

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
ХЕМИЈСКОГ ФАКУЛТЕТА**

ПРЕДМЕТ: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације **Предрага Г. Ристића**, мастер хемичара

На редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Хемијског факултета, одржаној 13.01.2022. године (одлука бр. 733/7) одређени смо за чланове Комисије за оцену дисертације **Предрага Г. Ристића**, мастер хемичара, истраживача-сарадника Универзитета у Београду - Хемијског факултета, под насловом:

„Синтеза, карактеризација, фотолуминесцентна и фотокаталитичка својства координационих полимера Ag(I) са дитопним лигандима на бази пиридина, пиперазина и тиоморфолина”

Веће научних области природних наука Универзитета у Београду је на својој седници одржаној дана 23.09.2021. године, на захтев Хемијског факултета, дало сагласност на предлог теме докторске дисертације (евиденциони број 61206-3019/2-21). Комисија је докторску дисертацију прегледала и Наставно-научном већу подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

А. Приказ садржаја дисертације

Докторска дисертација Предрага Г. Ристића написана је на 143 стране А4 формата (фонт *Times New Roman*; величина 12 pt; проред 1,5; маргине 2 cm) и садржи 61 слику, 1 схему и 18 табела. Рад обухвата следећа поглавља: Увод (2 стране), Општи део (20 страна), Циљеви (2 стране), Експериментални део (11 страна), Резултати и дискусија (67 страна), Закључци (3 стране) и Литература (17 страна, 140 цитата). Поред наведеног, дисертација садржи Прилог са 13 слика и пет табела, Захвалницу, Сажетак на српском и енглеском језику (по 2 стране), Садржај (3 стране), Листу скраћеница (3 стране), Биографију кандидата (1 страна), Списак објављених и саопштених радова проистеклих из дисертације (2 стране), Изјаву о ауторству (1 страна), Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада (1 страна) и Изјаву о коришћењу (2 стране).

У **УВОДУ** су дефинисани предмет и циљ истраживања и дат је опис и садржај осталих поглавља ове дисертације.

У **ОПШТЕМ ДЕЛУ** је дат преглед литературе у коме су описане основне карактеристике координационих полимера. Приказана је структурна разноврсност и потенцијална примена Ag(I) координационих полимера. Описана је тополошка карактеризација и интерпретација феномена интерпенетрације. Такође, направљен је осврт на подскупове тродимензионалних (3Д) координационих полимера: метал-органичних умрежених структура (МОФ) и зеолитских имидазолских умрежених структура (ЗИФ). Описана је њихова структурна разноликост и примена.

У **ЦИЉЕВИМА** је дат опис општег научног циља студије, као и неколико специфичних циљева који су постављени.

У **ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОМ ДЕЛУ** су описане синтезе Ag(I) координационих полимера и детаљно описане технике и методе које су коришћене за структурну карактеризацију, прорачуне и испитивање потенцијалне примене.

Оригинални научни допринос ове дисертације детаљно је објашњен у поглављу **РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА**. У овом поглављу су представљени резултати детаљне кристалографске анализе синтетисаних координационих полимера, њихова карактеризација у чврстом стању као и резултати испитивања фотокаталитичке и фотолуминесцентне активности.

У **ЗАКЉУЧКУ** је дат преглед најважнијих резултата остварених током израде ове докторске дисертације.

У делу **ЛИТЕРАТУРА** налази се укупно 140 референци наведених на основу редоследа појављивања у тексту.

Поред наведеног, дисертација садржи и **ПРИЛОГ** у коме су дате слике ИЦ спектра лиганда и координационих једињења, као и табеле са кристалографским подацима и подацима о енергијама парова интеракција у кристалним структурама синтетисаних једињења.

Б. Кратак опис постигнутих резултата

У овој дисертацији приказан је поступак синтезе и детаљне структурне карактеризације једног координационог једињења (**1**) и девет 1–3Д Ag(I) координационих полимера (**2–10**). Као лиганди су коришћени деривати пиридина, пиперазина и тиоморфолина, док су у случају координационих полимера **6–8** додатно коришћени комерцијално доступни ко-лиганди на бази полиоксокиселина. Сва синтетисана једињења Ag(I) су добијена у облику монокристала задовољавајућег квалитета и њихова структура у чврстом агрегатном стању је решена применом рендгенске структурне анализе монокристала. Рендгенском структурном анализом прахова, добијених млевењем монокристала, потврђена је фазна чистоћа синтетисаних једињења Ag(I). Рендгенска структурна анализа је дала увид у молекулске и кристалне структуре. Будући да је у случају **1** и **2** коришћен исти лиганд (2-пиридинтиоцијанат), показано је да природа ањона полазне соли диктира димензионалност, па је **1** комплекс координационог броја 3, док је **2** 1Д координациони полимер координационог броја 4. У случају лиганда тиоморфолин-4-карбонитрила, без присуства других ко-лиганда се добијају се 2Д изоструктурини координациони полимери **3–5**, дисторговане тетраедарске геометрије. Рендгенском структурном анализом **6–8** је утврђено да

додатак ко-лиганда диктира и геометрију и димензионалност. Тако је **6** 1Д координациони полимер координационог броја 3, **7** је 1Д координациони полимер координационог броја 4, док је **8** 2Д координациони полимер координационог броја 4. Начин координације тиоморфолин-4-карбонитрила је исти у координационим полимерима **3–8**. У случају **9** и **10**, који као лиганд садрже пиперазин-1,4-дикарбонитрил, који уместо атома сумпора (у односу на тиоморфолин-4-карбонитрил) има N–CN фрагмент, претпоставило се да се могу добити изоструктурни координациони полимери, као у случају **3–5**. Међутим, лигаторска природа атома азота нитрилне групе, као и утицај ањона полазне соли коришћене у синтези, довео је до формирања 3Д координационих полимера. Разлика између **9** и **10** је та што **9** садржи молекуле кристалне воде, што указује на веће димензије пора у поређењу са **10**. То је у корелацији са резултатима тополошке анализе чиме је показано да **9** садржи пет, а **10** шест интерпенетрирајућих мрежа.

Рачунарским методама конструкције Хиршфилдових површина и дводимензионалних графикона отисака прстију анализирани су типови нековалентних интеракција у чврстом агрегатном стању. За изоструктурне 2Д координационе полимере **3–5** је утврђено да, без обзира на идентичан комплексни катјон, природа ањона има велики утицај на дистрибуцију интермолекулских интеракција. У случају координационих полимера **6–8** показано је да природа ко-лиганда има директан утицај на дистрибуцију интермолекулских интеракција. Резултати одређивања енергетске дистрибуције интермолекулских интеракција координационих полимера у чврстом агрегатном стању применом DFT квантномеханичких прорачуна су показали да су код **3**, **7** и **8** најзаступљеније дисперзионе интеракције, док су код **4–6** најзаступљеније електронске интеракције.

Резултати термогравиметријске анализе су показали да заједничка температура до које су **3–10** стабилни износи 150 °С. Термална стабилност **3–10**, дата њиховим почетним температурама декомпозиције, показује да је најстабилнији координациони полимер **10**, док је најмање стабилан координациони полимер **4**. Показано је да термална декомпозиција **3–10** представља сложен процес, при чему су резултати добијени овом анализом у корелацији са резултатима добијеним рендгенском структурном анализом.

Испитивање фотолуминесцентних својстава **3–10** на собној и сниженој температури је показало да од свих испитиваних само **7** показује емисиона својства на 77 К, а **8** на собној температури и на 77 К. Прорачунима је утврђено да су за порекло луминесцентних својстава **7** и **8** одговорни метал измешани интралиганд прелази, што је у сагласности са ексцитационим спектрима **7** и **8**.

Енергије процепа, добијене из UV/Vis спектра у чврстом агрегатном стању, указале су на то да **3–10** представљају полупроводнике широког опсега. Испитивање фотокаталитичких својстава **3–10** UV/Vis спектроскопским одређивањем кинетике процеса деградације уклањања модел система азо-боје мордант плава 9 (МБ9), је показало да нису сви координациони полимери подједнако активни. Најактивнији су **6** и **10** и утврђено је да се њихова фотокаталитичка активност базира на деградационом механизму индукованом фотоексцитованим електронима у случају координационог полимера **10**, док се у случају координационог полимера **6** ствара супероксидни јон као

реактивна врста. Експеримент испитивања могућности поновне употребе **10**, као најактивнијег координационог полимера, у сукцесивним реакцијама фотокатализе је показао да се **10** може користити и регенерисати током три фотокаталитичка циклуса, при чему након трећег циклуса долази до пада фотокаталитичке активности.

В. Упоредна анализа резултата кандидата са резултатима из литературе

Досадашња истраживања на пољу проналажења једињења на бази комплекса прелазних метала као потенцијалних фотолуминесцентних материјала углавном су резултовала новим комплексима на бази лантаноида (најчешће Eu, Tb и Yb).¹ Ипак, у литератури су познати примери Ag(I) координационих полимера са израженим луминесцентним својствима која омогућавају њихову потенцијалну примену као материјала за израду екрана електронских уређаја и фотосензора.² У току израде ове дисертације, кандидат је синтетисао и детаљно структурно окарактерисао девет нових 1–3Д Ag(I) координационих полимера и једно координационо једињење. Координациони полимер **7** није луминесцентан на собној температури, али јесте на 77 К, показујући емисиони опсег и пик на 522 nm ($\lambda_{\text{екс.}} = 340 \text{ nm}$). Насупрот томе, **8** испољава емисиона својства на собној температури, показујући емисију и пик на 430 nm ($\lambda_{\text{екс.}} = 330 \text{ nm}$). Снижењем температуре на 77 К дешава се врло слична емисија без икаквог приметног енергетског помака. DFT и TD-DFT прорачунима је расветљено порекло луминесцентних својстава, чиме је установљено да се дешавају метал измешани интралиганд прелази, што је у сагласности са ексцитационим спектрима **7** и **8**. Осим лиганда тиоморфолин-4-карбонитрила, координациони полимер **7** у својој структури као ко-лиганд садржи 1,2,4,5-бензентетракарбоксилну киселину (H₄BTEC), док **8** садржи 5-сулфосалицилну киселину (H₃SSA). Поред тога што **7** и **8** показују луминесцентна својства, претрагом Кембричке кристалографске базе података³ је уставновљено је да су **7** и **8** прва једињења Ag(I) која у својој структури садрже координоване јоне H₂BTEC²⁻ (**7**), односно H₂SSA⁻ (**8**).

Азо-боје представљају најзаступљенију групу синтетичких боја које са уделом од 60 до 70 % од више од 10.000 боја које се користе у текстилној индустрији. Уклањање ових супстанци из воде представља велики изазов због проналаска фотокатализатора који ће имати велику хемијску стабилност, а уједно малу биоразградивост под утицајем воденог екосистема. Поред TiO₂, показало се да су полупроводници на бази Ag(I), као што су Ag₂O, Ag₃PO₄, Ag₃AsO₄, итд., ефикасни у фотокаталитичкој разградњи азо-боја.^{4,5} Међутим, ниско лежећа хибридизована 5s–5s стања и/или 5s/5p–4d стања сребра у поменутим врстама, која се налазе у минимуму проводне траке, олакшавају редукцију Ag(I) из кристалне решетке што доводи до високог нивоа тзв. фотоцурења.^{4,5} Поред тога, мала површина и стабилност спречавају широку употребу ових једноставних једињења у фотокаталитичке сврхе.^{4,6} Координациони полимери Ag(I) са одговарајућим органским линкерима могу пружити алтернативну стратегију за дизајнирање високо активних фотокаталитичких материјала. Погодан избор бидентатних лиганда би требало да доведе до побољшане стабилности Ag(I) у односу на редукцију. Предност употребе спрашених, слабо растворних Ag(I) координационих полимера се огледа у великој специфичној

површини, њиховом једноставном уклањању из хетерогеног каталитичког процеса, као и могућности њихове вишеструке употребе.^{7,8} Енергије оптичког процеса једињења **3–10** показују да ови координациони полимери одговарају полупроводницима широког опсега и стога представљају добре кандидате за фотокатализаторе. Испитивање фотокаталитичких својстава **3–10** UV/Vis спектроскопским одређивањем кинетике процеса деградације уклањања модел система азо-боје МБ9, је показало да синтетисани координациони полимери имају упоредну или већу фотокаталитичку активност од стандарда TiO₂. Најактивнији координациони полимери су **6** и **10**, а њихова фотокаталитичка активност базира на деградационом механизму индукованом фотоекситованим електронима (**10**) или стварањем супероксидног јона као реактивне врсте (**6**). Експеримент испитивања поновне употребе **10**, као најактивнијег координационог полимера, у сукцесицим реакцијама фотокатализе је показало да се **10** може користити и регенерисати током три фотокаталитичка циклуса, при чему након трећег циклуса долази до пада фотокаталитичке активности.

Литература:

- (1) Salehi, A.; Fu, X.; Shin, D. H.; So, F. Recent Advances in OLED Optical Design. *Adv. Funct. Mater.* 2019, **29**(15), 1–21. <https://doi.org/10.1002/adfm.201808803>
- (2) Njogu, E. M.; Omondi, B.; Nyamori, V. O. Review: Multimetallic Silver(I)-Pyridinyl Complexes: Coordination of Silver(I) and Luminescence. *J. Coord. Chem.* 2015, **68**(19), 3389–3431. <https://doi.org/10.1080/00958972.2015.1070147>
- (3) Groom, C. R.; Bruno, I. J.; Lightfoot, M. P.; Ward, S. C. The Cambridge Structural Database. *Acta Crystallogr. Sect. B Struct. Sci. Cryst. Eng. Mater.* 2016, **72**(2), 171–179. <https://doi.org/10.1107/S2052520616003954>
- (4) Martin, D. J.; Liu, G.; Moniz, S. J. A.; Bi, Y.; Beale, A. M.; Ye, J.; Tang, J. Efficient Visible Driven Photocatalyst, Silver Phosphate: Performance, Understanding and Perspective. *Chem. Soc. Rev.* 2015, **44**(21), 7808–7828. <https://doi.org/10.1039/c5cs00380f>
- (5) Tang, J.; Liu, Y.; Li, H.; Tan, Z.; Li, D. A Novel Ag₃AsO₄ Visible-Light-Responsive Photocatalyst: Facile Synthesis and Exceptional Photocatalytic Performance. *Chem. Commun.* 2013, **49**(48), 5498–5500. <https://doi.org/10.1039/c3cc41090k>
- (6) Mandal, S.; Ananthkrishnan, R. Sustainable Design of Hierarchically Porous Ag₃PO₄ Microspheres through a Novel Natural Template and Their Superior Photooxidative Capacity. *ACS Sustain. Chem. Eng.* 2018, **6**(1), 1091–1104. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b03391>
- (7) Ye, C. P.; Xu, G.; Wang, Z.; Han, J.; Xue, L.; Cao, F. Y.; Zhang, Q.; Yang, L. F.; Lin, L. Z.; Chen, X. D. Design and Synthesis of Functionalized Coordination Polymers as Recyclable Heterogeneous Photocatalysts. *Dalt. Trans.* 2018, **47**(18), 6470–6478. <https://doi.org/10.1039/c8dt00902c>
- (8) Liu, C. F.; Liu, C. Y.; Ren, Z. G.; Lang, J. P. Silver(I)-Based Complexes Used as High-Performance Photocatalysts for the Degradation of Organic Dyes in Water. *Eur. J. Inorg. Chem.* 2019, **2019**(13), 1816–1824. <https://doi.org/10.1002/ejic.201900026>

Г. Објављени и саопштени радови који чине део дисертације

Из резултата ове докторске дисертације су проистекла три рада у међународним научним часописима са SCI листе (два рада категорије М21 и један рад категорије М22), као и шест саопштења на домаћим и међународним научним скуповима (једно саопштење категорија М33, два саопштења категорије М34 и три саопштења категорије М64).

Радови у врхунским међународним часописима (М21):

1. **Predrag Ristić**, Nenad Filipović, Vladimir Blagojević, Jovana Ćirković, Berta Barta Holló, Veljko R. Đokić, Morgan Donnard, Mihaela Gulea, Ivana Marjanović, Olivera R. Klisurić, Tamara R. Todorović, 2D and 3D Silver-Based Coordination Polymers with Thiomorpholine-4-carbonitrile and Piperazine-1,4-dicarbonitrile: Structure, Intermolecular Interactions, Photocatalysis, and Thermal Behavior, *CrystEngComm*, **23**, 2021, 4799–4815. IF₂₀₂₀ = 3,545 (M21 Кристалографија 6/25; M22 Хемија, мултидисциплинарна 76/178). <https://doi.org/10.1039/D1CE00394A>
2. **Predrag Ristić**, Tamara R. Todorović, Vladimir Blagojević, Olivera R. Klisurić, Ivana Marjanović, Berta Barta Holló, Predrag Vulić, Mihaela Gulea, Morgan Donnard, Miguel Monge, María Rodríguez-Castillo, Jose M. Lopez-De-Luzuriaga, and Nenad R. Filipović, 1D and 2D silver-based coordination polymers with thiomorpholine-4-carbonitrile and aromatic polyoxoacids as co-ligands: structure, photocatalysis, photoluminescence and TD-DFT study, *Crystal Growth and Design*, **20**, 2020, 4461–4478. IF₂₀₁₉ = 4,089 (Кристалографија 5/26; Хемија, мултидисциплинарно 52/177; Наука о материјалима, мултидисциплинарно 92/314). <https://doi.org/10.1021/acs.cgd.0c00287>

Рад у истакнутом међународном часопису (М22):

1. Nenad R. Filipović, **Predrag Ristić**, Goran Janjić, Olivera Klisurić, Adrián Puerta, José M. Padrón, Morgan Donnard, Mihaela Gulea, Tamara R. Todorović, Silver-based monomer and coordination polymer with organic thiocyanate ligand: Structural, computational and antiproliferative activity study, *Polyhedron*, **173**, 2019, 114132. IF₂₀₁₉ = 2,343 (Кристалографија 11/26; M22 Хемија, неорганска и нуклеарна 18/45). <https://doi.org/10.1016/j.poly.2019.114132>

Саопштења са међународних скупова штампана у целини (М33)

1. G. V. Janjić, N. R. Filipović, M. V. Rodić, **P. Ristić**, M. Donnard, M. Gulea, T. Todorović, *Theoretical techniques for clarification of structural and functional features of metal complexes*. 14th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, 24-28. September 2018, Belgrade, Serbia, Book of abstracts, pp. 881–886.

Саопштења са међународних скупова штампана у изводу (M34):

1. Olivera Klisurić, Ivana Marjanović, **Predrag Ristić**, Tamara Todorović, Predrag Vulić, Nenad Filipović. *Structure, topology, photocatalysis and photoluminescence of 1D and 2D silver-based coordination polymers*. 13th International scientific conference „Contemporary materials”. 11 September, 2020, Banja Luka, Republika Srpska, Book of abstracts, p. 33.
2. I. Marjanovic, O. Klisuric, N. Filipovic, T. Todorovic, P. Vulic, **P. Ristic**, M. Gulea, M. Donnard. *Crystal structures and topological analysis of Ag(I) complexes with 1,4-heterodisubstituted cyclohexanes*. 32nd European Crystallographic Meeting. 18-23 August 2019, Vienna, Austria, Book of abstracts, p. 560.

Саопштења са скупова националног значаја штампана у изводу (M64):

1. Марко Р. Слијепчевић, **Предраг Г. Ристић**, Ненад Р. Филиповић, Тамара Р. Тодоровић, *Нови координациони полимер сребра са пиперазин-1,4-дикарбонитрилом*, Седма конференција младих хемичара Србије, 2. новембар 2019, Београд, Изводи радова ЦС ПП 18, стр. 96.
2. Тамара Р. Тодоровић, **Предраг Г. Ристић**, Горан Јањић, Ивана Марјановић, Оливера Клисуревић, Ненад Р. Филиповић, *Мономер и координациони полимер сребра(I) са органским тиоцијанатним лигандом: структура и in silico студија*, XXVI конференција Српског кристалографског друштва, 27-28. јун 2019, Сребрно језеро, Изводи радова, стр. 20-21.
3. **Предраг Г. Ристић**, Ивана Марјановић, Оливера Клисуревић, Ненад Р. Филиповић, Тамара Р. Тодоровић, *3D координациони полимер Ag(I) са пиперазин-1,4-дикарбонитрилом*, XXVI конференција Српског кристалографског друштва, 27-28. јун 2019, Сребрно језеро, Изводи радова, стр. 22-23.

Поред наведених публикација и саопштења који су проистекли из ове дисертације, кандидат је коаутор на још два научна рада из категорије M21, једног научног рада из категорије M23 и осам саопштења на домаћим научним скуповима (M64).

Д. Провера оригиналности докторске дисертације

Услед тренутне немогућности обављања поступка провере оригиналности докторских дисертација због проблема набавке софтвера, оригиналност докторске дисертације Предрага Г. Ристића није проверена употребом програма iThenticate на начин прописан Правилником о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (Гласник Универзитета у Београду, бр. 204/22.06.2018.). Докторска дисертација је послата на проверу оригиналности и извештај о провери ће бити накнадно достављен, у складу са дописом Ректората Универзитета у Београду (допис од 27.09.2021. године, евиденциони број: 612-3844/1-21).

Ћ. Закључак

На основу приказаних резултата, Комисија је закључила да је у поднетој докторској дисертацији под називом „Синтеза, карактеризација, фотолуминесцентна и фотокаталитичка својства координационих полимера Ag(I) са дитопним лигандима на бази пиридина, пиперазина и тиоморфолина”, кандидат Предраг Г. Ристић, мастер хемичар, успешно одговорио на задате циљеве у оквиру којих је синтетисао и потпуно структурно окарактерисао девет нових координационих полимера и једно координационо једињење Ag(I) применом ИС спектроскопије, UV-Vis спектроскопије у чврстом агрегатном стању и рендгенске структурне анализе узорака монокристала и прахова. Одредио је типове и анализирао нековалентне интеракције у чврстом агрегатном стању применом рачунарске методе конструкције Хиршфилдових површина и дводимензионалних графикона отисака прстију. Такође, одредио је енергетску дистрибуцију интермолекулских интеракција координационих полимера у чврстом агрегатном стању применом DFT квантномеханичких прорачуна. Показао је да су резултати термогравиметријске анализе и праћења ефекта оксидације у функцији егзотермних температурних промена диферентном скенирајућом калориметријом у сагласности са резултатима рендгенске структурне анализе. Испитао је фотолуминесцентна својства синтетисаних координационих полимера и показао да су Ag(I) координациони полимери добри потенцијални кандидати за примену у OLED технологији. Испитао је фотокаталитичку активност синтетисаних координационих полимера која је праћена UV/Vis спектроскопским одређивањем кинетике процеса деградације модел система – азо-боје МБ9. Утврдио је да се фотокаталитичка активност два најактивнија координациона полимера базира на деградационом механизму индукованом фотоекцитованим електронима и стварању супероксидног јона као реактивне врсте. За најактивнији координациони полимер је испитао могућност поновне употребе у сукцесивним реакцијама фотокатализе, чиме је показао да се најактивнији координациони полимер може користити и регенерисати током три фотокаталитичка циклуса.

Постигнути резултати у оквиру поднете докторске дисертације су објављени у три научна рада, од којих је на два рада кандидат први аутор (радови у врхунским међународним часописима, М21), и један рад на коме је кандидат други аутор (рад у истакнутом међународном часопису, М22). Такође, кандидат је коаутор једног саопштења са међународног скупа штампаног у целини (М33), два саопштења са међународних скупова штампаних у изводу (М34) и два саопштења са скупа од националног значаја штампаних у изводу (М64).

Комисија сматра да постигнути резултати поднети у приложеној докторској дисертацији представљају значајан допринос у области истраживања хемије координационих полимера и њихове потенцијалне примене као мултифункционалних материјала. Примена методологије синтезе координационих полимера, њихово добијање у монокристалном облику, одређивање типова, енергије и дистрибуције интермолекулских интеракција, њихове термичке стабилности, као и испитивање фотокаталитичке и фотолуминесцентне активности синтетисаних координационих полимера приказане у овој дисертацији отвара ново поље истраживања у хемији

материјала, са циљем проналажења нових, мултифункционалних једињења на бази координационих полимера. На основу свега наведеног, а у складу са Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Београду - Хемијског факултета, Комисија сматра да су испуњени сви услови за одбрану докторске дисертације и са задовољством предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Хемијског факултета да поднету докторску дисертацију Предрага Г. Ристића, под насловом **„Синтеза, карактеризација, фотолуминесцентна и фотокаталитичка својства координационих полимера Ag(I) са дитопним лигандима на бази пиридина, пиперазина и тиоморфолина”**, прихвати и одобри њену одбрану за стицање академског звања доктора хемијских наука.

У Београду, 8.02.2022.

Комисија:

др Катарина Анђелковић

редовни професор, Универзитет у Београду - Хемијски факултет

др Илија Брчески

ванредни професор, Универзитет у Београду - Хемијски факултет

др Ненад Филиповић

ванредни професор, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет