

Факултет за физичку хемију

(Број захтева)

(Датум)

Образац 2.
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области
природних наука

З А Х Т Е В

за давање сагласности на извештај о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. став 5. тачка 3. Статута Универзитета у Београду (Гласник Универзитета", број 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата: **мр физ. хем. Ане (Војислав) Станковић.**

КАНДИДАТ: **мр физ. хем. Ана (Војислав) Станковић**, пријавила је докторску дисертацију под називом: "**Корелација функционалних и физичко-хемијских својстава прахова ZnO добијених различитим методама синтезе**".

Универзитет је, дана 31.10.2013. године, својим актом, 02 број: 61206-5090/2-13 МЦ од 31.10.2013. године, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила: "**Корелација функционалних и физичко-хемијских својстава прахова ZnO добијених различитим методама синтезе**".

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације **мр физ. хем. Ане (Војислав) Станковић**, образована је на седници Наставно-научног већа Факултета одржаној 15.05.2014. године, одлуком Наставно-научног већа Факултета, број 557/1 од 15.05.2014. године, у саставу:

Име и презиме члана Комисије	звање	научна област
1) др Драгица Минић	редовни професор	физичка хемија - електрохемија
2) др Драгољуб Ускоковић	научни саветник у пензији	наука о материјалима
3) др Никола Цвјетићанин	редовни професор	физичка хемија - хемијска термодинамика, материјали
4) др Љиљана Дамјановић	ванредни професор	физичка хемија - спектрохемија
5) др Смиља Марковић	виши научни сарадник	наука о материјалима

Наставно-научно веће Факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **17.07.2014.** године.

Прилог:

1. Извештај Комисије са предлогом,
2. Одлука Наставно-научног већа Факултета о усвајању извештаја,
3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности, уколико је таквих примедби било.

Д е к а н
Факултета за физичку хемију

Проф. др Шћепан Миљанић

Na osnovu članova 103. i 104. Statuta Univerzitet u Beogradu - Fakulteta za fizičku hemiju, Nastavno-naučno veće Fakulteta, na X redovnoj sednici, održanoj 17.07.2014. godine, donosi sledeću

O D L U K U

1.- Prihvata se pozitivni izveštaj Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata **mr fiz. hem. Ane (Vojislav) Stanković**, pod nazivom: **"Korelacija funkcionalnih i fizičko-hemijskih svojstava prahova ZnO dobijenih različitim metodama sinteze"**, Komisije u sastavu:

- 1) dr Dragica Minić, redovni profesor, Fakultet za fizičku hemiju,
- 2) dr Dragoljub Uskoković, naučni savetnik u penziji, Institut tehničkih nauka SANU,
- 3) dr Nikola Cvjetičanin, redovni profesor, Fakultet za fizičku hemiju,
- 4) dr Ljiljana Damjanović, vanredni profesor, Fakultet za fizičku hemiju,
- 5) dr Smilja Marković, viši naučni saradnik, Institut tehničkih nauka SANU.

2.- Univerzitet je, dana 31.10.2013. godine, svojim aktom 02 broj: 61206-5090/2-13 MC od 31.10.2013. godine, dao saglasnost na predlog teme doktorske disertacije koja je glasila: **"Korelacija funkcionalnih i fizičko-hemijskih svojstava prahova ZnO dobijenih različitim metodama sinteze"**.

3.- Objavljeni rezultati koji čine deo doktorske disertacije:

Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21):

1. A. Stanković, S. Dimitrijević, D. Uskoković, "Influence of size scale and morphology on antibacterial properties of ZnO powders hydrothermally synthesized using different surface stabilizing agents", *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* **102** (2013) 21-28.

Rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22):

2. A. Stanković, Z. Stojanović, Lj. Veselinović, S. D. Škapin, I. Bračko, S. Marković, D. Uskoković, ZnO micro and nanocrystals with enhanced visible light absorption, *Materials Science and Engineering B* **177(13)** (2012) 1038-1045.

Rad u naučnom časopisu (M53):

3. S. Marković, A. Stanković, Lj. Veselinović, Z. Stojanović, D. Uskoković, Kreiranje morfologije i veličine čestica ZnO prahova, *Tehnika*, **5** (2012) 685.

4.- Izveštaj Komisije za ocenu i odbranu o urađenoj doktorskoj disertaciji dostavlja se Univerzitetu u Beogradu – Veću naučnih oblasti prirodnih nauka, radi davanja saglasnosti na isti.

5.- Po dobijenoj saglasnosti iz tačke 2., kandidat može da pristupi odbrani doktorske disertacije.

Odbrana doktorske disertacije je javna. Datum i mesto odbrane se oglašavaju na Web lokaciji Fakulteta i oglasnoj tabli Fakulteta, najmanje tri dana pre odbrane.

Doktorska disertacija se brani pred komisijom, koja po završenoj odbrani ocenjuje kandidata, utvrđujući da je "odbranio" ili "nije odbranio" disertaciju.

Odluku dostaviti:

- kandidatu,
- Komisiji,
- Stručnom veću
Univerziteta,
- Arhivi Fakulteta.

D e k a n
Fakulteta za fizičku hemiju

Prof. dr Šćepan Miljanić

Fakultet za fizičku hemiju

Univerzitet u Beogradu

11000 Beograd

NASTAVNO – NAUČNOM VEĆU FAKULTETA ZA FIZIČKU HEMIJU

Predmet: Izveštaj Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Ane Stanković, magistra fizičko-hemijskih nauka

Odlukom Nastavno-naučnog veća Fakulteta za fizičku hemiju, sa8. redovne sednice održane 15.5.2014.godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Ane Stanković, magistra fizičko-hemijskih nauka, pod naslovom „**Korelacija funkcionalnih i fizičko-hemijskih svojstava prahova ZnO dobijenih različitim metodama sinteze**“.

Kandidat Ana Stanković je izradu doktorske disertacije prijavila na Fakultetu za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu 11.6.2013.godine. Izrada disertacije pod navedenim naslovom je odobrena odlukom Nastavno-naučnog veća sa10.redovne sednice održane 12.6.2013.godine, a saglasnost na predlog teme doktorske disertacije Ane Stanković data je na sednici Veća naučnih oblasti prirodnih nauka Univerziteta u Beogradu koja je održana 31. 10. 2013. godine. Pošto smo pregledali doktorsku disertaciju podnosimo Nastavno-naučnom veću sledeći:

IZVEŠTAJ

A. Prikaz sadržaja doktorske disertacije

Doktorska disertacija mr Ane Stanković pod navedenim naslovom predstavljena je na 184 strana kucanog teksta i sadrži sledeće celine: Rezime (2 strane), Abstract (2 strane), Opštideo (32 strane), Cilj istraživanja (3 strane), Eksperimentalni deo (21 stranu), Rezultati (65 strana), Diskusija rezultata (25 strana), Zaključak (6 strana) i Literatura sa 230 literaturna podatka (21 strana). Na kraju je priložena Bibliografija kandidata.

Disertacija sadrži ukupno 117 slika (18 slika u Opštem delu, 13 slika u Eksperimentalnom delu, 69 slika u delu u kom su predstavljeni Rezultati i 17 slika u Diskusiji rezultata). Disertacija sadrži i 2 tabele u Opštem delu, 13 tabela u delu u kom su predstavljeni Rezultati i 3 tabele u okviru Diskusije rezultata.

U Opštem delu opisana su osnovna fizičko-hemijska svojstva cink oksida, predstavljene su kristalne strukture kojima je cink oksid zastupljen u prirodnim nalazištima i opisane su najčešće korišćene metode sinteze. Takođe je dat pregled stanja u oblasti tj. predstavljeni su rezultati iz literature koji se odnose na primenu cink oksida. Definisani su osnovni pojmovi od značaja za uspostavljanje korelacije fizičko-hemijskih i funkcionalnih svojstava cink oksida.

U poglavlju Cilj rada prikazani su osnovni ciljevi istraživanja u okviru ove doktorske disertacije.

U Eksperimentalnom delu je dat prikaz primenjenih eksperimentalnih procedura, korišćenog materijala i instrumentalnih metoda za karakterizaciju sintetisanih prahova cink oksida.

U poglavlju Rezultati predstavljeni su dobijeni rezultati. Ovo poglavlje se sastoji od tri celine. U prvom delu su prikazani rezultati karakterizacije prahova cink oksida sintetisanih primenom hidrotermalnog postupka kao i njihova optička i antibakterijska svojstva. Drugi deo se odnosi na karakterizaciju prahova cink oksida sintetisanih primenom sonohemijskog postupka i ispitivanje njihovih optičkih i katalitičkih svojstava. U trećem delu su prikazani rezultati karakterizacije prahova cink oksida sintetisanih primenom mikrotalasnog postupka kao i njihova optička i katalitička svojstva.

U delu Diskusija rezultata diskutovani su dobijeni rezultati pri čemu je uspostavljena korelacija morfologije i fizičko-hemijskih svojstava sintetisanih prahova cink oksida (optička svojstva i specifična površina) sa njihovim funkcionalnim karakteristikama, preciznije, njihovim katalitičkim i antibakterijskim svojstvima.

U Zaključku su sumirani rezultati doktorske disertacije.

B. Prikaz postignutih rezultata

U okviru ove doktorske disertacije primenom hidrotermalnog, sonohemijskog i mikrotalasnog postupka sintetisani su prahovi cink oksida. Ispitivan je uticaj metode i uslova sinteze na morfologiju i fizičko-hemijska (optička svojstva i specifičnu površinu) i funkcionalna svojstva (katalitička i antibakterijska) sintetisanih prahova cink oksida. Uspostavljena je korelacija između ispitivanih fizičko-hemijskih i funkcionalnih svojstava sintetisanih prahova.

Utvrđeno je da se promenom jonskog molarnog odnosa $[Zn^{2+}]/[OH^-]$ (pH vrednosti) kao i primenjene metode sinteze može uticati na morfologiju koja definiše fizičko-hemijska svojstva sintetisanih prahova ZnO a na taj način i na njihovu funkcionalnost.

Primenom metode hidrotermalnog procesiranja, variranjem jonskog molarnog odnosa $[\text{Zn}^{2+}]/[\text{OH}^-]$ reakcione smeše, sintetisane su čestice različite morfologije. Utvrđeno je da se veličina i oblik menjaju od mikrometarskih štapićastih formi (pH 8–10), preko submikrometarskih elipsoidnih čestica (pH 11) do nanosfernih čestica (pH 12–13). Takođe je utvrđeno da se oblik i veličina čestica ZnO mogu menjati tokom hidrotermalnog procesiranja na konstantnoj vrednosti pH (10) variranjem površinski aktivne komponente (PVP, PVA, PGA). Analizom optičkih svojstava sintetisanih prahova ZnO, na osnovu snimljenih refleksionih spektara, uočeno je da se vrednost energije procepa (E_{bg}) menja u odnosu na kompaktni ZnO materijal i do 0,06 eV (tzv. *crveni pomeraj*). Preciznije, uočeno je da se vrednost crvenog pomeraja smanjuje sa povećanjem srednje veličine čestica od nanometarskih (~ 50 nm, $E_{bg} = 3,22$ eV) do mikrometarskih ($\sim 2-5$ μm , $E_{bg} = 3,16$ eV).

Antibakterijska svojstva sintetisanih prahova ZnO ispitivana su delovanjem na dve bakterijske ćelijske vrste: *Escherichia coli* ATCC 25923 (grupa gram-negativnih bakterija) i *Staphylococcus aureus* ATCC 25922 (grupa gram-pozitivnih bakterija) primenom metode brojanja kolonija. Analizom dobijenih rezultata uspostavljena je sledeća korelacija: prah ZnO, izgrađen od čestica gotovo idealnog sfernog oblika, najmanjeg srednjeg prečnika i najveće izmerene specifične površine, ima najveću antibakterijsku aktivnost. Specifična površina praha ZnO utiče na antibakterijsku aktivnost zbog količine reaktivnih kiseoničnih radikala koji se oslobađaju sa slobodne površine i utiču na metabolizam ćelije, tj. na njen životni vek. Posebno je razmatran povezanost oblika i dimenzija ćelija ispitivanih bakterijskih vrsta sa morfologijom čestica analiziranih prahova ZnO. Utvrđeno je da uzajamni odnos ovih parametara određuje broj čestica ZnO koje su u mogućnosti da ostvare kontakt sa ćelijskim zidom bakterije i, oslobađanjem reaktivnih kiseoničnih radikala, deluju na njegovu degradaciju.

U prahovima cink oksida sintetisanim sonohemijskim postupkom, u zavisnosti od jonskog molarnog odnosa $[\text{Zn}^{2+}]/[\text{OH}^-]$ (pH vrednosti), morfologija i dimenzije čestica ZnO se menjaju: od submikrometarskih elipsoidnih formi ZnO-9 SH (~ 300 nm) do sfernih čestica ZnO-13 SH, dijametara $\sim 20 \times 50$ nm. Ispitivanjem optičkih svojstava prahova ZnO utvrđeno je da submikrometarske čestice pokazuju niži procenat refleksije (~ 40 %), u poređenju sa nano-sfernim česticama (~ 60 %). Dobijeni rezultati potvrđuju da čestice najvećih dimenzija imaju najveći apsorpcioni kapacitet zračenja u vidljivoj oblasti spektra. Posebno su ispitivana katalitička svojstva sonohemijski sintetisanih prahova ZnO, primenom dve metode: heterogene fotokatalize i heterogene sonokatalize. Kao model sistem korišćen je vodeni

rastvor organske boje metilenskog plavog različitih koncentracija. Dobijeni rezultati su pokazali da je postupkom heterogene sonokatalize moguće postići značajno veću efikasnost procesa razgradnje ispitivane boje u odnosu na heterogenu fotokatalizu.

Metodom mikrotalasnog procesiranja sintetisani su prahovi sačinjeni od nano-sfernih čestica cink oksida prečnika od 20 do 50 nm. Utvrđeno je da saprodužavanjem vremena mikrotalasnog procesiranja dolazi do smanjenja tendencije aglomeracije primarnih čestica. Rezultati ispitivanja optičkih svojstava mikrotalasno procesiranih prahova ZnO pokazali su da postoji pomeranje vrednosti energija procepa od 0,13 eV tj. E_{bg} je 3,24 eV u odnosu na literaturni podatak od 3,37 eV (karakteristična za kompaktn materijal). Ova vrednost E_{bg} ukazuje na značajno poboljšanje optičkih svojstva prahova ZnO u vidljivom delu spektra.

Katalitička aktivnost prahova cink oksida ispitivana je primenom heterogene sonokatalize, korišćenjem rastvora boje MB različitih koncentracija. U zavisnosti od veličine, morfologije i stepena aglomeracije čestica ZnO uočeno je da efikasnost procesa razgradnje od 100 % pokazuju oba praha ZnO za rastvore boje nižih koncentracija, dok se povećanjem koncentracije rastvora boje efikasnost procesa razgradnje smanjuje tokom istog vremenskog perioda. Takođe, uočena je veća sonokatalitička aktivnost neaglomerisanih čestica praha cink oksida.

C. Uporedna analiza rezultata disertacije sa rezultatima iz literature

Zbog značaja koji cink oksid ima u različitim oblastima tehnologije i medicine, zahvaljujući svojim strukturnim karakteristikama kao što su: fazni sastav, veličina kristalita, stepen kristalichnosti, uređenost kristalne strukture, specifična površina; u literaturi postoji izuzetno velik broj radova koji se bave pitanjima sinteze, funkcionalizacije i mogućnostima primene cink oksida.

Naučni cilj ove doktorske disertacije bio je da se ispituju mogućnosti kontrole morfologije (oblika i dimenzija) čestica ZnO primenom različitih metoda sinteze (hidrotetalna, sonohemijska, mikrotalasna) i modifikovanjem reakcionih uslova. U literaturi postoji veliki broj radova koji se bave ispitivanjem uticaja primene različitih metoda i uslova sinteze na morfologiju čestica cink oksida: D. Raoufi. *Renew. Energy***50**, 932–937 (2013); L. Xu, X. Li, Y. Chen, F. Xu *Appl. Surf.Sci.***257**, 4031–4037 (2011); O. Milosević, D. Uskoković, B. Jordović. *Mater.Lett.***19**, 165–170 (1994); A. Dodd, T. Tsuzuki, M. Saunders. *J. Nanoparticle Res.***10**, 243–248 (2008); D. Polsongkram, P. Chamninok, S. Pukird, L. Chow, O. Lupan, G. Chai. *Phys. B Condens.Matter.***403**, 3713–3717 (2008); S. D. Gopal Ram, M. Anbu Kulandainathan, G. Ravi. *Appl. Phys. A***99**, 197–203 (2009). U navedenim istraživanjima je morfologija sintetisanih čestica cink oksida kreirana promenom reakcionih

parametara kao što su: vreme trajanja sinteze, temperature u reakcionom sistemu, promena koncentracije reaktanata ili uvođenjem površinski aktivnih jedinjenja. U ovoj doktorskoj disertaciji je pokazano da je primenom hidrotermalnog postupka sinteze, variranjem samo jednog reakcionog parametra -pH vrednosti reakcionog sistema, od slabo bazne do jako bazne sredine, moguće u velikoj meri kontrolisati morfologiju sintetisanih čestica cink oksida od nanosfernih čestica prečnika nekoliko desetina nanometara, preko elipsoidnih submikrometarskih formi, idealnih dvorogljastih šestostranih prizmi do mikronskih štapićastih formi. Takođe je pokazano da postoji direktna zavisnost između količine energije koja je tokom procesiranja primenjena na sistem (hidrotermalnog, ultrazvučnog i mikrotalasnog) i morfologije čestica cink oksida.

Značajni istraživački naponi su posvećeni proučavanju funkcionalnih svojstava kao što su katalitička i antibakterijska, i uspostavljanju korelacije između ispitivanih funkcionalnih svojstava i fizičko-hemijskih karakteristika sintetisanih prahova ZnO.

Cink oksid spada u grupu poluprovodničkih oksidnih materijala sa velikom energijom procepa pri ambijetalnim uslovima, usled čega može apsorbovati samo zračenje iz UV oblasti spektra - L. Wu, Y. Wu. *J. Mater. Sci.***42**, 406–408 (2007).

Ispitivanja optičkih svojstava sintetisanih prahova ZnO pokazala su pomeranje vrednosti energije procepa E_{bg} prema crvenoj oblasti spektra, u odnosu na kompaktni ZnO materijal za sve sintetisane uzorke. Katalitička svojstva ZnO, bez obzira da li se odnose na katalitičku aktivnost materijala pod uticajem apsorbovanog Sunčevog zračenja (*fotokataliza*) ili pod uticajem ultrazvučnog polja (*sonokataliza*), kvalifikuju ovaj materijal kao potencijalno rešenje u proizvodnji filtera za prečišćavanje pijaće vode - Y. Lai, M. Meng, Y. Yu, X. Wang, T. Ding. *Appl. Catal. B Environ.***105**, 335–345 (2011); M. Raula, M.H. Rashid, T.K. Paira, E. Dinda, T.K. Mandal. *Langmuir* **26**, 8769–8782 (2010). Osim što su znatno poboljšana optička svojstva sintetisanih prahova cink oksida, tj. sposobnost apsorpcije zračenja iz vidljive oblasti spektra, unapređena je i njihova katalitička aktivnost.

Poslednjih godina posebno su intenzivirana ispitivanja antibakterijskih svojstava čestica ZnO, kako nanometarskih, tako i mikrometarskih dimenzija. Objavljeni rezultati istraživanja pokazuju da nanometarske čestice ZnO ispoljavaju značajno bolju antibakterijsku aktivnost u odnosu na mikrometarske forme - K.M. Reddy, K. Feris, J. Bell, D.G. Wingett, C. Hanley, A. Punnoose. *Appl. Phys. Lett.* **90**, 2139021–2139023 (2007); L.K. Adams, D.Y. Lyon, P.J.J. Alvarez. *Water Res.***40**, 3527–3532 (2006); R.K. Dutta, B.P. Nenavathu, M.K. Gangishetty, V.R. Reddy. *Colloids Surf. B. Biointerfaces***94**, 143–150 (2012); S. Nair, A. Sasidharan, V.V. Divya Rani, D. Menon, S. Seema, K. Manzoor, S. Raina. *J. Mater. Sci.*

Mater. Med. **20 Suppl 1**, S2 35–41 (2009); S. Singh, K.C. Barick, D. Bahadur. *Cryst. Eng. Comm.* **15**, 4631-4635 (2013); M. Ramani, S. Ponnusamy, C. Muthamizhchelvan. *Mater. Sci. Eng. C* **32**, 2381–2389 (2012). Analiza rezultata ispitivanja antibakterijske aktivnosti hidrotermalno sintetisanih čestica ZnO pokazala je da uzorak najveće izmerene specifične površine, izgrađen od sferičnih čestica najmanjih dijametara, ~ 30 nm (ZnO/PVA), pokazuje i najveću antibakterijsku aktivnost. Takođe je uočeno da postoji direktna veza između izmerene vrednosti specifične površine ispitivanih prahova ZnO i njihove antibakterijske efikasnosti. Uočeno je da se uticaj morfologije čestica ZnO potpuno drugačije ispoljava na različitim ćelijskim kulturama. U slučaju ćelija *E. coli*, prahovi ZnO čije se izmerene vrednosti specifične površine razlikuju više od 100 %, pokazuju gotovo identične vrednosti procenta redukcije broja živih ćelija *E. coli*, dok je u slučaju ćelija *S. aureus* uočeno je da je antibakterijska aktivnost proporcionalna vrednostima specifične površine prahova ZnO.

D. Naučni radovi i saopštenja u kojima su publikovani rezultati iz doktorske disertacije Rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21):

1. A. Stanković, S. Dimitrijević, D. Uskoković, “Influence of size scale and morphology on antibacterial properties of ZnO powders hydrothermally synthesized using different surface stabilizing agents”, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* **102** (2013) 21-28.

Rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22):

2. A. Stanković, Z. Stojanović, Lj. Veselinović, S. D. Škapin, I. Bračko, S. Marković, D. Uskoković, ZnO micro and nanocrystals with enhanced visible light absorption, *Materials Science and Engineering B* **177(13)** (2012) 1038-1045.

Rad u naučnom časopisu (M53):

3. S. Marković, A. Stanković, Lj. Veselinović, Z. Stojanović, D. Uskoković, Kreiranje morfologije i veličine čestica ZnO prahova, *Tehnika*, **5** (2012) 685.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34):

1. A. Stanković, Z. Stojanović, Lj. Veselinović, S. Dimitrijević, S.D. Škapin, D. Uskoković, Influence of size scale and morphology on antibacterial properties of ZnO nanoparticles, *Twelve Annual Conference – YUCOMAT 2010*, Book of abstract, str. 91.

2. A. Stanković, Lj. Veselinović, S. Marković, S. Dimitrijević, S.D. Škapin, D. Uskoković, Hydrothermal synthesis of ZnO nanostructures with different morphologies and their antimicrobial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacterial cultures, *Thirteenth Annual Conference – YUCOMAT 2011*, Book of abstract str. 166.

3. A. Stanković, Lj. Veselinović, S. Marković, S. Dimitrijević, S.D. Škapin, D. Uskoković, Morphology controlled hydrothermal synthesis of ZnO particles and examination of their antibacterial properties on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacterial cultures, *Tenth Young Researchers' Conference Materials Science and Engineering 2011*, Book of abstract, str. 7.
4. A. Stanković, Z. Stojanović, Lj. Veselinović, I. Bračko, S.D. Škapin, S. Marković, D. Uskoković, Hydrothermal sythesis of ZnO powders with a tailored particle morphology and improved optical characteristics, *Fourteen Annual Conference – YUCOMAT 2012*, Book of abstract, str. 47.
5. A. Stanković, Z. Stojanović, Lj. Veselinović, N. Abazović, S.D. Škapin, S. Marković, D. Uskoković, Influence of particle size and morphology of ZnO powders on their optical properties, *The Eleventh Young Researchers' Conference Materials Science and Engineering and The First European Early Stage Researchers' Conference on Hydrogen Storage 2012*, Book of abstract, str 60.

E. Zaključak komisije

Na osnovu prikazanog Izveštaja, može se zaključiti da rezultati kandidata mr Ane Stanković predstavljaju originalan i značajan naučni doprinos ispitivanju fizičko-hemijskih i funkcionalnih svojstava prahova cink oksida. Poseban naučni doprinos ove teze sastoji se u tome što je potvrđeno postojanje direktne veze između primenjenog postupka sinteze i morfologije i fizičko-hemijskih svojstava prahova cink oksida, kao i uspostavljanje korelacije između fizičko-hemijskih i funkcionalnih svojstava sintetisanih prahova ZnO.

Delovi teze kandidata su objavljeni u jednomradu u vodećem međunarodnom časopisu i jednom radu u časopisu od međunarodnog značaja.

Zbog svega navedenog predlažemo Nastavno–naučnom veću Fakulteta za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu da doktorsku disertaciju kandidata mr Ane Stanković pod naslovom: „**Korelacija funkcionalnih i fizičko-hemijskih svojstava prahova ZnO dobijenih različitim metodama sinteze**“ prihvati i odobri njenu odbranu, čime bi bili ispunjeni svi uslovi da kandidat stekne zvanje doktora fizičkohemijskih nauka.

ČLANOVI KOMISIJE:

Prof. dr Dragica Minić, mentor

redovni profesor

*Fakultet za fizičku hemiju, Univerzitet u
Beogradu*

Prof. dr Dragoljub Uskoković

naučni savetnik u penziji

Institut tehničkih nauka Srpske akademije nauka i umetnosti

Prof. dr Nikola Cvjetićanin

vanredni profesor

*Fakultet za fizičku hemiju, Univerzitet u
Beogradu*

Prof. dr Ljiljana Damjanović

vanredni profesor

*Fakultet za fizičku hemiju, Univerzitet u
Beogradu*

Dr Smilja Marković,

viši naučni saradnik

Institut tehničkih nauka Srpske akademije nauka i umetnosti

U Beogradu,
27. 06. 2014.god.