU CƠ ĐỘC HẠI Lê Thị Thi Hạ	373
45	TỔNG HỢP VẬT LIỆU NANO VONFRAMAT PHA TẠP $MWO_4(M=Ca,Zn): Eu^{3+}, Al^{3+}$ BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA ƯỚT VÀ KHẢO SÁT HOẠT TÍNH XÚC TÁC QUANG PHÂN HỦY PHẨM NHUỘM MB Vũ Thị Xuân, Nguyễn Văn Hải, Nguyễn Hải Nam, Đỗ Văn Huy	382
46	THÀNH PHẦN HÓA HỌC LÁ CỦA LOÀI DÂY ĐAU XƯƠNG (TINOSPORA SINENSIS) Bùi Thị Mai Anh	393
47	XÁC ĐỊNH CẤU TRÚC HÓA HỌC CỦA MỘT SỐ HỢP CHẤT ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ LOÀI ACHYRANTHES ASPERA Hoàng Thị Tuyết Lan	399
48	XÁC ĐỊNH CẤU TRÚC HÓA HỌC CỦA MỘT SỐ HỢP CHẤT PHÂN LẬP TỪ LOÀI ACHYRANTHES BIDENTADA Hoàng Thị Tuyết Lan	408
49	ẢNH HƯỞNG CỦA ĐẤT SÉT VÀ CỐT SỢI THỰC VẬT ĐẾN CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN VÀ UỖN CỦA BÊ TÔNG SINH THÁI Ngô Đức Chinh	416
50	NGHIÊN CỨU GIẢNG DẠY VỀ KỸ THUẬT ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY KHÔNG GIAN Nguyễn Tuấn Anh	427
51	NGHIÊN CỨU MỘT SỐ TỒN TẠI KHI SẢN XUẤT VÀ SỬ DỤNG CẤP PHỐI ĐÁ DẪM LÀM MÓNG ĐƯỜNG Ô TÔ Ở THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH Lương Đức Chung, Lê Thị Thu Thủy, Tạ Thị Huệ	438
52	BẢO VỆ DỮ LIỆU CÁ NHÂN TRÊN NỀN TẢNG PHI TẬP TRUNG CỦA ATALA PRISM TRONG THẾ GIỚI SỐ HÓA Nguyễn Thị Hồng Hoa	452

53	DỰ BÁO GIÁ TRỊ CỦA CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ TRONG MÔI TRƯỜNG Nguyễn Lê Minh, Lê Nhật Tùng, Trần Thị Dung	461
54	DỰ BÁO TUỔI THỌ PIN LITHIUM-ION BẰNG CÁC PHƯƠNG PHÁP HỌC MÁY Lại Mạnh Dũng	468
55	NÂNG CAO HIỆU SUẤT VÀ BẢO MẬT CỦA HỢP ĐỒNG THÔNG MINH TRONG GIAO DỊCH ĐÁU GIÁ NFT BẰNG AIKEN Cao Thị Luyện, Nguyễn Tiến Tùng, Khuấn Đình Thành, Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Thành Hưng	474
56	NGHIÊN CỨU VÀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỌC SÂU PHÁT HIỆN DẤU HIỆU MỆT MỎI TRONG QUÁ TRÌNH HỌC TRỰC TUYẾN Nguyễn Thị Bích Ngọc, Đinh Công Tùng, Lê Đăng Sơn	483
57	SSI- GIẢI PHÁP CHO TƯƠNG LAI AN TOÀN VÀ RIÊNG TƯ TRONG THẾ GIỚI SỐ Cao Thị Luyện, Nguyễn Đức Dur, Nguyễn Huy Công	489
58	ỨNG DỤNG HỌC MÁY ĐỂ HIỂU CÁC THẮC MẮC CỦA SINH VIÊN ĐẠI HỌC TỪ PHƯƠNG TIỆN TRUYỀN THÔNG TRỰC TUYẾN Lương Thái Lê, Nguyễn Quang Duy	497
59	ỨNG XỬ CHỊU XOẢN CỦA THANH HÌNH CÁNH BƯỚM CÓ TIẾT DIỆN HÌNH CHỮ NHẬT THAY ĐỔI Nguyễn Tuyên Hoàng, Nguyễn Như Hiếu, Ngô Văn Lược	505

LỜI NÓI ĐẦU

Nhận thức rõ tầm quan trọng của công tác nghiên cứu khoa học trong việc nâng cao chất lượng đội ngũ giảng viên, đồng thời nâng cao chất lượng giảng dạy, trong những năm gần đây, việc đẩy mạnh nghiên cứu khoa học đã được Khoa Khoa học Cơ bản xác định là một trong những hoạt động trọng tâm trong các chương trình công tác của Khoa.

Khoa Khoa học Cơ bản hiện có 85 cán bộ, giảng viên và 25 giảng viên thỉnh giảng, hợp đồng thuộc 08 bộ môn: Giải tích, Đại số & Xác suất thống kê, Vật lý, Hóa học, Anh văn, Nga-Pháp, Hình họa-Vẽ kỹ thuật và Cơ lý thuyết; trong đó có: 06 Phó Giáo sư, 25 Tiến sĩ, 50 Thạc sĩ, 04 Cử nhân. Hàng năm, Khoa chủ trì hàng chục đề tài cấp Trường; chủ trì và tham gia các đề tài cấp Bộ và đề tài Quỹ Nafosted. Trong 5 năm gần đây, các giảng viên của Khoa đã công bố 96 công trình trên các tạp chí quốc tế thuộc danh mục ISI và Scopus, góp phần tạo nên thương hiệu của Nhà trường.

Ngoài giảng dạy các môn khoa học cơ bản, từ năm học 2018-2019, Khoa còn được Nhà trường giao nhiệm vụ đào tạo chuyên ngành Toán - Tin ứng dụng thuộc ngành đào tạo Toán ứng dụng. Hiện đã có 2 khóa sinh viên tốt nghiệp ra trường, tỉ lệ sinh viên có việc làm ngay rất cao và với mức thu nhập khá tốt. Cũng trong năm học 2023 – 2024 việc mở chuyên ngành Ngôn ngữ Anh cũng đã đi được nhiều chặng đường quan trọng, hướng tới trực tiếp tuyển sinh cho năm học 2024-2025. Việc tiếp tục mở các ngành đào tạo mới, theo hướng chuyên môn mà Khoa đang quản lý là hướng phát triển tiếp theo của Khoa trong thời gian tới.

Để đạt được những thành quả trong giảng dạy và nghiên cứu, thời gian qua, Khoa đã luôn khuyến khích đội ngũ giảng viên chủ động đổi mới, cải tiến phương pháp giảng dạy, tích cực tham gia các Hội nghị, Hội thảo trong nước và quốc tế về các lĩnh vực chuyên môn, tăng cường các công bố quốc tế để nâng cao chất lượng nghiên cứu khoa học.

Tiếp nối thành công của Hội thảo năm 2018, năm 2020 và năm 2022, Khoa Khoa học Cơ bản tổ chức **"Hội thảo về giảng dạy và nghiên cứu Khoa học Cơ bản năm 2024"**, Hội thảo là diễn đàn để các giảng viên, các nhà khoa học trao đổi, học hỏi, chia sẻ kinh nghiệm nghiên cứu và giảng dạy trong các lĩnh vực: Toán học, Vật lý, Hóa học, Ngoại ngữ, Cơ lý thuyết và Hình họa - Vẽ kỹ thuật và các lĩnh vực khác liên quan. Những công trình nghiên cứu có giá trị của Hội thảo được biên tập và xuất bản trong cuốn **"Kỷ yếu Hội thảo về giảng dạy và nghiên cứu Khoa học Cơ bản năm 2024"**.

Khoa Khoa học cơ bản trân trọng gửi lời cảm ơn tới các tác giả trong và ngoài Trường đã dành sự quan tâm và gửi đến Hội thảo các bài viết có chất lượng. Xin cảm ơn các nhà giáo, các nhà khoa học từ các Trường đại học, các Viện nghiên cứu đã dành

Hội thảo về Giảng dạy và Nghiên cứu khoa học cơ bản năm 2024

thời gian và công sức đọc phản biện các bài báo, giúp Ban tổ chức lựa chọn các báo cáo tiêu biểu để đăng trong Kỷ yếu của Hội thảo. Những kết quả từ Hội thảo sẽ là cơ sở quan trọng để Khoa tiếp tục đổi mới, cải tiến phương pháp giảng dạy, định hướng nghiên cứu khoa học cũng như triển khai mở mới các ngành đào tạo.

Trong quá trình biên tập Kỷ yếu, không tránh khỏi những hạn chế, thiếu sót, Ban tổ chức mong nhận được sự chia sẻ và các ý kiến góp ý của độc giả.

Xin trân trọng cảm ơn !

BAN TỔ CHỨC HỘI THẢO

CHẾ TẠO VẬT LIỆU $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$ VÀ NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC, TÍNH CHẤT TỪ CỦA VẬT LIỆU

Đào Việt Thắng*, Nguyễn Mạnh Hùng

Bộ môn Vật lý, Trường Đại học Mở - Địa chất, 18 Phố Viên, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

*Tác giả liên hệ: Email: daovietthang@humg.edu.vn

Tóm tắt: Vật liệu $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ($x = 0,0 \div 0,5$) được tổng hợp bằng phương pháp sol-gel. Các đặc trưng cấu trúc, tính chất từ của hệ vật liệu được nghiên cứu bằng các kỹ thuật khác nhau như: giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD), phổ tán xạ Raman, ảnh hiển vi điện tử quét (SEM), ảnh hiển vi điện tử truyền qua (TEM), chu trình từ trễ (M-H). Kết quả phân tích XRD cho thấy các mẫu chế tạo kết tinh tốt với hai pha thành phần PbTiO_3 (PTO) và CoFe_2O_4 (CFO). Khi tỉ phần CFO tăng từ $x = 0,0$ đến $x = 0,5$ hằng số mạng a và c của pha PTO có sự thay đổi đáng kể. Phổ tán xạ Raman của hệ vật liệu cho thấy có sự dịch đỉnh $A_1(1\text{TO})$, $E(2\text{TO})$ về phía số sóng thấp. Các kết quả XRD, phổ tán xạ Raman, ảnh SEM và TEM đã chứng tỏ giữa hai pha PTO và CFO có sự liên kết chặt chẽ với nhau. Do đó, tính chất sắt từ của vật liệu PTO/CFO được cải thiện rõ rệt, từ độ bão hòa tăng từ $M_s = 0,03$ emu/g đến $25,22$ emu/g khi tỉ phần CoFe_2O_4 tăng từ $x = 0,0$ đến $x = 0,5$.

Từ khóa: XRD, Raman, sắt từ, PTO/CFO, sol-gel.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vật liệu đa pha điện từ tồn tại đồng thời tính chất sắt từ (hoặc phản sắt từ) và sắt điện gọi chung là tính chất “ferroic”. Vật liệu này tồn tại hiệu ứng từ - điện ($M-E$) [1, 2]. Do vậy, vật liệu đa pha điện từ có thể dùng để chế tạo các thiết bị điện tử như: cảm biến sinh học không cần cấp nguồn, đầu đọc thông tin, các bộ nhớ điện-từ không tự xóa, cho phép ghi thông tin bằng điện trường hoặc từ trường như. Tuy nhiên, do tính cạnh tranh giữa hai trật tự sắt điện và sắt từ nên loại vật liệu này rất ít tồn tại trong tự nhiên. Nghiên cứu tổng hợp vật liệu đa pha điện từ chứa đồng thời cả tính chất sắt điện sắt từ được các nhà khoa học rất quan tâm. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra hai phương pháp phổ biến để chế tạo ra vật liệu đa pha điện từ đó là: (i) thay thế bằng các ion đất hiếm hoặc kim loại chuyển tiếp vào vật liệu perovskite ABO_3 [3, 4]; (ii) tạo composite giữa vật liệu có tính sắt điện và vật liệu có tính sắt từ [2, 5, 6].

PbTiO_3 (PTO) là một trong những vật liệu thể hiện tính chất sắt điện. Vật liệu này có cấu trúc perovskite thường tồn tại trong hai pha cấu trúc lập phương và tứ giác [7]. Ở nhiệt độ phòng, PTO thường có cấu trúc tứ giác với tỉ số méo mạng $c/a = 1,06$, thể hiện tính chất sắt điện mạnh ($P_s = 80 \mu\text{C}/\text{cm}^2$) và hằng số điện môi lớn [8]. Tuy nhiên, PTO thường biểu hiện tính chất nghịch từ. Một số nghiên cứu đã cho thấy khi tạo composite giữa PbTiO_3 với vật liệu sắt từ làm xuất hiện từ giao tạo ra vật liệu tổ hợp tồn tại đồng thời cả hai trật tự sắt điện và sắt từ [5, 9]. Bên cạnh đó, CoFe_2O_4 (CFO) là vật liệu

có cấu trúc spinel đảo. Đây là vật liệu có tính chất sắt từ mạnh, lực kháng từ cao $H_C \sim 5,4$ kOe, từ độ bão hòa của vật liệu $M_s \sim 80$ emu/g [10-12]. Vật liệu CFO có tính dị hướng, có độ cứng và độ ổn định hóa học khá cao. Do đó, CFO sẽ là pha từ thích hợp trong việc chế tạo vật liệu composite với PTO từ đó tạo ra vật liệu đa pha điện từ.

Trong báo cáo này, chúng tôi trình bày phương pháp chế tạo vật liệu composite $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$, các kết quả nghiên cứu về cấu trúc và tính chất từ của vật liệu này. Từ đó xác định tỉ phần thích hợp của pha spinel CoFe_2O_4 nhằm tạo ra vật liệu đa pha điện từ có chất lượng tốt.

2. THỰC NGHIỆM

Vật liệu composite $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ($x = 0,0 \div 0,5$) đã được tổng hợp thành công bằng phương pháp sol-gel. Các tiền chất được sử dụng để chế tạo mẫu bao gồm: TTIP 98%, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 99%, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 99%, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 98,5%, dung môi ethylene glycol và axit citric 99,5%.

Đầu tiên, tinh thể PbTiO_3 được chế tạo bằng cách hòa tan muối $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ trong nước cất, sau đó đem trộn lẫn với TTIP đã được hòa tan trong axit citric đồng thời khuấy đều ở nhiệt độ 90°C đến khi thu được gel đồng nhất. Gel được làm khô ở nhiệt độ 195°C trong 4 giờ. Gel khô được đốt ở nhiệt độ 500°C trong 3 giờ thu được tinh thể PbTiO_3 . Tiếp theo, CoFe_2O_4 được chế tạo bằng cách hòa tan các muối $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ và $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ trong nước cất, sau đó đem trộn và khuấy đều trong dung dịch axit citric ở nhiệt độ 90°C đến khi thu được sol đồng nhất. Cuối cùng, tinh thể PbTiO_3 được đưa vào sol CoFe_2O_4 và khuấy đều ở nhiệt độ 90°C đến khi thu được gel đồng nhất. Gel được làm khô ở nhiệt độ 195°C trong 4 giờ, sau đó đem đốt ở nhiệt độ 800°C trong 3 giờ thu được các mẫu vật liệu composite $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$.

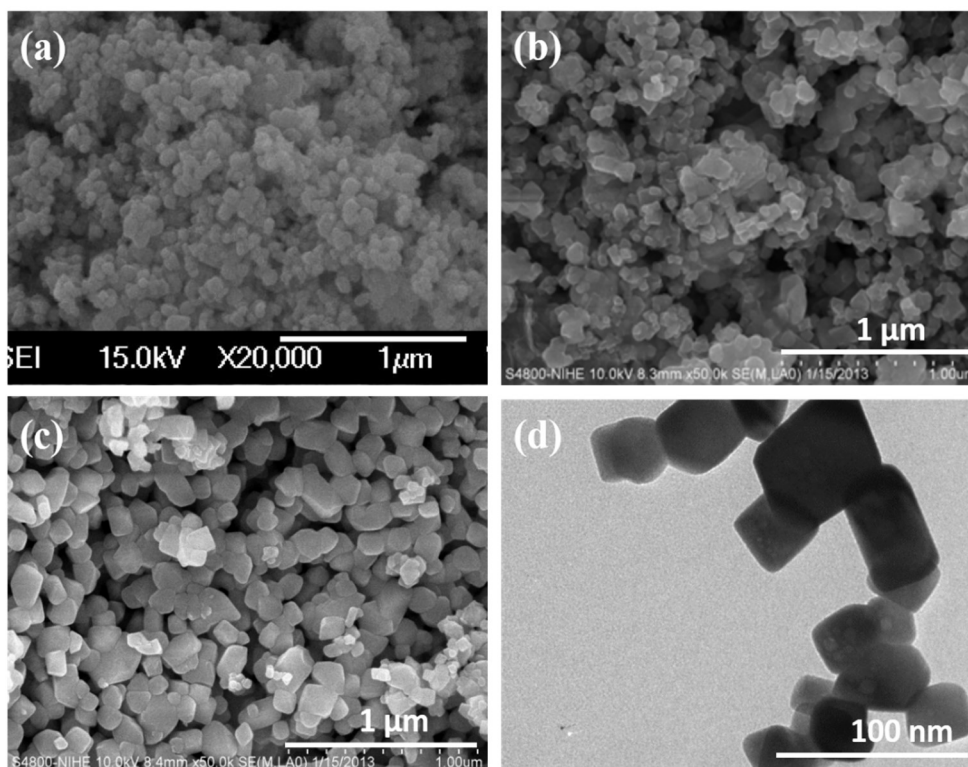
Cấu trúc tinh thể của hệ vật liệu được khảo sát bằng phép đo giản đồ nhiễu xạ tia X (trên hệ đo D8 – Advanced, dùng bức xạ CuK_α) và phổ tán xạ Raman (trên hệ LABRAM – 1B, bước sóng kích thích 514 nm). Hình thái bề mặt và kích thước hạt được xác định thông qua ảnh hiển vi điện tử quét SEM và ảnh hiển vi điện tử truyền qua TEM. Tính chất từ được khảo sát bằng phép đo chu trình từ trễ trên hệ từ kế mẫu rung VSM với từ trường cực đại là 13 kOe.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Để xác định liên kết giữa hai pha thành phần PbTiO_3 (PTO) và CoFe_2O_4 (CFO), chúng tôi đã tiến hành chụp ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) của 3 mẫu $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$ với tỉ phần CFO tương ứng là $x = 0; 0,3$ và $0,5$, kết quả chỉ ra trong Hình 1. Như quan sát thấy trong Hình 1a-c, cả 3 mẫu các hạt có hình dạng giả cầu, kích thước hạt khá đồng đều, kích thước hạt tăng khi tỉ phần CFO tăng. Phân bố kích thước hạt được xác định bằng phần mềm ImageJ. Kết quả cho thấy các mẫu với $x = 0; 0,3$ và $0,5$ có kích thước hạt phân bố tương ứng 44, 76, 138 nm. Điều này được giải thích là do vật liệu composite $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$ hình thành cấu trúc lõi/vỏ. Khi tỉ phần CFO tăng lên, lớp vỏ CFO bọc bên ngoài tinh thể PTO trở nên dày hơn dẫn tới kích thước hạt tăng. Để có thêm cơ sở cho nhận định này, chúng tôi đã tiến hành chụp ảnh hiển vi điện tử truyền qua (TEM) của mẫu $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$ ($x = 0,5$) (Hình 1d). Sự tương phản màu sắc của hình ảnh ở

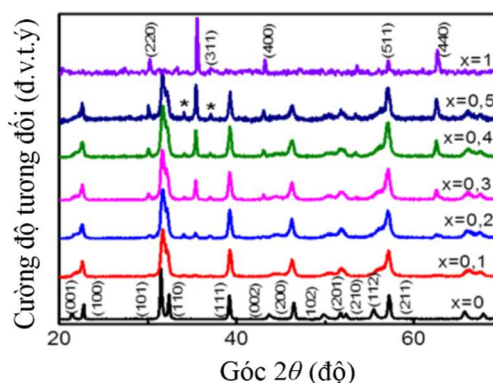
trong Hình 1d cho thấy rõ ràng cấu trúc lõi/vỏ của vật liệu PTO/CFO. Ta có thể thấy những vị trí màu sẫm bên trong tương ứng với hạt PTO, bên ngoài là các hạt CFO kích thước rất nhỏ bám trên bề mặt của hạt PTO.

Hình 2 là giản đồ nhiễu xạ tia X của hệ vật liệu composite $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$. Như quan sát thấy trong Hình 2, mẫu PTO ($x = 0$) kết tinh tốt, các đỉnh nhiễu xạ có cường độ lớn, phù hợp với thẻ chuẩn JCPDS số 22-1086. Theo thẻ chuẩn này PTO có cấu trúc tứ giác, các hằng số mạng tinh thể $a = 3,90 \text{ \AA}$ và $c = 4,14 \text{ \AA}$, tỉ số méo mạng $c/a = 1,06$ và



Hình 1. Ảnh SEM của hệ vật liệu $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$ tương ứng với $x = 0$ (a); $x = 0,3$ (b); $x = 0,5$ (c); và ảnh TEM của mẫu $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$ tương ứng $x = 0,5$ (d).

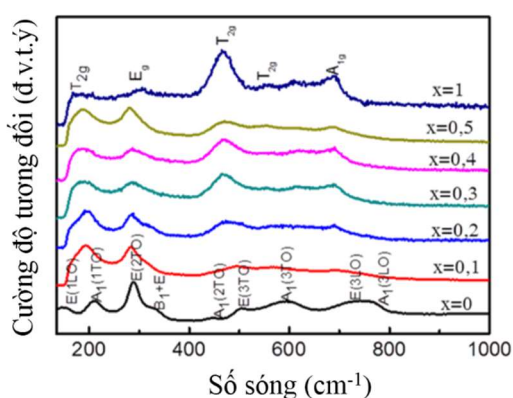
không xuất hiện các pha tạp chất. Đối với mẫu CFO ($x = 1$), các đỉnh nhiễu xạ phù hợp với thẻ chuẩn JCPDS số 60-452. Kết quả cho thấy CFO có cấu trúc spinel đảo với hằng số mạng tinh thể $a = 8,37 \text{ \AA}$. Khi tăng tỉ phần CFO từ $x = 0,0$ tới $x = 0,5$ cường độ các đỉnh nhiễu xạ đặc trưng của CFO tăng lên, cường độ các đỉnh đặc trưng của PTO giảm đi. Mẫu PTO có cấu trúc tứ giác với các cặp đỉnh đặc trưng như (001)-(100) hay (101)-(110). Tuy nhiên, khi tỉ phần CFO tăng lên, các cặp đỉnh này có xu hướng tiến lại gần nhau. Điều này cho thấy khi thay đổi tỉ phần CFO đã có sự ảnh hưởng lên pha cấu trúc tinh thể PTO. Hằng số mạng tinh



Hình 2. Giản đồ nhiễu xạ tia X của hệ vật liệu $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$.

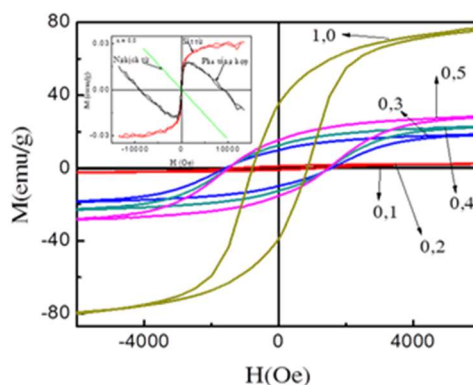
thể của các mẫu được xác định bằng phần mềm UnitCell. Kết quả cho thấy khi tỉ phần CFO tăng, hằng số mạng a của tinh thể PTO tăng từ 3,90 Å đến 3,91 Å, còn hằng số mạng c giảm từ 4,14 Å xuống 4,11 Å. Điều này, chứng tỏ đã có sự ảnh hưởng của lớp vỏ CFO lên cấu trúc tinh thể của lõi PTO. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của C. E. Ciomaga và các cộng sự đã chỉ ra ảnh hưởng của pha CFO lên cấu trúc tinh thể PTO khi tăng tỉ phần CFO [9].

Hình 3 là phổ tán xạ Raman của hệ mẫu $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$. Như quan sát thấy trong Hình 3, trong dải số sóng từ 200 – 900 cm^{-1} phổ tán xạ Raman của mẫu PTO xuất hiện 9 đỉnh ở các vị trí số sóng 151, 213, 290, 327, 447, 505, 595, 7218 và 765 cm^{-1} . Phổ tán xạ Raman của mẫu CFO ($x = 1$) xuất hiện 5 đỉnh ở các vị trí 172, 467, 560, 609 và 692 cm^{-1} . Đối với các mẫu composite PTO/CFO, ta có thể quan sát thấy các đỉnh tán xạ Raman tương ứng của cả hai pha thành phần PTO và CFO. Khi tỉ phần CFO tăng lên, đỉnh $A_1(1\text{TO})$, $E(2\text{TO})$ của pha PTO dịch về phía số sóng thấp, chứng tỏ tính chất dao động của lớp vỏ CFO có ảnh hưởng lên tính chất dao động của lõi PTO. Như vậy, từ kết quả phân tích XRD và phổ tán xạ Raman có thể khẳng định giữa hai pha PTO và CFO của vật liệu composite $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$ có sự liên kết chặt chẽ với nhau. Do đó, vật liệu composite $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$ có thể tồn tại hiệu ứng từ điện thông qua tương tác đàn hồi hai pha từ giao (CFO) và điện giao (PTO). Điều này cũng phù hợp với các nghiên cứu trước đây [9, 13]. Để có thêm cơ sở khoa học cho nhận định trên, chúng tôi đã khảo sát tính chất từ của hệ vật liệu PTO và vật liệu composite PTO/CFO bằng phép đo chu trình từ trễ.



Hình 3. Phổ tán xạ Raman của hệ vật liệu $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$.

Chu trình từ trễ hệ vật liệu composite $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$ khảo sát ở nhiệt độ phòng và được chỉ ra trong Hình 4. Hình nhỏ chèn trong Hình 4 là chu trình từ trễ của mẫu PTO. Như quan sát thấy trong Hình 4, PTO thể hiện tính chất nghịch từ trong khi các mẫu composite $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$ đều thể hiện tính chất sắt từ. Khi tỉ phần CFO tăng, từ độ bão hòa M_s tăng và đạt giá trị lớn nhất ở mẫu $(1-x)\text{PTO}/x\text{CFO}$ với $x = 0,5$ ($M_s = 25,22$ emu/g). Đồng thời, lực kháng từ H_c cũng tăng, đạt giá trị cực đại ở mẫu $x = 0,3$ ($H_c = 1595$ Oe), giá trị này lớn hơn của CFO ($H_c = 850$ Oe). Điều này cho thấy vật liệu composite PTO/CFO thể hiện trật tự sắt từ mạnh ở nhiệt độ phòng. Đây là minh chứng cho thấy việc tạo composite giữa PTO và CFO có thể tạo ra vật liệu đa pha điện từ.



Hình 4. Chu trình từ trễ hệ vật liệu composite $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$.

4. KẾT LUẬN

Trong báo cáo này, vật liệu composite $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ($x = 0,0 \div 0,5$) đã được chế tạo thành công bằng phương pháp sol-gel. Kết quả phân tích XRD, phổ tán xạ Raman và TEM cho thấy có sự liên kết chặt chẽ giữa hai pha PTO và CFO dẫn tới cấu trúc tinh thể, tính chất dao động của hai pha này có sự ảnh hưởng qua lại lẫn nhau. Tính chất từ của vật liệu PTO/CFO tăng lên đáng kể khi tăng tỉ phần CFO. Mẫu $(1-x)\text{PbTiO}_3/x\text{CoFe}_2\text{O}_4$ với $x = 0,5$ có từ độ bão hòa lớn nhất ($M_S = 25,22$ emu/g). Tính chất từ của vật liệu nền PTO được tăng cường khi tạo composite với CFO là dấu hiệu cho thấy có thể tạo ra vật liệu đa pha điện từ bằng cách tạo composite giữa PTO và CFO là hoàn toàn khả thi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. n. Ortega, a. Kumar, j. F. Scott and r. S. Katiyar, multifunctional magnetoelectric materials for device applications, *j. Phys.: condens. Matter.* 27, 50 (2015) 504002. 10.1088/0953-8984/27/50/504002.
- [2]. r. P. Singh and s. Saha, additives effect on the multiferroic behaviour of bifeo3–pbtio3, *ceram. Int.* 47, 21 (2021) 29815-29823. 10.1016/j.ceramint.2021.07.153.
- [3]. m. Habib, m. H. Lee, d. J. Kim, h. I. Choi, m.-h. Kim, w.-j. Kim, t. K. Song and k. S. Choi, enhanced piezoelectric performance of donor La^{3+} -doped bifeo3–batio3 lead-free piezoceramics, *ceram. Int.* 46, 6 (2020) 7074-7080. 10.1016/j.ceramint.2019.11.199.
- [4]. m. M. Hue, n. Q. Dung, l. T. K. Phuong, n. N. Trung, n. V. Duc, l. H. Bac and d. D. Dung, magnetic properties of $(1-x)\text{Bi}_0.5\text{Na}_0.5\text{TiO}_3 + x\text{MnTiO}_3$ materials, *j. Magn. Magn. Mater.* 471, (2019) 164-168. 10.1016/j.jmmm.2018.09.087.
- [5]. s. Kumar, j. Pal, s. Kaur, v. Sharma, s. Dahiya, p. D. Babu, m. Singh, a. Ray, t. Maitra and a. Singh, correlation between multiferroic properties and processing parameters in $\text{NdFeO}_3\text{-PbTiO}_3$ solid solutions, *j. Alloy. Compd.* 764, (2018) 824-833. 10.1016/j.jallcom.2018.06.058.
- [6]. n. Sheoran, v. Kumar and a. Kumar, comparative study of structural, magnetic and dielectric properties of $\text{CoFe}_2\text{O}_4 @ \text{BiFeO}_3$ and $\text{BiFeO}_3 @ \text{CoFe}_2\text{O}_4$ core-shell nanocomposites, *j. Magn. Magn. Mater.* 475, (2019) 30-37. 10.1016/j.jmmm.2018.11.120.
- [7]. m. Yaseen, h. Ambreen, r. Mehmood, m. Iqbal, j. Iqbal, t. Alshahrani, s. Noreen and a. Laref, investigation of optical and thermoelectric properties of PbTiO_3 under pressure, *physica b: physics of condensed matter.* 615, (2021) 412857. 10.1016/j.physb.2021.412857.
- [8]. v. A. Chaudhari and g. K. Bichile, synthesis, structural, and electrical properties of pure PbTiO_3 ferroelectric ceramics, *smart materials research.* 2013, (2013) 1-9. 10.1155/2013/147524.
- [9]. c. E. Ciomaga, m. Airimioaei, i. Turcan, a. V. Lukacs, s. Tascu, m. Grigoras, n. Lupu, j. Banys and l. Mitoseriu, functional properties of percolative $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-PbTiO}_3$ composite ceramics, *j. Alloy. Compd.* 775, (2019) 90-99. 10.1016/j.jallcom.2018.10.088.

- [10]. g. Qi, h. Ren, h. Fan and y. Liu, preparation of cofe_2o_4 nanoparticles based on high-gravity technology and application for the removal of lead, *chemical engineering research and design*. 147, (2019) 520-528. 10.1016/j.cherd.2019.05.047.
- [11]. l. S. Ferreira, t. R. Silva, j. R. D. Santos, v. D. Silva, r. A. Raimundo, m. A. Morales and d. A. Macedo, structure, magnetic behavior and oer activity of cofe_2o_4 powders obtained using agar-agar from red seaweed (rhodophyta), *mater. Chem. Phys.* 237, (2019) 121847. 10.1016/j.matchemphys.2019.121847.
- [12]. m. Kamranifar, a. Allahresani and a. Naghizadeh, synthesis and characterizations of a novel $\text{cofe}_2\text{o}_4@\text{cus}$ magnetic nanocomposite and investigation of its efficiency for photocatalytic degradation of penicillin g antibiotic in simulated wastewater, *j hazard mater.* 366, (2019) 545-555. 10.1016/j.jhazmat.2018.12.046.
- [13]. g. Channagoudra, a. K. Saw, k. Dey, d. Xavier, r. Venkatesh, v. Subramanian, d. K. Shukla and v. Dayal, substantial magnetoelectric response in $2/3[\text{pb}(\text{mg}_{1/3}\text{nb}_{2/3})\text{o}_3]-1/3[\text{pbtio}_3]-\text{cofe}_2\text{o}_4$ composites, *j. Alloy. Compd.* 863, (2021) 158504. 10.1016/j.jallcom.2020.158504.

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

Địa chỉ: 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 * Email: 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:

Xưởng in Trường Đại học Giao thông vận tải

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

In 300 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: 1492-2024/CXBIPH/1-37/GTVT.

Mã số sách tiêu chuẩn quốc tế - ISBN: 978-604-76-2931-2.

Quyết định xuất bản số: 23LK/QĐ-XBGT ngày 14 tháng 5 năm 2024.

In xong và nộp lưu chiểu năm 2024.