

GS. TS. Nguyễn Việt Bắc	<i>Viện Hóa học-Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự, Việt Nam (VN)</i>
PGS. TS. Phạm Văn Cường	<i>Viện Hóa sinh biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN</i>
PGS. TS. Lưu Minh Đại	<i>Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN</i>
GS. TSKH. Trịnh Xuân Giản	<i>Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN</i>
GS. TS. Lê Xuân Hiền	<i>Viện Kỹ thuật nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN</i>
PGS. TS. Vũ Đình Hoàng	<i>Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, VN</i>
GS. TSKH. Nguyễn Đức Hùng	<i>Viện Hóa học-Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự, VN</i>
GS. TS. Lê Quốc Hùng	<i>Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN</i>
GS. TS. Nguyễn Cửu Khoa	<i>Viện Khoa học Vật liệu ứng dụng, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN</i>
GS. TS. Nguyễn Văn Khải	<i>Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN</i>
PGS. TSKH. Phan Văn Kiệm	<i>Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN</i>
GS. TSKH. Lưu Cẩm Lộc	<i>Viện Công nghệ Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN</i>
GS. VS. Châu Văn Minh	<i>Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN</i>
GS. VS. Đặng Vũ Minh	<i>Liên hiệp Hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam, VN</i>
GS. TS. Nguyễn Kim Phi Phụng	<i>Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế</i>
GS. TSKH. Phan Tông Sơn	<i>Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQG Hà Nội</i>
GS. TSKH. Đặng Như Tài	<i>Trường Đại học Sư phạm, ĐHQG Hà Nội</i>
GS. TS. Nguyễn Văn Tuấn	<i>Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQG Hà Nội</i>
GS. TS. Nguyễn Văn Tuấn	<i>Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, VN</i>
GS. TS. Young Ho Kim	<i>Khoa Dược, Đại học Chung Nam, Hàn Quốc</i>
GS. TS. Toru Fujii	<i>Khoa Cơ học Vật liệu, Đại học Doshisa, Kyoto, Nhật Bản</i>
GS. TS. Alky Aukauloo	<i>Trường Đại học Parid Sud và Trường Đại học Pari Saclay, Pháp</i>
GS. TS. Athanassios Giannis	<i>Trường Đại học Leipzig, Đức</i>
GS. TS. Paul Erik Hansen	<i>Trường Đại học Roskilde, Đan Mạch</i>
GS. TS. Masaki Kawano	<i>Viện Nghiên cứu khoa học Tokyo, Nhật Bản</i>
GS. TS. Sudipta Roy	<i>Trường Đại học Strathclyde, Vương Quốc Anh</i>
GS. TS. Oliver Schmitz	<i>Trường Đại học Duisburg-Essen, Đức</i>
GS. TS. SonBinh Nguyen	<i>Trường Đại học Northwestern, Mỹ</i>
GS. TS. Bart Van der Bruggen	<i>Trường Đại học Katholieke, Vương quốc Bỉ</i>
GS. TS. Giang Vo Thanh	<i>Trường Đại học Part-Sud, Pháp</i>
PGS. TS. Hong-Jie Zhang	<i>Trường Đại học Baptist Hồng Kông</i>
GS. TS. Ludger Wessjohann	<i>Trường Đại học Halle, Đức</i>

TẬP CHÍ HÓA HỌC

Tổng Biên tập

GS. TSKH. Trần Văn Sung *Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam*

Phó Tổng Biên tập

GS. TSKH. Trần Vinh Diệu *Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Việt Nam*

Hội đồng biên tập

Thư kí Tòa soạn: Đoàn Thị Yên Oanh
Thư từ, bài viết xin gửi theo địa chỉ: Tòa soạn Tạp chí Hóa học Tầng 3, nhà A16, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam Số 18, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội Điện thoại: +84 24 3 7917412 E-mail: tcjh@vjs.ac.vn ; tcjh62@vjs.ac.vn Website: www.vjc.wiley-vch.de

– Bài không đang kiểm tra lại bản thảo.

– Tập chỉ xuất bản mỗi năm một tập 6 số. Năm 2018, sẽ xuất bản toàn văn 4 số tiếng Anh và 2 số tiếng Việt.

– ban thảo.

– Để tiện liên lạc, người viết cần ghi rõ địa chỉ cơ quan, địa chỉ email, số điện thoại cơ quan và số điện thoại nhà riêng (nếu có) của tác giả liên hệ vào phía dưới góc trái của

Phải viết tên tác giả, không sử dụng ký hiệu... hoặc "và cộng sự/et al."

– Tên tác giả Việt Nam cần viết đầy đủ theo thứ tự họ, tên đệm và tên (không viết tắt), tác giả nước ngoài cần viết tắt tên, có dấu chấm sau từ viết tắt, họ cần viết đầy đủ.

bằng cả hai từ tiếng Việt và tiếng Anh.

– Ban thảo gửi đến Tòa soạn cần được đánh máy rõ ràng, hình vẽ đặt đúng chỗ, ký hiệu và công thức phải viết rõ ràng và chính xác. Tài liệu tham khảo, nếu là tập chỉ cần ghi theo thứ tự: tên tác giả, tên bài, *tên tập chí, năm, tập, số, trang*; nếu là sách: tên tác giả, tên sách, trang, nhà xuất bản, lần xuất bản, năm xuất bản; nếu là báo cáo hội nghị: tên tác giả, tên báo cáo, tên hội nghị và tuyển tập, trang, năm; nếu là đề tài (hoặc luận văn, luận án): tên tác giả, tên đề tài/luận án, luận văn, nơi bảo vệ, năm; trong mọi trường hợp năm đề trong ngoặc đơn. Nếu tài liệu tham khảo thuộc hệ chữ tượng hình có tóm tắt nội dung bằng tiếng Anh, đề phía trên bài. Phần tóm tắt nội dung bằng tiếng Anh của bài viết bằng tiếng Việt phải nêu được đầy đủ nội dung của bài (từ 250 từ đến 300 từ), có thể dài hết trang thứ nhất của bài báo. Các bài đều phải có đầu đề

trình công bố dưới dạng *Thông báo ngắn* sẽ được rút ngắn thời gian chờ đăng.

– Do sự hạn chế của khuôn khổ, Tập chỉ chỉ có thể đăng những bài không dài quá 5 trang in, kể cả hình vẽ, bảng số liệu và tài liệu tham khảo, từ những trường hợp ngoại lệ do Hội đồng Biên tập yêu cầu. Trong mỗi bài có không quá 5 hình vẽ. Những công

bằng tiếng Việt và tiếng Anh.

– Tập chỉ Hóa học đăng những công trình nghiên cứu có giá trị khoa học và thực tiễn trong các lĩnh vực hóa học, công nghệ hóa học, hóa sinh, hóa môi trường, sinh thái và tài nguyên sinh vật, y, dược, sinh được, công nghệ vật liệu, công nghệ nano, công nghệ sinh học ... của các nhà khoa học trong và ngoài nước. Tập chỉ được xuất bản

Tác giả gửi bài đăng chú ý:

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIETNAM ACADEMY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Tập 57, số 6E_{1,2}, tháng 12 - 2019

HỘI NGHỊ HÓA HỌC TOÀN QUỐC LẦN THỨ 8
“HÓA HỌC VIỆT NAM VÌ SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG”

In tại Công ty Cổ phần Khoa học và Công nghệ Hoàng Quốc Việt, 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội.
Chỉ số: 12873. In xong và nộp lưu chiểu tháng 12/2019.

SÁCH KHÔNG BÁN

Study on fabrication and colloidal stability of magnetic cobalt ferrite-based nanofluids for magnetic resonance T2-imaging (MRI)

Le The Tam^{1*}, Nguyen Thi Ngoc Linh², Nguyen Hoa Du¹, Phan Thi Hong Tuyet¹, Ho Dinh Quang¹,
Le Thi Thu Hiep¹, Nguyen Thien Vuong^{3,4}, Le Trong Lu^{3,4}, Tran Dai Lam^{3,4}

¹Vinh University, 182 Le Duan, Vinh City, Viet Nam

²Thai Nguyen University of Sciences, Viet Nam

³Institute for Tropical Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Viet Nam

⁴Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Viet Nam

Received August 30, 2019; Accepted for publication November 30, 2019

Abstract

Magnetic cobalt ferrite (CoFe_2O_4) nanoparticles (NPs) have been synthesized using the thermal decomposition method. The critical parameters such as surfactant concentration and OA/OLA ratio have been intensively investigated in detail to optimize conditions for the synthesis of the magnetic nanoparticles. Especially, after coating nanoparticles with the PMAO, the surface of CoFe_2O_4 becomes hydrophilic and well-dispersed in water. Furthermore, the obtained nanofluids are still stable over a wide range of salt concentration (from 50 to 220 mM). The spin-spin (T_2) relaxation times of the nuclear spins (hydrogen protons) in aqueous solutions of various concentrations of coated ferrite nanoparticles were determined using a nuclear magnetic resonance (NMR) spectrometer. The MRI image was detected with higher contrast in comparison with the control sample. The MRI images of in-vitro samples taken by the T_2 status which shows that our coated ferrite nanoparticles can be used as a T_2 MRI contrast agent. These findings suggest the potential application of PMAO-coated magnetic CoFe_2O_4 NPs in the biomedical discipline.

Keywords. Magnetic resonance imaging (MRI), colloidal stability, thermal decomposition, magnetic liquid, ligand exchange.

1. INTRODUCTION

Recent applications of magnetic nanoparticles in biomedical applications, especially in imaging diagnostics using MRI Magnetic Resonance Imaging engineering have attracted the attention of scientists around the world.^[1-4] Magnetic resonance imaging (MRI) contrast media are used to improve visualization of abnormal structures or lesions in various parts of the body. The most common MRI contrast media are based on paramagnetic compounds that contain metal ions from the transition or lanthanide series of the periodic table such as manganese, iron, and gadolinium.^[1,5-8] These metal ions have a large magnetic moment and can shorten the longitudinal (T_1) and transverse (T_2) relaxation times of protons in the water of tissues. Currently in imaging diagnostics using MRI magnetic resonance imaging, T_1 contrast agents have become a traditional commodity, which is a complex of paramagnetic ions

with a large torque value like Gd^{3+} (7 unpaired electrons). These Gd^{3+} ions are combined with molecules such as DTPA (diethylenetriamine penta acetic acid) and create Gd-DTPA chelate round complex structures.^[7-9] During the recovery process, the interaction between the magnetic moment of the proton and the magnetic moment of the paramagnetic ions causes the T_1 time to be reduced, so the recovery rate R_1 increases. The concentration of agents is different in each cell tissue region, thus providing an effective contrasting on MRI images. However, since early 2006 evidence has accumulated that some gadolinium-based contrast agents, particularly gadodiamide (Omniscan®, GE Healthcare, Chalfont St. Giles, UK), may cause a potentially devastating or even fatal scleroderma-like, fibrosing condition called nephrogenic systemic fibrosis (NSF) in patients with renal failure.^[10-13] Recently it has been shown that gadopentetate dimeglumine (Magnevist®, Bayer Schering, Berlin, Germany) may

also trigger NSF, but not with the same high frequency as gadodiamide. In the USA cases of NSF have been reported after exposure to gadoversetamide (OptiMARK®, Covidien, St. Louis, USA) [12]. Recently, researches applying magnetic nanoparticles as MRI image contrast materials have been published in many documents as an attempt to develop new contrast agents with lower toxicity.

Some recent researches have shown that cobalt ferrite (CoFe_2O_4) (CF) has a high-saturated magnetic moment and is a potential materials for MRI magnetic resonance imaging.^[1,14-16] Furthermore, this materials is superparamagnetic and stability and high biological compatibility, so there are many prospects for application in medicine and biology. However, CoFe_2O_4 nanoparticles synthesis methods in previous studies are limited in controlling the size and shape of the particle. In this research, CoFe_2O_4 nanoparticles were synthesized by decomposing Fe(III) and Co(II) acetylacetonate in organic solvents at high temperatures. Particle size and shape control is done by changing the surface active-agent concentration. The particles after synthesis are transferred from organic solvents phase to water using poly (maleic anhydride-alt-1-octadecene) (PMAO) as a phase transition agent. The structural, morphological and magnetic properties, as well as the durability of magnetic liquid samples in different physiological pH and salt concentrations, as well as the ability to become imaging contrast inhibitor in MRI imaging techniques that were surveyed and discussed.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Chemicals

The original chemicals include: iron (III) acetylacetonate ($\text{Fe}(\text{acac})_3$) 99,99 %, cobalt (II) acetylacetonate ($\text{Co}(\text{acac})_2$) 99,99 %, 1-octadecene (OCD, 99 %), absolute ethanol (≥ 96 %), hexane (99 %), chloroform (≥ 99 %), oleic acid (OA) 99 %, oleylamine (OLA) 70 %, 1-octadecanol (OCD-ol) 95 % and poly(maleic anhydride-alt-1-octadecene) (PMAO) were purchased from Sigma-Aldrich Ltd, Singapore. All the materials were used as received without further purification.

2.2. Synthesis of CoFe_2O_4

CoFe_2O_4 @OA/OLA MNPs were synthesized using thermal decomposition method in organic solvents at high temperature. In this process, 7.5 mmol of Co (II) acetylacetonate ($\text{Co}(\text{acac})_2$ (1.92 g), 99.9 %), 15 mmol of Fe (III) acetylacetonate ($\text{Fe}(\text{acac})_3$, 5.32 g), 40 mmol OCD-ol (10.8 g) were used as reactants.

Simultaneously give a specific volume of OA, OLA surface active-agent and octadecene solvent in the mixture. OA - OLA surface active-agent concentration was taken equally and surveyed in the experiments 135 mM, 201 mM, 310 mM, and 450 mM (denoted as CF1, CF2, CF3 and CF4, respectively). The reaction mixture was magnetically stirred and degassed at room temperature for at least 30 minutes. Then, the sample was heated to 100 °C and its temperature was maintained for 30 min to remove water. Next, the mixture was heated to 200 °C and held for another 30 min. Finally, the reaction mixture was heated to 310 °C with a heating rate of about 10 °C/min and held for 60 min. Then, the solution was cooled naturally to room temperature and washed with ethanol and centrifuged before dispersing in n-hexane solvent. The samples were then dried to determine the structural characteristics, particle size, and magnetic properties. It is observed that the particles range in size from 7 nm to 14 nm depending on the concentration of the reagents used. The samples were labeled as CF1 (6.2 ± 1.7 nm), CF2 (8.4 ± 0.8 nm), CF3 (10.8 ± 2.8 nm), and CF4 (11.8 ± 3.4 nm) according to the particle size.

2.3. Transferring CoFe_2O_4 MNPs into the water by using PMAO

The phase transition process of CoFe_2O_4 nanoparticles from hydrophobic to hydrophilic is similar to the phase transition of Fe_3O_4 nanoparticles by the author Kannan M. Krishnan et al.^[17] Specifically, 50 mg of cleaned CoFe_2O_4 samples are dispersed in 1 ml of chloroform, ultrasonic vibration for 3 to 5 minutes to ensure the particles are dissolved (solution A). Add 1 g poly (maleic anhydride-alt-1-octadecene) (PMAO) to 10 ml of chloroform, ultrasonic vibration for 3 to 5 minutes to disperse all of PMAO (solution B). Slowly add magnetic of solution A into solution B and ultrasonic vibration for 5 to 10 minutes to ensure that the solution is well mixed, without sedimentation. The resulting product is kept at room temperature and stirred magnetically for clean chloroform. Then add 12 ml of NaOH 1 M solution to continue stirring, we obtain samples that are enable to disperse in water.

2.4. Characterization of magnetic nanoparticles

The phase structures of the samples were characterized by XRD using diffractometer D8 Advance Bruker with CuK_α radiation ($\lambda = 1.5406$ Å). The morphological properties (size and shape) of the particles were obtained using a JEOL JEM-1010 TEM. The average size and the size distribution of

nanoparticles were analyzed using ImageJ software to examine the particle size distribution. The shell – core bonds were analyzed by Fourier transform infrared spectroscopy FT-IR (Nicolet 6700). The saturation magnetization of these samples at room temperature was measured up to the highest magnetic field of 10 kOe using a vibrating sample magnetometer (VSM). The size distribution and stability of the magnetic fluids were examined using a Zetasizer (Horiba SZ-100Z system).

2.5. Contrast enhancement in MRI

The MRI experiments were performed using a Siemens MR spectrometer with a magnetic field intensity of 1.5 T. The following parameters were adopted in data acquisition: T_2 -weighted images: echo time (TE) = 34; 57 ms, repetition time (TR) = 4000 ms, field of view (FOV) = 160×160 mm, matrix = 390×280, slice thickness = 3.0 mm and flip angle 90°. The signal intensity of the samples was measured and the experiment was carried for the different concentrations of CoFe_2O_4 nanoparticles in different values of echo time TE.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Morphology, particle size and magnetic properties of the CoFe_2O_4 @OA/OLA MNPs

Figure 1 indicates TEM image and CoFe_2O_4 particle size distribution chart when OA and OLA concentrations change. The results showed that the

particle size increased significantly when the surface active-agent concentration increased (Fig. 1e). When the concentration of each type of OA and OLA increases from 135-310 mM, the particle size increases from 6.2 to 10.8 nm but the particle shape is almost unchanged (Fig. 1a, b). When OA and OLA concentrations are 450 mM, we see a significant change in the shape and size of CoFe_2O_4 particles (Fig. 1d). In this case, the size reaches 11.8 ± 3.4 nm, the particle has a different shape like cubic, spherical, triangular, while the other samples have spherical, clear grain boundaries, no there is a connection (Fig. 1d).

The size increase of CoFe_2O_4 particles may be due to the formation of an oleate complex part of cobalt and iron in the synthesis process. Cobalt (II) and iron (III) acetylacetonate are decomposed at about 190 °C,^[18-19] however, if they form complexes with OA for metal oleates, their decomposition temperature increases about 300 °C.^[19] When OLA and OA concentrations are low, the main source of iron and cobalt in the form of acetylacetonate will quickly be decomposed at a temperature 230-250 °C forming crystallites. This will reduce the source of iron and cobalt to feed the growth phase of these crystallites, so the collected nanoparticles will be smaller. When OLA and OA concentrations are high, iron(III) and cobalt(II) mainly form complexes with OA forming oleate complexes. At high decomposition temperatures of oleate complexes, sources of iron and cobalt are available in solution to facilitate the growth of crystallines. The result is nanoparticles with a larger size.

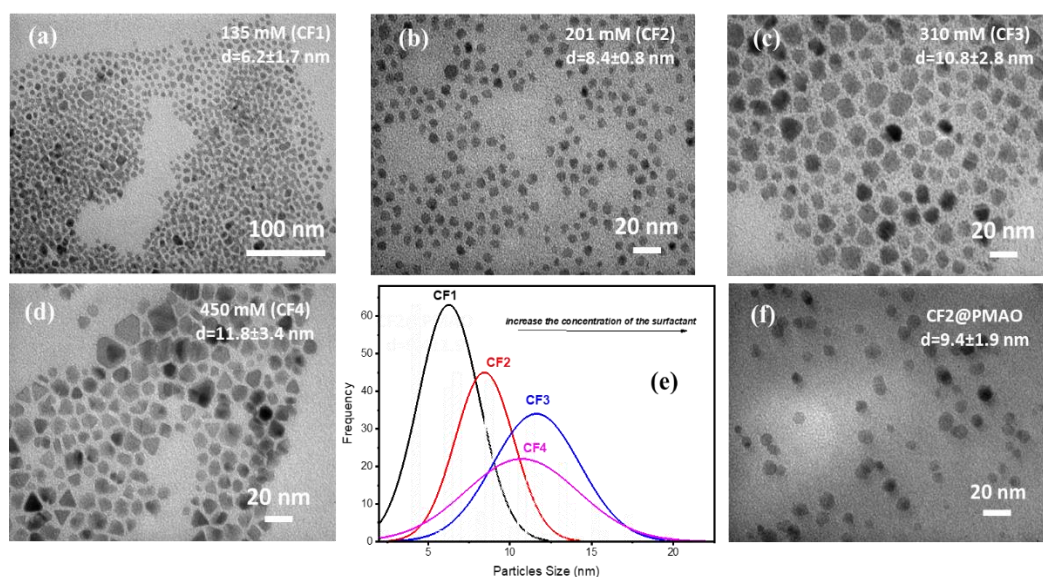


Figure 1: The typical TEM photographs (a, b, c, d) and (e) their corresponding size distribution histograms of the OA/OLA-coated CoFe_2O_4 NPs were synthesized at different concentration of the surfactant. TEM images of the PMAO-encapsulated CoFe_2O_4 nanoparticles (f)

The results of particle size dependence on OA, OLA surface active-agent concentrations in this research show that particle size increases with increasing OA and OLA concentrations. This is explained when the solution contains a large OA concentration, the main complex generation between the precursors ($\text{Co}(\text{acac})_2$ and $\text{Fe}(\text{acac})_3$) with OA in the solution to form very stable oleates of Co and Fe in the reaction process. Due to the high decomposition temperature of this complex, Co and Fe sources in the solution will be excess to provide the particle development stage resulting in larger particles.

To determine the crystal phase structure of the synthesized samples, we conducted X-ray diffraction

analysis. Samples are washed after synthesis and to dry naturally before measuring X-ray diffraction. It can be seen that sample have diffraction peak of CoFe_2O_4 spinel phase such as: (220), (311), (400), (511) and (440). In which the edge (311) has the strongest intensity. It can be seen that under different conditions no edge of other phases appears such as iron(II) oxide, iron(III) oxide or cobalt oxide(II). This proves that synthetic materials are monophasic. Also, the large intensity of diffraction picks indicates that the samples obtained have a high degree of crystal. X-ray diffraction diagram with strong noise background can be attributed to the contribution of the surfactant layer OLA and OA on the surface of CoFe_2O_4 particles (Fig. 2).

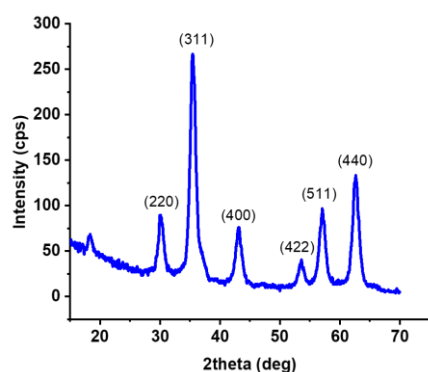


Figure 2: Powder X-ray diffractions of CoFe_2O_4 nanoparticles (CF2)

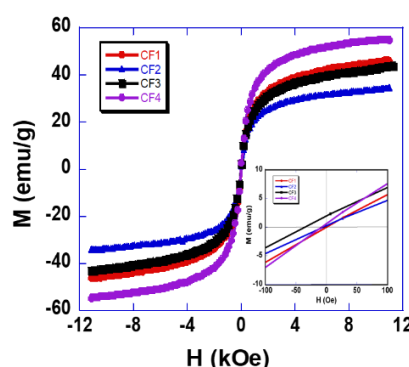


Figure 3: $M(H)$ curves measured for CoFe_2O_4 samples. The smaller figure is hysteresis loop at low magnetic field

To test the magnetic properties of synthesized CoFe_2O_4 nanoparticles with different sizes, we measured the hysteresis curve at an indoor temperature in the external magnetic field from -10 kOe to 10 kOe (Fig. 3). The results showed that all samples reached saturation state (M_s), M_s values of samples reached 35.27-55.67 emu/g and they have superparamagnetic properties at indoor temperature (coercive force and residual magnet are nearly zero). Besides, M_s value of the samples increased as the particle size increases. This value is significantly higher than most synthetic samples by other methods such as emulsion ultrasound or oxalate method, however smaller than the bulk model (80 emu/g). The change of the saturated degree magnetic (reduction) in nanoscale compared with the bulk model is explained by the magnetic disorder phenomenon at the surface of the particle.

3.2. Dispersing and stability of $\text{CoFe}_2\text{O}_4@OA/OLA$ MNPs phase transfer in water

Mechanism of particle phase transition from

hydrophobic to hydrophilic by PMAO can be described as follows: PMAO is a polymer consisting of two parts, hydrophobic part is a hydrocarbon chain that helps PMAO molecules adhering to particles through hydrophobic – hydrophobic connection with OA and OLA molecules on the particle surface, hydrophilic parts contain anhydride radicals helping to disperse particles in water environment (Fig. 4a).

Figure 4 shown that CoFe_2O_4 particles before PMAO coating is dispersed very well in hexane and completely undispersed in water (Fig. 4b,c). After covering the surface PMAO of CoFe_2O_4 particles becomes hydrophilic and well dispersed in water, the particles are completely undispersed in n-hexane (Fig. 4d). Thus, it can be determined that the polymer layer has covered the surface of the particles and helps them stabilize and disperse well in water. Besides, the responding ability on durability in the body physiological environment is also one of the requirements for magnetic nanoparticles for biomedical applications. Because the salt concentration in the body remains in the range of 165÷180 mM with a pH $\approx$ 7.4, we conducted a survey of the strength of the magnetic liquid in physiological

salt with salt concentration of 50 mM, 150 mM, 200 mM, 220 mM and 250 mM (Fig. 4f).

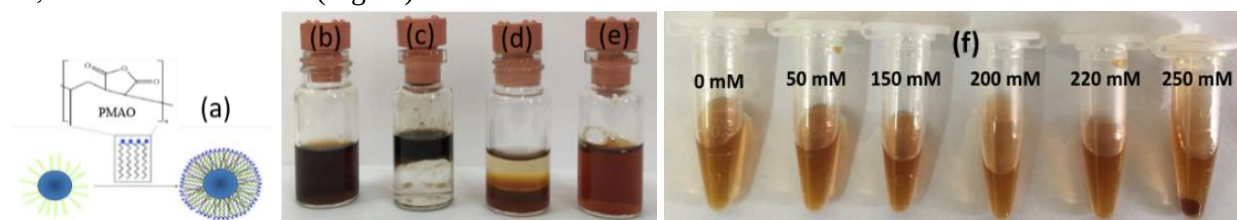


Figure 4: The reaction scheme of encapsulation of CoFe₂O₄ NPs, coated with oleic acid and oleylamine, with poly(maleic anhydride-alt-1-octadecene) through hydrophobic interactions (a); CoFe₂O₄ nanoparticle before and after encapsulating PMAO in hexane (b), in mixture of hexane and water (c), CoFe₂O₄ nanoparticle encapsulated by PMAO in mixture of hexane in water (d), in water (f) and Colloidal stability in water of the nanoparticles at different NaCl concentrations

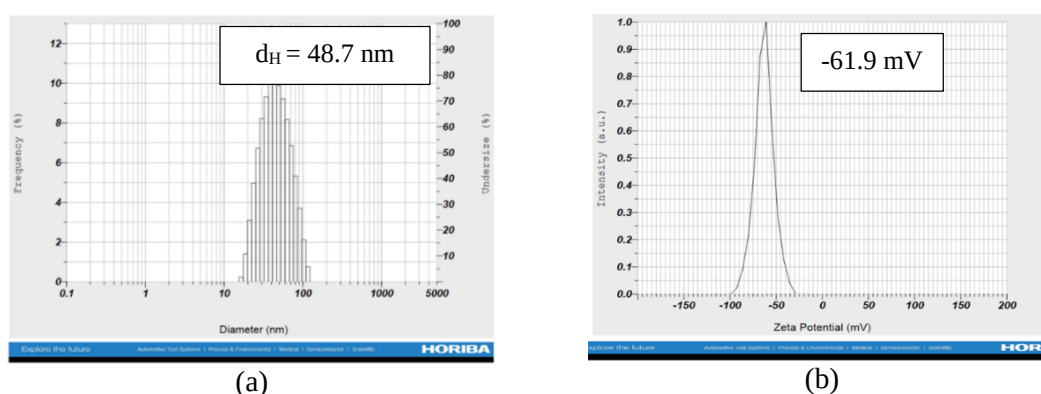


Figure 5: The hydrodynamic size distribution (a) and Z-potential of the PMAO-coated CoFe₂O₄ NPs in water

The results showed that, in the NaCl concentration 220 mM or less, PMAO-coated CoFe₂O₄ particles maintained good dispersion capacity in the water and was relatively stable. When the salt concentration reaches 250 mM in the solution starting adhesion between the particles (Fig. 4f). To determine the particle size and durability of magnetic fluids we use DLS measurement technique. From figure 5a it can be seen that the diagram has only a single peak (at 48.7 nm) with the width of the narrow bottom indicating that the particles obtained are relatively uniform in size with average size after covering about 29.8 nm. Furthermore, magnetic fluids are highly durable with zeta potential values -61.9 mV (Fig. 5b).

3.3. Contrast enhancement in MRI

The superparamagnetic CoFe₂O₄ nanoparticles induce a decrease in transverse relaxation time T_2 , leading to an increase in contrast of the MRI images. To evaluate the role of magnetic nanoparticles as a contrast agent, MRI imaging was carried out in defined protocol and in different concentration of nanoparticles.

Figure 6 presented T₂-weighted MR images of samples: the last one is H₂O (concentration of iron C = 0 µg/mL); the next five samples C1, C2, C3, C4, and C5 are at concentrations of 15, 30, 45, 60 and 90 µg iron/mL, respectively. We can easily see considerable contrast even when the difference in concentration is very small. As shown in figure 6, it can be concluded that the increase in the concentration of nanoparticles results in a decrease in transverse relaxation time T_2 , thus leading to MR signal enhancement. T₂-weighted images depend on TR (repetition time, with TR > 3000 ms) and TE (echo time, with TE > 50 ms). For a systematic

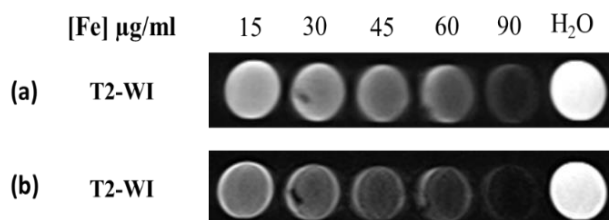


Figure 6: T₂-weighted MRI images for six sample tubes with different concentrations of CoFe₂O₄ nanoparticles for the different values of echo time TE = 34 ms (a) and TE = 57 ms (b)

evaluation of the T2-weighted MRI images, the experiment was carried for different values of TE. Figure 6 shows the T2-weighted MRI images for the different concentrations of CoFe₂O₄ nanoparticles in different values of echo time TE. This figure indicates that MR signal intensity increases with an increase in TE value up to 57 ms. The results *in-vitro* experimentation show that our contrast agent of PMAO coated nanoparticles can be used as a T₂ agent in MRI.

4. CONCLUSION

In this paper, CoFe₂O₄ nanoparticles coated with biocompatible poly (maleic anhydride-alt-1-octadecene) (PMAO) were synthesized for use as an MRI (magnetic resonance imaging) contrast agent. Cobalt ferrite nanoparticles with the size between 6.2 and 11.8 nm are successfully synthesized by the thermal decomposition method in organic solvents. Research results show that OA and OLA surface active-agents play a very important role in controlling the size and shape of magnetic nanoparticles. Magnetic fluids of CoFe₂O₄ nanoparticles coated with PMAO, well dispersed and durable in the physiological environment. The average diameter of the coated particles was 9.4±1.9 nm. Additionally, high-resolution magnetic resonance images with improved transverse relaxation T₂ were observed when using magnetite-based ferrofluid for *in-vitro* and test. From the results obtained above, it shows that the magnetic fluid system on CoFe₂O₄ base coated with PMAO is very potential in imaging diagnosis by MRI magnetic resonance imaging technique.

Acknowledgment. This work is financially supported by MOET grant # B2019-TDV-03 (Le The Tam).

REFERENCES

1. N. Lee, D. Yoo, D. Ling, M. H. Cho, T. Hyeon, and J. Cheon. Iron Oxide Based Nanoparticles for Multimodal Imaging and Magnetoresponsive Therapy, *Chemical Reviews*, **2015**, 115(19), 10637-10689.
2. G. Wang, W. Gao, X. Zhang, X. Mei. Au Nanocage Functionalized with Ultra-small Fe₃O₄ Nanoparticles for Targeting T₁-T₂ Dual MRI and CT Imaging of Tumor, *Sci. Rep.*, **2016**, 6(3), 1-10.
3. G. Wang, X. Zhang, A. Skallberg, Y. Liu, Z. Hu, X. Mei, K. Uvdal. One-step synthesis of water-dispersible ultra-small Fe₃O₄ nanoparticles as contrast agents for T₁ and T₂ magnetic resonance imaging, *Nanoscale*, **2014**, 6, 2953-2963.
4. X. Meng, H. C. Seton, L. T. Lu, I. A. Prior, N. T. K. Thanh, B. Song. Magnetic CoPt nanoparticles as MRI contrast agent for transplanted neural stem cells detection, *Nanoscale*, **2011**, 3(3), 977-984.
5. Y. K. Peng, S. C. E. Tsang, P. T. Chou. Chemical design of nanoprobe for T1-weighted magnetic resonance imaging, *Mater. Today*, **2016**, 19(6), 336-348.
6. M. Yang, L. Gao, K. Liu, C. Luo, Y. Wang, L. Yu, H. Peng, W. Zhang. Characterization of Fe₃O₄/SiO₂/Gd₂O(CO₃)₂ core/shell/shell nanoparticles as T1 and T2 dual mode MRI contrast agent, *Talanta*, **2015**, 131, 661-665.
7. P. Caravan, J. J. Ellison, T. J. McMurry, R. B. Lauffer. Gadolinium(III) Chelates as MRI Contrast Agents: Structure, Dynamics, and Applications, *Chem. Rev.*, **1999**, 99(9), 2293-352.
8. P. Hermann, J. Kotek, V. Kubiček, and I. Lukeš. Gadolinium(III) complexes as MRI contrast agents: Ligand design and properties of the complexes, *Dalt. Trans.*, **2008**, 9226(23), 3027-3047.
9. L. Gao, J. Zhou¹, JingYu, Q. Li, X. Liu, L. Sun, T. Peng, J. Wang, J. Zhu, J. Sun, W. Lu, L. Yu, Z. Yan, Y. Wang. A Novel Gd-DTPA-conjugated Poly(L-Y 3-glutamyl-glutamine)-paclitaxel Polymeric Delivery System for Tumor Theranostics, *Sci. Rep.*, **2017**, 7(1), 1-13.
10. A. Khurana, V. M. Runge, J. F. Greene, A. E. Nickel. Nephrogenic Systemic Fibrosis: A Review of 6 Cases Temporally Related to Gadodiamide Injection (Omniscan), *Investigative Radiology*, **2007**, 42(2), 139-145.
11. P. Marckmann, L. Skov, K. Rossen, A. Dupont, M. B. Damholt, J. G. Heaf, H. S. Thomsen. Nephrogenic Systemic Fibrosis: Suspected Causative Role of Gadodiamide Used for Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Imaging, *Journal of the American Society of Nephrology*, **2006**, 17(9), 2359-2362.
12. H. S. Thomsen, P. Marckmann, V. B. Logager. Nephrogenic systemic fibrosis (NSF): a late adverse reaction to some of the gadolinium-based contrast agents, *Cancer Imaging*, **2007**, 7, 130-137.
13. P. Marckmann, L. Skov, K. Rossen, J. G. Heaf, H. S. Thomsen. Case-control study of gadodiamide-related nephrogenic systemic fibrosis, *Nephrol Dial Transplant*, **2007**, 22(11), 3174-3178.
14. D. Piché, I. Tavernaro, J. Fleddermann, J.G. Lozano, A. Varambhia, M.L. Maguire, M. Koch, T. Ukai, A.J.H. Rodríguez, L. Jones, F. Dillon, I. R. Molina, M. Mitzutani, E.R. G. Dalmau, T. Maekawa, P.D. Nellist, A. Kraegeloh, N. Grobert. Targeted T₁ Magnetic Resonance Imaging Contrast Enhancement with Extraordinarily Small CoFe₂O₄ Nanoparticles, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **2019**, 11(7), 6724-6740.
15. H. H. M. Joshi, Y. P. Lin, M. Aslam, P. V. Prasad, E. A. Schultz-Sikma, R. Edelman, T. Meade, V. P. Dravid. Effects of Shape and Size of Cobalt Ferrite Nanostructures on Their MRI Contrast and Thermal Activation, *J. Phys. Chem. C*, **2009**, 113(41), 17761-17767.
16. I. Galarreta, M. Insausti, I. Gil de Muro, I. Ruiz de Larramendi, L. Lezama. Exploring Reaction

- Conditions to Improve the Magnetic Response of Cobalt-Doped Ferrite Nanoparticles, *Nanomaterials*, **2018**, 8(2), 1-12.
17. A. Tomitaka, H. Arami, S. Gandhi, K.M. Krishnan. Lactoferrin conjugated iron oxide nanoparticles for targeting brain glioma cells in magnetic particle imaging, *Nanoscale*, **2015**, 7(40), 16890-16898.
18. R.G. Charles, M.A. Pawlikow. Comparative heat stabilities of some metal acetylacetonate chelates, *J. Phys. Chem.*, **1958**, 62(4), 440-444.
19. N. Bao, L. Shen, Y. Wang, P. Padhan, A. Gupta. A Facile Thermolysis Route to Monodisperse Ferrite Nanocrystals, *J. Am. Chem. Soc.*, **2007**, 129(41), 12374-12375.

Corresponding author: **Le The Tam**

School of Chemistry, Biology and Environment, Vinh University

Vinh City, Nghe An Province

E-mail: tamlt@vinhuni.edu.vn

Tel.: +84- 989640960.

MỤC LỤC
TABLE OF CONTENTS

	<i>Trang</i>
1 Nghiên cứu quy trình tổng hợp chất trung gian methyl 3-(N-hydroxycarbamimidoyl) benzoate làm nguyên liệu tổng hợp thuốc ataluren (<i>translarna</i>) dùng để điều trị bệnh loạn dưỡng cơ duchenne. Synthesis of methyl 3-(N-hydroxycarbamimidoyl) benzoate, the key intermediate in the synthesis of the drug ataluren for the treatment of duchenne muscular dystrophy. <i>Trần Đức Quân, Đào Đức Thiện, Nguyễn Thanh Tâm, Nguyễn Thị Hoàng Anh, Trịnh Thị Thủy, Hà Xuân Anh, Giang Thị Kim Liên</i>	1
2 Ảnh hưởng của pH dung dịch đến hình thái, cấu trúc và độ bền của vật liệu thép hợp kim cao phủ màng hỗn hợp oxit SnO ₂ - Sb ₂ O ₃ . The effects of pH on the morphology, structure and electrochemical durability of high alloy steel electrode materials coated with SnO ₂ -Sb ₂ O ₃ oxide mixture. <i>Huỳnh Thu Swong, Nguyễn Quang Bắc, Vũ Thị Tàn, La Thế Vinh</i>	4
3 Nghiên cứu chế tạo hệ chất dẫn mang thuốc MIL-53(Fe)@5FU hướng ứng dụng trong điều trị ung thư dạ dày. Study on formulation of drug delivery system MIL-53(Fe)@5FU in gastric cancer therapy application orientation. <i>Nguyễn Thị Hoài Phương, Lã Đức Dương, Ninh Đức Hà, Trần Văn Chinh, Lê Thanh Bắc, Nguyễn Quế Châu</i>	9
4 Chế tạo và khảo sát tính chất vật liệu cao su nanocompozit trên cơ sở cao su thiên nhiên và một số blend của nó gia cường nanosilica. Preparation and properties characterization of rubber nanocomposites based on natural rubber and its blends reinforced with nanosilica. <i>Đỗ Trung Sỹ, Ngô Quang Hiệp, Phạm Công Nguyên, Trần Hữu Quang, Lưu Đức Hùng, Đỗ Quang Minh, Nguyễn Thanh Liêm, Đỗ Quang Kháng</i>	14
5 Chế tạo, tính chất vật liệu cao su nanocompozit trên cơ sở blend cao su thiên nhiên/cao su butadien gia cường phối hợp nanosilica, than đen và ống nanocarbon. Preparation and properties of rubber nanocomposites based on natural rubber and butadiene rubber reinforced with nanosilica, carbon black and carbon nanotubes. <i>Ngô Quang Hiệp, Phạm Công Nguyên, Trần Hữu Quang, Trần Hữu Huy, Đỗ Trung Sỹ, Phạm Quỳnh Trang, Lương Như Hải, Nguyễn Thanh Liêm, Đỗ Quang Kháng</i>	20
6 Nghiên cứu tổng hợp và đặc trưng nano pha tạp CeO ₂ @Nd ³⁺ . Synthesis and characterization of neodymium oxide doped ceria nanoparticles. <i>Lê Hữu Trinh</i>	26
7 Nghiên cứu chế tạo một số blend cao su đi từ EPDM. Investigation on fabrication of blends based on EPDM rubber. <i>Nguyễn Phạm Duy Linh, Phạm Thế Long, Nguyễn Huy Tùng, Bùi Chương, Nguyễn Thanh Liêm</i>	31

- 8 Nghiên cứu ứng dụng cao su tự nhiên epoxy hóa (ENR) làm chất trợ tương hợp cho blend cao su NR/CIIR. 36
Using epoxydized natural rubber (ENR) as compatibilizer for natural/chlorinated butyl rubber blend.
Nguyễn Huy Tùng, Nguyễn Phạm Duy Linh, Bùi Chương, Nguyễn Thanh Liêm
- 9 Tổng hợp vật liệu lai ghép g-C₃N₄/BiVO₄ có hoạt tính quang xúc tác cao trong vùng ánh sáng khả kiến. 40
Synthesis of g-C₃N₄/BiVO₄ hybrid material with high visible light photocatalytic activity.
Mai Hùng Thanh Tùng, Bùi Thị Ngọc Trúc, Nguyễn Thị Phương Lệ Chi, Hồ Minh Thiện, Nguyễn Thanh Việt, Phạm Thanh Đồng, Trần Thị Thu Phương, Trần Thị Thu Hiền, Nguyễn Tấn Lâm, Nguyễn Thị Diệu Cẩm
- 10 Nghiên cứu nâng cao tính chất cơ học và độ bám dính với màng polyeste của blend cao su EPDM/CIIR. 45
Enhance the mechanical and adhesion properties of EPDM/CIIR rubber blend.
Đỗ Quốc Việt, Nguyễn Phạm Duy Linh, Nguyễn Huy Tùng, Bùi Chương, Nguyễn Thanh Liêm, Hoàng Như Kha, Nguyễn Minh Trang
- 11 Sử dụng (1-butyl 3-methylimidazolium chloride) để chiết sulfate polysaccharide từ loài rong *Ulva papenfussii*. 50
Extraction of sulfate polysaccharide from the macroalgae *Ulva papenfussii* by using (1-butyl 3-methylimidazolium chloride).
Trần Thị Thanh Vân, Trần Nguyễn Hà Vy, Nguyễn Thị Thuận, Cao Thị Thúy Hằng, Nguyễn Duy Nhứt, Thành Thị Thu Thủy
- 12 Ảnh hưởng của laccol và OELO đến tính chất cơ học của vật liệu polyme trên cơ sở nhựa epoxy Epikote 828, sử dụng chất đóng rắn diethylentriamin. 54
Effects of laccol and OELO on the mechanical properties of polymer baser on epoxy resin epikote 828 using diethylentriamine hardener.
Đặng Hữu Trung
- 13 Nghiên cứu ảnh hưởng của natri silicat đến tính chất bọt chữa cháy tạo màng nước. 59
Study on the effects of sodium silicate to properties for aqueous film-forming foam concentrate.
Nguyễn Thị Ngoan, Lương Như Hải, Đỗ Sơn Hải, Vương Văn Trường, Tô Phúc Du, Trương Thị Thảo, Lê Thị Thuý Hằng, Lê Văn Thụ
- 14 Chế biến quặng antimon thành Sb₂O₃ dùng làm nguyên liệu để tổng hợp chất màu vàng vô cơ 64
Processing of antimony ore to produce Sb₂O₃ using as raw material for synthesis inorganic yellow pigments
La Thế Vinh, Nguyễn Quang Bắc, Nguyễn Việt Đức
- 15 Tổng hợp, đặc trưng và tính chất hóa lý của các phức chất của Zn(II) với các phối tử Meosalophen. 68
Synthesis, characterization and physicochemical properties of Zn(II) complexes bearing meosalophen ligands.
Nguyễn Quang Trung, Phạm Thị Phương Nam, Đinh Thị Hồng Anh, Nguyễn Văn Tuyến
- 16 Nghiên cứu mối quan hệ giữa hoạt tính ức chế enzyme α -glucosidase và cấu trúc của một số hợp chất flavonoid. 74

Study on structure–activity relationship of flavonoid compounds with α -glucosidase inhibitory activity.

Đỗ Văn Nhật Trường, Lê Hữu Thọ, Nguyễn Xuân Hải, Nguyễn Thị Thanh Mai

- 17 Đặc trưng và hoạt tính xúc tác của vật liệu ZnO/zeolite 4A trong phản ứng este hóa nhựa thông Việt Nam. 79

Characteristics and catalytic activity of ZnO/zeolite 4A material in the esterification of Vietnam colophony.

Nguyễn Thị Trúc Linh, Lê Thành Đạt, Phan Đình Tuấn

- 18 Tối ưu hóa thành phần của composit (Fe, Cu, Al) oxit/bentonit cho hấp phụ photphat trong dung dịch nước sử dụng phương pháp đáp ứng bề mặt. 84

Optimization of composition of (Fe, Cu, Al) oxide/bentonite composite for phosphate adsorption in aqueous solution using surface response methodology.

Phạm Văn Lâm, Nguyễn Bình Dương, Quãn Thị Thu Trang

- 19 Các friedelan và glutinan tritecpen từ cây đại cán bidoup *Macrosolen bidopensis* Tagane & V.S. Dang. 89

Friedelane-type and glutinane-type triterpenoids from the whole plant of *macrosolen bidopensis* Tagane & V.S. Dang.

Lê Kiều Hưng, Nguyễn Thế Anh, Phan Nhật Minh, Bùi Trọng Đạt, Ngô Trọng Nghĩa, Đặng Văn Sơn, Mai Đình Trị, Nguyễn Tấn Phát

- 20 Các diarylheptanoid và dẫn xuất ellagic acid từ cây đại cán tam sắc *Macrosolen tricolor* (L.) Dans. 93

Diarylheptanoids and ellagic acid derivatie from the whole plant of *Macrosolen tricolor* (L.) Dans.

Lê Kiều Hưng, Bùi Thị Kim Ngân, Nguyễn Thị Trang, Phan Nhật Minh, Bùi Trọng Đạt, Ngô Trọng Nghĩa, Đặng Văn Sơn, Mai Đình Trị, Phạm Nguyễn Kim Tuyền, Nguyễn Tấn Phát

- 21 Tổng hợp nano Mg(OH)₂ dạng tấm dùng chế tạo xốp polyuretan chậm cháy. 97

Preparation of Mg(OH)₂ nano-flakes for flame-retardant polyurethane foam.

Hoàng Mai Hà, Hắc Thị Nhung

- 22 Đánh giá khả năng hoạt động điện hóa của các dạng tồn tại Cd, Pb trong các môi trường điện li sử dụng mô hình cân bằng hóa học. 103

Assessment of the electrochemical activity of the Cd, Pb existing forms in electrolyte environments using a chemical equilibrium model.

Lê Trường Giang, Nguyễn Thị Liễu

- 23 Ảnh hưởng của nồng độ natri hydroxit đến đặc trưng tính chất tinh bột hạt mít cacboxymetyl. 108

Effect of sodium hydroxide concentration on physicochemical properties of carboxymethyl jackfruit seed starch.

Lê Thị Hồng Thuý, Nguyễn Thanh Tùng, Nguyễn Văn Khôi, Lê Nguyễn Phương Thanh, Nguyễn Thị Như, Nguyễn Thị Thảo, Hồ Thị Thu Thảo

- 24 Đặc trưng cấu trúc của polysaccharit chiết tách từ rong lục *Enteromorpha intestinalis*. 113

Structural characteristics of polysaccharide extracted from green seaweed *Enteromorpha intestinalis*.

Quách Thị Minh Thu, Hoàng Trúc Tâm, Đặng Vũ Lương, Nguyễn Quang Tâm, Ngô Văn Quang, Trần Thị Thanh Vân, Hồ Đức Cường, Thành Thị Thu Thủy

- 25 Sulfat polysaccharit chiết tách từ rong lục chi *Cheatomorpha*: đặc điểm cấu trúc và hoạt tính chống đông tụ máu. 117
Sulfate polysaccharide extracted from green seaweed *Cheatomorpha* genus: structure and anticoagulant activity.
Quách Thị Minh Thu, Nguyễn Hải Minh, Đỗ Thị Thanh Xuân, Đặng Vũ Lương, Trần Thị Thanh Vân, Nguyễn Thị Nụ, Thành Thị Thu Thủy
- 26 Đặc điểm cấu trúc và tính chất gel của polysaccharide chiết từ 02 loài rong đỏ *Gracilaria salicornia* và *Gelidiella acerosa*. 121
Structural characteristics and gelling properties of polysaccharides from two red algae species *Gracilaria salicornia* and *Gelidiella acerosa*.
Trần Thị Thanh Vân, Bùi Thị Mỹ Trâm, Võ Thành Trung, Võ Mai Như Hiếu, Bùi Văn Nguyên, Thành Thị Thu Thủy
- 27 Chế tạo và nghiên cứu độ ổn định của hạt nano resveratrol. 125
Preparation and stability study of resveratrol nanoparticles.
Hồ Thị Oanh, Hoàng Mai Hà
- 28 Đánh giá độc tính cấp, độc tính bán trường diễn và hoạt tính ức chế tăng sinh tế bào bạch cầu tủy xương cấp tính của viên nang thuốc phong tê thấp Bà Giằng. 130
Evaluate the acute toxicity, subchronic toxicity and proliferation inhibition of acute myeloid leukemia cells of rheumatic remedy Ba Giang capsules.
Nguyễn Thị Hoàng Anh, Trịnh Thị Thủy, Trần Đức Quân, Đào Đức Thiện, Nguyễn Thanh Tâm, Bá Thị Châm, Hoàng Quốc Vinh, Nguyễn Thị Hà, Nguyễn Thị Liên, Domenico V. Delfino
- 29 Bước đầu nghiên cứu tổng hợp (S)-3-hydroxytetrahydrofuran. 136
Preliminary synthesis of (S)-3-hydroxytetrahydrofuran as a key intermediate for chiral building blocks).
Nguyễn Thị Ngọc, Chu Hà Phương, Nguyễn Văn Giang, Nguyễn Đình Luyện, Nguyễn Văn Hải
- 30 Ảnh hưởng của chất hóa dẻo tới tính chất của màng vật liệu tổ hợp HPMC/Shellac. 140
Effect of plasticizer on properties of composite films from HPMC/Shellac.
Phạm Thị Thu Hà, Nguyễn Thị Lương, Hồ Xuân Hương, Nguyễn Văn Khôi, Nguyễn Thanh Tùng
- 31 Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của kích thước xơ dệt đến tính chất của vật liệu polyme composít nền cao su acrylonitril butadien. 146
Investigation on effect of synthetic textile fiber size on properties of polymer composite material based on acrylonitrile butadiene rubber.
Lê Thúy Hằng, Đoàn Anh Vũ, Nguyễn Phạm Duy Linh
- 32 Nghiên cứu ảnh hưởng của quá trình chức hóa bề mặt carbon xốp lên hiệu suất và đặc tính của sản phẩm trong quá trình tổng hợp nano composite C-CNF. 151
Influence of acidic treatment on carbon felt's surface to performance and characterization of nano composite C-CNF.
Dương Thế Hy, Lê Đức Nguru, Phạm Hữu Linh, Nguyễn Đình Lâm, Trương Hữu Trì
- 33 Nghiên cứu tổng hợp các hạt nano coban ferit siêu thuận từ ở nhiệt độ thấp. 158

Preparation of low temperature superparamagnetic cobalt ferrite nanoparticles with high magnetization.

Dương Hồng Quyên, Hoàng Thị Kiều Nguyên

- 34 Nghiên cứu tổng hợp và xác định các đặc trưng của nanocompozit giữa alginat và hydroxit cấu trúc lớp kép hướng đến ứng dụng trong vận chuyển thuốc. 162

Synthesis and characterization of nanocomposite of alginate and layered double hydroxide toward the application in drug delivery system.

Phan Thị Ngọc Bích, Quãn Thị Thu Trang, Nguyễn Bình Dương

- 35 Ảnh hưởng của số chu kỳ thấm trong hệ hắc ín-toluen đến cấu trúc và tính chất của vật liệu compozit cacbon-cacbon. 168

Effect of coal tar pitch infiltration process cycle times to structure and characters of carbon-carbon composite.

Đào Thế Nam, Nguyễn Trung Dũng, Nguyễn Văn Thao, Đoàn Tuấn Anh, Phạm Tuấn Anh, Vũ Minh Thành

- 36 Nghiên cứu chế tạo và so sánh hoạt tính của vật liệu xúc tác dị đa axit được cố định trên các vật liệu vô cơ mao quản Al-SBA-15 và ZSM-5/SBA-15 trong phản ứng tổng hợp chất tạo hương fructon. 174

Study on the preparation and catalytic activity comparison of 12-phosphotungstic acid immobilized on Al-SBA-15 and ZSM-5/SBA-15 materials in the synthesis of fructose fragrant.

Trương Thị Hạnh, Đỗ Văn Cường, Đỗ Ngọc Mai, Nguyễn Thị Nhiệm, Đoàn Thị Hải, Trần Quang Hưng, Lê Thị Hoài Nam, Trần Quang Vinh

- 37 Nghiên cứu chế tạo xúc tác HPA cố định trên chất mang Al-SBA-15 được trao đổi ion với Cs⁺ cho phản ứng tổng hợp chất tạo hương fructon. 179

Preparation of 12-phosphotungstic acid catalyst immobilized on cesium ion-exchanged Al-SBA-15 for fructose fragrant synthesis.

Đỗ Văn Cường, Trương Thị Hạnh, Đỗ Ngọc Mai, Nguyễn Thị Nhiệm, Đoàn Thị Hải, Lê Thị Hoài Nam, Trần Quang Vinh

- 38 Điều chế nanocomposite PANi@hydrotalcite bằng phương pháp gián tiếp dựa trên đặc tính tái cấu trúc của hydrotalcite. 184

Preparation of nanocomposite PANi@hydrotalcite using indirect method via re-structuring of hydrotalcite.

Trần Bội An, Nguyễn Thị Thái Hiền, Nguyễn Lê Thanh Hoài, Đinh Thị Hoài Linh, Phan Thanh Thảo, Tô Thị Xuân Hằng

- 39 Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian biến tính ống nano cacbon đến tính chất cơ lý vật liệu epoxy composite. 188

The effects modification time of carbon nanotubes on physico-mechanical properties of epoxy composite materials.

Phạm Quang Thuần, Nguyễn Văn Cành, Nguyễn Mạnh Tường

- 40 Tổng hợp, nghiên cứu cấu tạo và thăm dò hoạt tính kháng nấm, kháng khuẩn của hợp chất N,N-diethylbenzamidin chứa hợp phần L-alanin metyl este. 192

Synthesis, structural study and antifungal, antibacterial activities of L-alanine methyl ester derivative of N,N-diethylbenzamidine.

Lê Cảnh Định, Châu Tấn Vinh, Trần Đình Thịnh, Phạm Chiến Thắng, Nguyễn Lê Tuấn

- 41 Nghiên cứu điều chế MgO kích thước nanomet từ quặng secpentin và axit HCl. 197
Study on preparation of nano - sized MgO from serpentine ore and HCl acid.
Lê Xuân Thành, Trần Thị Anh, Bùi Thị Vân Anh, Vũ Đình Tiến, Nguyễn Thị Thanh, Võ Văn Tân
- 42 Nghiên cứu tạo lớp phủ geomet từ bột hợp kim Zn-Al và đặc điểm tính chất của nó. 203
Preparation of Geomet coating from flake Zn-Al alloy powder and its characterials.
Lê Thị Nhung, Phạm Trung Sơn, Nguyễn Hoàng, Trương Anh Khoa, Nguyễn Thu Hiền
- 43 Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ hạt rắn đến độ nhớt chất lỏng từ coban ferit. 208
The effect of particle concentration on the rheological properties of cobalt ferrite ferrofluids.
Dương Hồng Quyên, Nguyễn Minh Tú, Hoàng Thị Kiều Nguyên
- 44 Nghiên cứu phân lập và đặc điểm cấu trúc của glycosaminoglycan từ hải sâm *Holothuria atra*. 213
Isolation and structural characteristics of glycosaminoglycans from sea cucumber *Holothuria atra*.
Phạm Đức Thịnh, Mai Ngô Thương Hoài, Đinh Thành Trung, Đào Việt Hà, Phạm Trung Sơn
- 45 Ảnh hưởng của H_3BO_3 và $H_2C_2O_4$ lên độ phát quang của kẽm silicat kích hoạt bởi mangan tổng hợp theo phương pháp phản ứng pha rắn. 218
The effect of H_3BO_3 and $H_2C_2O_4$ on the luminescence of manganese - doped zinc silicate synthesized by the solid - state reaction method.
Nguyễn Thị Thanh, Lê xuân Thành
- 46 Tổng hợp cacbon dot huỳnh quang và ứng dụng trong hóa phân tích. 223
Synthesis of flourescent carbon dots and their sensing applications.
Nguyễn Phúc Thịnh, Trịnh Cảnh Châu, Lê Văn Duy, Nguyễn Ánh Mai
- 47 Nghiên cứu dùng xỉ thép lò hồ quang làm nguyên liệu sản xuất Clinker xi măng Pooc lăng. 227
Research using Arc furnace steel slag (AFSS) as raw materials for Portland cement Clinker production.
Đỗ Quang Minh, Nguyễn Văn Tạo, Kiều Đỗ Trung Kiên, Huỳnh Ngọc Minh
- 48 Tổng hợp amoni polyphotphat và đánh giá tác dụng chống cháy của nó đối với giấy. 231
Synthesis of ammonium polyphosphate and assessment the flame-retardant effects for paper.
Trần Thị Thịnh, La Thế Vinh, Nguyễn Quang Bắc
- 49 Tiềm năng sản xuất biogas từ lá dứa. 235
Potential biogas production from wasted pineapple leaves.
Phan Thị Tuyết Mai, Phạm Thị Hương
- 50 Chế tạo, đặc điểm và đánh giá khả năng chống cháy của vật liệu graphen đa lớp biến tính với hợp chất chứa photpho 9,10-dihydro-9-oxa-10-phosphaphenanthrene-10-oxit trên nền vải polyeste/cotton 240
Synthesis, characteristic and evaluation of graphene nanoplatelets modified with 9,10-dihydro-9-oxa-10-phosphaphenanthrene-10-oxit as flame retardant for preparation of fire resistance polyester/cotton fabric.
Đoàn Thị Hải, Nguyễn Thị Nhiệm, Đỗ Văn Cường, Trần Quang Vinh

- 51 Phương pháp đơn giản tổng hợp keo lignin-phenol-formaldehyde sử dụng lignin thu hồi từ dịch đen quá trình tiền xử lý rơm rạ bằng kiềm. 245
Simple Method of Lignin-phenol-formaldehyde Adhesive Synthesis Based on Recovered Lignin from Black Liquor of Alkaline Rice Straw Pretreatment.
Nguyễn Thị Minh Phương, Doãn Thái Hòa
- 52 Đặc trưng tính chất và khả năng chống cháy của tổ hợp vật liệu trên cơ sở polyetylen, nhôm hydroxit và amoni polyphosphat. 250
Characteristics and flame resistance of metarial based on low-density polyethelene, aluminum hydroxide and ammonium polyphosphate.
Hoàng Thị Phương, Nguyễn Văn Khôi, Trần Vũ Thắng, Nguyễn Thị Thức, Đỗ Công Hoan, Trịnh Đức Công
- 53 Nghiên cứu ảnh hưởng của nanosilica biến tính và chất đồng khâu mạng EGDM đến tính chất cơ lý và khả năng chống rung của cao su blend NR/SBR. 255
Study on the effect of modified nanosilica and EGDM cross-linking agent on mechanical properties and anti-vibration ability of NR/SBR blend.
Lê Ngọc Tú, Chu Chiến Hữu, Nguyễn Huy Trường, Nguyễn Thúy Chinh
- 54 Nghiên cứu tổng hợp tinh thể nano xenlulozo từ phế thải nông nghiệp bã mía. 261
Study on preparation of nanocrystal cellulose from agriculture waste suger an bagasse.
Trần Thị Thanh Hợp, Phạm Tùng Sơn, Đặng Thị Mai, Ngô Trịnh Tùng, Nguyễn Đình Thân
- 55 Nghiên cứu khả năng nhũ tương hoá của mực in offset tở rời và dung dịch ẩm không sử dụng cồn IPA. 266
Studying on the water pick-up characteristics of color offset printing inks and fountain solution without IPA.
Phùng Anh Tuấn, Phạm Thị Hồng Chiến, Nguyễn Hà Anh
- 56 Nghiên cứu khả năng chống cháy của diphosphonic-borat trên nền nhựa EVA. 271
Prepration of diphosphonic-borat and its flameproof to ethylene-vinyl acetate (EVA).
Phan Thị Thảo Trinh, Nguyễn Kim Hưng, Nguyễn Công Tránh
- 57 Tính chất chậm cháy và độ bền nén của nanocompozit nanoclay/amoni polyphosphat/polyuretan. 276
Flame retardant property and compressive strength of nanoclay/ammonium polyphosphate/polyurethane nanocomposites.
Hắc Thị Nhung, Hoàng Mai Hà
- 58 Tổng hợp dẫn xuất mono-6-amino-6-deoxy- β -cyclodextrin ứng dụng trong điều chế nano vàng. 281
Synthesis of mono-6-amino-6-deoxy- β -cyclodextrin derivatives for application in gold nanoparticles.
Nguyễn Cao Hiền, Trần Minh Trọng, Lục Văn Siêu, Nguyễn Thành Danh, Đặng Chí Hiền
- 59 Khảo sát khả năng hình thành acrylamid trong một số nền mẫu khoai trên thị trường Việt Nam dưới tác dụng nhiệt dựa trên phương pháp phân tích acrylamid bằng LC-MS/MS. 287
Investigation on the possibility of acrylamide thermal formation in some potato samples from Vietnam market based on acrylamide analysis by LC-MS/MS.
Vương Quang Huy, Lê Quang Hoàng Hạnh, Diệp Ngọc Sương, Phạm Thị Ánh, Chu Phạm Ngọc Sơn

- 60 Nghiên cứu ảnh hưởng của một số chất phối hợp đến độ bám dính cao su tự nhiên – thép. 295
Study on the effect of vulcanization agents on the natural rubber - steel adhesion.
Đặng Việt Hưng, Nguyễn Trọng Quang, Bùi Chương, Trần Trung Lê, Nguyễn Thiên Vương
- 61 Study on the effect of accelerator combination (D, DM, M) on properties of NR vulcanizates. 299
Nghiên cứu ảnh hưởng sử dụng phối hợp xúc tiến (D, DM, M) đến một số tính chất cao su thiên nhiên.
Nguyễn Trọng Quang, Đặng Việt Hưng, Bùi Chương, Trần Trung Lê, Nguyễn Thiên Vương
- 62 Tổng hợp cao su thiên nhiên lỏng epoxi hóa và ứng dụng làm keo dán. 306
Synthesis of liquid epoxidized natural rubber and adhesive application.
Phạm Như Hoàn, Nguyễn Việt Bắc
- 63 Ứng dụng cao su thiên nhiên lỏng epoxi hóa làm chất tương hợp hệ cao su blend nitril và cao su thiên nhiên. 311
Application of liquid epoxidized natural rubber as compatibilizer for natural rubber/nitrile rubber blend.
Phạm Như Hoàn, Nguyễn Việt Bắc
- 64 Nghiên cứu tách chiết và hoạt tính sinh học của adenosine, cordycepin từ nấm *Cordyceps militaris*. 316
Purification and biological activity of adenosine, cordycepin from fruit body of *Cordyceps militaris*.
Trịnh Đắc Hoàn, Vũ Duy Nhân, Vũ Văn Dũng, Nguyễn Thị Nhân, Trần Thị Nguyệt, Nguyễn Thị Ngoan, Lê Đức Anh, Lưu Văn Chính, Vũ Thị Hà, Lê Mai Hương, Trần Hồng Hà, Nguyễn Đức Doan
- 65 Nghiên cứu ảnh hưởng hàm lượng xúc tác và điều kiện phản ứng đến phản ứng amin hóa dầu hạt cao su đã clo hóa bằng diethyl amin. 321
Study on ratio of catalysis and reaction conditions for chlorinated rubber seed oil amine by diethyl amine.
Trần Vũ Thắng, Hoàng Thị Phương, Nguyễn Văn Khôi, Nguyễn Thị Minh Phương, Phạm Thanh Sơn, Lê Thị Băng
- 66 Xác định cấu trúc và hoạt tính kháng khuẩn của sulfated polysaccharide tách chiết từ rong nâu *sargassum crassifolium* ở Khánh Hòa. 325
Structural determination and antibacterial activity of sulfated polysaccharide extracted from brown seaweed *sargassum crassifolium* in Khanh Hoa province.
Bùi Văn Nguyên, Lê Công Hoan, Thành Thị Thu Thủy, Nguyễn Quyết Chiến, Trần Thị Thanh Vân
- 67 Synthesis and structure of {2}-metallacoronate $\{K \subset [Cu_2(L)_2]\}(ClO_4)$ assembled from a catechol-centered aroylbis(N,N-diethylthiourea). 330
Le Thi Y Trang, Hoang Thi Huong Hue, Pham Thi Ngoc Oanh, Vu Thi Bich Ngoc, Pham Chien Thang
- 68 Cytotoxic constituents of the fruit bodies of *Phellinus baumii* collected in Nghe An province. 355
Nguyen Thanh Trung, Do Xuan Hung, Tran Dinh Thang, Nguyen Tan Thanh, Dang Ngoc Quang

- 69 Effect of ultrasonication time and PEG content on the crystallite size and lattice parameter of polyethylene glycol (PEG)-coated Fe_3O_4 nanoparticles synthesized by a ultrasound assiste co-precipitation process. 340
Nguyen Thi Huong, Le Ngoc Thuy Trang, Cong Tien Dung, Nguyen Ngoc Son, Nguyen Duy Anh, Dao The Nam, Vu Minh Thanh
- 70 Effect of calcium chloride concentration on characteristics and drug release of alginate/chitosan/ginsenoside Rb1/lovastatin composite particles. 347
Thach Thi Loc, Nguyen Thuy Chinh, Vu Thi Diu, Le Duc Giang, Ha Van Hang, Thai Hoang
- 71 Study on fabrication and colloidal stability of magnetic cobalt ferrite-based nanofluids for magnetic resonance T2-imaging (MRI). 354
Le The Tam, Nguyen Thi Ngoc Linh, Nguyen Hoa Du, Phan Thi Hong Tuyet, Ho Dinh Quang, Le Thi Thu Hiep, Nguyen Thien Vuong, Le Trong Lu, Tran Dai Lam
- 72 Influence of black seed oil modified epoxy resin and polyisocyanate ratios on curing process and properties of cured coatings. 361
Do Minh Thanh, Nguyen Anh Hiep, Do Dang Xuan, Dam Xuan Thang
- 73 Modified iron oxide nanoparticles with polyethylene glycol and citric acid for biomedical applications. 365
Vu Minh Thanh, Dao The Nam, Pham Thi Phuong, Pham Tuan Anh, Cong Tien Dung, Luu Thi Dung, Nguyen Ngoc Son, Nguyen Thi Huong
- 74 Preparation of some new benzofuran-involving 1,3,4-oxadiazole and 2-oxo-4-thioxothiazolidine derivatives. 373
Mai Ngoc Han, Pham Truong Cong Thanh, Nguyen Trung Minh, Truong Thien Trinh, Pham Ngoc Nam, Nguyen Kim Phi Phung, Nguyen Tan Tai
- 75 First results on phytochemistry study of *Impatiens claviger* Hook. F. collected in Me Linh, Hanoi, Viet Nam. 379
Nguyen Thi Hoang Anh, Dao Duc Thien, Nguyen Thanh Tam, Trinh Thi Thuy, Tran Duc Quan, Dinh Gia Thien

