

ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ

ПРИМЉЕНО:		20. 04. 2023	
Рад.јед.	б р о ј	Арх.шифра	Прилог
0801	527/1		

НАУЧНОМ ВЕЋУ Института за физику у Београду

Извештај комисије за реизбор др Наташе Томић у звање научни сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 04.04.2023. године именовани смо у **комисију за реизбор др Наташе Томић у звање научни сарадник** у следећем саставу:

- 1) др Маја Шћепановић, научни саветник, Институт за физику у Београду, Универзитет у Београду
- 2) др Мирјана Грујић-Бројчин, научни саветник, Институт за физику у Београду, Универзитет у Београду
- 3) др Милица Вујковић, научни саветник, Факултет за физичку хемију, Универзитет у Београду

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у њен рад и публикације, Научном већу Института за физику у Београду подносимо овај извештај.

1. БИОГРАФСКИ И СТРУЧНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Наташа Томић је рођена 20.02.1981. године у Београду, општина Савски Венац, Република Србија. Основну школу и гимназију (V београдска гимназија) природно-математичког смера похађала је у Београду.

Основне студије на Факултету за физичку хемију Универзитета у Београду, уписала је 2001. године. У фебруару 2011. године дипломирала је са просечном оценом 9,60 и оценом 10 на дипломском испиту са темом "Примена (0,0) спектралне траке Свановог система за одређивање температуре гаса" код др Мирослава Кузмановића, ванредног професора на Факултету за физичку хемију.

У марту 2011. године уписала је докторске студије на Факултету за физичку хемију Универзитета у Београду. Докторску дисертацију под насловом „Адсорпциона и фотокаталитичка својства наноматеријала на бази церијум(IV)-оксида и титан(IV)-оксида“, одбранила је 28. 12. 2017. године на Факултету за Физичку хемију, Универзитета у Београду, под руководством др Николе Цвјетићанина, редовног професора Факултета за физичку хемију, и др Зоране Дохчевић-Митровић, научне саветнице у Институту за Физику.

Од 01. 09. 2011. године запослена је у Центру за физику чврстог стања и нове материјале Института за физику Београд, као истраживач-приправник на пројекту

ON171032 “Физика наноструктурних оксидних материјала и јако корелисаних система” који је финансирао Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. У марту 2014. године изабрана је узвање истраживач - сарадник. Од 01. 11. 2017. (до краја 2019. године) била је ангажована на националном пројекту Ш45018 “Наноструктурни мултифункционални материјали и нанокompозити” Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, чији је руководилац био академик Зоран В. Поповић. У звање научни сарадник изабрана је 27.11.2018. године (Број решења: 660-01-00001/203).

Рад Наташе Томић је усмерен ка различитим методама синтезе и карактеризације наноструктурних оксидних материјала. Применом хидротермалне и сол-гел методе, као и метода преципитације и реакције у чврстом стању, синтетисала је чисте и допиране нанопрахове (CeO_2 , TiO_2 , различите форме титаната, V_2O_5). Др Наташа Томић је посвећена изучавању утицаја метода и параметара синтезе (време и температура реакције, различити прекурсори, рН вредност, одгревање) на фазни састав, структурна и морфолошка својства синтетисаних наноматеријала. Главни циљ њеног истраживања је дизајнирање синтетисаних наноструктура за различите примене – адсорпцију и фотокаталитичку деградацију различитих токсичних органских загађивача, као и унапређење њихових електрохемијских својстава значајних за процесе складиштења енергије. Др Наташа Томић осмишљава и организује испитивања ових материјала, анализира и обједињује резултете добијене различитим методама карактеризације (SEM, TEM, AFM, TGA, XRD, BET, Раманове и инфрацрвене спектроскопије) у циљу праћења зависности својстава наноструктурних материјала од услова синтезе и добијања њихових жељених карактеристика.

Члан је Српског керамичког друштва.

Од 2013. до 2015. године учествовала је на билатералном пројекту "Нови оксидни наноструктурни материјали за пречишћавање воде" са Универзитетом у Аквили, Италија. Од 2020. до 2022. године била је укључена у билатерални пројекат “Припрема и карактеризација наноструктурираних полупроводничких танких филмова за сензорске примене” између САНУ и Бугарске академије наука. Тренутно учествује на билатералном пројекату са Аустријом -Technische Universitat Wien (2022-2024), под називом “Ферити од макро до нанодимензија: Магнетна својства и примена у области енергије”, као и билатералном пројекту између САНУ и Бугарске академије наука (2023-2025) под називом “Nanostructured thin films for photocatalytic and sensor applications”.

Др Наташа Томић је руководила пројектом Доказ концепта ИД 5619 под насловом “Нов приступ дизајнирања нанокompозита V_2O_5 -графен: Побољшање складиштења електричне енергије и фотокаталитичке активности”, који је финансиран од стране Фонда за Иновациону делатност (2020-2021).

Аутор/коаутор је на 13 радова публикованих у врхунским и водећим међународним часописима и преко 10 саопштења на међународним научним скуповима. Одржала је једно предавање по позиву. Према бази *Scopus* на дан 13.03.2023. радови др Наташе Томић су цитирани укупно 216 пута, од чега 178 пута изузимајући аутоцитате. Према истој бази, h-индекс кандидаткиње је 7 (са аутоцитатима), односно 6 (без аутоцитата).

2. ПРЕГЛЕД НАУЧНЕ АКТИВНОСТИ

Током свог досадашњег научно-истраживачког рада, др Наташа Томић се пре свега бавила проблемима везаним за различите методе синтезе (сол-гел и хидротермална синтеза, метода преципитације и самопропагирајућа метода синтезе на собној температури-SPRT) оксидних нанопрахова TiO_2 и CeO_2 , како недопираних тако и допираних елементима ретких земаља. Њен рад је такође обухватио испитивање утицаја избора методе и појединих параметара синтезе (време и температура третмана, различити прекурсори, рН вредност) на фазни састав, структурна и морфолошка својства синтетисаних нанопрахова, са крајњим циљем да се испитају адсорпциона и фотокаталитичка својства ових наноматеријала у процесима уклањања различитих органских загађивача. Најзначајнији део истраживачког рада и научних резултата које је др Наташа Томић остварила до одбране докторске тезе (децембар 2017. године) може се груписати у две теме: (1) синтеза и фотокаталитичка својства TiO_2 и (2) синтеза и адсорпциона својства CeO_2 .

Први део научне активности др Наташе Томић, пре избора у претходно звање, односи се на проучавање нанопрахова базираних на TiO_2 . За потребе синтезе TiO_2 нанопрахова у којима је као главна добијена анатас фаза, кандидаткиња је користила две методе: сол-гел и хидротермалну методу. Као прекурсор код обе методе синтезе коришћен је TiCl_4 и NH_4OH . Допирање ових нанопрахова вршено је помоћу $\text{LaCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Упоређиване су кристалне структуре добијене различитим методама синтезе као и утицај допирања лантаном. Др Наташа Томић је била укључена у синтезу и карактеризацију TiO_2 нанопрахова (чистих и допираних са La^{3+} у различитим концентрацијама) добијених сол-гел и хидротермалном методом, при чему је пратила утицај услова синтезе и/или допирања на њихову фотокаталитичку активност и кинетику процеса разградње алпразолама у ултра-љубичастој (УЛЈ) области. Добijени резултати објављени су у једном раду у међународном часопису изузетних вредности и једном раду у врхунском међународном часопису, као и представљени на 2 конференције:

- М. Грујић-Бројчин, С. Армаковић, **N. Tomić**, В. Абрамовић, А. Голубовић, В. Стојадиновић, А. Кременовић, В. Бабић, З. Дохчевић-Митровић, М. Шћепановић, *Surface modification of sol-gel synthesized TiO_2 nanoparticles induced by La-doping*, *Materials Characterization* 88 (2014) 30-41.
- А. Голубовић, **N. Tomić**, Н. Финчур, В. Абрамовић, И. Велjkовић, Ј. Здравковић, М. Грујић-Бројчин, В. Бабић, В. Стојадиновић, М. Шћепановић, *Synthesis of pure and La-doped anatase nanopowders by sol-gel and hydrothermal methods and their efficiency in photocatalytic degradation of alprazolam*, *Ceramics International* 40 (2014) 13409-13418.
- **Nataša Tomić**, Александар Голубовић, Марко Радовић, Јелена Танасијевић, Ивана Велjkовић, *Influence of La^{3+} -dopant on anatase nanopowders synthesized by sol-gel and hydrothermal methods*, *First International Conference on Processing, characterization and application of nanostructured materials and nanotechnology Nano Belgrade, Belgrade, Serbia, P-15, page 93, September 2012.*
- **Nataša Tomić**, Нина Финчур, Ивана Велjkовић, Маја Шћепановић, Александар Голубовић, Биљана Абрамовић, *The efficiency of pure and La-doped anatase nanopowders synthesized by sol-gel and hydrothermal method in photocatalytic*

Када је реч о фотокаталитичкој деградацији различитих органских загађивача, фотоактивност и процеси оксидације се најчешће везују за анатас фазу. Како би се пратио утицај услова синтезе на кристална, порозна и фотокаталитичка својства ове фазе, анатас TiO₂ нанопрахови, у којима није детектовано присуство осталих TiO₂ фаза, синтетисани су сол-гел методом, при чему је као прекурсор коришћен Ti(OBu)₄ (титанијум бутоксид). Варирањем параметара синтезе (температура и време калцинације) добијени су нанопрахови чија је фотоактивност и кинетика (у присуству УЛ зрачења) праћена кроз процес деградације азо боје Reactive Orange 16, карбофурана и фенола. Резултати су објављени у раду у међународном часопису:

- Aleksandar Golubović, Ivana Veljković, Maja Šćepanović, Mirjana Grujić-Brojčin, **Nataša Tomić**, Dušan Mijin, Biljana Babić, *Influence of some sol-gel synthesis parameters of mesoporous TiO₂ on photocatalytic degradation of pollutants*, Chem. Ind. Chem. Eng. Q. 22(1) (2016) 65-73.

Брукит је најмање испитана (природна) кристална форма TiO₂, првенствено због строго дефинисаних услова који су потребни за његову синтезу. Последњих година брукит привлачи све већу пажњу као потенцијални материјал за фотокаталитичке примене. Др Наташа Томић је у циљу добијања чисте брукитне фазе користила хидротермалну методу. Избором рН вредности (базна средина) и уз присуство Na⁺ јона у почетној смеси, која се након стајања трансформише у гел, као и температуре и трајања хидротермалног третмана, кандидаткиња је синтетисала серију наноправова са различитим уделом TiO₂ фаза и успела да пронађе оптималне услове за синтезу чисте брукитне фазе. Фотокаталитичка активност добијених наноправова испитана је кроз процес деградације алпразолама у присуству УЛ зрачења, при чему је најбоља каталитичка својства од свих испитаних синтетисаних и комерцијалних TiO₂ наноправова показао управо катализатор са чистом брукитном фазом. Резултати су објављени у једном раду у врхунском међународном часопису и представљени на конференцији:

- **N. Tomić**, M. Grujić-Brojčin, N. Finčur, B. Abramović, B. Simović, J. Krstić, B. Matović, M. Šćepanović, *Photocatalytic degradation of alprazolam in water suspension of brookite type TiO₂ nanopowders prepared using hydrothermal route*, Materials Chemistry and Physics 163 (2015) 518-528.
- Nina L. Finčur, **Nataša M. Tomić**, Mirjana U. Grujić-Brojčin, Maja J. Šćepanović, Biljana F. Abramović, *Efikasnost brukitinih TiO₂ nanoprahova u fotokatalitičkoj razgradnji alprazolama primenom UVA zračenja*, 52. Savetovanje Srpskog Hemijskog Društva, Novi Sad, HŽS P 11, strana 80, 29. i 30. maj 2015.

Други део научне активности др Наташе Томић, пре избора у претходно звање, обухвата синтезу наноматеријала церијум-диоксида. Кандидаткиња је користила и развијала три различите методе синтезе: хидротермалну методу, методу преципитације и самопропагирајућу методу на собној температури (SPRT), које дају различите величине нанокристала CeO₂ (23, 4 и 6 nm, редом). Такође је радила на допирању нанопраха добијеног SPRT методом користећи Nd (елемент ретких земаља у

различитим процентима), вршећи калцинацију праха на две температуре ($T = 600, 800^{\circ}\text{C}$) ради постизања боље кристаличности. Зависно од методе синтезе, CeO_2 може имати различиту примену. Нанопрах синтетисан SPRT методом се показао као потенцијални адсорбент. Сходно томе, кандидаткиња је радила на испитивању адсорпционих капацитета овог CeO_2 нанопраха у присуству азо боја (Reactive Orange 16, Methyl Orange и Mordant Blue 9) као органских загађивача и проучавању кинетике и механизма адсорпционих процеса. Резултати описаних истраживања објављени су у 3 рада у врхунским међународним часописима и представљени на једној конференцији:

- **Nataša M. Tomić**, Zorana D. Dohčević-Mitrović, Novica M. Paunović, Dušan Ž. Mijin, Nenad D. Radić, Boško V. Grbić, Sonja M. Aškrabić, Biljana M. Babić, and Danica V. Bajuk-Bogdanović, *Nanocrystalline CeO_{2-δ} as Effective Adsorbent of Azo Dyes*, Langmuir 30 (2014) 11582-11590.
- M. Radović, B. Stojadinović, **N. Tomić**, A. Golubović, B. Matović, I. Veljković, Z. Dohčević-Mitrović, *Investigation of surface defect states in CeO_{2-y} nanocrystals by Scanning-tunneling microscopy/spectroscopy and ellipsometry*, J. Appl. Phys. 116 (2014) 234305.
- M. Radović, Z. Dohčević-Mitrović, N. Paunović, S. Bošković, **N. Tomić**, N. Tadić, I. Belča, *Infrared study of plasmon-phonon coupling in pure and Nd doped CeO_{2-y} nanocrystals*, J. Phys. D: Appl. Phys. 48 (2015) 065301 (8pp).
- M. Radović, B. Stojadinović, **N. Tomić**, I. Veljković, S. Aškrabić, A. Golubović, B. Matović, Z. Dohčević-Mitrović, *Investigation of defect electronic states in CeO₂ nanocrystals synthesized by SPRT, Hydrothermal and Precipitation method*, 2nd Conference of The Serbian Ceramic Society, Belgrade, Serbia, O-3, page 42, June 2013.

Поредглавних активности, које су се односиле на испитивање поменутих TiO_2 и CeO_2 наноматеријала, кандидаткиња је учествовала у испитивању фотокаталитичких својстава и других нанопрахова ($\text{Pr}(\text{OH})_3$) и композита (TiO_2/WO_3 композитних превлака на титанијумској подлози).

Др Наташа Томић је учествовала у испитивању адсорпционих и фотокаталитичких својстава нанопрахова $\text{Pr}(\text{OH})_3$ (како чистих, тако и допираних са Eu^{3+}) у присуству азо боје Reactive Orange 16 (при чему је коришћено УЉзрачење), као и испитивању кинетике ових реакција. Резултати су објављени у једном раду у врхунском међународном часопису и приказани на једној конференцији:

- S. Aškrabić, V. D. Araujo, M. Passacantando, M. I. B. Bernardi, **N. Tomić**, B. Dojčinović, D. Manojlović, B. Čaliја, M. Miletić, Z. D. Dohčević-Mitrović, *Nitrate-assisted photocatalytic efficiency of defective Eu-doped Pr(OH)₃ nanostructures*, Phys. Chem. Chem. Phys. 19 (2017) 31756-31765.
- **Nataša Tomić**, Sonja Aškrabić, Vinicius Dantas de Araújo, Mariјana Milićević, Saša Lazović, Zoran Petrović, Zorana Dohčević-Mitrović, *Efficient photocatalytic degradation of azo-dye RO16 by pure and Eu-doped Pr(OH)₃ nanostructures*, 3rd Conference of The Serbian Society for Ceramic Materials, Belgrade, Serbia, P-14, page 89, June (15-17), 2015.

У случају TiO_2/WO_3 композитних превлака на титанијумској подлози, праћен је фотокаталитички процес разградње азо боје Mordant Blue 9 у присуству УЉзрачења.

Поред испитивања кинетике ових реакција, др Наташа Томић је учествовала и у експериментима који се тичу одређивања (праћења) концентрације OH^\bullet радикала као најважније врсте за потпуну деградацију различитих органских загађивача. Резултати су објављени у раду у врхунском међународном часопису:

- Zorana Dohčević-Mitrović, Stevan Stojadinović, Luca Lozzi, Sonja Aškračić, Milena Rosić, **Nataša Tomić**, Novica Paunović, Saša Lazović, Marko G. Nikolić, Sandro Santucci, *WO₃/TiO₂ composite coatings: Structural, optical and photocatalytic properties*, Materials Research Bulletin 83 (2016) 217-224.

Такође, др Наташа Томић је дала допринос експерименталном раду у вези са испитивањем утицаја неравнотежних атмосферских плазми на деградацију азо боја и кинетику ових процеса. Резултати ових анализа приказани су на неколико међународних конференција:

- Sasa Lazovic, Dejan Maletic, **Natasa Tomic**, Gordana Malovic, Uros Cvelbar, Zorana Dohcevic-Mitrovic, Zoran LJ. Petrovic, *Decolorization of azodyes using the atmospheric pressure plasma jet*, 66th Annual Gaseous Electronics Conference, Princeton, New Jersey, CT1 68, page 29, September-October, 2013.
- Tatjana Mitrović, Dejan Maletić, **Nataša Tomić**, Saša Lazović, Gordana Malović, Tanja Nenin, Uroš Cvelbar, Zorana Dohčević –Mitrović, Z. Lj. Petrović, *Removal of reactive orange 16 from water by plasma needle*, 27th Summer School and International Symposium on the Physics of Ionized Gases (SPIG 2014), Belgrade, Serbia, 26.8.- 29.8.2014. pp 443-446.
- U. Cvelbar, S. Lazović, **N. Tomić**, T. Mitrović, D. Maletić, T. Nenin, G. Malovic, Z. Dohčević-Mitrović, Z. Lj. Petrović, *Removal of azo dyes from water by two advanced oxidation processes*, COST TD1208 Annual meeting, “Electrical dis-charges with liquids for future applications”, Lisboa, 10-13 March 2014, WG:4-1
- S. Lazović, **N. Tomić**, T. Mitrović, D. Maletić, T. Nenin, G. Malović, U. Cvelbar, Z. Dohčević-Mitrović, Z. Lj. Petrović, *Removal of Organic Pollutants from Water by two Advanced Oxidation Processes*, 9th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing (JSPP2014) and EU COST MP1101 Workshop on Atmospheric Plasma Processes and Sources, 19-23 January 2014, Bohinjska Bistrica, Slovenia, p 1
- Tatjana Mitrović, Nikola Božović, **Nataša Tomić**, Zorana Dohčević-Mitrović, Dejan Maletić, Saša Lazović, Gordana Malović, Uroš Cvelbar and Zoran Lj. Petrović, *Plasma needle decolourisation of direct red (DR28) diazo dye*, 20th Symposium on Application of Plasma Processes and COST TD1208 Workshop on Application of Gaseous Plasma with Liquids, Slovakia, Tatranská Lomnica, 17.1. - 22.1.2015. pp 245-247 (ISSN: 978-80-8147-027-1).

Након одбране докторске дисертације и стицања звања научни сарадник, др Наташа Томић је наставила испитивања деградације азо боје третманом гасне плазме, користећи унапређени дизајн плазма игле, која генерише плазму мале снаге при атмосферском притиску. Њен рад је уједно обухватао поређење добијених резултата са резултатима добијеним у процесу хетерогене фотокатализе под дејством УЉ зрачења. Крајњи циљ је била анализа заједничког утицаја нанопрахова TiO_2 у присуству споменутог извора плазме на ефикасност деградације азо боје Reactive Orange 16. Истраживање кандидаткиње у овој области подразумевало је првенствено синтезу и

карактеризацију нанопраха TiO_2 у анатас фази, а затим праћење кинетике ових процеса где су коришћене различите експерименталне поставке како би се одредио допринос појединачних техника и значај њиховог синергијског ефекта. Састав гаса Ar/O_2 код извора плазме, као и брзина протока, показали су се као битни параметри за ефикаснију деградацију азо боје. Резултати наведеног истраживања су приказани у оквиру рада који је објављен уистакнутом међународном часопису:

- Tatjana Mitrović, **Nataša Tomić**, Aleksandra Djukić-Vuković, Zorana Dohčević-Mitrović, Saša Lazović, *Atmospheric plasma supported by TiO_2 catalyst for decolourisation of Reactive Orange 16 dye in water*, Waste and Biomass Valorization, 11 (2020) 6841-6854

Поред анатас фазе TiO_2 , која се најчешће користи у фотокаталитичким процесима, кандидаткиња је након проналажења оптималних услова за хидротермалну синтезу чисте брукитне фазе испитивала ефикасност овог материјала за деградацију RO 16 боје. Додатно се бавила анализом утицаја одгревања на структурна и морфолошка својства као и на кинетику у процесима фотокаталитичке деградације азо боје RO 16. Поред добре кристалинчности, специфична површина материјала и величина пора представљају битан параметар за ефикасан процес деградације. Применом Раманове спектроскопије установљено је да након одгревања карактеристични Раман пикови брукита постају оштрији, ужи и боље дефинисани, што би могло указивати на побољшање кристаличности и промене у дефектној структури материјала. Др Наташа Томић је иницирала и спровела додатна испитивања утицаја одгревања на наноструктурне и морфолошке промене применом XRD и SEM мерења. Рад који обухвата добијене резултате је у завршној фази припреме за објављивање, док су делови спроведене анализе представљени на међународној конференцији:

- **Nataša Tomić**, Mirjana Grujić-Brojčin, Bojana Višić, Jugoslav Krstić, Maja Šćepanović, *Pure Brookite Nanopowder: Photocatalytic Properties Before and After Annealing*, The 20th Symposium on Condensed Matter Physics, Belgrade, Serbia, page 86, October (7-11), 2019.

Након истраживања везаних за чисту брукитну фазу, Др Наташа Томић је проширила област своје научне активности на синтезу и карактеризацију полиморфних облика TiO_2 . С обзиром да се брукитна фаза TiO_2 , добијена хидротермалном методом, показала као ефикасна за процесе деградације, од интереса је било да се процени активност TiO_2 када су присутне бар две фазе. Хидротермалном методом где је као прекурсор коришћен $TiCl_4$ у базној средини, применом одговарајућег притиска и температуре др Наташа Томић је добила нанопрах TiO_2 са доминантном брукитном фазом - 74 %, при чему је садржај анатаса процењен на 26%. У присуству овог нанопраха фотокаталитичка разградња боје RO16 је била веома ефикасна, при чему је након само 30 мин од укључивања УЉ лампе дошло до потпуне деградације боје. Ефикасна фотокаталитичка деградација може се приписати управо постојању две фазе (брукит и анатас). Боље фотокаталитичке особине полиморфног облика у поређењу са појединачним кристалним фазама се углавном приписују бољем раздвајању фотостворених електрона и шупљина, тј. споријем процесу рекомбинације. У даљем раду Др Наташа Томић је TiO_2 са доминантном брукитном фазом користила као

прекурсор за добијање различитих титаната. Примењујући хидротермалну методу у базној средини (NaOH) добила је различите форме натријум титаната са морфологијом у виду нанотрака. Др Наташа Томић је осмислила и организовала карактеризацију добијених титаната и испитала утицај одгревања ($T=500\text{ }^{\circ}\text{C}$) на њихова структурна, морфолошка и фотокаталитичка својства. Применом детаљних XRD и ТЕМ мерења, као и Раманове спектроскопије, спроведена је веома захтевна анализа фазног састава добијених титаната. Рад који обухвата резултате ове студије је у завршној фази припреме за слање у међународни часопис, док су њени делови приказани на међународној конференцији:

- **Nataša Tomić**, Mirjana Grujić-Brojčin, Aleksandar Kremenović, Vladimir Lazović, Maja Šćepanović, *Phase transition from TiO_2 brookite-based nanopowder to titanate: Effect of annealing temperature on morphology and photocatalytic behavior*, 5th Conference of The Serbian Society for Ceramic Materials, Belgrade, Serbia, P-18, page 86, June (11-13), 2019.

Такође, др Наташа Томић је наставила истраживање TiO_2 , са доминантном брукитном фазом, модификованог угљеником (Carbon Black - Cabot Vulcan XC72R) које је осмислила и иницирала у оквиру своје докторске тезе. Приказан је утицај угљеника на структурна и морфолошка својства добијених нанокompозита. Код композитних узорака садржај угљеника је одређен термогравиметријском анализом. Нагли пад који се уочава код TG кривих у интервалу од $450 - 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ потиче управо од губитка масе услед сагоревања угљеника. На основу ове промене у маси, др Наташа Томић је одредила садржај угљеника за оба композита који износи: 9% и 20% C. Рендгенска дифракција је коришћена за идентификацију кристалне фазе композита, квантитативну фазну анализу, као и за одређивање параметара решетке, величине кристалита и микронапрезања. Код сва три узорка најинтензивнији пикови се могу приписати брукитној и анатас фази. Однос брукита и анатаса, као и промена тог односа, одређени XRD и Раман мерењима на узорцима код којих се садржај угљеника кретао у широком опсегу (од 0.3 до 20%), имплицирају да би угљеник могао утицати на формирање брукитне на рачун анатас фазе у нанокompозитима на бази TiO_2 синтетисаним хидротермалном методом. Параметри решетке и међуатомско растојање Ti-O за брукит и анатас фазу код композита израчунати на основу XRD података јасно указују да се угљеник није у значајној мери уградио ни у решетку брукита, ни анатаса. Поред тога, резултати добијени Рамановом спектроскопијом показали су смањење садржаја аморфног угљеника након хидротермалне процедуре, што је израженије код нанокompозита са већим садржајем угљеника. Такође, др Наташа Томић је учествовала и у анализи резултата фотокаталитичке разградње β -блокатора надолела применом два TiO_2 -C нанокompозита. Резултати овог свеобухватног истраживања објављени су у истакнутом међународном часопису представљени на међународној конференцији, док је део који се односи на фотокаталитичка својства нанокompозита приказан на другој међународној конференцији:

- Aleksandar Kremenović, Mirjana Grujić-Brojčin, **Nataša Tomić**, Vladimir Lazović, Danica Bajuk-Bogdanović, Jugoslav Krstić, Maja Šćepanović, *Size-strain line-broadening analysis of anatase/brookite (TiO_2)-based nanocomposites with carbon (C): XRPD and Raman spectroscopic analysis*, Acta Crystallographica Section B, (2022) B78, 214-222

- Aleksandar Kremenović, Mirjana Grujić-Brojčin, **Nataša Tomić**, Maja Šćepanović, *Structural and microstructural study of brookite based TiO₂ nanocomposites with carbon black (C)*, The European Powder Diffraction Conference (EPDIC) Book of Abstracts, Šibenik, 31 May - 3 June 2022 (2022)
- Andrijana Vukojević, Maria M. Savanović, **Nataša Tomić**, Stevan Armaković, Svetlana Pelemiš, Sanja J. Armaković, *Removal of nadolol using coupled nanomaterials based on titanium and carbon*, International Scientific Conference *Contemporary Materials* - Banja Luka, Republic of Srpska, page 69, September (8-9), 2022.

Последњих година др Наташа Томић је своје интересовање, када је реч о примени наноматеријала, проширила и на област електрохемије са нагласком на способност материјала за складиштење енергије. Учествовала је у испитивању примене композита PANI@CeO_{2-δ}, као материјала за складиштење наелектрисања. Била је укључена у испитивање структурних и електрохемијских својстава композита PANI са CeO_{2-δ} различите вакантности. За те потребе кандидаткиња је синтетисала два типа наночестица CeO_{2-δ} које садрже различиту концентрацију својствених кисеоничних ваканција. Користила је хидротермалну методу - у том случају материјал је имао мању, док је код реакције у чврстом стању имао већу концентрацију својствених кисеоничних ваканција. Утврђено је како обе врсте оксида које су дисперговане у PANI утичу на структурна, вибрациона, морфолошка и електрохемијска својства добијених композита. Др Наташа Томић је дала допринос у описивању механизма полимеризације анилина у присуству наночестица CeO_{2-δ}. Утицај обе врсте CeO_{2-δ} на електрохемијске карактеристике и способности складиштења наелектрисања у композитима приказан је у раду који је објављен у врхунском међународном часопису:

- Bojana Kuzmanović, Milica Vujković, **Nataša Tomić**, Danica Bajuk-Bogdanović, Vladimir Lazović, Biljana Šljukić, Nenad Ivanović, Slavko Mentus, *The influence of oxygen vacancy concentration in nanodispersed non-stoichiometric CeO_{2-δ} oxides on the physico-chemical properties of conducting polyaniline/CeO₂ composites*, *Electrochimica Acta* 306 (2019) 506-515

Од 2019. године др Наташа Томић се придружује истраживањима која је иницирао и води проф. др Ненад Стојиловић (University of Wisconsin Oshkosh) у сарадњи са Лабораторијом за чврсто стање Института за физику Београд. Ова истраживања обухватају синтезу, карактеризацију и потенцијалне примене различитих наноматеријала добијених методом електроспининга. Предмет рада кандидаткиње је испитивање састава и структуре синтетисаних и одгреваних титанијум диоксидних нановлакана допираних паладијум (II) оксидом, као и нановлакана на бази три оксидна материјала - титанијум диоксида, церијум диоксида и цинк оксида, синтетисаних истом методом. Резултати ових активности представљени су на међународној конференцији, а један рад је у процесу рецензије у међународном часопису.

- Daniel E Isaacs, Patrick R Mcmanus, Nenad Stojilovic, Mirjana Grujić-Brojčin, **Natasa Tomic**, Laila Shahreen, George G Chase, Maja J Scepanovic, *Formation of Palladium (II) Oxide within Titanium Dioxide Electrospun Nanofibers: Combined Raman and X-ray Diffraction Study*, Fall 2019 Meeting of the Ohio-Region Section and the Michigan Section of the American Association of Physics

Teachers, Volume 64, Number 15, Friday–Saturday, October 11–12, 2019; Flint, Michigan; Session A02.6.

Кандидаткиња је руководила пројектом Доказ концепта, који је финансиран од стране Фонда за иновациону делатност под бројем ИД 5619 са називом “Нов приступ дизајнирања нанокмпозита V_2O_5 -графен: побољшање складиштења електричне енергије и фотокаталитичке активности”. У оквиру овог пројекта радила је на синтези нанопрахова ванадијум оксида и формирању његовог композита са графеном. Учествовала је и у припреми нанофилмова ванадијум оксида техником пулсне ласерске депозиције. Бавила се проучавањем електрохемијских и фотокаталитичких својстава ових материјала пре и после формирања композита са графеном. Кристална структура нанопрахова V_2O_5 , њихова морфологија и фотокаталитичка активност када је у питању деградација фармацеутских загађивача приказана је у раду који је објављен у истакнутом међународном часопису и презентована на међународној конференцији:

- Sanja J. Armaković, Aleksandra Jovanoski Kostić, Andrijana Bilić, Maria M. Savanović, **Nataša Tomić**, Aleksandar Kremenović, Maja Šćepanović, Mirjana Grujić-Brojčičin, Jovana Ćirković and Stevan Armaković, *Photocatalytic Activity of the V_2O_5 Catalyst toward Selected Pharmaceuticals and Their Mixture: Influence of the Molecular Structure on the Efficiency of the Process*, *Molecules* 2023, 28 (2), 655
- Maria Savanović, Andrijana Bilić, Aleksandra Jovanoski Kostić, , Stevan Armaković, **Nataša Tomić**, Maja Šćepanović, Mirjana Grujić-Brojčičin, Aleksandar Kremenović, Sanja J. Armaković, *Application of single-crystal V_2O_5 in photodegradation of selected pharmaceutical products*, December (9-10) 2022, Conference: 5th Edition of Nanotechnology and Nanomaterials Virtual (V-NTNM2022)

3. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАЛИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

3.1. Квалитет научних резултата

3.1.1. Научни ниво и значај резултата, утицај научних радова

Др Наташа Томић је до сада учествовала као аутор или коаутор у изради 13 научних радова у међународним часописима. Један рад је објављен у међународном часопису изузетних вредности категорије M21a, осам у врхунским међународним часописима категорије M21, три у истакнутим међународним часописима M22, док је један рад објављен у међународном часопису M23. Такође, до сада је учествовала на више међународних и националних конференција.

У периоду након одлуке **Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања - научни сарадник**, кандидаткиња је објавила 4 рада у међународним часописима. Од тога је један објављен у врхунском међународном часопису категорије M21, док су три објављена у истакнутим међународним часописима M22.

Следећи рад кандидаткиње може се сматрати кључним за претходни период:

- Aleksandar Kremenović, Mirjana Grujić-Brojčin, **Nataša Tomić**, Vladimir Lazović, Danica Bajuk-Bogdanović, Jugoslav Krstić, Maja Šćepanović, *Size-strain line-broadening analysis of anatase/brookite (TiO₂)-based nanocomposites with carbon (C): XRPD and Raman spectroscopic analysis*, Acta Crystallographica Section B (2022) B78, 214-222 <https://doi.org/10.1107/S2052520622001731>

Ово је рад у којем, иако трећи аутор у низу, др Наташа Томић има кључан допринос у осмишљавању тематике и руковођењу истраживањима која представљају наставак њеног рада започетог током израде докторске тезе. Кандидаткиња је синтетисала полиморфни нанопрах TiO₂ са доминантном брукитном фазом. За потребе формирања композита титан-диоксида са угљеником користила је Carbon Black - Cabot Vulcan XC72R. Композити су синтетисани такође хидротермалном методом, при чему су задржани сви услови синтезе (T = 200 °C, t = 24 h, pH ~ 9) који су коришћени да би се добио чист TiO₂. У случају узорака модификованих угљеником, различите количине угљеника су додате у аутоклав. На основу промене у маси код TG кривих у интервалу од 450 - 700 °C, одређен је садржај угљеника. Композити за које су приказани резултати у наведеном раду садржај угљеника је износио: 9% и 20%. У раду је анализиран утицај угљеника на структурна, морфолошка и текстурална својства нанокompозита. На основу XRD анализе, као и Раман и SEM резултата, потврђено је присуство брукита као доминантне фазе високе кристаличности и у полиморфном TiO₂ нанопрашу и у испитиваним нанокompозитима са 9% и 20% угљеника. Кандидаткиња се бавила успостављањем корелације између резултата мерења Рамановог расејања и XRD анализе у циљу одређивања наноструктуре и фазног састава за сва три узорка. Што се тиче величине кристалита и микронапрезања за брукитну фазу, показано је да она остаје непромењена за сва три узорка. Величина кристалита анатас фазе и микронапрезање решетке слично је у композитним узорцима, али је вредност микронапрезања за чист TiO₂ скоро двоструко већа. На основу израчунатих параметара решетке и међуатомског растојања Ti-O за брукит и анатас фазу јасно је показано да није дошло до уграђивања угљеника у кристалне решетке брукита и анатаса у значајнијој мери. Такође, нешто већи садржај брукита у узорцима TiO₂ композита са угљеником имплицирао је да би угљеник могао фаворизовати формирање брукитне на рачун анатас фазе. Та претпоставка је потврђена испитивањем односа брукита и анатаса у узорцима код којих се садржај угљеника кретао у ширем опсегу (од 0.3 до 20%), а које је др Наташа Томић посебно синтетисала. Циљана промена садржаја угљеника јој је омогућила сагледавање шире слике и објашњење прилично сложене зависности фазног састава нанокompозита од садржаја угљеника. У циљу одређивања морфологије испитиваних узорака др Наташа Томић је анализирала резултате добијене применом SEM и BET метода. На основу SEM слика запазила је две врсте морфолошки различитих честица код чистог TiO₂ узорка: сферне које се могу приписати постојању анатас фазе и игличасте/вретенасте које одговарају брукитној фази. Претпоставила је да је у случају композита морфологија агломерисаних честица највероватније узрокована присуством угљеника. Даљом анализом композита, на основу мерења порозности и добијених вредности за специфичне површине ових материјала, кандидаткиња је закључила да овакво понашање може указивати на различит начин формирања композита, што би могло бити значајно за потенцијалну примену у процесима фотокаталитичке разградње. Кључни рад у коме се огледа оригинални допринос кандидаткиње, до сада није био коришћен при избору у звање ни једног другог

кандидата, што је у складу са условима прописаним Правилником о стицању истраживачких и научних звања Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије.

3.1.2. Цитираност научних радова кандидата

Према бази *Scopus* на дан 13.03.2023. радови др Наташе Томић су цитирани укупно 216 пута, од чега 178 пута изузимајући аутоцитате. Према истој бази, *h*-индекс кандидаткиње је 7 (са аутоцитатима), односно 6 (без аутоцитата). Подаци о цитираности са интернет странице базе *Scopus* су дати након списка свих радова кандидаткиње.

3.1.3. Параметри квалитета радова и часописа

У периоду након одлуке научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања, кандидаткиња др Наташа Томић је објавила радове у следећим међународним часописима:

- 1 рад у врхунском међународном часопису *Electrochimica Acta*,
IF(2019) = 6.215; SNIP(2019) = 1.212
- 1 рад у истакнутом међународном часопису *Molecules*,
IF(2021) = 4.927; SNIP(2021) = 1.267
- 1 рад у истакнутом међународном часопису *Waste and Biomass Valorization*,
IF(2020) = 3.703; SNIP(2020) = 1.093
- 1 рад у истакнутом међународном часопису *Acta Crystallographica Section B*,
IF(2021) = 2.684; SNIP(2021) = 0.956

Додатни библиометријски показатељи квалитета часописа у којима је кандидаткиња објављивала радове (категорије M20) у изборном периоду, дати су у табели. Табела садржи импакт факторе (ИФ) радова, M поене радова по српској категоризацији научноистраживачких резултата, као и импакт фактор нормализован по импакту цитирајућег чланка (СНИП). Ови показатељи су представљени табелом (ИФ_i - импакт фактор часописа у коме је објављен рад, M_i - број M поена рада, СНИП_i - СНИП фактор часописа у коме је објављен рад, A_i - број аутора рада, Ч - укупан број радова):

	ИФ	M	СНИП
Укупно	17.53	23	4.53
Усредњено по чланку	4.38	5.75	1.132
Усредњено по аутору	2.40	3.21	0.63

3.1.4. Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Кандидаткиња је све своје истраживачке активности реализовала у Институту за физику Београд. Значајно је допринела сваком раду на коме је учествовала, у виду синтезе наноматеријала различитих оксида (CeO₂, TiO₂, различитих титаната, V₂O₅), обраде и анализе података добијених различитим методама карактеризације (у Институту за физику и другим научним институцијама), испитивања примене ових наноматеријала у процесима адсорпције и фотокаталитичке деградације када су у питању различити органски (канцерогени) молекули, као и у писању радова.

Кандидаткиња је компетентна да самостално осмисли проблематику и решава одговарајуће проблеме. Након одбране докторске дисертације, започела је и рад на новим материјалима у виду нанопрахова и нанофилмова V_2O_5 . Поље примене, поред фотокаталитичке активности, проширила је на електрохемијска тестирања наноматеријала у циљу провере способности ових материјала за складиштење електричне енергије. Поред сарадње са Факултетом за физичку хемију Универзитета у Београду, развила је сарадњу са Институтом за Физику у Загребу приликом реализације пројекта Доказ концепта (ИД 5619). Кандидаткиња је учествовала на међународном пројекту Европске Уније (од јула 2015. до јуна 2019) HORIZON2020 у оквиру RISE програма Marie Skłodowska-Curie Grant (DAFNEOX подбројем 645658). Том приликом боравила је месец дана на Универзитету Чиле-Сантјаго. Кроз COST акцију OPERA (CA20116) успоставила је сарадњу са Институтом за материјале у Барселони - Institute of Materials Science in Barcelona (ICMAB-CSIC). У оквиру ове акције имала је прилику да својим предлогом пројекта аплицира за боравак (STSM) на споменутом институту у трајању од месец дана. Током тог борава радила је на развијању нових начина депозиције танких филмова различитих оксида. Сада учествује у две билатералне сарадње са Аустријом (Technische Universitat Wien) и Бугарском (Бугарска академија наука).

3.1.5. Елементи применљивости научних резултата

Др Наташа Томић је руководила пројектом Доказ концепта (видети 3.4), у оквиру кога су добијени резултати који даљим усавршавањем могу бити заштићени патентом, а применљивост научних резултата може бити значајна у индустрији.

3.2. Ангажованост у формирању научних кадрова

Пре избора у звање Др Наташа Томић је дала допринос у изради докторске дисертације др Марка Радовића на Физичком факултету, Универзитета у Београду о чему је приложен доказ (захвалница).

Након претходног избора у звање Др Наташа Томић је дала допринос у изради докторске дисертације др Бојане Симовић на Технолошко-Металуршком факултету, Универзитета у Београду.

3.3. Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Сви радови др Наташе Томић су експерименталне природе и подразумевају сарадњу више институција. Имајући то у виду, број коаутора на појединим радовима већи је од 7. Нормирање М бодова у складу са Правилником Министарства о стицању истраживачких и научних звања је кандидаткињин укупан збир умањило на 22,8 бодова, што је и даље више од захтеваног минимума (16) за реизбор у звање научни сарадник.

3.4. Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидаткиња др Наташа Томић је руководила пројектом Доказ Концепта ИД 5619 под називом “Нов приступ дизајнирања нанокompозита V_2O_5 -графен: побољшање

складиштења електричне енергије и фотокаталитичке активности”, који је финансиран од стране Фонда за Иновациону делатност (2020-2021).

3.5. Активност у научним и научно-стручним друштвима

Кандидаткиња је члан српског керамичког друштва.

Након избора у претходно звање била је рецензент једног билатералног научног пројекта.

3.6. Утицај научних резултата

Списак радова и цитата кандидаткиње дат је у прилогу са Материјалом за реизбор.

3.7. Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Кандидаткиња је све своје истраживачке активности реализовала у Институту за физику Београд. Значајно је допринела сваком раду на коме је учествовала, у виду синтезе наноматеријала различитих оксида (CeO_2 , TiO_2 , различитих титаната, V_2O_5), обраде и анализе података добијених различитим методама карактеризације (у Институту за физику и другим научним институцијама), испитивања примене ових наноматеријала у процесима адсорпције и фотокаталитичке деградације када су у питању различити органски (канцерогени) молекули, као и у писању радова. Након одбране докторске дисертације, започела је рад на новим материјалима у виду нанопрахова и нанофилмова V_2O_5 . Поље примене поред фотокаталитичке активности је проширила и на електрохемијска тестирања наноматеријала у циљу провере способности ових материјала за складиштење електричне енергије. Поред сарадње са Факултетом за физичку хемију, Универзитет у Београду, развила је сарадњу са Институтом за Физику у Загребу приликом реализације пројекта Доказ концепта (ИД 5619). Кроз COST акцију успоставила је сарадњу са Институтом за материјале у Барселони - Institute of Materials Science (ICMAB-CSIC), где ради на развијању нових начина депозиције танких филмова различитих оксида. Недавно је остварила и сарадњу са Technische Universitat Wien у оквиру билатералног пројекта чији се резултати очекују.

3.8. Уводна предавања на конференцијама, друга предавања и активности

Кандидаткиња је држала предавање по позиву на Институту за материјале у Барселони - Institute of Materials Science (позивно писмо дато у Прилогу).

4. ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ ОЦЕНУ НАУЧНОГ ДОПРИНОСА КАНДИДАТА

Остварени резултати у периоду након одлуке Научног већа о предлогу за стицање претходног научног звања:

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормирани број М бодова
M21	8	1	8	6.666
M22	5	3	15	13.125
M34	0.5	6	3	3

Поређење са минималним квантитативним условима за реизбор у звање научни сарадник:

Минимални број М бодова	Неопходно	Остварено број М бодова без нормирања	Остварено, нормирани број М бодова
Укупно	16	26	22.791
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M90	10	23	19.791
M11+M12+M21+M22+M23	6	23	19.791


5. ЗАКЉУЧАК

Анализом научне активности и свеукупног досадашњег рада др Наташе Томић, Комисија је закључила да научни рад кандидаткиње представља оригиналан и значајан допринос у области наноматеријала, који даје увид у повезаност њихових својстава са наноструктуром. На основу података приказаних у овом извештају сматрамо да кандидаткиња у потпуности испуњава све квантитативне и квалитативне услове за реизбор у звање научни сарадник предвиђене Правилником о стицању истраживачких и научних звања Министарства науке, технолошког развоја и иновација.

Имајући у виду квалитативне и квантитативне показатеље, као и ниво истраживачке зрелости и компетентности, задовољство нам је да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да донесе одлуку о прихватању предлога за реизбор др Наташе Томић у звање научни сарадник.

У Београду,
19.04.2023.

Чланови комисије:



др Маја Штепановић
научни саветник
Институт за физику у Београду



др Мирјана Грујић-Бројчин
научни саветник
Институт за физику у Београду



др Милица Вујковић
научни саветник
Факултет за физичку хемију у Београду