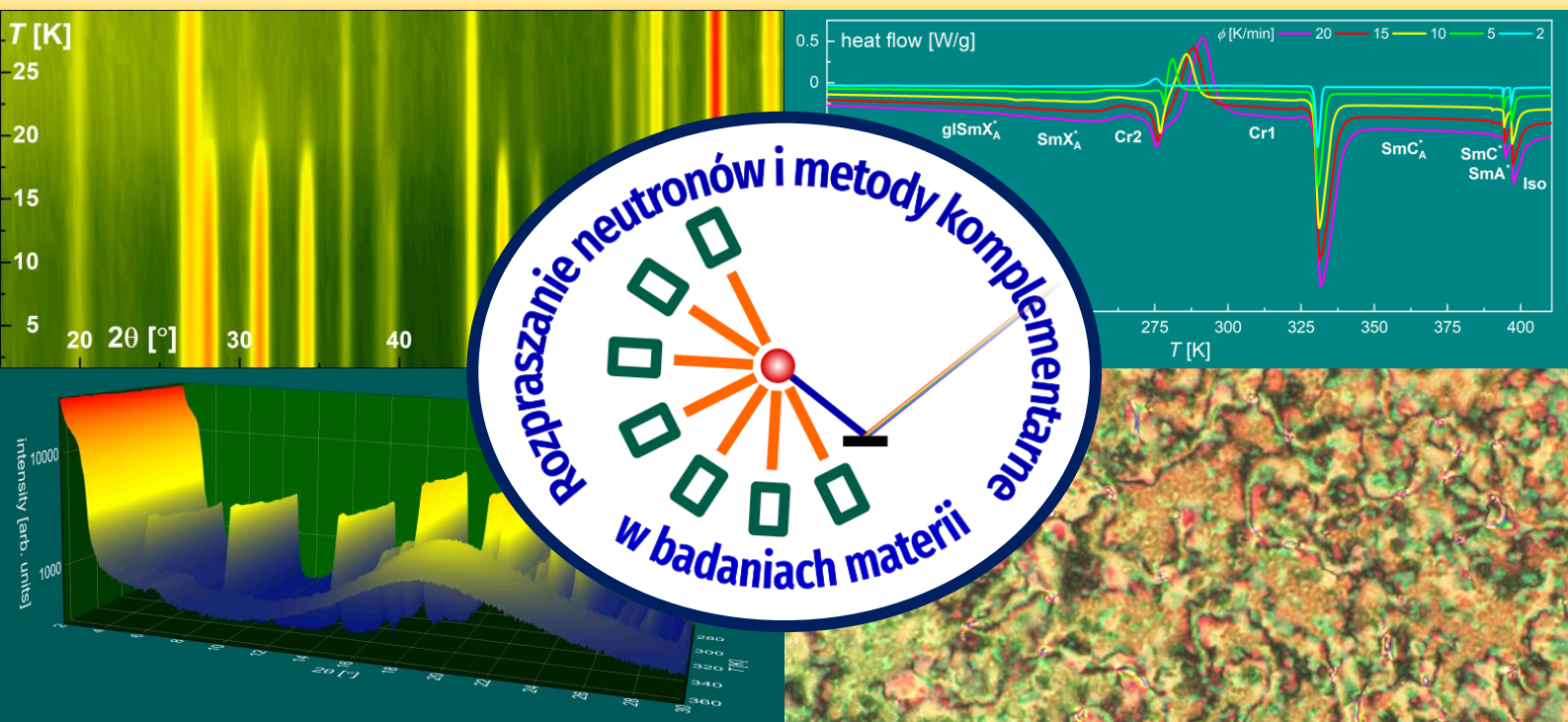


KONFERENCJA

Rozpraszanie neutronów i metody komplementarne w badaniach materii



9 – 13 czerwca 2024 r.
Chlewiska k. Siedlec

Organizatorzy



INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ
IM. HENRYKA NIEWODNICZAŃSKIEGO
POLSKIEJ AKADEMII NAUK



<https://indico.ifj.edu.pl/e/Neutrony2024>
neutrony2024@ifj.edu.pl

Przewodniczący

dr hab. Wojciech Zając

Komitet Organizacyjny

przewodnicząca: dr hab. Ewa Juszyńska-Gałązka

dr Anna Drzewicz

dr Arkadiusz Rudzki

Komitet Naukowy

przewodniczący: prof. dr hab. Andrzej Szytuła

dr hab. Stanisław Baran

Organizatorzy Konferencji dziękują

Wydziałowi III



Za wsparcie finansowe

Od organizatorów:

Kolejna, XIII już konferencja «Rozpraszanie Neutronów i Metody Komplementarne w badaniach Materii», będzie stanowić forum wymiany doniesień naukowych i dyskusji dla polskich naukowców wykorzystujących lub planujących wykorzystanie wiązek neutronów do badania materii. Zapraszamy fizyków, chemików, przedstawicieli nauk materiałowych i nauk o życiu (tzw. „life sciences”).

Nieco historii

Cykl ogólnopolskich konferencji „Rozpraszanie neutronów i metody komplementarne w badaniach materii skondensowanej” rozpoczęły trzy krajowe sympozja pod nazwą „Ogólnopolskie Seminarium Rozpraszania Neutronów”. Pierwsze odbyło się jako sympozjum powołanego wiosną 1997 roku Polskiego Towarzystwa Rozpraszania Neutronów (PTRN). Zorganizował je profesor Janusz Chruściel w październiku tego samego roku w Domu Pracy Twórczej «Reymontówka» w Chlewiskach k. Siedlec. Organizatorem kolejnego był profesor Andrzej Czachor, a miało miejsce rok później, również późną jesienią, w ośrodku Instytutu Problemów Jądrowych (obecnie NCBJ) w Mądralinie. Miejscem trzeciego wydarzenia, zorganizowanego w roku 2000 pod nazwą „Ogólnopolska Konferencja Rozpraszania Neutronów” był Kraków.

Począwszy od roku 2001 konferencje wróciły do Chlewisk k. Siedlec i odbywały się już regularnie w latach nieparzystych, pod tytułem „Rozpraszanie neutronów i metody komplementarne w badaniach materii skondensowanej”. Wtedy też zaczęliśmy numerować kolejne wydarzenia organizowane w Chlewiskach (czyli konferencja 2021 była drugą). Dwuletni cykl został jedynie zaburzony okolicznościami pandemii (zamiast roku 2021 spotkaliśmy się w czerwcu 2022 r.). Organizatorami i zupełnie wyjątkowymi gospodarzami wszystkich kolejnych dwunastu sympozjów na Podlasiu byli Państwo Profesorowie Mirosława Danuta i Janusz Chruścielowie, chemicy syntetycy z ówczesnej Wyższej Szkoły Rolniczo-Pedagogicznej w Siedlcach, później Akademii Podlaskiej, Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego, a obecnie Uniwersytetu w Siedlcach, aktywni w obszarze badania ciekłych kryształów metodami rozpraszania neutronów i uczestnicy zebrania założycielskiego PTRN. Sukces tej serii konferencji zawdzięczamy też

współpracownikom Państwa Profesorów: doktorom Arkadiuszowi Rudzkiemu, Sławomirowi Zalewskiemu oraz personelowi technicznemu.

Ośrodek w Chlewiskach to bardzo „klimatyczny” i gościnny Dom Pracy Twórczej «Reymontówka» – dwór zbudowany przez rodzinę Różańskich w połowie XIX wieku, a nabyty w roku 1926 przez Aurelię, wdowę po Władysławie Reymoncie, za część jego Nagrody Nobla.

Od początku Ogólnopolska Konferencja „Rozpraszanie neutronów i metody komplementarne w badaniach materii skondensowanej” jest miejscem integracji naukowców używających metod neutronowych: spektroskopii, dyfrakcji, rozpraszania małokątowego, neutronografii i innych, mniej powszechnych. Wyniki swoich badań przedstawiali tu wybitni przedstawiciele środowiska, profesorowie Izabela Sosnowska, Jerzy Janik, Konrad Mikke, Janusz Leciejewicz, Ludwik Dobrzyński, Andrzej Szytuła, Stanisław Urban, Ireneusz Natkaniec i wielu innych. Nasze konferencje stanowią równocześnie znakomite forum dla wystąpień młodszych stażem badaczy. W Chlewiskach przedstawiają oni materiał naukowy prac magisterskich, rozpraw doktorskich i habilitacyjnych.

Tradycją spotkań w Reymontówce były wieczorne sesje interdyscyplinarne, sięgające w obszary kultury, historii i sztuki.

Materiały pokonferencyjne były publikowane najpierw w monografiach pt. „Neutron Scattering and Complementary Methods in the Investigations of Condensed Phase”, University of Podlasie Editing House, Siedlce, vol. 1 (2003) i vol.2 (2005), potem w Acta Physica Polonica A **113** (4) (2008) 1111-1265, **117** (4) (2010) 525-610, **122** (2) (2012) 365-418, **124** (6A) (2013) 905-1038, wreszcie w Phase Transitions **80** (2007) 469-797, **89** (2016) 317-435, **91** (2018) 109-238, **92** (2019) 1055-1135 i **96** (2023) 77-185.

Obecna konferencja nie ma już w tytule przymiotnika „skondensowanej”, określającego materię. W przyszłości chcemy bowiem gościć również fizyków jądrowych używających metod neutronowych do badań własności jąder atomowych, zwłaszcza tych dalekich od ścieżki stabilności, jak i do precyzyjnych pomiarów testujących Model Standardowy.

PROGRAM

Niedziela 9 czerwca

15³⁰ – rejestracja uczestników

18⁰⁰ – otwarcie konferencji – uroczysta kolacja

Poniedziałek 10 czerwca

8⁰⁰ – 8⁴⁵ – śniadanie

Sesja A – Magnetyzm / przewodniczący: prof. dr hab. B. Idzikowski

- 9⁰⁰ – K. Rećko, M. Orzechowska, M. Biernacka, A. Beskrovnyy, U. Klekotka, B. Kalska-Szostko, Magnetism of gallium cuboferrites
- 9³⁰ – S. Baran, Review of complex magnetic structures in RE₅T₂In₄ (RE = rare earth element; T = Ni, Pd, Pt) compounds
- 10⁰⁰ – A.R. Hayyu, S. Baran, A. Szytuła, Comparative study of magnetocaloric effect in the RE₅T₂In₄ (RE = Gd–Tm, T – transition metals = Pt, Pd, Rh) compounds
- 10³⁰ – S. Baran, Yu. Tyvanchuk, B. Penc, A. Szytuła, Magnetic phase transitions in Ho₁₁Pd₄In₉ compound

11⁰⁰ – 11³⁰ – przerwa kawowa

Sesja B – Ciekłe kryształy I / przewodniczący: prof. dr hab. S. Urban

- 11³⁰ – B. Klucznik, M. Tykarska, Mieszaniny z fazą nematyczną twist-bend
- 12⁰⁰ – Z. Galewski, Ciekłokrystaliczność 4-bromobenzylideno-4'-alkilolanilin
- 12³⁰ – A. Deptuch, B. Sęk, S. Lalik, E. Juszyńska-Gałązka, M. D. Ossowska-Chruściel, J. Chruściel, M. Marzec, Badania strukturalne ciekłokrystalicznych związków nOS5

13⁰⁰ – 14³⁰ – przerwa obiadowa

Sesja C – Różne / przewodniczący: dr hab. Z. Galewski

- 14³⁰ – P. Sobieszczyk, B. Burzyńska, D. Kuźma, A. Piecha-Bisiorek, G. Bator, R. Jakubas, P. Zieliński, Samopodobieństwo: tekstury ferroelastyczne i sygnały dźwiękowe
- 15⁰⁰ – W. Zając – Small angle neutron scattering from fractal structures
- 15³⁰ – P. Kopčanský, M. Timko, M. Rajňák, M. Karpets, V. Petrenko, V. Pipich, L. Vekas, B. Idzikowski, Small angle neutron scattering and neutron reflectometry study of iron oxide nanoparticles in magnetic fluids

16⁰⁰ – 16³⁰ – przerwa kawowa

Sesja D – Eksperyment I / przewodnicząca: dr hab. Katarzyna Rećko, prof. UwB

- 16³⁰ – W. Zając – Neutron spin as a measuring probe
- 17²⁰ – S. Urban – raport na temat stanu prac nad wydaniem książki „100 lat polskich badań nad ciekłymi kryształami”**
- 17⁴⁰ – Walne zebranie Polskiego Towarzystwa Rozpraszanie Neutronów (I termin): sprawy bieżące, wybór zarządu, plany działań**

18⁰⁰ – kolacja

Wtorek 11 czerwca

8⁰⁰ – 9⁰⁰ – śniadanie

10⁰⁰ – Wycieczka na Górę Grabarkę

18⁰⁰ – kolacja

19⁰⁰ – koncert muzyki klasycznej

Środa 12 czerwca

8⁰⁰ – 9⁰⁰ – śniadanie

Sesja E – Eksperyment II / przewodniczący: dr hab. W. Zając, prof. IFJ PAN

9⁰⁰ – H. Stuhmann – Polarized neutron scattering from dynamic polarized nuclei

10⁰⁰ – O. Tomchuk – Neutron reflectometry for soft matter systems

11⁰⁰ – 11³⁰ – przerwa kawowa

Sesja F – Ciekłe kryształy II / przewodnicząca: prof. dr hab. M. Tykarska

11³⁰ – L. Scheller, P. Zajdel, E. Amayuelas, Ya. Grosu, V. Cristiglio, In-situ parametric study of D₂O intrusion into large cage hydrophobic MOF

12⁰⁰ – S. Lalik, O. Stefańczyk, D. Dardas, A. Deptuch, T. Yevchenko, S.-I. Ohkoshi, M. Marzec, Nanokompozyty oparte na organicznym antyferroelektryku (S)-MHPOBC oraz dekorowanych nanocząstkach Au

12³⁰ – M. Piwowarczyk, A. Deptuch, A. Drzewicz, E. Juszyńska-Gałązka, M. Gałązka, Z. Galewski, Różnice między właściwościami mieszanin ciekłokrystalicznych związków azowych i chiralnych, a ich poszczególnymi składnikami

13⁰⁰ – E. Juszyńska-Gałązka, Polimorfizm i zmiany dynamiki substancji polarnych o różnych kształtach molekuł

13³⁰ – 15⁰⁰ – przerwa obiadowa

Sesja G – Zastosowania I/ przewodniczący: prof. dr hab. T. Toliński

15⁰⁰ – P. Kot, A. Baczymański, A. Ludwik, M. Wroński, G. Farkas, J. Pilch, S. Wroński, Badanie mechanizmów plastyczności w stekstrowanym stopie magnezu AZ31 przy użyciu dyfrakcji neutronowej

15³⁰ – I. M. Fijał-Kirejczyk, J. J. Milczarek, A. Budzianowski, D. Rusinek, J. Żołądek, Proces schnięcia warstw materiałów porowatych nasyconych wodnym roztworem CdCl₂

16⁰⁰ – 16³⁰ – przerwa kawowa

**16³⁰ - Walne zebranie Polskiego Towarzystwa Rozpraszanie Neutronów
(II termin): sprawy bieżące, wybór zarządu, plany działań**

18⁰⁰ - kolacja

Czwartek 13 czerwca

8⁰⁰ - 9⁰⁰ - śniadanie

Sesja H - Zastosowania II / przewodnicząca: dr hab. E. Juszyńska-Gałązka

- 9⁰⁰ - A. Baczmański, A. Ludwik, S. Wroński, K. Wierzbanowski, P. Kot, M. Wroński,
Pomiar odkształceń sieci krystalicznej w materiałach dwufazowych poddanych
obciążeniu zewnętrznemu
- 9³⁰ - M. Silarski, K. Dziedzic-Kocurek, Laboratorium Neutronowej Analizy
Aktywacyjnej w NCPS Solaris
- 10⁰⁰ - M. Orzechowska, K. Rećko, D. Soloviov, U. Klekotka, A. Miaskowski, Bioactivity of
gallium ferrites coated with chitosan

10³⁰ - 11⁰⁰ - przerwa kawowa

11⁰⁰ - zamknięcie konferencji i dyskusja na temat planów na przyszłość

12⁰⁰ - obiad

Magnetism of gallium cuboferrites

K. Rećko¹, M. Orzechowska^{1,2}, M. Biernacka¹, A. Beskrovnyy³, U. Klekotka⁴, B. Kalska-Szostko⁴

¹ Faculty of Physics, University of Białystok, K. Ciołkowskiego 1L, 15-245 Białystok, Poland, k.recko@uwb.edu.pl, ² Doctoral School of Sciences and Natural Sciences, University of Białystok, K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok, Poland, ³ Frank Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research Joliot-Curie 6 141980 Dubna, Moscow region, Russia, ⁴ Faculty of Chemistry, University of Białystok, K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok, Poland

Magnetic nanoparticles have been and continue to be the focus of researchers, as it has been observed that the transition from microparticles to nanoparticles leads to huge changes in the physical and chemical properties of the material. Biofunctionalization and reproducibility of nanosystems prepared by various methods usually cost a lot of effort. As a result of these treatments, materials are obtained that give a different magnetic response. Examples of such a material are magnetites substituted with trivalent cations [1-4]. Particularly, the properties of gallium cubo-ferrites are poorly understood. The main objective of the preparation of $\text{Ga}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ with $0 \leq x \leq 0.8$ series was to further the knowledge of their superparamagnetic behavior. With this purpose, nanoparticles between 11 and 15 nm were prepared from the optimized protocol based on the Massart method [5]. According to room temperature X-ray and neutron diffraction measurements the obtained reverse spinel structures have been confirmed as the single phases. The unit cells have been contracted with increase of gallium content. Moreover, diffraction data have proved the progressive incorporation of Ga^{3+} in the $\text{Fd}\bar{3}m$ structure, with the occupation in tetrahedral 8a site. The Mössbauer spectra confirmed that the relative contribution of sextets associated with Fe^{3+} ions in the tetrahedral sites weakens as a function of the increasing gallium content in the system. Consistent with the results of the previous series [6], this is accompanied by a growing input of superparamagnetic fluctuations. The soft magnetic series of $\text{Ga}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ has been quickly saturated disclosing neglectable coercive fields. Noteworthy, that the increasing spontaneous magnetization value with decrease of Ga content, reaches a maximum value of 58 emu/g at 2 K and 44 emu/g at 300 K for $x = 0.2$.

[1] Galarreta-Rodriguez, I., Marcano, L., Castellanos-Rubio, I., Gil de Muro, I., Garcia, I., Olivi, L., Fernandez-Gubieda, M.L., Casstellanos-Rubio, A., Lezama, L., Ruiz de Larramendi, I., Insausti, M., (2022). Towards the design of contrast-enhanced agents: Systematic Ga^{3+} doping on magnetite nanoparticles. Dalton Transactions, 51: 2517–2530.

[2] Sato, W., Ishizaki, R., Shimizu, H., Sakaguchi, M., and Tsutsui, S., (2022). Microscoping probing of the doping effects of in ions in Fe_3O_4 . J. Appl. Phys., 132: 083904–8.

[3] Orzechowska, M., Rećko, K., Soloviov, D., Klekotka, U., Biernacka, M., Satuła, D., Olszewski, W., Kalska-Szostko, B., Beskrovnyy, A., and Szymański, K. (2022). Selected properties of surface modified $\text{Ga}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ with $0 \leq x \leq 1.5$. Phase Transitions, 1-8: 97-104.

[4] Rećko, K., Orzechowska, M., Olszewski, W., Beskrovnyy, A., Biernacka, M., Klekotka, U., Miaskowski, A., and Szymański, K. (2022). Investigation of the enhancement of thermomagnetic properties in $\text{Fe}_{2.4}\text{Ga}_{0.6}\text{O}_4$. Phase Transitions, 1-8: 105-114.

[5] Massart, R., (1981). Preparation of aqueous magnetic liquids in alkaline and acidic media. IEEE Trans Magn. 17: 1247–1248.

[6] Orzechowska, M., Rećko, K., Klekotka, U., Czerniecka, M., Tylicki, A., Satuła, D., Soloviov, D.V., Beskrovnyy, A.I., Miaskowski, A. and Kalska-Szostko, B., (2023). Structural and Thermomagnetic Properties of Gallium Nanoferrites and Their Influence on Cells In Vitro. International Journal of Molecular Sciences, 24(18): 14184.

Review of complex magnetic structures in $\text{RE}_5\text{T}_2\text{In}_4$ (RE = rare earth element; T = Ni, Pd, Pt) compounds

S. Baran

Jagiellonian University, Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science, M. Smoluchowski Institute of Physics, prof. Stanisława Łojasiewicza 11, 30-348 Kraków, Poland, stanislaw.baran@uj.edu.pl

The $\text{RE}_5\text{T}_2\text{In}_4$ (RE = rare earth element; T = Ni, Pd, Pt) intermetallics crystallize in the $\text{Lu}_5\text{Ni}_2\text{In}_4$ -type orthorhombic crystal structure (*Pbam* space group, No. 55). The rare earth atoms are distributed among three nonequivalent Wyckoff sites, namely, the *2a* site and two *4g* sites with different atomic positional parameters (noted here as *4g1* and *4g2*). The recent reports show that the complex crystal structure leads to complex magnetic properties manifesting themselves in a number of temperature-induced magnetic transitions. Moreover, the neutron diffraction data reveal presence of complex magnetic structures in $\text{RE}_5\text{T}_2\text{In}_4$ – the structures have both the ferro- and antiferromagnetic components, magnetic moments at different Wyckoff sites have different magnitudes and point at different directions, both commensurate and incommensurate components of the magnetic structures are detected, etc. The magnetic moments are localized solely on the rare earth atoms. It has been found that the magnetic moments at the *2a* and *4g2* sites order at higher temperatures than the moments at the *4g1* site. In this presentation, the magnetic structures in $\text{RE}_5\text{T}_2\text{In}_4$ (RE = rare earth element; T = Ni, Pd, Pt) are summarized and compared in order to understand how they are affected by chemical composition.

Comparative study of magnetocaloric effect in the RE₅T₂In₄ (RE = Gd–Tm, T – transition metals = Pt, Pd, Rh) compounds

A. Rizky Hayyu^{1,2}, S. Baran², A. Szytuła²

¹Jagiellonian University, Doctoral School of Exact and Natural Sciences, Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science, prof. Stanisława Łojasiewicza, PL-30-348 Kraków, Poland, altifani.hayyu@doctoral.uj.edu.pl ²M. Smoluchowski Institute of Physics, Jagiellonian University, prof. Stanisława Łojasiewicza 11, PL-30-348 Kraków, Poland

The RE₅T₂In₄ (RE = Gd–Tm, T – transition metals = Pt, Pd, Rh) rare earth intermetallic compounds crystallize in an orthorhombic crystal structure of the Lu₅Ni₂In₄-type (*Pbam* space group, No. 55) with the rare earth occupying three different Wyckoff positions. The compounds have been investigated using X-ray diffraction, as well as by DC and AC magnetometric measurements. Based on this experimental research, the maximum magnetic entropy change, temperature averaged entropy change (TEC), relative cooling power (RCP), and refrigerant capacity (RC) values have been determined and compared to those of the isostructural RE₅Ni₂In₄ as well as to those of other rare earth intermetallics with good magnetocaloric performance [1-3]. The RE₅T₂In₄ compounds show quite good magnetocaloric performance at low-temperatures with magnetic entropy change exceeding 10 J·kg⁻¹·K⁻¹ under magnetic flux density change of 0-7 T for selected chemical compositions. Such a performance makes the investigated compounds good candidates for application in low-temperature magnetic refrigeration, especially in cascade cooling systems.

[1] A. R. Hayyu *et al.*, arXiv cond-mat.mtrl-sci, 2212.0717 (2022)

[2] S. Baran *et al.*, Journal of Alloys and Compounds, 877, 160171 (2021)

[3] Z. Zhang *et al.*, Intermetallics, 100, 136-141 (2018)

Magnetic phase transitions in Ho₁₁Pd₄In₉ compound

S. Baran¹, Yu. Tyvanchuk², B. Penc¹, A. Szytuła¹

¹Jagiellonian University, Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science, M. Smoluchowski Institute of Physics, Stanisława Łojasiewicza 11, PL-30-348 Kraków, Poland, andrzej.szytula@uj.edu.pl

²Department of Inorganic Chemistry, Ivan Franko National University of Lviv, Kyryla and Mefodiya 6, 79005 Lviv, Ukraine

Ho₁₁Pd₄In₉ compound crystallizes in an orthorhombic crystal structure of the Nd₁₁Pd₄In₉-type (space group *Cmmm*) with the rare earth atoms occupying five nonequivalent sites [1].

The dc magnetic measurements, carried out using a vibrating sample magnetometer (VSM) option of the Quatum Design PPMS platform, reveal that:

- reciprocal magnetic susceptibility obeys the Curie-Weiss Law above 50 K,
- at low temperatures a broad maximum in the magnetic susceptibility vs temperature dependence is observed at 15.4 K (ZFC) or at 12.3 K (FC).

The neutron diffraction data discloses coexistence of two magnetic phases at low temperatures: the antiferromagnetic one (described by the propagation vector $\mathbf{k}=[0,0,1/2]$) and the ferrimagnetic one ($\mathbf{k}=[0,0,0]$). With increase of temperature the antiferromagnetic phase disappears at 11.7 K, while the ferrimagnetic one vanishes near 20 K [2].

In order to explain the nature of magnetic phase transitions, additional ac magnetic measurements of magnetic susceptibility were performed. Temperature dependences of the real and the imaginary components were collected at several chosen frequencies between 100 Hz and 5 kHz in the temperature range 1.9-60 K. The real component shows two maxima at 12 and 21 K, which coincide with disappearance of the antiferro- and ferrimagnetic orderings, respectively. The additional anomaly at 30 K is probably due to disappearance of a short-range magnetic order. The imaginary component of magnetic susceptibility has two maxima at 16 and 26 K. The maxima move toward higher temperatures with increasing frequency, suggesting a dynamical process. The origin of this behavior can be understood using phenomenological classification based on the Mydosh parameter $K = \frac{\Delta T_m}{T_m \log(\Delta f)}$ [3]. The obtained values equal 0.0063 and 0.0077 and are typical of conventional spin glasses, suggesting that magnetic phase transitions are related to the relaxation processes.

The Ho-Ho interatomic distances are large (3.454 and 4.575 Å) indicating magnetic interactions of the RKKY-type. The competition between the ferro- and antiferromagnetic interactions leads to appearance of the spin glass phase.

[1] L. Sojka, M. Demchyna, B. Belan, M. Manyako, Ya Kalychak, *Intermetallics* 49 (2014) 14-17.

[2] S. Baran, Yu. Tyvanchuk, B. Penc, Ya. Kalychak, A. Hoser, A. Szytuła, *Intermetallics* 123 (2020) 106837.

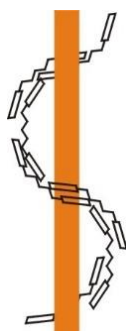
[3] J.A. Mydosh, *Spin Glasses. An Experimental Introduction*, CRC Press, London 1993.

Mieszaniny z fazą nematyczną twist-bend

B. Klucznik, M. Tykarska

*Instytut Chemii, Wojskowa Akademia Techniczna, ul. gen. S. Kaliskiego, 00-908 Warszawa,
marzena.tykarska@wat.edu.pl*

Istnienie fazy nematycznej twist-bend (N_{TB}) zostało przewidziane teoretycznie w 2001 r. przez I. Dozova [1]. Natomiast eksperymentalnie jej istnienie zostało potwierdzone w 2011 r. [2]. Jest ona tworzona przez cząsteczki zbudowane z dwóch grup mezogennych połączonych łącznikiem oligometylenowym. Jej struktura została pokazana na rys. 1. Charakterystyczne jest to, że niechiralne cząsteczki tworzą makroskopowe struktury chiralne. Badania tej fazy koncentrują się na poszukiwaniu nowych związków, które tworzą fazę N_{TB} i określanie zależności strukturalnych decydujących dla jej istnienia [3-5]. Stosunkowo mało prac jest poświęconych zachowaniu fazy N_{TB} w mieszaninach. Najczęściej mieszane są ze sobą dwa związki tworzące tę fazę [6-8].



Rys. 1. Schemat struktury fazy nematycznej twist-bend

Celem pracy jest zbadanie mieszalności bimezogenów z klasycznymi związkami ciekłokrystalicznymi, o budowie prętopodobnej. Do badań zostały wybrane związki z grupy cyjanobifenyle połączonych różnej długości łącznikiem oligometylenowym CBnCB. Były one mieszane z cyjanozwiązkami o różnej budowie rdzenia i różnej długości łańcuchów alkilowych czy alkoksylowych. Dzięki temu można przeanalizować wpływ tych elementów struktury związków na trwałość fazy N_{TB} . Na wykresach równowagi fazowej zostanie przedyskutowany zakres temperaturowo-stężeniowy występowania tej fazy.

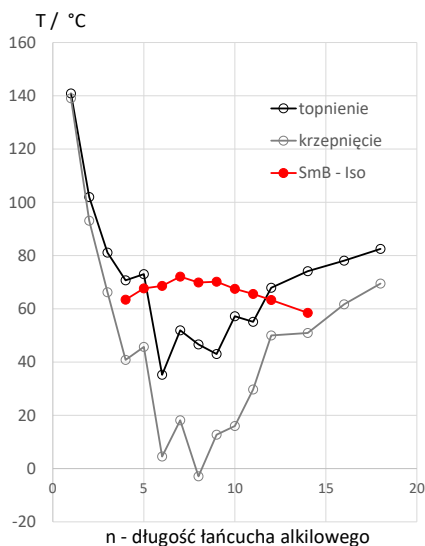
- [1] I. Dozov, *Europhys Lett.* 2001, 56, 247.
- [2] M. Cestari et al., *Phys. Rev. E*, 2011, 84, 031704.
- [3] R. J. Mandle, et al., *Liq. Cryst.*, 2015, 42, 688.
- [4] D. A. Paterson et al., *Liq. Cryst.*, 2017, 44, 127.
- [5] Y. Arakawa et al., *New J. Chem.*, 2019, 43, 6786.
- [6] Z. Lu et al., *Liq. Cryst.*, 2014, 41(3), 471.
- [7] P. Oswald, A. Dequidt, *Phys. Rev. E*, 2022, 105, 024707.
- [8] M.R. Tuchband et al., arXiv:1511.07523.

Ciekłokrystaliczność 4-bromobenzylideno-4'-alkiloanilin

Z. Galewski

Wydział Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, zbigniew.galewski@uwr.edu.pl

Zasady Schiffa (zwane również azometinami) znane są od 1864 roku [1] i już w początkowym okresie



Rys. 1. Wpływ długości łańcucha alkilowego na temperatury przejść fazowych.

ery ciekłokrystaliczności, na początku XX wieku, były chętnie wykorzystywane w syntezie nowych mezogenów [2]. W późniejszym okresie, druga połowa XX wieku, związki te stały się częstym fragmentem projektowanych molekuł od których oczekiwano nowych rodzajów faz czy zjawisk. Przykładem może być związek wypełniający pierwszy wyświetlacz LCD oparty o twist-effect [3], DOBAMC, pierwszy ciekłokrystaliczny ferroelektryk [4] czy pierwszy związek tworzący fazy bananowe [5]. Ważną cechą azometin jest bogaty polimorfizm mezofaz w takich szeregach jak 4-alkoksybenzylideno-4'-alkiloanilin [6], alkiloksybenzylideno-4'-alkiloksyanilin [7], czy tereftalo-bis(4-alkiloanilin) [8]. Natomiast brak w literaturze pełnego opisu szeregów zasad Schiffa z najprostszymi podstawnikami. Zbadano je dopiero w ostatnim okresie. W szeregach 4-nitrobenzylideno-4'-nitroanilin odkryto fazy nematyczną oraz SmA [9], w szeregu 4-chlorobenzylideno-4'-alkiloanilin fazy SmA oraz SmB_{Cr} [10]. W niniejszej pracy przedstawiono wyniki

badania nowego szeregu 4-bromobenzylideno-4'-alkiloanilin, w którym stwierdzono obecność jedynie fazy SmB_{Cr}. Właściwości te porównano z szeregami zawierającymi inne polarne podstawniki w pozycji 4. Interesujący jest diagram fazowy pochodnych nonylowych z podstawnikami chlorowym oraz bromkowym. Faza SmA zanika w tej mieszaninie już przy stosunku molowym Br/Cl 1/3. Kolejnym interesującym problemem jest względna stałość entropii przemiany fazowej SmB_{Cr} – Iso. Koreluje ona z danymi uzyskanymi z literatury na podstawie bazy danych LiqCryst [11] i zgodna jest z koncepcją Demusa o powiązaniu rodzaju ciekłokrystalicznej przemiany fazowej z jej wartościami entalpii oraz entropii [12].

[1] H.Schiff, *Annalen der Chemie und Pharmacie* (in German).131: 118-119(1864).

[2] D.Vorlaender, R.Wilke, *Z. physik. Chem.*, 57, 361(1906).

[3] M.Schadt, W.Helfrich, *Appl.Phys.Lett.* 18(4), 128-129(1971).

[4] R.B.Meyer, L.Liebert, L.Strzelecki, P.Keller, *J.Phys. (Paris), Lett.*30,69-72(1975).

[5] T.Niori, T.Sekine, J.Watanabe, T.Furukawa, H.Takezoe, *J.Mater.Chem.*, 1996, 6(7), 1231-1233.

[6] G.K.M.Pisipati, *Zeitschrift fuer Naturforschung A*58(11), 661-663(2003).

[7] J.Godzwon, M.Sienkowska, Z.Galewski, *Acta Physica Polonica A*, 113(4), 1145-1154(2008).

[8] L.Richter, D.Demus, H.Sackmann, *Mol.Cryst.Liq.Cryst.*, 71, 269 (1981).

[9] Z.Galewski, *Mol.Cryst.Liq.Cryst.* 191, 211(1990).

[10] Z.Galewski, H.J.Coles, *J.Mol.Liq.* 79(1999), 77.

[11] *LiqCryst 2019, Database of Liquid Crystals*, Volkmar Vill, Verlag: LCI Systems, Hamburg; Fujitsu Kyushu System (FQS) Ltd, Fukuoka, Japan (2019) (in cooperation with Zbigniew Galewski)

[12] D.Marzotko, D.Demus, *Pramana, Suppl. No.1*, 189-213(2073).

Badania strukturalne ciekłokrystalicznych związków nOS5

A. Deptuch¹, B. Sęk², S. Lalik³, E. Juszyńska-Gałązka^{1,4}, M.D. Ossowska-Chruściel⁵,
J. Chruściel⁵, M. Marzec³

¹Institut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN, aleksandra.deptuch@ifj.edu.pl, ²Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH, ³Institut Fizyki im. M. Smoluchowskiego, Uniwersytet Jagielloński, ⁴Research Center for Thermal and Entropic Science, Graduate School of Science, Osaka University, ⁵Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytet w Siedlcach

Ciekłokrystaliczne tioestry o wzorze C_5H_{11} -Ph-SCO-Ph-OC_nH_{2n+1} i akronimie $n\bar{S}5$ lub nOS5 wykazują silną zależność polimorfizmu od długości łańcucha C_nH_{2n+1}. Homologi o n = 4-6 tworzą wyłącznie fazę nematyczną, homolog o n = 7 wykazuje fazę nematyczną i smektyczną C, natomiast dla n = 8-12 obserwuje się kilka faz smektycznych [1]. Mimo istnienia wielu wyników eksperymentalnych, identyfikacja niektórych bardziej uporządkowanych faz nadal jest niejednoznaczna, a ich dyfraktogramy rentgenowskie nie zawsze są publikowane. Głównym celem niniejszych badań było przeprowadzenie szczegółowych pomiarów metodą dyfrakcji rentgenowskiej (XRD) dla związków nOS5 o n = 5, 9, 10, 11 [2,3]. Oprócz metody XRD zastosowano różnicową kalorymetrię skaningową (DSC) i mikroskopię polaryzacyjną (POM). W celu określenia rozmiarów molekuł przeprowadzono modelowanie półempiryczną metodą PM7 dla n = 9, 10, 11 oraz obliczenia DFT dla n = 5.

Wyniki XRD wykazały obecność pochylonej heksagonalnej fazy smektycznej G lub J dla n = 10, 11 oraz pochylonej fazy smektycznej H lub K o uporządkowaniu typu *herringbone* dla n = 9, 10. Pomiary DSC wykonane dla n = 10 sugerują przejście szkliste zachodzące w fazie SmH(K) lub w fazie krystalicznej o nieporządku konformacyjnym (CONDIS). Przy ogrzewaniu obserwowana jest zimna krystalizacja, której przebieg silnie zależy od szybkości poprzedzającego go ochładzania. W przypadku n = 5, analiza metodą Rietvelda pozwoliła udowodnić, że krystalizacja z fazy nematycznej prowadzi do tej samej fazy krystalicznej, która powstaje poprzez odparowanie z roztworu [4]. Ponadto wyniki DSC i XRD wskazują na istnienie dodatkowej fazy w wąskim zakresie między cieczą izotropową a fazą nematyczną. Analiza wyników XRD pod niskimi kątami sugeruje obecność dimerów w fazie nematycznej, utworzonych poprzez wiązania wodorowe, natomiast dodatkowe przejście prawdopodobnie wiąże się ze zmianą typu dimeru z dłuższego na krótszy podczas ochładzania.

Podziękowania: A.D. dziękuje dr. hab. Wojciechowi Zajęcowi (IFJ PAN) za pomoc w przeprowadzeniu obliczeń DFT.

- [1] M.D. Ossowska-Chruściel, *Otrzymywanie i badania ciekłokrystalicznych tioestrów*, Wydawnictwo Akademii Podlaskiej, Siedlce 2008.
- [2] A. Deptuch, B. Sęk, S. Lalik, W. Zajęc, M.D. Ossowska-Chruściel, J. Chruściel, M. Marzec, *Structural Study of Nematogenic Compound 5OS5*, Crystals 14 (2024) 367, <https://doi.org/10.3390/cryst14040367>.
- [3] A. Deptuch, B. Sęk, S. Lalik, M.D. Ossowska-Chruściel, J. Chruściel, M. Marzec, *Structural investigation of the liquid crystalline phases of three homologues from the series of 4-pentylphenyl-4'-n-alkoxythiobenzoates (n = 9, 10, 11)*, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.08328>.
- [4] J. Chruściel, B. Pniewska, M.D. Ossowska-Chruściel, *The Crystal and Molecular Structure of 4-Pentylphenyl-4'-Pentioxythiobenzoate (5S5)*, Mol. Cryst. Liq. Cryst. 258 (1995) 325-331, <https://doi.org/10.1080/10587259508034572>.

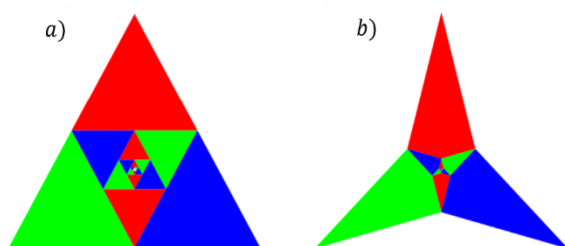
Samopodobieństwo: tekstury ferroelastyczne i sygnały dźwiękowe

P. Sobieszczyk¹, B. Burzyńska², D. Kuźma¹, A. Piecha-Bisiorek², G. Bator², R. Jakubas², P. Zieliński¹

¹Institut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk, ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków;

Piotr.Zielinski@ifj.edu.pl, ²Uniwersytet Wrocławski Wydział Chemii, F. Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław

Obiekty niezmiennicze względem zmiany skali nazywa się samopodobnymi. Np. trójkąt Sierpińskiego (Sierpiński's gasket) daje się na siebie nałożyć, gdy wszystkie jego wymiary pomnożymy przez dowolną potęgę liczby 2: 2^k , $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ (zob. Rys. 1a)). Liczba 2 jest tu czynnikiem skalowania. Podobne własności wykazują trójramiennie gwiazdy wykryte przez B. Burzyńską [1] w związku $(\text{CH}_3\text{C}(\text{NH}_2)_2)_3[\text{Sb}_2\text{Br}_9]$, którego kryształ ulega przejściu fazowemu ze struktury heksagonalnej do rombowej, czyli reprezentuje typ ferroelastyczny $6mmmFmmm$ wg notacji Aizu. P. Sobieszczyk [2] odkrył, że trójramiennie gwiazdy, znane też w innych materiałach [3], są w istocie zdeformowanymi wariantami trójkąta Sierpińskiego. Deformacja polega tu na zmniejszeniu kąta wierzchołków ramion gwiazdy z 60° do wartości wynikającej z obniżenia symetrii punktowej w przejściu fazowym przy uwzględnieniu skończonej wartości odkształcenia spontanicznego. Jednocześnie ulega zmianie czynnik skalowania. Rysunek 1b) przedstawia schemat trójramiennej gwiazdy zaobserwowanej w pracy [1].



Rys. 1. a) Trójkąty na tej figurze są takie same jak w trójkącie Sierpińskiego; wszystkie kąty są równe 60° , czynnik skalowania wynosi 2. b) Schemat trójramiennej gwiazdy z pracy [1]; kolory reprezentują domeny ferroelastyczne, kąt wierzchołków ramion gwiazdy wynosi ok 30° , a czynnik skalowania 3,732...

Samopodobieństwo jest własnością symetrii, zatem jego pojawianie się i znikanie powinno podlegać prawom rządzącym spontanicznym łamaniem symetrii [4]. Podobnych struktur poszukujemy wśród domen magnetycznych [5]. Pożądane byłoby opracowanie metod obserwacji tych zjawisk w eksperymentach dyfrakcyjnych i rozproszeniowych. Zaskakująco proste konsekwencje pewnych zmian symetrii samopodobieństwa występują w sygnałach akustycznych, w których ciśnienie akustyczne jest samopodobną funkcją czasu. Zostaną zaprezentowane przykłady dla sygnałów dźwiękowych opisanych funkcją Weierstrassa-

Mandelbrota [6] z różnymi czynnikami skalowania. Być może jest to wskazówka opisu analogicznych struktur w 2 i 3 wymiarach.

[1] Bogumiła Burzyńska, *Analiza fizykochemiczna i strukturalna hybrydy organiczno-nieorganicznej na bazie kationu acetamidyniowego*, Praca Magisterska, Wydział Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego, 2023.

[2] Paweł Sobieszczyk i in. w przygotowaniu.

[3] zob. np. S. H. Curnoe and A. E. Jacobs, *Statics and dynamics of domain patterns in hexagonal-orthorhombic ferroelastics*, Phys. Rev. B **63**, 094110 (2001).

[4] N. Boccara, *Symétries brisées: Théorie des transitions avec paramètre d'ordre*, Actualités scientifiques et industrielles, Vol. 1378, Paris: Hermann, 1976.

[5] Dominika Kuźma, Oleksandr Pastukh, Piotr Zieliński, *Competing Magnetocrystalline and Shape Anisotropy in Thin Nanoparticles*, Crystals **14**, 375 (2024).

[6] Piotr Zieliński, *Acoustic Manifestations Of Symmetry Breaking In Self-Similar Signals*, Communications of the ECMS **38**, 291 (2024).

Small angle neutron scattering and neutron reflectometry study of iron oxide nanoparticles in magnetic fluids

P. Kopčanský¹, M. Timko¹, M. Rajňák¹, M. Karpets², V. Petrenko³, V. Pipich⁴, L. Vekas⁵,
B. Idzikowski⁶

¹*Institute of Experimental Physics of the Slovak Academy of Sciences, Košice, Slovakia,* ²*Technical University of Kosice, Košice, Slovakia,* ³*BCMaterials, Leioa, Spain;* *IKERBASQUE, Basque Foundation for Science, Bilbao, Spain,* ⁴*Jülich Centre for Neutron Science, Garching, Germany,* ⁵*Center for Fundamental and Advanced Technical Research, Romanian Academy-Timisoara Branch, Romania,* ⁶*Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences, Poznań, Poland;* idzi@ifmpan.poznan.pl

We review the state of the art in the area of the impact of magnetic and electric field on the structure of magnetic fluids to highlight the significance of research on transformer-oil-based nanoparticles systems.

Iron oxide nanoparticles were synthesized by chemical co-precipitation from aqueous solution of ferrous and ferric ions in the presence of NH₄OH at 80–82°C, according to the well-established protocol after co-precipitation. The magnetite nanoparticles were sterically stabilized with a single oleic acid layer (C₁₈H₃₄O₂, Merk) chemisorbed on the particle surfaces. The transformer oil used as a carrier liquid in the studied ferrofluid was a commercial oil Mogul Trafo CZ-A. Samples with different particle volume fractions (1, 1.5, 2 %) were investigated.

Formation of magnetic nanoparticles layers was found to take place on a planar surface of copper electrode film on a single-crystal silicon substrate, under perpendicular homogeneous electric field, by small angle neutron scattering (SANSPOLE) and neutron reflectometry. From the SANSPOLE measurement in a combined electric and magnetic field, one can conclude that the electric field enhanced the magnetic anisotropy in the formed aggregates. The observed self-assembled layering could be used as an additional barrier at the inner surface of a transformer to increase dielectric breakdown voltage of working fluids.

Spin neutronu jako sonda pomiarowa

W. Zając

Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego PAN, wojciech.zajac@ifj.edu.pl

Możliwość polaryzacji neutronów wiązki neutronów padających na próbkę oraz analizy ich spinu po rozproszeniu daje możliwość badania własności elektronowych (magnetycznych) materii, analizy oddziaływania spinu neutronu ze spinami jąder atomowych (w przypadku próbki o jądrach spolaryzowanych), czy wreszcie rozdzielania – na poziomie samego instrumentu badawczego – neutronów rozproszonych spójnie i niespójnie. Temu ostatniemu zagadnieniu zostanie poświęcona końcowa część wystąpienia.

Referat jest poświęcony w głównej mierze rozpraszaniu jądrowemu i opisowi zachowania spinu neutronu w tym zjawisku. Dalsza część będzie poświęcona metodom uzyskiwania wiązki spolaryzowanej, manipulacji kierunkiem polaryzacji: adiabaticznej i nieadiabaticznej rotacji spinu (tzw. *spin-flip*) i transportu neutronów spolaryzowanych, wreszcie analizie polaryzacji po rozproszeniu oraz detekcji.

Polarized neutron scattering from dynamic polarized nuclei.

Heinrich Stuhrmann

To be presented at the Conference on
Neutron Scattering and Complementary Techniques in the
Research of Matter

At 9:00 the 12th June 2024

NB: *Polarised neutron scattering from dynamic polarised nuclei as we know it now would not have been possible without the help of a number of people and their institutions.*

Neutron reflectometry for soft matter systems

O. Tomchuk

¹*ISIS Neutron and Muon Source, Rutherford Appleton Lab, Didcot, UK, Oleksandr.Tomchuk@stfc.ac.uk*

²*Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences, Krakow, Poland*

Many interesting physical, chemical and biological phenomena occur at interfaces between nanometre-scale layers of soft condensed matter. These often complex systems lend themselves to be studied by X-ray and neutron reflectometry. Specular neutron reflectometry is a technique enabling the measurement of chemical composition profile perpendicular to the plane of an interface in terms of coherent neutron scattering length density. The characteristic sizes that are probed range from around 0.1 nm up to 500 nm. It is a scattering technique that averages information over the entire surface, and it is therefore possible to obtain not local but global characteristics of the interface. X-rays measurements are very complementary to neutron reflectometry measurements as they provide the electron density profile. It is noticeable that many experiments are using a combination of techniques, either in separate sessions or simultaneously, to extract structural details from highly complex layered systems. However, the specific properties of neutrons (possibility of tuning the contrast by isotopic substitution, negligible absorption, low energy of the incident neutrons) make it particularly interesting in soft matter, biophysics, atmospheric science, oil–water interfaces or industrial problems (rheology, packaging, or durability of nanomaterials). The application of these techniques to such systems is extremely widespread and provides unique insights into their structure and dynamics. In particular, this review highlights some of the applications of neutron reflectometry to probe the nanoscale structure of liquid crystalline thin film systems. These studies primarily concern smectic phases as natural layered systems, as well as the interaction of nematics with various interfaces.

In-situ parametric study of D₂O intrusion into large cage hydrophobic MOF

L. Scheller¹, P. Zajdel¹, E. Amayuelas², Y. Grosu^{2,3}, V. Cristiglio⁴

¹*Instytut Fizyki im. Augusta Chelkowskiego, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Poland, lukasz.scheller@us.edu.pl*, ²*Centre for Cooperative Research on Alternative Energies (CIC energiGUNE), Spain,* ³*Instytut Chemii, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Poland,* ⁴*Institut Laue-Langevin, France*

In recent years the energy production from renewable sources during the peak period frequently exceeds its current consumption. To avoid wasting energy it is needed to create new methods of energy storage. One way to solve this problem is to use lyophobic porous materials into which a non-wetting liquid is injected under pressure, most frequently, water. Energy storage in these materials is done by undergoing pressure-volume work $p\Delta V$, where p is the pressure of intrusion and ΔV is the volume of the pores filled by the liquid.

This work aims to determine the mechanisms linking macroscopic parameters of intrusion to phenomena occurring at the atomic scale. This work analyses the response of the material structure to the intrusion/extrusion process in terms of changes in the size of the elementary cell depending on pressure of metal-organic compounds (Metal-Organic Frameworks MOFs) namely already proven ZIF-8 [1] (Fig.

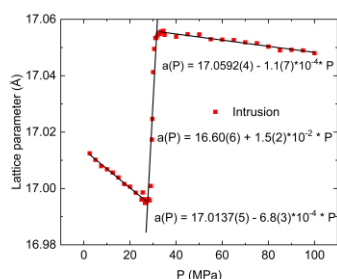


Fig. 1. Change of ZIF-8 lattice parameter depending on pressure during intrusion.

1) and mixed linker composed of ZIF-8 and ZIF-7 (ZIF-7-8) with heavy water (D₂O) acting as the non-wetting liquid.

The unique approach is to observe changes in material structure during intrusion/extrusion using in-operando neutron scattering performed at D16 line at ILL. The unique sample environment setup granted high pressures up to 100 MPa allowing to go over the intrusion region which is novum in this research. The experiment followed structural changes of the MOF in three important aspects: (1) SANS region covering short range order and following MOF cage filling due to framework/liquid contrast, (2) Bragg peak position in the WANS region connected to the evolution of the unit cell size, (3) Bragg peak intensity connected with the amount of

D₂O confined in a hydrophobic cage. The neutron scattering together with liquid-porosimetry experiments demonstrate negative compressibility of nanoporous framework during intrusion for both materials. By analyzing these aspects, the study aims to elucidate the mechanisms linking macroscopic parameters of intrusion to atomic-scale phenomena, providing insights into the behavior of MOFs under varying pressure conditions. The results contribute to advancing our understanding of energy storage mechanisms in porous materials, offering potential avenues for more efficient and sustainable energy storage solutions.

The authors would like to acknowledge funding from the European Union's Horizon 2020 (H2020) research and innovation programme (grant agreement no. 101017858) and the financial support of the National Science Centre (Poland) under Decision No. 2018/31/B/ST8/00599 as well as Polish Minister of Science and Higher Education for granting funds for Poland's scientific membership in ILL under decision 21.12.2018 DIR/WK/2018/10.

[1] M. Tortora et al., *Nano Lett.* 21, 2848–2853 (2021).

Nanokompozyty oparte na organicznym antyferroelektryku (S)-MHPOBC oraz dekorowanych nanocząstkach Au

S. Lalik¹, O. Stefańczyk², D. Dardas³, A. Deptuch⁴, T. Yevchenko³, S.-i. Ohkoshi², M. Marzec¹,

¹*Instytut Fizyki, Uniwersytet Jagielloński, 30-348 Kraków, Polska, sebastian.lalik@uj.edu.pl*

²*Wydział Chemii, Szkoła Nauk, Uniwersytet w Tokio, 113-0033 Tokio, Japonia,*

³*Instytut Fizyki Molekularnej, Polska Akademia Nauk, 60-179 Poznań, Polska,*

⁴*Instytut Fizyki Jądrowej, Polska Akademia Nauk, 31-342 Kraków, Polska,*

Podczas wystąpienia przedstawiony zostanie wpływ niewielkich koncentracji dekorowanych nanocząstek złota (Au) na wybrane właściwości fizyko-chemiczne związku ciekłokrystalicznego o komercyjnej nazwie (S)-MHPOBC wykazującego bogaty polimorfizm fazowy [1]. Związek stanowiący matrycę nanokompozytów to pierwszy organiczny związek CK, w którym odkryto obecność fazy antyferroelektrycznej SmC^*_A , która występuje w szerokim zakresie temperatur. Z tego powodu podczas prezentacji wpływ ograniczę się do właśnie fazy SmC^*_A . Wykorzystując produkty nanotechnologii (m.in. nanocząstki) można w łatwy sposób otrzymać nowe materiały o silnie zmodyfikowanych właściwościach w stosunku do ich niedomieszkowanych odpowiedników. Przez odpowiedni dobór nanocząstek (m.in. ich typu, koncentracji) można kontrolować różne właściwości finalnego materiału. Ponadto nanokompozyty CK - nanocząstka są interesujące ze względu na możliwość poznania oddziaływania molekula organiczna - nanocząstka.

Okazuje się, że domieszka nanocząstek Au na poziomie 0.2 i 0.5% wag. w niższych temperaturach fazy SmC^*_A silnie wpływa na obniżenie kąta zwilżania cienkich warstw, co wynika z konformacyjnych zmian łańcuchów czynnika dekorującego nanocząstki pod wpływem temperatury. Czas reorientacji molekuł w zależności od koncentracji domieszki zachowuje się w odmienny sposób w stosunku do matrycy. Kąt pochylenia molekuł w granicy niepewności pomiarowych dla nanokompozytu o koncentracji 0.2% wag. jest porównywalny z wartościami dla czystej matrycy, z kolei dla większej koncentracji rośnie. Spontaniczna polaryzacja rośnie wraz ze wzrostem koncentracji nanocząstek,

co wynika z pojawienia się zlokalizowanego powierzchniowego rezonansu plazmonowego. Ponadto zaobserwowano, że w przypadku porządkowania elektrycznych momentów dipolowych w próbkach domieszkowanych, wraz ze wzrastającą amplitudą sygnału zmiennego, proces ten jest mniej czasochłonny. Chociaż nie odnotowano modyfikacji grubości warstw smektycznych po domieszkowaniu, to wartość skoku helisy rośnie ze wzrostem koncentracji nawet o około 60nm. Nie odnotowano znaczącego wpływu na temperatury przejść fazowych ani wpływu na polimorfizm ciekłokrystaliczny. Jedynie dla największej koncentracji pojawiła się nowa faza krystaliczna. Na podstawie kilku charakterystycznych pasm absorpcyjnych zaprezentuję brak wpływu domieszki na parametry tych pasm m.in. ich położenie spektralne czy FWHM. W kilku wybranych temperaturach i częstotliwościach zostanie zaprezentowany wpływ domieszki na wartość stałej dielektrycznej, przewodności elektrycznej właściwej oraz wpływu na parametry procesów relaksacyjnych.

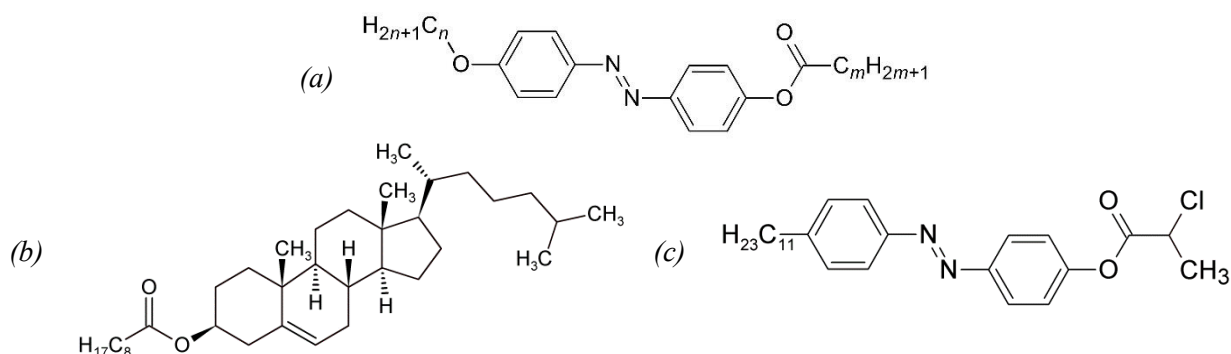
[1] S. Lalik, O. Stefańczyk, D. Dardas, A. Deptuch, T. Yevchenko, S.-i. Ohkoshi, M. Marzec, Nanocomposites Based on Antiferroelectric Liquid Crystal (S)-MHPOBC Doping with Au Nanoparticles, *Molecules* 2022, 27(12), 3663.

Różnice między właściwościami mieszanin ciekłokrystalicznych związków azowych i chiralnych, a ich poszczególnymi składnikami

M. Piwowarczyk¹, A. Deptuch¹, A. Drzewicz¹, E. Juszyńska-Gałązka¹, M. Gałązka¹, Z. Galewski²

¹ Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk, ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków, marcin.piwowarczyk@ifj.edu.pl, ² Uniwersytet Wrocławski, Wydział Chemii, ul. F. Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław

Mnogość istniejących, a także potencjalnych zastosowań materiałów ciekłokrystalicznych, uwidacznia istotną rolę badań mezogennych układów wieloskładnikowych. Daje ona możliwość projektowania i przewidywania właściwości fizykochemicznych mieszanin składających się z odpowiednio dobranych substancji, dla których znane są, między innymi, sekwencja fazowa i temperatury przemian fazowych. Szczegółowe badania, z wykorzystaniem szeregu doświadczalnych metod, pozwalają na poznanie nowych sposobów porządkowania się molekuł, obserwację pojawiania się bądź zaniku niektórych mezofaz, ich stabilizacji, czy opisu zjawisk krytycznych.



Rys. 1. Wzór strukturalny: (a) alkanian (E)-4-((4-alkiloksyfenylo)diazenylo)fenylu (*nOABOOCm*), (b) pelargonian cholesterylu (*PCh*), (c) 2-chloropropionian (E)-4-((4-undecylofenylo)diazenylo)fenylu (*P1*).

Sporządzono szereg mieszanin dwuskładnikowych, zawierających różne proporcje stężeń (wyrażonych ułankami molowymi) poszczególnych komponentów. Pierwszy składnik należy do mezogennych azo związków z grupy alkanianów (E)-4-((4-alkiloksyfenylo)diazenylo)fenylu (*nOABOOCm*, Rys. 1a). Drugim zaś jest jeden z dwóch wybranych chiralnych ciekłych kryształów: pelargonian cholesterylu (*PCh*, Rys. 1b) [1] lub 2-chloropropionian (E)-4-((4-undecylofenylo)diazenylo)fenylu (*P1*, Rys. 1c) [2].

Do określenia temperatur przemian fazowych mieszanin wykorzystano metodę POM oraz DSC. Na ich podstawie opracowano diagramy fazowe, dla których zostanie przedstawiona analiza zmian sytuacji fazowej ze zmianą składu. Badania dotyczyły także obserwacji termochromizmu mieszanin metodą POM w odniesieniu do pelargonianu cholesterylu [3].

MP dziękuje za wsparcie finansowe w ramach projektu POWR.03.02.00-00-I004/16.

[1] G.W. Gray, J. Chem. Soc., 0, 3733 – 3739 (1956);

[2] A. Włodarczyk, K. Wojciechowska, J. Zienkiewicz, Z. Galewski, Proceedings SPIE, 3319, 40 – 44 (1998);

[3] J.L. Ferguson, N.N. Goldberg, R.J. Nadalin, Mol. Cryst., 1, 309 – 323 (1966).

Polimorfizm i zmiany dynamiki substancji polarnych o różnych kształtach molekuł

E. Juszyńska-Gałązka

Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN, ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków, ewa.juszynska-galazka@ifj.edu.pl

Fizykochemiczne własności materii miękkiej mogą być zdeterminowane poprzez geometrię próbki. Polarne substancje molekularne, o globularnej czy wydłużonej budowie cząsteczek zarówno w postaci litej jak i umieszczone w nanoprzestrzeniach (nanoporach) wykazują tendencję do tworzenia mezofaz jak np. fazy plastyczno-krystaliczne. Jednym z czynników wpływających na badany polimorfizm jest szybkość zmian temperatury. Zastosowanie różnych temp ogrzewania, bądź ochładzania, w badaniach uwidacznia się nie tylko (możliwymi) zmianami temperatur przemian fazowych, stabilności jak i temperaturowego zakresu istnienia faz termodynamicznych, ale także otrzymaniem przechłodzonych faz z różnym stopniem nieuporządkowania molekuł jak i pojawieniem się (lub całkowitym zanikiem) mezofaz. Często w substancjach z przechłodzonymi fazami obserwuje się tzw. zimną krystalizację (krystalizację występującą podczas ogrzewania substancji). Również, nieuporządkowane fazy mogą ulec witrifikacji – osiągnąć stan szklisty, który jest kinematycznie zamrożonym stanem niestabilnym termodynamicznie. Opis dynamiki molekuł w okolicy powstawania szkła z dalekozasięgowym uporządkowaniem jest wciąż przedmiotem rozważań naukowych, między innymi ze względów aplikacyjnych.

Wspomniany przykład mezofazy tj. faza plastyczna posiada własności fazy stałej – takie jak uporządkowanie translacyjne molekuł, oraz fazy ciekłej – takie jak brak uporządkowania orientacyjnego oraz większą amplitudę drgań atomów, co między innymi zobaczyć można w pomiarach spektroskopowych tj. ang. *Elastic window scan*. Średnie kwadratowe wychylenie protonów z położenia równowagi dla fazy uporządkowanej jest niewielkie, rzędu 0.2 \AA^2 , natomiast dla faz plastyczno-krystalicznych dochodzi nawet do jednego Å^2 . Ponadto, dynamika odpowiednich grup funkcyjnych silnie zależy od sterycznych uwarunkowań przestrzeni jak i ich rodzaju, co ma wpływ na powstawanie oddziaływań pomiędzy nimi. Zaprezentowane zostaną własności fizykochemiczne wybranych substancji molekularnych o ww. cechach.

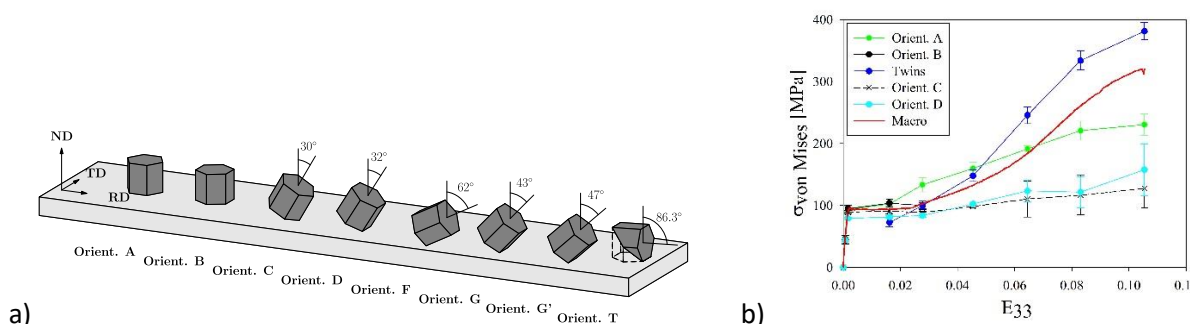
Badanie mechanizmów plastyczności w stekstrowanym stopie magnezu AZ31 przy użyciu dyfrakcji neutronowej

P. Kot¹, A. Baczymański², A. Ludwik², M. Wroński², G. Farkas³, J. Pilch³, S. Wroński²

¹CoE NOMATEN, NCBJ, A. Sołtana 7, 05-400 Otwock-Świerk, przemyslaw.kot@ncbj.gov.pl

²AGH, WFiIS, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, ³Nuclear Physical Institute, ASCR, Hlavní 130, 25068 Řež, Czechy

W niniejszej pracy zbadano zachowanie mechaniczne stopu magnezu AZ-31 podczas próby obciążenia in-situ za pomocą pomiarów dyfrakcji neutronów na stanowisku HK9 (UJV, Rež, Czechy) [1]. Pomiar te pozwalają na opracowanie techniki eksperymentalnej opartej na tzw. metodzie grup krystalitów w celu określenia ewolucji naprężeń zlokalizowanych w ziarnach polikrystalicznych o różnych orientacjach krystalograficznych. Technikę tę zastosowano do stekstrowanego stopu Mg AZ-31 podczas ściskania i rozciągania wzdłuż kierunku walcowania (RD) oraz ściskania w kierunku normalnym (ND) i odchylnym o 30° od ND w kierunku RD, a składowe tensora naprężeń dla grup ziaren o wybranych orientacja określono bezpośrednio na podstawie zmierzonych odkształceń sieci krystalicznej [2]. Wybrano dwie główne twarde orientacje, nazwane A i B, kilka orientacji stanowiących mniejszościowy udział w próbce - C, D, F, G i G' oraz orientację bliźniaczą T (rys. 1a). Na podstawie danych eksperymentalnych wyznaczono ewolucję tensora naprężeń dla wybranych grup ziaren. Stwierdzono dużą różnicę w twardości krystalitów o różnych orientacjach sieci (rys. 1b). Na podstawie wyznaczonej ewolucji naprężeń wyznaczono krytyczne naprężenia ścinające na systemach poślizgu i bliźniakowania. Pozwoliło to na zmniejszenie liczby parametrów samouzgodnionego modelu elastoplastycznego, a przez do dokładniejsze go dopasowanie i jego weryfikację



Rys. 1. a) Badane orientacje A B, C, D, F, G, G' i T – bliźniaki. b) Ewolucja naprężeń von Misesa dla wybranych grup ziaren posiadających badane orientacje. Czerwoną linią zaznaczono makroskopową odpowiedź próbki na na przyłożone naprężenie.

[1] A. Baczymański, P. Kot, et al. Materials Science & Engineering A 801 (2021) 140400.

[2] P. Kot, „Diffraction study of deformation process for selected groups of grains and different phases in polycrystalline materials”, praca doktorska, 2022

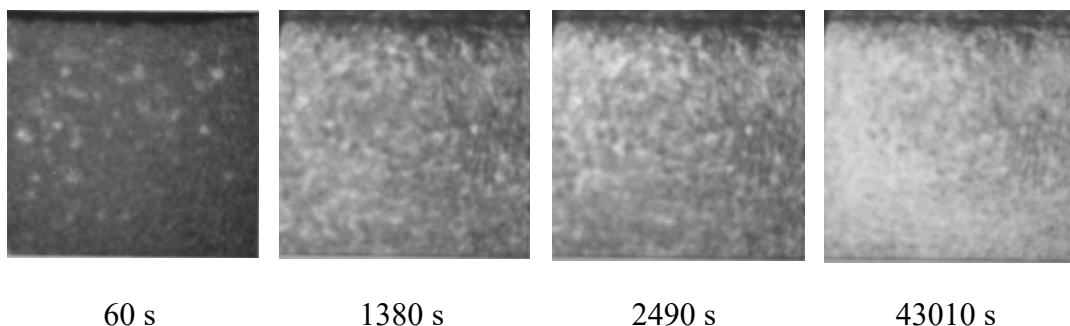
Praca została sfinansowana z grantu Narodowego Centrum Nauki nr UMO-2017/25/B/ST8/00134 oraz UMO-2021/41/N/ST5/00394. Badania były częściowo finansowane z programu „Inicjatywa doskonałości – uczelnia badawcza” dla Akademii Górniczo-Hutniczej. P. Kot jest częściowo wspierany przez program badawczo-innowacyjny Unii Europejskiej Horyzont 2020 w ramach umowy o grant nr 857470 oraz z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego za pośrednictwem programu Fundacji na rzecz Nauki Polskiej Międzynarodowa Agendy Badawcze PLUS Grant nr MAB PLUS/2018/ 8.

Proces schnięcia warstw materiałów porowatych nasyconych wodnym roztworem CdCl_2

I.M. Fijał-Kirejczyk, J.J. Milczarek, A. Budzianowski, D. Rusinek, J. Żołądek

Narodowe Centrum Badań Jądrowych, 05 - 400 Otwock – Świerk, dariusz.rusinek@ncbj.gov.pl

Obrazowanie neutronowe jest efektywną metodą badania procesu schnięcia różnorodnych materiałów. Pozwala ono na określenie zmian szybkość schnięcia oraz rozkładu przestrzennego zawartości wody w objętości próbki w trakcie procesu. W niniejszej pracy przeprowadzono badania zmian masy, temperatury oraz obrazów neutronowych próbek sypkiego elektrokorundu o dwóch różnych średnich rozmiarach ziaren ok. $65 \mu\text{m}$ (F220) i $1100 \mu\text{m}$ (F20). Próbki miały kształt prostopadłościanów o rozmiarach $\sim 50 \text{ mm} \times \sim 50 \text{ mm} \times 5.4 \text{ mm}$ i były całkowicie nasycone roztworem wodnym CdCl_2 o stężeniu 3,6 lub 17%. W trakcie suszenia otwarta była tylko górna powierzchnia pojemnika a proces prowadzono stosując skierowany na tę powierzchnię strumień powietrza o temperaturze ok. 80°C i szybkości przepływu ok 2 m/s . W trakcie schnięcia rejestrowano sekwencje obrazów neutronowych schnących próbek.



Przykładowe radiogramy neutronowe dla schnącej próbki korundu z roztworem CdCl_2 (17%) o rozmiarach ziaren ok. $1,1 \text{ mm}$. Pod obrazami podano czas od początku procesu schnięcia.

Analizę procesu przeprowadzono na podstawie pomiarów masy próbki i zarejestrowanych radiogramów neutronowych wyznaczając dla nich średnie stopnie szarości oraz średnie odchylenie standardowe (STD) jasności. Parametry te wyznaczono zarówno dla obrazów całych próbek jak i ich rozkład wzdłuż pionowej osi próbki prostopadłej do otwartej górnej powierzchni. Zależność średniej jasności od czasu wyraźnie obrazuje zmniejszanie średniej zawartości wody. Natomiast zmiany STD w czasie charakteryzują się istnieniem jednego silnego maksimum w początkowej fazie schnięcia oraz drugiego słabszego występującego później.

Otrzymane wyniki wskazują na przemieszczanie się cieczy wewnątrz materiału w trakcie pierwszego etapu schnięcia oraz brak zauważalnego frontu schnięcia w dalszych etapach procesu. W przypadku pojemników aluminiowych zaobserwowano, i potwierdzono metodą dyfrakcji promieniowania RTG, wydzielanie metalicznego kadmu na górnej powierzchni próbek oraz wewnętrznych powierzchniach pojemników. Pierwsze maksimum STD jest związane z pierwszym etapem schnięcia a drugie bardzo słabe maksimum wydaje się być związane z uwidacznianiem wytrącanego kadmu.

Pomiar odkształceń sieci krystalicznej w materiałach dwufazowych poddanych obciążeniu zewnętrznemu

A. Baczański¹, A. Ludwik¹, S. Wroński¹, K. Wierzbowski¹, P. Kot², M. Wroński¹

¹Akademia Górniczo Hutnicza im. Stanisława Staszica, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska, Andrzej.Baczanski@fis.agh.edu.pl

²NOMATEN Centrum Doskonałości, Narodowe Centrum Badań Jądrowych, ul. A. Sołtana 7, 05-400 Otwock-Świerk, Polska

W niniejszej pracy przedstawiono metody pomiarów odkształceń sieci krystalicznej materiałów polikrystalicznych uzyskane za pomocą dyfrakcji neutronów podczas rozciągania lub ściskania próbek siłami zewnętrznymi. Na podstawie uzyskanych wyników doświadczalnych przeprowadzono analizę właściwości sprężysto-plastycznych dla stekstrowanej stali dwufazowej oraz mosiądzu dwufazowego. Metodologia opiera się na pomiarach odkształceń sieci dla kilku refleksów *hkl* i dla różnych orientacji wektora rozproszenia względem próbki. Zastosowano zarówno technikę dyspersji kątovej (LLB, Saclay oraz NPI, Rez) [1,2], jak i technikę dyspersji energii TOF (ISIS, RAL, UK oraz ZIBJ, Dubna) [3,4].

Stosując metodę grup krystalitów (CGM - *crystallite group method*) wyznaczyć można pełny tensor naprężenia dla preferowanych orientacji teksturowych oraz jego zmienność w funkcji przyłożonego naprężenia. Istotną zaletą przedstawionej metodologii eksperymentalnej jest możliwość oszacowania, bezpośrednio z pomiarów, krytycznych naprężeń ścinających (CRSS – *critical resolved shear stress*) dla aktywnych systemów poślizgów. Na podstawie wykonanych pomiarów dyfrakcyjnych określono zmiany naprężeń dla ziaren o preferowanych orientacjach w stali dwufazowej i dwufazowym mosiądzu podczas rozciągania i ściskania próbek. Następnie, przeanalizowano zmienność naprężenia ścinającego (RSS - *resolved shear stress*) i wyznaczono wartości CRSS dla systemów poślizgu występujących w obu fazach badanych materiałów.

Stwierdzono, że podczas odkształcenia stali dwufazowej, ziarna fazy austenitycznej wykazują znacznie niższe wartości CRSS i znacznie wcześniej ulegają deformacji plastycznej w porównaniu z ziarnami fazy ferrytycznej. W przypadku mosiądzu dwufazowego wartości CRSS dla obu faz (fcc i bcc) są w przybliżeniu równe. Zauważono, że dla stali dwufazowej w zakresie, w którym faza austenityczna ulega już odkształceniu plastycznemu, a faza ferrytyczna jest jeszcze w zakresie odkształceń sprężystych, następuje znaczne przeniesienie obciążenia z ziaren austenitu na ziarna ferrytu. Zjawisko to nie występuje w przypadku mosiądzu, w którym obie fazy odkształcają się podobnie.

Porównanie wyników dyfrakcyjnych pomiarów odkształceń sieci krystalicznej, powstających pod wpływem obciążeń, z modelem odkształcenia sprężysto-plastycznego pozwoliło zbadać mechanizmy deformacji plastycznej zachodzącej dla ziaren należących do tej samej lub różnych faz materiału polikrystalicznego.

- [1] A. Baczański, C. Braham, Acta Mater. 52 (2004) 1133–1142. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2003.10.046>.
- [2] A. Baczański, P. Kot, S. Wroński, M. Wróbel, M. Wroński, J. Pilch, M. Muzyka, K. Wierzbowski, Y. Zhao, L. Le Joncour, M. François, B. Panicaud, Mater. Sci. Eng. A. 801 (2021) 140355. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140400>.
- [3] R. Dakhlaoui, A. Baczański, C. Braham, S. Wroński, K. Wierzbowski, E.C. Oliver, Acta Mater. 54 (2006) 5027–5039. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2006.06.035>.
- [4] P. Kot, M. Wroński, A. Baczański, A. Ludwik, S. Wroński, K. Wierzbowski, C. Scheffzük, J. Pilch, G. Farkas, Measurement. 221 (2023) 113469. <https://doi.org/10.1016/J.MEASUREMENT.2023.113469>.

Laboratorium Neutronowej Analizy Aktywacyjnej w NCPS Solaris

Michał Silarski¹, Katarzyna Dziedzic-Kocurek¹

¹Uniwersytet Jagielloński, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Instytut Fizyki,
michal.silarski@uj.edu.pl

Laboratorium Neutronowej Analizy Aktywacyjnej (LNAA), Wydziału Fizyki Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ, tworzone w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS umożliwi prowadzenie badań podstawowych i prac rozwojowych w obszarze inżynierii materiałów wykorzystywanych w konstrukcji zarówno detektorów jak i osłon przeciw promieniowaniu [1], rozwoju terapii borowo-neutronowej BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) oraz w wykrywaniu materiałów niebezpiecznych. Będzie ono oferowało jednocześnie neutrony szybkie, o energiach do 14 MeV, a także termiczne i epitermiczne generowane w kompaktowych akceleratorach typu DD oraz DT [2].

W LNAA prowadzone będą badania i charakterystyki detektorów neutronów w szerokim zakresie energii oraz spektroskopów promieniowania γ dla energii niedostępnych przy użyciu źródeł izotopowych [3-5]. W obszarze fizyki medycznej i biofizyki nasze laboratorium będzie oferowało możliwości badawcze związane z rozwojem terapii BNCT oraz ogólnie terapii związanej z wychwytem neutronów. W szczególności, prowadzone będą badania wstępne na liniach komórkowych nowych nośników boru oraz gadolinu na potrzeby rozwoju i doskonalenia tej terapii. Rozwijane będą także metody monitorowania rozkładu nośnika oraz dawki promieniowania, jaką pochłonie pacjent w czasie terapii [6,7]. Dzięki temu, że integralną częścią LNAA będzie system hodowli komórkowych oraz preparatyki próbek biologicznych, badania nośników dla terapii neutronowej nie będą obciążone efektami systematycznymi związanymi z transportem próbek do i z laboratorium biologicznego. Kolejną dziedziną, w jakiej będą prowadzone badania w laboratorium jest bezpieczeństwo publiczne, w szczególności nad metodami nieinwazyjnego wykrywania materiałów niebezpiecznych za pomocą aktywacji neutronowej. Badania naukowe i prace rozwojowe w tym kierunku okazują się szczególnie istotne w obecnej sytuacji geopolitycznej [8-10].

W prezentacji przedstawiony zostanie zarówno aktualny stan badań prowadzonych przez naszą grupę w wyżej wymienionych obszarach, jak i stan przygotowań LNAA oraz plan badawczy, który będzie w nim realizowany w najbliższej przyszłości.

- [1] D. Madej, M. Silarski, S. Parzych, Mater. Chem. Phys. 260 (2021) 124095. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2020.124095>.
- [2] O. Bezshyyko, L. Golinka-Bezshyyko, Bio-Algorithms and Med-Systems 19 (2023) 124-131. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.1943>.
- [3] D. Kulig et al., Radiation Protection Dosimetry 199 (2023) 1824. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncac248>.
- [4] Ł. Kapłon et al., Nucl. Instrum. Meth. A 1051 (2023) 168186. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2023.168186>.
- [5] Ł. Kapłon, Radiat. Meas. 158 (2022) 106864. <https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2022.106864>.
- [6] M. Silarski, K. Dziedzic-Kocurek, M. Szczepanek, Bio-Algorithms and Med-Systems 17 (2021), 293-300. <https://doi.org/10.1515/bams-2021-0140>.
- [7] M. Silarski et al., Radiation Protection Dosimetry 199 (2023), 1932. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncac245>.
- [8] M. Silarski et al., Eur. Phys. J. Plus 138 (2023), 751. <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-023-04377-4>.
- [9] P. Sibezyński et al., JINST 14 (2019) P09001. <https://doi.org/10.1088/1748-0221/14/09/P09001>.
- [10] M. Silarski, M. Nowakowski, Sensors 22 (2022) 9996. <https://doi.org/10.3390/s22249996>.

Bioactivity of gallium ferrites coated with chitosan

M. Orzechowska^{1,2}, K. Rećko², D. Soloviov³, U. Klekotka⁴, A. Miaskowski⁵

¹Doctoral School of Sciences and Natural Sciences, University of Białystok, K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok, Poland, m.orzechowska@uwb.edu.pl, ²Faculty of Physics, University of Białystok, K. Ciołkowskiego 1L, 15-245 Białystok, Poland, ³European Molecular Biology Laboratory, Notkestraße 85, 22607, Hamburg, Germany, ⁴Faculty of Chemistry, University of Białystok, K. Ciołkowskiego 1K, 15-245 Białystok, Poland, ⁵Department of Applied Mathematics and Computer Science, University of Life Sciences in Lublin, Akademicka 13, 20-950 Lublin, Poland

The variety of properties of magnetic nanoparticles, which are still being explored, makes the range of their possible applications grow. The best recognized nanosystems are based on pure and doped magnetite [1]. One of the fields in which nanoparticles offer a chance for the greatest and most important scientific progress for humans is medicine. The most important condition for the use of nanoparticles in medicine is the fact that they must be non-toxic and biocompatible. It was discovered that in order to improve their applicability, it is possible to cover nanoparticles with functionalizing substances, e.g. very popular chitosan [2]. An example of the use of such nanoparticles in medicine is an alternative oncology therapy - magnetic fluid hyperthermia (MFH). MFH therapy requires a high heat capacity of biocompatible nanoparticles. In this respect, gallium ferrites are an interesting class of bioactive materials. Two series of nanoparticles were obtained using the Massart method: $GaxFe_{3-x}O_4$ and $GaxFe_3-xO_4$ coated with chitosan ($x = <0; 1.5>$) [3]. The nanoparticles were studied by small-angle neutron scattering (SANS) and small-angle X-ray scattering (SAXS). The data obtained from the SANS measurements were described by the Guinier-Porod function. SAXS studies have shown that the nanoparticles are mass fractals. An important parameter from the point of view of MFH is SAR (Specific Absorption Rate) [4]. SAR was measured for ferrifluids of various concentrations and configurations of alternating magnetic field parameters (frequency and magnetic field strength). The heating time was 700s. Systems for $x = <0.53; 0.66>$, regardless of whether they were coated by chitosan or not, gave similar results. Consistent with the results of the previous series [5], the most promising was the system with $x = 0.73$ without chitosan at the lowest concentration of 2.8 mg/ml ($f = 532\text{kHz}$, $H = 15.2\text{kA/m}$), giving $SAR = (83.4 \pm 2.2) \text{ W/g}$.

- [1] Sarvyeeena, J.M. Vargas, D.K. Shukla, M. Singh, and S.K. Sharma *Phys. Chem. Chem. Phys.* 18 9561 (2016)
- [2] Zhu, Nan, et al. "Surface modification of magnetic iron oxide nanoparticles." *Nanomaterials* 8.10 (2018): 810.
- [3] Orzechowska, M., Rećko, K., Soloviov, D., Klekotka, U., Biernacka, M., Satuła, D., Olszewski, W., Kalska-Szostko, B., Beskrovnyy, A., Szymański, K. (2022). Selected properties of surface modified $GaxFe_{3-x}O_4$ with $0 \leq x \leq 1.5$. *Phase Transitions*, 1-8.
- [4] Miaskowski A., *Magnetic fluid hyperthermia treatment planning correlated with calorimetric measurements under non-adiabatic conditions*, Towarzystwo Wydawnictw Naukowych Libropolis, Lublin, 2018.
- [5] Orzechowska, M., Rećko, K., Klekotka, U., Czerniecka, M., Tylicki, A., Satuła, D., Soloviov, D.V., Beskrovnyy A.I., Miaskowski, A., Kalska-Szostko, B. (2023). Structural and Thermomagnetic Properties of Gallium Nanoferrites and Their Influence on Cells In Vitro. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(18), 14184.

Lista uczestników XIII konferencji

„Rozpraszanie Neutronów i Metody Komplementarne w badaniach Materii”:

1	Andrzej	Baczmański	baczman@agh.edu.pl
2	Stanisław	Baran	stanislaw.baran@uj.edu.pl
3	Aleksandra	Deptuch	aleksandra.deptuch@ifj.edu.pl
4	Zbigniew	Galewski	zbigniew.galewski@uwr.edu.pl
5	Altifani Rizky	Hayyu	altifani.hayyu@doctoral.uj.edu.pl
6	Bogdan	Idzikowski	idzi@ifmpan.poznan.pl
7	Ewa	Juszyńska-Gałązka	ewa.juszynska-galazka@ifj.edu.pl
8	Przemysław	Kot	przemyslaw.kot@ncbj.gov.pl
9	Sebastian	Lalik	sebastian.lalik@uj.edu.pl
10	Waldemar	Nowicki	waldek@amu.edu.pl
11	Marta	Orzechowska	m.orzechowska@uwb.edu.pl
12	Marcin	Piwowarczyk	marcin.piwowarczyk@ifj.edu.pl
13	Katarzyna	Rećko	k.recko@uwb.edu.pl
14	Arkadiusz	Rudzki	arkadiusz.rudzki@uws.edu.pl
15	Dariusz	Rusinek	dariusz.rusinek@ncbj.gov.pl
16	Łukasz	Scheller	lukasz.scheller@us.edu.pl
17	Michał	Silarski	michal.silarski@uj.edu.pl
18	Andrzej	Szytuła	andrzej.szytula@uj.edu.pl
19	Tomasz	Toliński	tomtol@ifmpan.poznan.pl
20	Marzena	Tykarska	marzena.tykarska@wat.edu.pl
21	Stanisław	Urban	stanislaw.urban@uj.edu.pl
22	Wojciech	Zajac	wojciech.zajac@ifj.edu.pl
23	Piotr	Zieliński	piotr.zielinski@ifj.edu.pl