

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ – ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ**  
**НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ**

Предмет: Пријава теме докторске дисертације Андрије Кокановића, мастер хемичара, студента докторских студија Универзитета у Београду – Хемијског факултета.

Молим Наставно – научно веће да одобри израду докторске дисертације из области органске хемије на Универзитету у Београду – Хемијском факултету (Катедра за органску хемију) под радним насловом:

**„Нанокатализатори на бази цинк-оксида модификованог паладијумом и цинком: хемијска синтеза из парне фазе, карактеризација и примена у органској хемији”**

За оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације предлажем Комисију у следећем саставу:

1. др Игор Опсеница, редовни професор, Универзитет у Београду – Хемијски факултет, ментор
2. др Александра Дапчевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Технолошко-металуршки факултет
3. др Андреа Николић, доцент, Универзитет у Београду – Хемијски факултет

У прилогу достављам:

1. Образложење теме
2. Биографију кандидата
3. Библиографију кандидата
4. Изјаву да предложена тема није пријављена на другој високошколској установи у земљи или иностранству

У Београду,

30.1.2025.

---

Андрија Кокановић

мастер хемичар

студент докторских студија

Универзитет у Београду – Хемијски  
факултет

## **Биографски подаци о кандидату**

Андрија Кокановић је рођен 10. августа 1998. године у Београду, где је завршио основну школу и гимназију природно-математичког смера. Универзитет у Београду - Хемијски факултет, студијски програм Хемија, уписао је школске 2017/18. године. Дипломирао је 2021. године са просечном оценом 8,94 и оценом 10 на завршном раду, који је урадио и одбранио на Катедри за органску хемију Универзитета у Београду - Хемијског факултета. Мастер академске студије на Универзитету у Београду - Хемијском факултету, студијски програм Хемија, уписао је школске 2021/22. године, а завршио је 2022. године са просечном оценом 9,75 и оценом 10 на завршном раду, који је урадио и одбранио на Катедри за органску хемију. Докторске академске студије уписао је школске 2022/2023. године на Универзитету у Београду - Хемијском факултету, студијски програм Хемија. Докторску дисертацију ће радити у сарадњи са Универзитетом Сорбона, при Институту за нанонауке у Паризу. Од 2023. је запослен у Иновационом центру Хемијског факултета у Београде д.о.о., као истраживач-приправник.

## **Библиографски подаци о кандидату**

Кандидат нема библиографских података.

## Изјава

Изјављујем да докторска дисертација под називом:

„Нанокатализатори на бази цинк-оксида модификованог паладијумом и цинком:  
хемијска синтеза из парне фазе, карактеризација и примена у органској хемији”

није пријављена на другим високошколским установама у земљи или иностранству.

У Београду,

30.1.2025.

---

Андрија Кокановић

мастер хемичар

студент докторских студија

Универзитет у Београду – Хемијски  
факултет

# Универзитет у Београду – Хемијски факултет

## Наставно-научно веће

Предмет: Образложење теме докторске дисертације Андрије Кокановића

Тема: „Нанокатализатори на бази цинк-оксида модификованог паладијумом и цинком: хемијска синтеза из парне фазе, карактеризација и примена у органској хемији”

**1. Научна област:** Хемија (ужа научна област: Органска хемија)

### 2. Предмет научног истраживања

Планирани предмет научног истраживања ове докторске дисертације обухвата синтезу хетерогених нанокатализатора из парне фазе, њихова карактеризација и испитивање каталитичке активности. У синтетисаним катализаторима цинк-оксид ће имати улогу носача, док ће каталитички активне наночестице бити на бази паладијума и цинка. Активност каталитичких система биће испитана на хемијским трансформацијама од важности за очување животне средине или на реакцијама значајним за индустријске примене, као што су редукација нитроарена, дебромовање арил-бромида и формирање угљеник-угљеник везе применом реакције укрштеног купловања (*Suzuki-Miyaura* реакција).

### 3. Основне хипотезе

Катализатори играју централну улогу када је у питању заштита животне средине од негативних утицаја хемијске индустрије, као и у производњи лекова и фармацеутских производа, горива, финих хемикалија и полимера.[1] Хетерогене катализаторе карактеришу особине као што су добра стабилност, лакоћа руковања и рециклажа, уз смањење онечишћења производа, што их чини погодним за индустријске примене.[2] Предуслов за добру ефикасности каталитичког система је добијање материјала високе чистоће. Методе засноване на синтези материјала из парне фазе одликују се веома чистим реакционим условима, имајући у виду да за њихово извођење није потребно присуство растварача, стабилизатора или лиганда. Цинк-оксид је подобан кандидат када је у питању одабир носача хетерогених катализатора јер није скуп и представља нетоксичан материјал, који показује добру хемијску и термичку стабилност.[3] Синтезом

из парне фазе добија се цинк-оксид богат површинским дефектима,[4] који су се показали као кључни за остваривање јаких метал-оксидни носач интеракција.[5] Паладијум као каталитички активна врста налази широку примену у академској и индустријској синтези, при чему се по важности могу истаћи реакције редукције нитроарена[6] и стварања угљеник-угљеник везе реакцијама укрштеног купловања.[7] Увођењем другог активног метала у каталитички систем, као што је на пример цинк, и постизањем метал-метал интеракција добијају се материјали нових физичких и хемијских особина,[8] који неретко откривају нове могућности у органској синтези и показују повећану стабилност у односу на одговарајуће системе са једним металом на носачу.[9]

#### **4. Циљ истраживања и очекивани резултати**

У оквиру докторске дисертације планирана је синтеза, карактеризација и испитивање активности нанокатализатора, са цинк-оксидом као носачем, а каталитички активне честице ће бити на бази паладијума и цинка. Носач или целокупан каталитички систем, биће добијен хемијском синтезом из парне фазе (енг. *Chemical Vapor Synthesis, CVS*). Одговарајуће инструменталне технике биће примењене за карактеризацију каталитичких система, ради разумевања утицаја синтетских параметара на добијени производ. Каталитичка активност биће испитана у хемијским реакцијама од значаја за очување животне средине (редукција нитроарена и дебромовање арил-бромида – органска једињења која представљају загађиваче вода) и индустријску синтезу (формирање угљеник-угљеник везе применом реакције укрштеног купловања – *Suzuki-Miyaura* реакција). Циљ дисертације је добијање нанокатализатора иновативним методама из парне фазе, који показују високу активност и вишеструку примену у органској синтези, као и постепено усложњавање каталитичких система увођењем више активних метала.

#### **5. Методе истраживања**

Приликом израде докторске дисертације биће коришћена апаратура за хемијску синтезу из парне фазе, којом ће бити добијен цинк-оксид, док ће се наношење активних метала на носач одвијати или у парној фази или методама депозиције у течной фази, те ће бити коришћене и стандардне лабораторијске методе и технике хемије материјала. Материјали ће бити окарактерисани рендгенском дифракцијом (енг. *X-ray diffraction, XRD*), трансмисионом електронском микроскопијом (енг. *Transmission Electron*

*Microscopy, TEM*), и скенирајућом електронском микроскопијом (енг. *Scanning Electron Microscopy, SEM*), инфрацрвеном спектроскопијом уз угљен-моноксид као молекулску сонду (енг. *CO-Fourier Transform Infrared spectroscopy, CO-FTIR*), рендгенском фотоелектронском спектроскопијом (енг. *X-ray photoelectron spectroscopy, XPS*), квадрупол масеном спектрометријом инуковано спрегнуте плазме (енг. *Inductively Coupled Plasma Quadrupole Mass Spectrometry, ICP-QMS*) и мерењем специфичне површине. Приликом испитивања активност добијених и окарактерисаних катализатора, биће коришћене стандардне лабораторијске методе и технике органске хемије. Ток хемијских реакција ће бити праћен танкослојном хроматографијом. Једињења ће бити пречишћавана хроматографијом на стубу силика-гела (*dry-flash*). Карактеризација органских производа вршиће се нуклеарном-магнетно резонантном спектроскопијом ( $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ ) (енг. *Nuclear Magnetic Resonance, NMR*), гасно-масеном спектрометријом (енг. *Gas Chromatography Mass Spectrometry, GC-MS*), инфрацрвеном спектрометријом (енг. *Infrared Attenuated Total Reflectance, IR ATR*) и мерењем тачки топљења.

## 6. Литература

- [1] X. Cui, W. Li, P. Ryabchuk, K. Junge, M. Beller, Bridging homogeneous and heterogeneous catalysis by heterogeneous single-metal-site catalysts, *Nat. Catal.* 2018, 1, 385–397.
- [2] R. Tao, X. Ma, X. Wei, Y. Jin, L. Qiu, W. Zhang, Porous organic polymer material supported palladium nanoparticles, *J. Mater. Chem. A* 2020, 8, 17360–17391.
- [3] A. Kołodziejczak-Radzimska, T. Jesionowski, Zinc Oxide—From Synthesis to Application: A Review, *Materials* 2014, 7, 2833–2881.
- [4] M. Zhang, F. Averseng, J.-M. Krafft, P. Borghetti, G. Costentin, S. Stankic, Controlled Formation of Native Defects in Ultrapure ZnO for the Assignment of Green Emissions to Oxygen Vacancies, *J. Phys. Chem. C* 2020, 124, 12696–12704.
- [5] X. Liu, M.-H. Liu, Y.-C. Luo, C.-Y. Mou, S. D. Lin, H. Cheng, J.-M. Chen, J.-F. Lee, T.-S. Lin, Strong Metal–Support Interactions between Gold Nanoparticles and ZnO Nanorods in CO Oxidation, *J. Am. Chem. Soc.* 2012, 134, 10251–10258.
- [6] H. K. Kadam, S. G. Tilve, Advancement in methodologies for reduction of nitroarenes, *RSC Adv.* 2015, 5, 83391–83407.



- [7] S. Paul, M. M. Islam, S. M. Islam, Suzuki–Miyaura reaction by heterogeneously supported Pd in water: recent studies, *RSC Adv.* 2015, 5, 42193–42221.
- [8] A. K. Singh, Q. Xu, Synergistic Catalysis over Bimetallic Alloy Nanoparticles, *ChemCatChem*, 2013, 5, 652–676.
- [9] J. E. S. van der Hoeven, J. Jelic, L. A. Olthof, G. Totarella, R. J. A. van Dijk-Moes, J.-M. Krafft, C. Louis, F. Studt, A. van Blaaderen, P. E. de Jongh, Unlocking synergy in bimetallic catalysts by core–shell design, *Nat. Mater.* 2021, 20, 1216–1220.