

Факултет Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука
(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације за кандидата на докторским студијама**

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 162/11-пречишћени текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Синтеза и структурна карактеризација нових цезијумских и калијумских силиката са елементима

ретких земаља“

НАУЧНА ОБЛАСТ

Гео-науке

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Предраг (Зоран) Дабић, мастер геолог

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Студијски програм: Геологија

Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет3. Година дипломирања: 2014.4. Година уписа на докторске студије: 2014/15.5. Назив студијског програма
докторских студија:ГеологијаОбавештавамо вас да је Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду
(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 20.06.2019. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Зоран Глигорић

Прилог

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.
3. Електронска верзија

На основу члана 40. Закона о високом образовању, члана 181. Статута Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 20.06.2019. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације **Предрага Дабића, мастер геолога**.
2. Одобрава се именованом израда докторске дисертације под насловом *"Синтеза и структурна карактеризација нових цезијумских и калијумских силиката са елементима ретких земаља"*.
3. За ментора се именује др Александра Кременовића, редовни професор Универзитета у Београду – Рударско-геолошки факултет.
4. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Зоран Глигорић, ред. проф.

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Ментору
- Именованој
- Одељењу за студентска питања

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ
за кандидата **Предрага Дабића, мастер геологије**

Име и презиме ментора: **др Александар Кременовић**

Звање: **Редовни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **A. Kremenović**, B. Antić, M. Vučinić-Vasić, Ph. Colomban, Č. Jovalekić, N. Bibić, V. Kahlenberg, M. Leoni, J. Appl. Crystall, 43/4 (2010) 699–709, [IF=3,794 (7/25, 2010)], ISSN 1600-5767.
2. B. Antić, N. Jović, M. B. Pavlović, **A. Kremenović**, D. Manojlović, M. Vučinić-Vasić, A.S. Nikolić, *Magnetization Enhancement in Nanostructured Random Type $MgFe_2O_4$ Spinel Prepared by Soft Mechanochemical Route*, Journal of Applied Physics 107 (2010) 043525, [IF=2,079 (34/118, 2010)], ISSN 0021-8979.
3. B. Antić, J. Rogan, **A. Kremenović**, A. S. Nikolić, M. Vučinić-Vasić, D.K. Božanić, G.F. Goya, Ph. Colomban, *Optimization of Photoluminescence of $Y_2O_3:Eu$ and $Gd_2O_3:Eu$ Phosphors Synthesized by Thermolysis of 2,4-pentanedione Complexes*, Nanotechnology 21 (2010) 245702 (7pp), [IF=3,652 (18/64, 2010)], ISSN 1361-6528.
4. **A. Kremenović**, B. Antić, J. Blanuša, M. Čomor, Ph. Colomban, L. Mazerolles, E. S. Božin, *Heterogeneity and disorder in $Ti_{1-x}Fe_xO_{2-d}$ nanocrystal rutile-based flower like aggregates - detection of anatase*, Journal of Physical Chemistry C 115 (2011) 4395-4403, [IF=4,805 (26/134, 2011)], ISSN 1932-7447.
5. S. Aškrabić, Z. Dohčević-Mitrović, **A. Kremenović**, N. Lazarević, V. Kahlenberg, Z. V. Popović, *Oxygen vacancy-induced microstructural changes of annealed CeO_{2-x} nanocrystals*, Journal of Raman Spectroscopy 43 (2012) 76-81, [IF=3,087 (11/42, 2011)], ISSN 1097-4555.
6. **A. Kremenović**, B. Jančar, M. Ristić, M. Vučinić-Vasić, J. Rogan, A. Pačevski, B. Antić, *Exchange-Bias and Grain-Surface Relaxations in Nanostructured NiO/Ni Induced by a Particle Size Reduction*, Journal of Physical Chemistry C 116 (7) (2012) 4356–4364, [IF=4,805 (26/134, 2011)], ISSN 1932-7447.
7. B. Antić, **A. Kremenović**, N. Jović, M. B. Pavlović, Č. Jovalekić, A. S. Nikolić, G. F. Goya, C. Weidenthaler, *Magnetization enhancement and cation valences in nonstoichiometric $(Mn,Fe)_{3-\delta}O_4$ nanoparticles*, Journal of Applied Physics, 111, 074309 (2012), [IF=2,168 (37/125, 2011)], ISSN 0021-8979.
8. F. Martin, B. Antić, V. Girman, M. Vučinić-Vasić, **A. Kremenović**, S. Suzuki, H. Hahn, V. Šepelák, *Mechanosynthesis and structural characterization of nanocrystalline $Ce_{1-x}Y_xO_{2-\delta}$ ($x = 0.1 - 0.35$) solid solutions*, Journal of Solid State Chemistry 230, 42-48 (2015), [IF=2,265 (17/46, 2015)], ISSN 1095-726X.
9. S. Erić, V. Matović, **A. Kremenović**, Ph. Colomban, D. Srećković Batočanin, M. Nešković, A. Jelikić, *The origin of Mg sulphate and other salts formed on pure calcium carbonate substrate - tufa stone blocks built into the Gradac Monastery, Serbia*, Construction & Building Materials 98, 25-34 (2015), [IF=2,421 (75/271, 2015)], ISSN 0950-0618.
10. P. Dabić, V. Kahlenberg, D. Schmidmair, P. Vulić, P. A. Kremenović, *Single-crystal X-ray diffraction study of $Cs_2Er[Si_6O_{14}]F$ and $Cs_2Er[Si_4O_{10}]F$* , Zeitschrift fuer Kristallographie, 231(4),

- 195-207 (2016), [IF=3,179 (7/26, 2016)], ISSN 2194-4946.
11. A. Pačevski, A. V. Cvetković, K. Šarić, M. Banješević, H. Hoefer, **A. Kremenović**, *Manganese mineralization in andesites of Brestovačka Banja, Serbia: evidence of sea-floor exhalations in the Timok Magmatic Complex*, Mineralogy and Petrology, 110 (2016) 491-502, [IF=1,180 (19/29, 2016)], ISSN 0930-0708.
 12. **A. Kremenović**, B. Antić, P. Vulić, J. Blanuša, A. Tomić, *ZnFe₂O₄ antiferromagnetic structure redetermination*, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 426, 264-266 (2017), [IF=3,046 (82/285, 2017)], ISSN 0304-8853.
 13. O.Krunić, S. Erić, D. Polomčić, P. Dokmanović, **A. Kremenović**, *Hydrogeological conditions for the occurrence of two magnesium-rich natural mineral waters in Serbia and their physiological significance*, Environmental Earth Sciences, 76:7, 10 pp (2017), [IF=1,435 (127/190, 2017)], ISSN 1866-6280.
 14. N. L. Finčur, M. J. Šćepanović, M. Grujić-Brojčin, B.F. Abramović, J.B. Krstić, **A. Kremenović**, T. Srećković, A. Golubović, *Adsorption and degradation of some psychiatric drugs by sol-gel synthesized titania-based photocatalysts: influence of tungsten and sodium content*, Journal of Sol-Gel Science and Technology, 90:3,510-524 (2019), [IF=1,745 (6/27, 2017)], ISSN 0928-0707.

Датум, 30. 05. 2019.

М.П.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Предрага Дабића, маг. геол.**, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, број 1/135 од 27. 5. 2019. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Предрага Дабића, маг. геол.**, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Синтеза и структурна карактеризација нових цезијумских и калијумских силиката са елементима ретких земаља”**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Предраг З. Дабић рођен је 15. 4. 1990. године у Бањалуци, Босна и Херцеговина. Основну и средњу школу завршио је у Српцу, Босна и Херцеговина. Основне студије уписао је 2009. године на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, на студијском програму Геологија (модул Минералологија и кристалографија). Завршио их је 2012. године у предвиђеном року са просечном оценом 9,69 са темом „Фазни састав електрофилтерског пепела из већих термоелектрана у Србији”. Године 2014. завршио је мастер студије на истом модулу са просечном оценом 10,00. Тема мастер рада „Синтеза и структура два нова цинкоарсената допирана кобалтом и гвожђем” одбрањена је на Катедри за кристалографију. Исте године уписао је програм докторских академских студија геологије на Рударско-геолошком факултету као студент који се финансира из буџета.

Током месеца фебруара 2013. године боравио је у Институту за геологију и геохемију нафте и угља у Ахену (Немачка), у оквиру пројекта Темпус. Током 2015. године боравио је на Институту за минералологију и петрографију Факултета за геонауке и атмосферске науке Универзитета у Инсбруку (Аустрија), на једномесечном студијском боравку у оквиру SEEPUS мреже. Током фебруара 2017. године кратко је боравио на Техничком универзитету у Цириху - ЕТН (Швајцарска) у оквиру пројекта SCOPES. Учесник је у два међународна пројекта научно-технолошке сарадње између научноистраживачких институција Републике Србије и Републике Словеније, као и Републике Србије и Републике Аустрије, на основу међународних билатералних споразума.

Предраг Дабић добитник је награде Рударско-геолошког факултета за најбољег студента на мастер студијама за школску 2013/14. годину. Члан је Српског кристалографског друштва од 2013. године и Српског геолошког друштва од 2014. године.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Школске 2014/15. године уписао је докторске студије на студијском програму Геологија, на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду. У току докторских студија положио је све испите предвиђене планом и програмом студијског програма Геологија са просечном оценом 10,00. Преглед свих положених испита на докторским студијама дат је у следећој табели.

Предмет	Ознака	ЕСПБ	Оцена
Теренски и лабораторијски рад	13-3ТЛ16	10	10
Инструменти и методе у кристалографији	13-3МК44	10	10
Кристалографија - одабрана поглавља	13-3МК43	10	10
Кристалографија савремених материјала - одабрана поглавља	13-3МК45	10	10
Оптичка кристалографија	13-3МК54	10	10
Одређивање кристалних структура	13-3МК48	10	10
Семинарски рад (везан за тему докторске дисертације)	13-3Г7С1	10	10
Студијски истраживачки рад (везан за тему докторске дисертације)	13-37СИ1	10	10
Израда докторске дисертације	13-37ДД1	20	10
Рендгенска структурна анализа – одабрана поглавља	13-3МК52	10	10
Физичка кристалографија	13-3МК53	10	10
Израда докторске дисертације	13-38ДД1	20	10
Израда докторске дисертације	13-38ДД2	15	10
Студијски истраживачки рад (везан за докторску дисертацију)	13-38СИ1	10	10
Студијски истраживачки рад (везан за докторску дисертацију)	13-38СИ2	10	10

Од новембра 2014. године запослен је на одређено време на Рударско-геолошком факултету као истраживач-приправник на пројекту интегралних и интердисциплинарних истраживања Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије под називом „0-3Д наноструктуре за примену у електроници и обновљивим изворима енергије: синтеза, карактеризација и процесирање”, бр. ИИИ45007, односно на потпројекту „Структурни аспекти нано и других савремених материјала”, који је део горе наведеног пројекта. Од 2015. године у звању је истраживач-сарадник.

Научноистраживачки рад Предрага Дабића углавном се односи на рендгенску структурну анализу минерала као и на синтезу и структурну анализу различитих синтетичких једињења од којих су нека структурно аналогна минералима. Радећи на Рударско-геолошком факултету кроз ангажовање на научноистраживачким пројектима,

Предраг Дабић је успоставио врло успешну сарадњу са истраживачима из других институција у земљи и иностранству.

Од уписа докторских студија, Предраг Дабић објавио је следеће радове:

M21 – Радови објављени у врхунском међународном часопису

1. **Dabić, P.**, Kahlenberg, V., Schmidmair, D., Kremenović, A., Vulić, P.: *Single-crystal X-ray diffraction study of $Cs_2Er[Si_6O_{14}]F$ and $Cs_2Er[Si_4O_{10}]F$* , - Zeitschrift für Kristallographie-Crystalline Materials, Vol 231, No 4, 2016, pp. 195-207. [IF = 3,179 (7/26, 2016)], ISSN 2194-4946.

M22 – Радови објављени у истакнутом међународном часопису

2. Hejny, C., Kahlenberg, V., Schmidmair, D., **Dabić, P.**: *(3+1)-Incommensurately modulated crystal structure of $Cs_3ScSi_6O_{15}$* , - Acta Crystallographica B, Vol 72, No 1, 2016, pp. 109-116. [IF = 2,032 (12/26, 2016)], ISSN 2052-5206.

M34 – Саопштења са међународног скупа штампано у изводу

3. **Dabić, P.**, Vulić, P., Erić, S., Gajić, V., Vasić, N.: *Mineral šabazit kao cement u miocenskim konglomeratima Slatine kod Bora (Istočna Srbija)*, - Zbornik radova, knjiga sažetaka sa I kongresa geologa u Bosni i Hercegovini sa međunarodnim učešćem, Tuzla 2015., str. 90-91.
4. Hejny, C., Kahlenberg, V., **Dabić, P.**, *(3+1) dimensional modulated crystal structure of $Cs_3ScSi_6O_{15}$* , Materials Structure, vol. 22., no. 4 (2015). Abstracts from Aperiodic 2015, International Conference.

M64 – Саопштења са скупа националног значаја штампано у изводу

5. **Dabić, P.**, Vulić, P., Kahlenberg, V., Kremenović, A., *Crystal chemistry of some KF flux grown REE-silicates*, - Izvodi radova sa XXII konferencije Srpskog kristalografskog društva, Smederevo 2015., str. 23-24.
6. **Dabić, P.**, Kovač, S., Zdravković, A., *Secondary sulfate minerals associated with the weathering of pyrite*, - Izvodi radova sa XXIII konferencije Srpskog kristalografskog društva, Andrijevica 2016., str. 64-65.
7. **Dabić, P.**, Kovač, S., Kremenović, A., Pačevski, A., Rodić, M., *Crystal structure of mineral cosalite from Trepča orefield*, - Izvodi radova sa XXIV konferencije Srpskog kristalografskog društva, Vršac 2017., str. 54-55.
8. **Dabić, P.**, Kovač, S., Zdravković, A., Miloš, S., Batočanin, N., *Sulfati bakra i gvožđa kao produkti raspadanja poliranog uzorka Borske rude*, - Knjiga apstrakata sa XVII Kongresa geologa Srbije, Vrnjačka Banja 2018., str. 45-47.
9. Nikolić, N., Kovač, S., **Dabić, P.**, *The occurrence of opaline matter in hydrothermally altered diabase, Debelo Brdo, Povlen mountain area*, - Izvodi radova sa XXV konferencije Srpskog kristalografskog društva, Bajina Bašta 2018., str. 36-37.
10. **Dabić, P.**, Kovač, S., Nikolić, M.G., Kremenović, A., *Photoluminescence, structure and polymorphism of $K_3ErSi_2O_7$* , - Izvodi radova sa XXV konferencije Srpskog kristalografskog društva, Bajina Bašta 2018., str. 98-99.
11. **Dabić, P.**, Kahlenberg, V., Kovač, S., Blanuša, J., Karanović, Lj., Kremenović, A., *Crystal structure of β - $K_3YbSi_2O_7$ at 298 and 100 K*, - Izvodi radova sa XXV konferencije Srpskog kristalografskog društva, Bajina Bašta 2018., str. 100-101.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Исказаним залагањем у раду на пројектима, као и до сада објављеним научним радовима Предраг Дабић, маг. геол., показао је велики интерес и несумњиву склоност за научноистраживачки рад, као и спремност и способност за решавање конкретних истраживачких задатака.

На основу изнетих показатеља, Комисија сматра да кандидат испуњава услове за успешан и ефикасан научноистраживачки рад на докторској дисертацији са предложеном темом.

2. Предмет и циљ истраживања

Научна област којој предложена тема припада јесте кристалографија, за коју је матична установа Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

Предмет ове докторске дисертације јесте синтеза и карактеризација нових силиката цезијума, калијума и елемената ретких земаља.

Елементи ретких земаља чине велику групу хемијски сродних елемената у периодном систему елемената. Међународна унија за чисту и примењену хемију (IUPAC од енгл. International Union of Pure and Applied Chemistry) дефинисала је елементе ретких земаља као групу од 17 хемијских сличних елемената метала, која укључује лантаноиде (Ln) и елементе скандијум (Sc) и итријум (Y). Група лантаноида обухвата 15 хемијских елемената: лантан (La), церијум (Ce), празеодимијум (Pr), неодимијум (Nd), прометијум (Pm), самаријум (Sm), еуропијум (Eu), гадолинијум (Gd), тербијум (Tb), диспрозијум (Dy), холмијум (Ho), ербијум (Er), тулијум (Tm), итербијум (Yb) и лутецијум (Lu). Сви елементи ретких земаља су метали, па се група често назива „метали ретких земаља”. Ови метали имају много сличних својстава, па се често налазе заједно у земљиној кори, најчешће у минералима монациту [(Ln,Th)PO₄], ксенотиму (YPO₄) и бастензиту, [(Ln,Y)CO₃F)]. (У заградама су дате номиналне формуле. Минерали имају променљив хемијски састав.) У природи постоје и многи други минерали у чијој се структури налазе елементи ретких земаља. Упркос томе што према називу спадају у ретке земље лантаноиди нису тако ретки. У земљиној кори највише има Ce, Nd и La. Метали ретких земаља су веома важни јер могу да се користе у многим областима, укључујући производњу магнета (легура Ln и Co користе се за производњу перманентних магнета који се употребљавају у електричним и хибридни електричним возилима), катализатора (катализатори у нафтној и аутомобилској индустрији), металних легура, електронских компоненти (компоненте премаза за екране и системи за осветљење), специјалних оптичких стакала, керамике, нових и паметних материјала. Последњих година, потражња за ретким земљама се повећава, посебно у енергетској ефикасности (зелена енергија, алтернативни енергетски системи, гориве ћелије, пуњиве батерије) и високој технологији (укључујући технологије одбране као што су прецизно вођена убојна средства, ласери, комуникациони и радарски системи, оптичка опрема).

Силикатна једињења ретких земаља изузетно су важна и представљају посебно поглавље у хемији силиката великих катјона као што су алкални катјони. Прегледом литературе може се уочити велика разноврсност ове групе једињења како у хемијском саставу тако и у структурним топологијама. Кристалохемијске особине елемената ретких земаља омогућавају велики број јонских измена у истом типу структуре што мења њихове особине и чини ова једињења интересантним за различите примене. За ова једињења карактеристична је јонска веза и постојање јона Ln³⁺. Радијуси Ln³⁺-јона континуално опадају од лантана до лутецијума

(од 1,03 до 0,86 Å) што мења координациони број и целокупну геометрију координационих полиедара елемената ретких земаља, а самим тим структуру и својства.

Научно истраживање кандидата било би усмерено на синтезу монокристала методом раста кристала из високотемпературних раствора уз употребу растопљеног растварача који се назива флуks. Алкални флуориди сматрају се једним од најбољих флуксева за синтезу силиката елемената ретких земаља зато што лако растварају почетни материјал - силицијум-диоксид и оксиде елемената ретких земаља. Рад на дисертацији обухватио би кристалографско и кристалохемијско испитивање синтетисаних монокристала у оквиру система $\text{SiO}_2\text{-REE}_2\text{O}_3\text{-XF}$, где REE^{3+} представља тровалентни катјон елемента ретких земаља (Sc, Y, Sm, Eu, Gd, Ho, Er, Tm, Yb, Lu), док X^+ представља једновалентни катјон алкалних метала (K, Cs). Осим тога, предвиђено је и одређивање фазног и хемијског састава поликристалног материјала, морфологије монокристала, као и луминесцентних особина.

Укратко, најважнији научни циљеви истраживања јесу:

1. синтеза кристала нових силиката K, Cs и елемената ретких земаља у системима $\text{KF-SiO}_2\text{-REE}_2\text{O}_3$ и $\text{CsF-SiO}_2\text{-REE}_2\text{O}_3$, где је $\text{REE}^{3+} = \text{Sc, Y, Sm, Eu, Gd, Ho, Er, Tm, Yb, Lu}$.
2. одређивање њихових кристалних структура
3. класификација једињења према типу структуре
4. одређивање других физичко-хемијских својстава као што су луминесцентне карактеристике
5. дефинисање везе између структуре и особина

Синтеза методом раста кристала из високотемпературних раствора уз употребу флуksа омогућила је кристализацију бројних нових једињења силиката која садрже елементе ретких земаља. Прелиминарни резултати показали су да се овом методом успешно могу синтетисати квалитетни монокристали погодни за рендгенску структурну анализу. Због релативно малих, али систематских разлика у јонским радијусима елемената ретких земаља, може се очекивати да одређени типови структура могу уградити више различитих јона сличног јонског радијуса. Модификовање услова синтезе у циљу добијања нових типова кристалних структура, као и добијања добро формираних монокристала високог квалитета и чистоће представља истраживачки изазов.

Карактеризација синтетисаног материјала ће се првенствено огледати у добијању информација о њиховим структурним карактеристикама. Добијени структурни подаци треба да омогуће успостављање корелације између синтезе, структуре и карактеристика ових материјала. Карактеризација једињења са различитим катјонима може да помогне у разумевању сложених механизма формирања кристала, промене њихових структура и својстава. Потенцијална примена заснива се на особинама које директно зависе од кристалне структуре. Добијање материјала одређених структурних, физичко-хемијских и морфолошких карактеристика, као и њихова потенцијална примена представља важан циљ у овом пољу истраживања.

Релевантни библиографски извори и резултати на које се надовезују истраживања из ове тезе:

1. Bondar, I.A., Tenisheva, T.F., Toropov, N.A., Shepelev, Y.F.: *New rare earth diorthosilicate $\text{K}_3\text{Eu}(\text{Si}_2\text{O}_7)$* , - Doklady Akademii Nauk SSSR, Vol 160, No 5, 1965, pp. 1069-1071.
2. Chiang, P.-Y., Lin, T.-W., Dai, J.-H., Chang, B.-C., Lii, K.-H.: *Flux synthesis, crystal structure, and luminescence properties of a new europium fluoride-silicate: $\text{K}_5\text{Eu}_2\text{FSi}_4\text{O}_{13}$* , - Inorganic Chemistry, Vol 46, No 9, 2007, pp. 3619-3622.
3. Felsche J. (1973). *The crystal chemistry of the rare-earth silicates, Rare Earths. Structure and Bonding*, Vol. 13. Berlin, Heidelberg: Springer.

4. Haile, S.M., Wuensch, B.J.: *X-ray diffraction study of $K_3NdSi_7O_{17}$: a new framework silicate with a linear Si–O–Si bond*, - Acta Crystallographica B, Vol 56, No 5, 2000, pp. 773-779.
5. Huang, M.Y., Chen, Y.H., Chang, B.C., Lii, K.H.: *High-Temperature, High-Pressure Hydrothermal Synthesis, Crystal Structure, and Luminescence Properties of $Cs_3EuSi_6O_{15}$, a New Europium(III) Silicate with a Three-Dimensional Framework Structure*, - Chemistry of Materials, Vol 17, No 23, 2005, pp. 5743-5747.
6. Hwang, M.S., Hong, H.Y.-P., Cheng, M.C., Wang, Y.: *Structure of a new mini-laser material, $K_3NdSi_2O_7$* , - Acta Crystallographica C, Vol 43, No 7, 1987, pp. 1241-1243.
7. Kahlenberg, V., Manninger, T.: *$K_9Y_3[Si_{12}O_{32}]F_2$* , - Acta Crystallographica E, Vol 70, No 2, 2014, pp. i11.
8. Kahlenberg, V., Manninger, T.: *$Rb_2Lu[Si_4O_{10}]F$, a tubular chain silicate*, - Acta Crystallographica E, Vol 70, No 3, 2014, pp. i14.
9. Kahlenberg, V., Manninger, T., Perfler, L., Többsens, D.M.: *One-pot occurrence of two polymorphs of $Rb_2Sc[Si_4O_{10}]F$ and their structural, spectroscopic and computational characterization*, - Journal of Solid State Chemistry, Vol 220, 2014, pp. 79-90.
10. Karpov, O.G., Pobedinskaya, E.A., Belov, N.V.: *Crystal structures of the rare-earth silicates $NaPrSi_6O_{14}$ and $NaNd-Si_6O_{14}$ a new $[Si_3O_7]_{\infty}$ three level silicon-oxygen wall radical unbounded in two dimensions*, - Soviet Physics, Crystallography, Vol 22, 1977, pp. 215-216.
11. Kolitsch, U., Tillmanns, E.: *The structural relation between the new synthetic silicate $K_2ScFSi_4O_{10}$ and narsarsukite, $Na_2(Ti,Fe^{3+})(O,F)Si_4O_{10}$* , - European Journal of Mineralogy, Vol 16, No 1, 2004, pp. 143-149.
12. Kolitsch, U., Tillmanns, E.: *Synthesis and crystal structure of a new microporous silicate with a mixed octahedral-tetrahedral framework: $Cs_3ScSi_8O_{19}$* , - Mineralogical Magazine, Vol 68, No 4, 2004, pp. 677-686.
13. Kolitsch, U., Wierzbicka-Wieczorek, M., Tillmanns, E.: *Crystal chemistry and topology of two flux-grown yttrium silicates, $BaKYSi_2O_7$ and $Cs_3YSi_8O_{19}$* , - The Canadian Mineralogist, Vol 47, No 2, 2009, pp. 421-431.
14. Lapshin, A.E., Borisova, N.V., Ushakov, V.M., Shepelev, Yu. F.: *Crystal structure and some thermodynamic characteristics of cesium silicate $Cs_6Si_{10}O_{23}$* , - Russian Journal of Inorganic Chemistry, Vol 51, No 11, 2006, pp. 1696-1700.
15. Latshaw, A.M., Morrison, G., zur Loye, H.-C.: *Fluoride Flux Crystal growth and structure determination of $K_5Sc_2FSi_4O_{13}$* , - Journal of Chemical Crystallography, Vol 45, No 7, 2015, pp. 350-354.
16. Latshaw, A.M., Morrison, G., zur Loye, K.D., Myers, A.R., Smith, M.D., zur Loye, H.-C.: *Intrinsic blue-white luminescence, luminescence color tunability, synthesis, structure, and polymorphism of $K_3YSi_2O_7$* , - CrystEngComm, Vol 18, No 13, 2016, pp. 2294-2302.
17. Latshaw, A.M., Myers, A.R., Smith, M.D., zur Loye, H.-C.: *Flux crystal growth and structure determination of $K_5Y_2FSi_4O_{13}$* , - Journal of Chemical Crystallography, Vol 45, No 4, 2015, pp. 207-211.
18. Latshaw, A.M., Wilkins, B.O., Hughey, K.D., Yeon, J., Williams, D.E., Tran, T.T., Halasyamani, P.S., zur Loye, H.-C.: *$A_5RE_4X[TO_4]_4$ crystal growth and photoluminescence. Fluoride flux synthesis of sodium and potassium rare earth silicate oxyfluorides*, - Journal of Solid State Chemistry, Vol 17, 2015, pp. 4654-4661.
19. Latshaw, A.M., Yeon, J., Smith, M.D., zur Loye, H.-C.: *Synthesis, structure, and polymorphism of $A_3LnSi_2O_7$ ($A=Na, K$; $Ln=Sm, Ho, Yb$)*, - Journal of Solid State Chemistry, Vol 235, 2016, pp. 100-106.
20. Liebau, F. (1985). *Structural chemistry of silicates: structure, bonding and classification*, p. 347. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer-Verlag.
21. Liu, W., Ji, Y., Bao, X., Wang, Y., Li, B., Wang, X., Zhao, X., Liu, X., Feng, S.: *Novel open-framework europium silicates prepared under high-temperature and high-pressure conditions*, - Dalton Transactions, Vol 43, No 37, 2014, pp. 13892-13898.

22. McMillen, C.D., Emirdag-Eanes, M., Stritzinger, J.T., Kolis, J.W.: *Hydrothermal synthesis of new rare earth silicate fluorides: a novel class of polar materials*, - Journal of Solid State Chemistry, Vol 195, 2012, pp. 155-160.
23. Napper, J.D., Layland, R.C., Smith, M.D., zur Loye, H.-C.: Crystal growth and structure determination of the new silicate $K_3ScSi_2O_7$, -Journal of Chemical Crystallography, Vol 34, No 6, 2004, pp. 347-351.
24. Rocha, J., Carlos, L.D.: *Microporous materials containing lanthanide metals*, - Current Opinion in Solid State & Materials Science, Vol 7, No 3, 2003, pp. 199-205.
25. Schäfer, M.C., Schleid, Th.: *Synthese und Kristallstruktur des Fluorid-ino-Oxosilicats $Cs_2YFSi_4O_{10}$* , - Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, Vol 633, No 7, 2007, pp. 1018-1023.
26. Schäfer, M.C., Schleid, Th.: *$Cs_3NdSi_8O_{19}$ and $Cs_6Nd_2Si_{21}O_{48}$: Two Caesium-containing Oxosilicates of Neodymium in Comparison (In German)*, - Zeitschrift für Naturforschung, Vol 64b, 2009, pp. 1329-1338.
27. Schäfer, M.C., Schleid, Th.: *$K_5La_4F[SiO_4]_4$: a fluoride-poor quinary lanthanum neso-oxosilicate*, - Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, Vol 636, No 11, 2010, pp. 2069.
28. Schäfer, M.C., Schleid, Th.: *Synthesis and crystal structure of the fluoride-rich rubidium scandium fluoride oxosilicates $Rb_3Sc_2F_5Si_4O_{10}$* , - Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, Vol 637, No 9, 2011, pp. 1152-1157.
29. Tang, M.F., Chiang, P.Y., Su, Y.H., Jung, Y.C., Hou, G.Y., Chang, B.C., Lii, K.H.: *Flux synthesis, crystal structures, and luminescence properties of salt-inclusion lanthanide silicates: $[K_9F_2][Ln_3Si_{12}O_{32}]$ ($Ln = Sm, Eu, Gd$)*, - Inorganic Chemistry, Vol 47, No 19, 2008, pp. 8985-8989.
30. Vidican, I., Smith, M., zur Loye, H.-C.: *Crystal growth, structure determination, and optical properties of new potassium-rare-earth silicates $K_3RESi_2O_7$ ($RE=Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu$)*, - Journal of Solid State Chemistry, Vol 170, 2003, pp. 203-210.
31. Wierzbička-Wieczorek, M., Kolitsch, U., Lenz, C., Giester, G.: *Structural and photoluminescence properties of doped and REE-endmember mixed-framework rare-earth sorosilicates*, - Journal of Luminescence, Vol 168, 2015, pp. 207-217.
32. Zhao, X., Li, J., Chen, P., Li, Y., Chu, Q., Liu, X., Yu, J., Xu, R.: *New Lanthanide Silicates Based on Anionic Silicate Chain, Layer, and Framework Prepared under High-Temperature and High-Pressure Conditions*, - Inorganic Chemistry, Vol 49, No 21, 2010, pp. 9833-9838.

3. Полазне хипотезе

Због широког опсега примене синтетички силикати, у чију се структуру могу инкорпорирати елементи ретких земаља, су веома актуелни и тема су многих научних истраживања. Различите оптичке, магнетне, каталитичке, нуклеарне, металуршке, хемијске и електричне карактеристике једињења у чијој су структури елементи ретких земаља довеле су до њихове широке примене у различитима гранама индустрије. Значај примене ових једињења је све већи на шта указује и растући број публикација везаних за испитивање својстава и примену ових материјала, као и за коришћење и усавршавање разних метода за њихову синтезу. Нека од поља примена су: катализатори, керамика, ласери, легуре, магнети, фосфоре (оксиди елемената ретких земаља који имају флуоресцентне особине), батерије, сензори, итд.

Узимајући у обзир све наведено, предмет ове докторске дисертације је у складу са тенденцијама у области кристалографије нових материјала. Ова тема је савремена и у академском погледу веома интересантна.

Литература:

1. Ananias, D., Kostova, M., Paz, F.A.A., Neto, A.N.C., de Moura Jr. R.T., Malta, O.L., Carlos, L.D., Rocha, J.: *Molecule-like Eu^{3+} -dimers embedded in an extended system exhibit unique photoluminescence properties.*, - Journal of the American Chemical Society, Vol 131, No 24, 2009, pp. 8620-8626.
2. Ananias, D., Rainho, J.P., Ferreira, A., Rocha, J., Carlos, L.D.: *The first examples of X-ray phosphors, and C-band infrared emitters based on microporous lanthanide silicates*, - Journal of Alloys and Compounds, Vol 374, No 1-2, 2004, pp. 219-222.
3. Blasse, G., Grabmaier, B.C. (1994). *Luminescent Materials*, Berlin: Springer Verlag.
4. Evans, R.C., Ananias, D., Douglas, A., Douglas, P., Carlos, L.D., Rocha, J.: *Energy transfer and emission decay kinetics in mixed microporous lanthanide silicates with unusual dimensionality*, - The Journal of Physical Chemistry C, Vol 112, No 1, 2008, pp. 260-268.
5. Ferreira, A., Ananias, D., Carlos, L.D., Morais, C.M., Rocha, J.: *Novel microporous lanthanide silicates with tobermorite-like structure*, - Journal of the American Chemical Society, Vol 125, No 47, 2003, pp. 14573-14579.
6. Figueiredo, B.R., Valente, A.A., Lin, Z., Silva, C.M.: *Photoluminescent porous and layered lanthanide silicates: A review*, - Microporous and Mesoporous Materials, Vol 234, 2016, pp. 73-97.
7. Kitai, A. (2008). *Luminescent Materials and Applications*, Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
8. Kremenović, A., Colombari, Ph., Piriou, B., Massiot, D., Florian, P.: *Structural and spectroscopic characterization of the quenched hexacelsian*, - Journal of Physics and Chemistry of Solids, Vol 64, No 11, 2003, pp. 2253-2268.
9. Wang, G., Yan, W., Chen, P., Wang, X., Qian, K., Su, T., Yu, J.: *$\text{Na}_{2.4}\text{CeSi}_6\text{O}_{15} \times 2.6\text{H}_2\text{O}$: hydrothermal synthesis, characterization and properties of a new luminescent microporous cerium silicate*, - Microporous and Mesoporous Materials, Vol 105, No 1-2, 2007, pp. 58-64.

4. Научне методе истраживања

Предвиђено је да се за синтезу кристала користи метода раста кристала из високотемпературних раствора уз употребу растопљеног растварача - флукса. Као полазне супстанце користили би се силицијум-диоксид (SiO_2), оксиди елемената ретких земаља (REE_2O_3), као и флуоридни флукс - цезијум-флуорид (CsF) или калијум-флуорид (KF). Температурни опсег синтеза био би од 600 до 1200° C.

Добијени монокристали ће бити испитивани савременим кристалографским, спектроскопским и физичко-хемијским методама. Квалитет кристала провераваће се помоћу оптичког микроскопа или бинокуларне лупе. Рендгенска дифракциона анализа на монокристалу ће пружити детаљне информације о кристалној структури. Планирано је да нове кристалне структуре буду одређене и утацђене стандардним кристалографским софтверским пакетима. Рендгенска дифракција на поликристалном материјалу служиће за проверу фазног састава накнадно спрашених синтетисаних монокристала.

Скенирајућа електронска микроскопија (СЕМ) допуњена са енергетско-дисперзивном спектроскопијом (ЕДС) користиће се за одређивање морфолошких карактеристика монокристала, као и за семиквантитативно одређивање хемијског састава. Фотолуминесцентна спектроскопија ће се користити за анализу и карактеризацију луминесцентних појава у синтетисаним монокристалима.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани резултати ове докторске дисертације су следећи:

1. монокристали нових цезијумских и калијумских силиката са елементима ретких земаља добијени методом раста кристала из високотемпературних раствора уз употребу флукса,
2. монокристали добро формираних кристала високог квалитета и чистоће,
3. нови типови кристалних структура добијених монокристала,
4. успостављање корелације између синтезе, структуре и особина ових једињења,
5. дефинисање луминесцентних појава у синтетисаним кристалима коришћењем фотолуминесцентне спектроскопије.

Очекује се да резултати ових истраживања допринесу фундаменталним сазнањима у области кристалографије и кристалохемије, као и науке о материјалима.

6. План истраживања и структура рада

Предвиђено је да истраживање буде обављено у неколико фаза:

1. Детаљан преглед и упознавање са релевантном литературом.
2. Синтеза кристала цезијумских и калијумских силиката и елемената ретких земаља методом раста кристала из високотемпературних раствора уз употребу флукса.
3. Одређивање кристалних структура методом рендгенске структурне анализе.
4. Одређивање фазног и хемијског састава, луминесцентних особина и морфологије кристала.
5. Представљање и анализа добијених резултата и поређење са литературним подацима.
6. Доношење закључака.

Планирано је да се синтезе и карактеризација нових кристалних једињења, као и публикавање добијених резултата, раде паралелно.

7. Закључак и предлог

На основу поднетог материјала, као и изложених података о научној заснованости теме за израду докторске дисертације и увида у досадашњи рад и резултате које је остварио кандидат Предраг Дабић, маг. геол., Комисија закључује следеће:

1. Кандидат Предраг Дабић, маг. геол., испуњава све законске и друге услове за пријаву и рад на предложеној теми докторске дисертације.
2. Сматра да је предложена тема **„Синтеза и структурна карактеризација нових цезијумских и калијумских силиката са елементима ретких земаља”** актуелна и занимљива, првенствено са научног становишта, али и са становишта потенцијалне примене. Део резултата већ је публикован у међународним часописима са SCI листе или саопштен на научним скуповима. Комисија сматра да је тема у потпуности научно утемељена и може да буде предмет докторске дисертације. Тема ове дисертације припада научној области геолошких наука, ужој научној области кристалографија, за коју је матичан Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета да одобри израду наведене дисертације и да за ментора именује др Александра Кременовића, редовног професора Рударско-геолошког факултета са Катедре за кристалографију.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Александар Кременовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Љиљана Карановић, професорка емерита
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Јовица Стојановић, виши научни сарадник
Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина