

НАСТАВНО–НАУЧНОМ ВЕЋУ ФИЗИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Пошто смо на VI седници Наставно–научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду одржаној 25. марта 2015. године одређени за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације “ИСТРАЖИВАЊЕ СТРУКТУРЕ И ХИПЕРФИНИХ ИНТЕРАКЦИЈА У ИНТЕРМЕТАЛНОЈ γ' -Ni₃Al ФАЗИ СА ПРИМЕСАМА ХАФНИЈУМА И ГВОЖЂА” из научне области ФИЗИКА, уже научне области ФИЗИКА ЈЕЗГАРА, коју је кандидат ВАЛЕНТИН Н. ИВАНОВСКИ предао Физичком факултету у Београду дана 23. марта 2015. године, подносимо следећи

РЕФЕРАТ

1 Основни подаци о кандидату

1.1 Биографски подаци

Валентин (Никола) Ивановски је рођен 17. јануара 1971. године у Битољу, Македонија. Дипломирао је на Физичком факултету Универзитета у Београду, смер Теоријска и експериментална физика, 19. јануара 2007. године просечном оценом 8.74 и дипломским радом „Одређивање апсолутне ефикасности у γ -спектроскопији природне радиоактивности”. Дипломске академске студије VII-2 степена-мастер завршио је 6. фебруара 2009. године на Физичком факултету Универзитета у Београду укупном просечном оценом 8.87. Докторске студије, ужа научна област Физика језгара, започео је школске 2009/10 године и положио све испите предвиђене Статутом са просечном оценом 10. Од 2008. године запослен је у ИНН „Винча”. Од 18. марта 2010. године је у звању Истраживач сарадник.

1.2 Научна активност

Научно–истраживачки рад Валентина Ивановског везан је за проучавање локалних структура и хиперфиних интеракција у интерметалним једињењима и легурама експерименталним методама временски разложених пертурбованих угаоних корелација и Mössbauer–ове спектроскопије. Експериментална мерења и истраживачки рад приказан у дисертацији урађени су у Лабораторији за нуклеарну и плазма физику Института за нуклеарне науке „Винча” у оквиру пројеката ОИ141022: „Структурне, динамичке и спектроскопске карактеристике интерметалика и полупроводника”, за период 2006–2010 и ОИ171001:

„Истраживање интерметалика и полупроводника и могућа примена у обновљивим изворима енергије“, за период 2011–2015, под руководством др Божидара Цекића. Истраживачки рад докторанда је био праћен од стране ментора др Ане Б. Умићевић, са честим и корисним дискусијама са др Божидаром Цекићем. Из теме доктората објављена су два рада из категорије M21 (радови [14] и [17], у списку радова у означени су ознаком †). Валентин Ивановски је коаутор публикација насталих у међупројектној сарадњи са др Зорицом Лазаревић и др Драганом Југовић као и сарадњи са др Чедомиром Петровићем из Brookhaven National Laboratory, USA. Поред истраживања спроведених на пројектима основних истраживања, остварио је истраживачку делатност и у оквиру интегралног пројекта ИИИ45018: „Наноструктурни и мултифункционални материјали и нанокompозити“, за период 2011–2015, под руководством др Зорана Поповића. Током 2009. године боравио је на једномесечном студијском боравку у Институту за физику материјала, Чешке академије наука у групи за електричне и магнетне особине под руководством др Oldrich Schneeweiss, где се усавршавао за примену методе Mössbauer–ове спектроскопије. Валентин Ивановски је аутор/коаутор седамнаест радова из категорије M21, пет радова из категорије M22, један M23, два M33, четири M34, један M52 и један рад M53 категорије.

2 Опис докторске дисертације

2.1 Основни подаци

Докторска дисертација Валентина Н. Ивановског под називом „Истраживање структуре и хиперфиних интеракција у интерметалној γ' - Ni_3Al фази са примесима хафнијума и гвожђа“ урађена је у Лабораторији за нуклеарну и плазма физику, Института за нуклеарне науке „Винча“. Докторска дисертација је организована у седам поглавља уз шест прилога, списак коришћене литературе и биографских података о аутору. Дисертација је написана на сто деведесет и пет страна, на српском језику и садржи: шездесет слика, седамнаест табела и две стотине и три навода коришћене литературе.

Ментор рада на дисертацији је била др Ана Б. Умићевић, научни сарадник ИНН „Винча“. Др Ана Умићевић испуњава све услове прописане за менторство и именована је одлуком Наставно–научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду на II седници одржаној 28. новембра 2012. године. Др Божидар Цекић, руководилац пројекта основних истраживања учествовао је у креирању теме рада. Резултати који су приказани у дисертацији остварени су кроз сарадњу Валентина Ивановског са неколико сарадника, при чему уз рад са др Божидаром Цекићем и др Аном Умићевић, треба посебно истаћи и рад са др Василом Котеским и др Јеленом Белошевић–Чавор.

2.2 Предмет и циљ докторске дисертације

Докторска дисертација је из уже научне области истраживања Физика језгара. Предмет истраживања су локалне структуре и промене хиперфиних интеракција које прате промене кристалне решетке на местима језгара посматраних јона проба $^{181}\text{Hf}/^{181}\text{Ta}$ и ^{57}Fe у легурама: 0.2 at.% Hf – Ni_3Al , 0.5 at.% Hf – Ni_3Al , 5 at.% Hf – Ni_3Al , $\text{Ni}_{2.82}\text{Fe}_{0.18}\text{Al}$ и $\text{Ni}_{2.64}\text{Fe}_{0.36}\text{Al}$. Циљ истраживања је одређивање позиција уграђених нечистоћа (Hf или Fe атома) и њиховог утицаја на кристалну решетку γ' - Ni_3Al . Оригинални истраживачки рад Валентина Ивановског у оквиру дисертације је био усмерен ка добијању и тумачењу експерименталних резултата испитивања Hf или Fe допираних Ni_3Al легура методама нуклеарне спектроскопије: временски разложених пертурбованих угаоних корелација (примењиве на језгрима $^{181}\text{Hf}/^{181}\text{Ta}$) и М \ddot{o} ssbauer–ове спектроскопије (примењив на језгрима ^{57}Fe). Резултати ових експерименталних истраживања упоређени су са одговарајућим теоријским прорачунима из првих принципа.

Истраживања легура Ni_3Al са примесама атома Hf (или Fe) из класе никл алуминида важна су како са фундаменталне тачке гледишта тако и због њихове примене у модерним технологијама. Термоотпорни елемент хафнијум као примеса у γ' - Ni_3Al знатно више од било које друге примесе ојачава Ni_3Al на високим температурама. Осим ојачања, хафнијум знатно доприноси и оксидационој отпорности Ni_3Al . Значајан удео у савременој технолошкој примени Ni_3Al је у суперлегурама на бази никла, код којих се једињење γ' - Ni_3Al диспергује у γ -Ni матрицу као ојачавајућа фаза. Непоклапање решетке γ и γ' фаза је један од параметара који контролише механичке особине суперлегуре на бази никла. Нове генерације суперлегура на бази никла садрже термоотпорне елементе ради бољих механичких карактеристика на високим температурама као и због заштите од корозије. Допирањем суперлегуре термоотпорним елементима утичемо на параметар непоклапања решетке, јер они могу да се уграде у γ или γ' фазу или у обе фазе чиме доприносе контракцији или експанзији одговарајуће решетке.

Пластичност Ni_3Al може да се побољша ако атоми примесе искључиво заузимају позицију Ni атома у γ' - Ni_3Al , док се ојачање Ni_3Al остварује када атоми примесе (уколико су већег јонског радијуса) искључиво заузимају позицију Al атома у γ' - Ni_3Al . Атоми гвожђа допирани у стехиометријском Ni_3Al имају тенденцију да замењују и Ni и Al атоме. Резултати истраживања о преферентној позицији атома Fe у нестехиометријском γ' - Ni_3Al приказани у дисертацији су оригинални и употпуњују сазнања о микролегирању Ni_3Al са гвожђем приликом одступања од стехиометрије у правцу мањка никла. Како елемент гвожђе нема високу тржишну цену, микролегирањем Ni_3Al добија се јефтинији производ којег карактерише мања кртост на собној температури.

Резултати проистекли из ове дисертације о познавању локалног окружења атома Hf или Fe у γ' - Ni_3Al легурама, кристалографске позиције на коју се они уграђују у γ' - Ni_3Al решетке, као и њихов утицај на електронско окружење у Ni_3Al

легурама омогућиће уочавање корелација структурних и микродинамичких карактеристика суперлегура на бази никла на атомској скали са циљем моделовања даљих праваца дизајнирања ових суперлегура.

2.3 Публикације

Резултати приказани у дисертацији публиковани су у два рада у водећим међународним часописима (радови из списка објављених радова В.Н. Ивановског: М21 бр. [14] и [17]):

1. Ivanovski, V. N., Cekić, B., Umićević, A., Belošević-Čavor, J., Schumacher, G., Koteski, V., Barudzija, T.

“Hf dopants in γ' -Ni₃Al alloy”

Journal of Applied Physics 114 (2013) 063712-1 – 063712-5

М21, Импакт фактор (2012) = 2.210,

ОБЛАСТ: Physics, Applied (32/128)

ISSN: 0021-8979

2. Ivanovski, V. N., Cekić, B., Umićević, A., Barudzija, T., Schumacher, G., Mađarević, I., Koteski, V.

“Site Preference of Hf dopant in Ni₃Al alloys: A perturbed angular correlation study”

Journal of Alloys and Compounds 622 (2015) 541-547

М21, Импакт фактор (2013) = 2.726,

ОБЛАСТ: Materials Science, Multidisciplinary (49/251)

ISSN: 0925-8388

2.4 Преглед научних резултата изложених у тези

Докторска дисертација је организована у седам поглавља уз шест прилога и списак коришћене литературе.

У уводном поглављу представљена је мотивација за избор теме дисертације. Једињење Ni₃Al спада међу најпроучаваније интерметалике различитим експерименталним методама и техникама и извршеним прорачунима, углавном од стране истраживача из Јапана, САД-а и Немачке. Превазилажењем највећег недостатка поликристалног Ni₃Al, кртости, као и ојачање путем легирања примесом, поставља Ni₃Al у жижу истраживачке делатности ради примене на повишеним температурама у авиоиндустрији, термоелектранама, дизел моторима и неким компонентама пећи. Контрoверзни експериментални резултати у вези кристалографског положаја хафнијума у γ' -Ni₃Al били су највећи мотивациони фактор за избор теме. Недостатак публикација о истраживању понашања примесе у никл дефицитарном γ' -Ni₃Al био је додатни мотив да се истраживања преферентних позиција примесе употпуне. Дефинисан је циљ дисертације, да се мерењем параметара хиперфиних интеракција на језгру примесе и њиховом

верификацијом путем резултата прорачуна, проучи локална структура примесе и да коначни суд о њеној позицији у γ' -Ni₃Al решетки.

У другом поглављу дат је преглед кристалографских структура у које Ni₃Al може да се трансформише из кубне L1₂ структуре. Приказан је фазни дијаграм као и механичке и физичке особине Ni₃Al. Посебна пажња је посвећена примесам хафнијума и гвожђа у Ni₃Al и њиховом утицају на механичке и физичке особине.

У трећем поглављу дефинисане су хиперфине интеракције и њихово порекло, као интеракције електромагнетних момената језгра и спољашњег магнетног поља и/или градијента спољашњег електричног поља. Приказане су теорије непертурбованих и пертурбованих угаоних корелација. Посебан осврт је дат на пертурбационе факторе за случај статичких интеракција. Приказан је феномен нуклеарне резонантне спектроскопије γ -зрака и дате су теоријске основе појмова на којима се базира Mössbauer–ова спектроскопија: безумачни фактор, интезитет и ширина спектроскопске линије и начини детектовања поља на језгру мерењем изомерног помака, електричног квадруполног цепања и/или нуклеарног Zeeman–овог цепања.

У четвртном поглављу описане су специфичне нуклеарне методе коришћене за експериментална истраживања допираних Ni₃Al легура у дисертацији. Објашњен је метод временски разложених пертурбованих угаоних корелација (TDPAC), приказани принципи мерења TDPAC техником и описан коинцидентни сцинтилациони спектрометар са три BaF₂ детектора оригинално развијен у ИНН „Винча” на коме су извршена мерења чији су резултати приказани у дисертацији. Такође, описан је Mössbauer–ов спектрометар, објашњен његов режим рада у пропусној геометрији и начин обраде добијених података.

У петом поглављу приказано је добијање, карактеризација, као и експериментална и теоријска истраживања ¹⁸¹Hf/¹⁸¹Ta хиперфиних интеракција у поликристалном Ni₃Al са примесам хафнијума у следећим атомским концентрацијама Ni_{74.85}Al_{24.95}Hf_{0.2} (0.2 at.% Hf – Ni₃Al), Ni_{74.625}Al_{24.875}Hf_{0.5} (0.5 at.% Hf – Ni₃Al). и Ni_{71.25}Al_{23.75}Hf₅ (5 at.% Hf – Ni₃Al). Карактеризација Hf-Ni₃Al узорака извршена је дифракцијом X–зрачења. Представљени су прорачуни параметара хиперфиних интеракција, електронских и структурних особина Hf–Ni₃Al легура из првих принципа изведени методом проширених равних таласа са локалним орбиталама коришћењем WIEN2k кода. Такође, у овом поглављу су дати прорачуни енергије дефеката базирани на теорији функционала густине изведени VASP кодом, као и резултати мерења параметара хиперфиних интеракција TDPAC методом.

Дифракција X–зрачења испитиваних Hf–Ni₃Al узорака је показала доминантно присуство кубне L1₂–Ni₃Al фазе. Такође је утврђено и присуство две мање заступљене тетрагоналне Ni₃Al фазе: L6₀ и D0₂₂. У оквиру температурског опсега (78 –1230) K, експерименталне анизотропије добијене из TDPAC података за сва три испитивана Hf–Ni₃Al поликристална узорка указују на доминантно присуство ¹⁸¹Ta–сигнала који је константан са временом и на који су

суперпонирани сигнали који потичу од две мање заступљене слабе хиперфине интеракције. Доминантан ^{181}Ta -TDPAC сигнал потиче од атома Hf на позицији атома Al у кубној $L1_2$ структури. За две додатне хиперфине интеракције закључено је, на основу поређења са резултатима прорачуна, да кореспондирају тетрагоналним Ni_3Al структурама у којима атоми Hf замењују искључиво атоме на Al-позицијама. Ове тетрагоналне структуре се јављају као последица дисторзије $L1_2$ структуре (γ' фаза) Hf- Ni_3Al легура. Температурска зависност измерених спин независних електричних квадруполних фреквенци показује корелацију са аномалним напоном развлачења карактеристичним за Ni_3Al , који је веома изражен када је хафнијум инкорпориран у Ni_3Al . Закључак изведен из резултата експерименталних мерења и теоријских прорачуна је да се у Hf – Ni_3Al појављују три фазе, доминантна $L1_2$ (γ') и њене две тетрагоналне дисторзије, $D0_{22}$ и $L6_0$, и да атоми Hf замењују искључиво атоме на Al-позицијама. На основу ових истраживања објављени су радови у часописима *Journal of Applied Physics* и *Journal of Alloys and Compounds*.

У шестом поглављу приказано је добијање и карактеризација узорака, као и експериментална и теоријска истраживања ^{57}Fe хиперфиних интеракција у поликристалним $\text{Ni}_{3-x}\text{Fe}_x\text{Al}$ са стехиометријама: $x = 0$ (Ni_3Al), $x = 0.18$ ($\text{Ni}_{70.5}\text{Fe}_{4.5}\text{Al}_{25}$) и $x = 0.36$ ($\text{Ni}_{66}\text{Fe}_9\text{Al}_{25}$). Карактеризација узорака извршена је дифракцијом X-зрачења и мерењем магнетизације узорака. Представљени су прорачуни параметара хиперфиних интеракција, електронских и структурних особина Fe- Ni_3Al легура из првих принципа изведених методом проширених равних таласа са локалним орбиталама коришћењем WIEN2k кода. Такође, у овом делу дисертације приказани су и прорачуни енергије дефеката базирани на теорији функционала густине изведени VASP кодом, као и резултати мерења Fe- Ni_3Al узорака Mössbauer-овом спектроскопијом.

Карактеризација узорака извршена дифракцијом X-зрачења потврдила је да су се Fe атоми сместили на регуларним позицијама у $L1_2$ решетке. Индетификоване су фазе нечистоће за $x = 0$ и 0.18, као фаза чистог алуминијума, односно никла, респективно. Мерењем магнетизације узорака процењене су Curie-јеве температуре легура. Mössbauer-ов спектар легуре $\text{Ni}_{3-x}\text{Fe}_x\text{Al}$ ($x = 0.36$) на 294 K је под утицајем магнетног фазног преласка γ' - $\text{Ni}_{3-x}\text{Fe}_x\text{Al}$ из феромагнетне у парамагнетну фазу. Измерене су идентичне вредности квадруполног цепања у спектрима легура $\text{Ni}_{3-x}\text{Fe}_x\text{Al}$ ($x = 0.18$ и 0.36) на температури од 294 K. Овај Mössbauer-ов сигнала потиче од Fe атома на позицији Ni атома у γ' - Ni_3Al , што је потврђено увидом у електронску структуру добијену из израчунате густине електронских стања. Такође, упркос стварању веће дисторзије решетке, прорачуни показују да ће Fe атом преферентно заузети позицију Ni атома у решетке $L1_2$ структуре Ni_3Al . Прорачуни енталпије формирања дефекта у $\text{Ni}_{3-x}\text{Fe}_x\text{Al}$ или $\text{Ni}_3\text{Al}_{1-y}\text{Fe}_y$ такође показују да атом Fe преферентно замењује атом Ni у γ' - Ni_3Al . Закључак изведен из резултата експерименталних мерења и теоријских прорачуна је да у Ni-дефицитарном γ' - Ni_3Al са примесама гвожђа, атоми гвожђа

преферентно замењују атоме никла у γ' -Ni₃Al. Резултати овог дела дисертације су у припреми за публикавање.

У последњем поглављу сумирани су главни закључци истраживања везаних за дисертацију.

3 Списак публикација кандидата Валентина Н. Ивановског

M21

1. Stojkovic, Maja N., Koteski, Vasil J., Belosevic-Cavor, Jelena N., Cekic, Bozidar Dj., Stojic, Dragica Lj., and Ivanovski, Valentin N.
Structure and electronic properties of Mo₃Pt, MoPt, and MoPt₃ : First principles calculations
Physical Review B, (2008), vol. 77, 19, 193111(4); ISSN: 1098-0121; IF(2008)=3.322
2. Umicevic, Ana B., Cekic, Bozidar Dj. Ivanovski, Valentin N., Koteski, Vasil J., Belosevic-Cavor, Jelena N., Siljegovic, Milorad, and Pavlovic, Snezana
Magnetic dipole and electric quadrupole interactions of ¹⁸¹Ta probe in Ni-Hf alloy
Journal of Alloys and Compounds, (2009), vol. 475, 1-2, pp. 38-41; ISSN: 0925-8388; IF(2009)=2.135
3. Umicevic, Ana B., Belosevic-Cavor, Jelena N., Koteski, Vasil J., Cekic, Bozidar Dj., and Ivanovski, Valentin N.
Electronic structure and electric field gradient calculations for the Zr₂Ni intermetallic compound (Proceedings Paper)
International Journal of Materials Research, (2009), vol. 100, 9, pp. 1239-1241; ISSN: 1862-5282; IF(2009)=0.862 (19/70)
4. Cekic, Bozidar Dj., Umicevic, Ana B., Ivanovski, Valentin N., Koteski, Vasil J., Belosevic-Cavor, Jelena N., and Pavlovic, Snezana
The time differential perturbed angular correlation study of the Ni-5 at.% Hf alloy (Proceedings Paper)
Journal of Alloys and Compounds, (2009), vol. 480, 1, pp. 40-42; ISSN: 0925-8388; IF(2009)=2.135
5. Ciric, Katarina D., Koteski, Vasil J., Stojic, Dragica Lj., Radakovic, Jana S., and Ivanovski, Valentin N.
HfNi and its hydrides – First principles calculations
International Journal of Hydrogen Energy, (2010), vol. 35, 8, pp. 3572-3577; ISSN: 0360-3199; IF(2010)=4.057
6. Dohcevic-Mitrovic, Zorana D., Paunovic, Novica M., Radovic, Marko B., Popovic, Zoran V., Matovic, Branko Z., Cekic, Bozidar Dj., and Ivanovski, Valentin N.
Valence state dependent room-temperature ferromagnetism in Fe-doped Ceria nanocrystals
Applied Physics Letters, (2010), vol. 96, 20, 203104(3); ISSN: 0003-6951; IF(2010)=3.841
7. Jugovic, Dragana, Mitric, Miodrag N., Kuzmanovic, Maja, Cvjeticanin, Nikola D., Skapin, Sreco D., Cekic, Bozidar Dj., Ivanovski, Valentin N., and Uskokovic, Dragan P.
Preparation of LiFePO₄/C composites by co-precipitation in molten stearic acid
Journal of Power Sources, (2011), vol. 196, 10, pp. 4613-4618; ISSN: 0378-7753; IF(2011)=4.951
8. Lazarevic, Zorica Z., Jovalekic, Cedomir D., Recnik, A., Ivanovski, Valentin N., Mitric, Miodrag N., Romcevic, Maja J., Paunovic, Novica M., Cekic, Bozidar Dj., and Romcevic, Nebojsa Z.
Study of manganese ferrite powders prepared by a soft mechanochemical route
Journal of Alloys and Compounds, (2011), vol. 509, 41, pp. 9977-9985; ISSN: 0925-8388; IF(2011)=2.289
9. Ciric, Katarina D., Kocjan, Andraz, Gradisek, Anton, Koteski, Vasil J., Kalijadis, Ana M., Ivanovski, Valentin N., Lausevic, Zoran V., and Stojic, Dragica Lj.

A study on crystal structure, bonding and hydriding properties of Ti-Fe-Ni intermetallics - Behind substitution of iron by nickel

International Journal of Hydrogen Energy, (2012), vol. 37, 10, pp. 8408-8417; ISSN: 0360-3199; IF(2012)=3.548

10. Lei, Hechang, Bozin, E.S., Llobet, A., Ivanovski, V.N., Koteski, V.J., Belosevic-Cavor, J., Cekic, B.Dj., and Petrovic, C.V.
Magnetism in $\text{La}_2\text{O}_3(\text{Fe}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{Se}_2$ tuned by Fe/Mn ratio
Physical Review B, (2012), vol. 86, 12, 125122(7); ISSN: 1098-0121; IF(2012)=3.767
11. Lei, Hechang, Ryu, Hyejin, Ivanovski, V.N., Warren, J.B., Frenkel, A.I., Cekic, B.Dj., Yin, Wei-Guo, and Petrovic, C.V.
Structure and physical properties of the layered iron oxychalcogenide $\text{BaFe}_2\text{Se}_2\text{O}$
Physical Review B, (2012), vol. 86, 12, 195133(7); ISSN: 1098-0121; IF(2012)=3.767
12. Lazarevic, Zorica Z., Jovalekic, Cedomir D., Recnik, A., Ivanovski, Valentin N., Milutinovic, Aleksandra S., Romcevic, Maja J., Pavlovic, Miodrag B., Cekic, Bozidar Dj., and Romcevic, Nebojsa Z.
Preparation and characterization of spinel nickel ferrite obtained by the soft mechanochemically assisted synthesis
Materials Research Bulletin, (2013), vol. 48, pp. 404-415; ISSN: 0025-5408; IF(2013)=1.968
13. Lazarevic, Z.Z., Jovalekic, C., Milutinovic, A., Sekulic, D., Ivanovski, Valentin N., Recnik, A., Cekic, B., and N.Z. Romcevic
Nanodimensional spinel NiFe_2O_4 and ZnFe_2O_4 ferrites prepared by soft mechanochemical synthesis
Journal of Applied Physics, (2013), vol. 113, 18, pp. 187221(11); ISSN: 0021-8979; IF(2013)=2.185
14. (†) Ivanovski, Valentin N., Cekic, B., Umicevic, A., Belosevic-Cavor, J., Schumacher, G., Koteski, V., and Barudzija, T.
Hf dopants in γ - Ni_3Al alloy
Journal of Applied Physics, (2013), vol. 114, pp. 063712(5); ISSN: 0021-8979; IF(2013)=2.185
15. Jugovic, D., Milovic, M., Ivanovski, Valentin N., Avdeev, M., Dominko, R., Jokic, B., and Uskokovic, D.
Structural study of monoclinic $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ by X-ray diffraction and Mössbauer spectroscopy
Journal of Power Sources, (2014), vol. 265, pp. 75-80; ISSN: 0378-7753; IF(2013)=5.211
16. Lazarevic, Z. Z., Milutinovic, A. N., Jovalekic, C. D., Ivanovski, Valentin N., Daneu, N., Madjarevic, I., and Romcevic, N. Z.
Spectroscopy investigation of nanostructured nickel-zinc ferrite obtained by mechanochemical synthesis
Materials Research Bulletin, (2015), vol. 63, pp. 239-247; ISSN: 0025-5408; IF(2013)=1.968
17. (†) Ivanovski, Valentin N., Cekic, B., Umicevic, A., Barudzija, T., Schumacher, G., Madjarevic, I., and Koteski, V.
Site Preference of Hf dopant in Ni_3Al alloys: A perturbed angular correlation study
Journal of Alloys and Compounds, (2015), vol. 622, pp. 541-547; ISSN: 0925-8388; IF(2013)=2.726

M22

1. Cekic, Bozidar Dj., Koicki, Stevan, Umicevic, Ana B., Belosevic-Cavor, Jelena N., Koteski, Vasil J., and Ivanovski, Valentin N.
TDPAC and XRPD Measurements of the Polycrystalline Hf_2Ni Phase
Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, (2008), vol. 10, 4, pp. 794-797; ISSN: 1454-4164; IF(2008)=0.577
2. Cekic, Bozidar Dj., Umicevic, Ana B., Belosevic-Cavor, Jelena N., Ivanovski, Valentin N., and Stojkovic, Maja N.
Hyperfine magnetic field at Ta impurities in nickel: Perturbed angular correlation and first principle calculation
Solid State Communications, (2008), vol. 145, 9-10, pp. 465-468; ISSN: 0038-1098; IF(2008)=1.557

3. Cekic, Bozidar Dj., Ivanovski, Valentin N., Djordjevic, Aleksandar, Aleksic, Velimir, Tomic, Zorica P., Bogdanovic, Stefan, and Umicevic, Ana B.
Mineral Characterization of Soil Type Ranker Formed on Serpentes Occurring in Southern Belgrade Environs Bubanj Potok
Nuclear Technology & Radiation Protection, (2012), vol. 27, 2, pp. 131-136; ISSN: 1451-3994; IF(2012)=1.000
4. Cekic, Bozidar Dj., Umicevic, Ana B., Ivanovski, Valentin N., Hu, Rongwei, Petrovic, Cedomir V., Bohumil, David, and Barudzija, Tanja
Perturbed Angular Correlation Investigation of the Electric Field Gradient at Ta-181 Probe in the Hf₂Ni₇ Compound
Nuclear Technology & Radiation Protection, (2012), vol. 27, 2, pp. 95-102; ISSN: 1451-3994; IF(2012)=1.000
5. Lazarevic, Z. Z., Jovalekic, C., Ivanovski, Valentin N., Recnik, A., Milutinovic, A., Cekic, B., and Romcevic, N. Z.
Characterization of partially inverse spinel ZnFe₂O₄ with high saturation magnetization synthesized via soft mechanochemically assisted route
Journal of Physics and Chemistry of Solids, (2014), vol. 75, 7, pp. 869-877; ISSN: 0022-3697; IF(2013)=1.594

M23

1. Cekic, Bozidar Dj., Ivanovski, Valentin N., Zak, Tomas, Stojic, Dragica Lj., Belosevic-Cavor., Jelena N., Koteski., Vasil J., and Umicevic, Ana B.
Mossbauer Study of HfFe₂ and Hf_{0.75}Ta_{0.25}Fe₂
Romanian Journal of Physics, (2011), vol. 56, 5-6, p. 719-723; ISSN: 1221-146X; IF(2011)=0.414

M33

1. Cekic, Bozidar Dj., Koicki, Stevan, Umicevic, Ana B., Belosevic-Cavor, Jelena N., Koteski, Vasil J., and Ivanovski, Valentin N.
A Three Detector High Resolution TDPAC Spectrometer (Proceedings Paper)
The 5th Conference „New research Trends in Material Science“, ARM 5, Sibiu, Romania, September, 05-07, Proceedings, vol. II, pp. 898-903
2. Cekic, Bozidar Dj., Ivanovski, Valentin N., Codescu, Mirela, Umicevic, Ana B., Barudzija, Tanja, and Patroi, Eros
Mossbauer spectroscopic analysis of Nd₂Fe₁₄B/alpha-Fe hard magnetic nanocomposites (Proceedings Paper)
Solid Compounds of Transition Elements, (2011), vol. 170, p. 154-159; ISBN-13: 978-3-03785-065-7

M34

1. Cekic, Bozidar Dj., Koicki, Stevan, Umicevic, Ana B., Belosevic-Cavor, Jelena N., Koteski, Vasil J., and Ivanovski, Valentin N.
Structural Deformation in Hf₂Ni observed by TDPAC Method
YUCOMAT 2007-Montenegro
Hercegnovi, Montenegro, September, 10-14, 2007, Proceedings, p. 111
2. Cekic, Bozidar Dj., Umicevic, Ana B., Ivanovski, Valentin N., Koteski, Vasil J., Belosevic-Cavor, Jelena N., and Pavlovic, Snezana
The TDPAC study of the Ni-5at.%Hf alloy
16th International Conference on Solid Compounds of Transition Elements
July 26-31, 2008, Dresden, Germany
Proceedings, p. 89
3. Umicevic, Ana B., Belosevic-Cavor, Jelena N., Koteski, Vasil J., Cekic, Bozidar Dj., and Ivanovski, Valentin N.
Electronic structure and electric field gradient calculations for the Zr₂Ni intermetallic compound
ISPMA 11-11th International Symposium on Physics of Materials, Prague, Czech Republic, August 24-28,

2008.

The Book of Abstracts, p. 151

4. Cekic, Bozidar Dj., Ivanovski, Valentin N., Zak, Tomas, Stojic, Dragica Lj., Belosevic-Cavor., Jelena N., Koteski., Vasil J., and Umicevic, Ana B.,
Mossbauer Study of HfFe₂ and Hf_{0.75}Ta_{0.25}Fe₂
International Workshop: "Innovation and Evolution by R&D – SMEs Strategic Partnership"
Bucharest, September 10-12, 2009.
Abstracts, p. 16

M52

1. Cekic, Bozidar Dj., Koicki, Stevan, Umicevic, Ana B., Belosevic-Cavor, Jelena N., Koteski, Vasil J., and Ivanovski, Valentin N.
A Three Detector High Resolution TDPAC Spectrometer
International Conference Fundamental Interactions 2007-Serbia
Iriški Venac, Serbia, September, 26-28, 2007.
Journal of Research in Physics, 31, 2007, p. 12; ISSN: 1450-7404; IF(2007)=_

M53

1. Cekic, Bozidar Dj., Umicevic, Ana B., Ivanovski, Valentin N., Belosevic-Cavor, Jelena N., Koteski, Vasil J., Hu, Rongwei, and Petrovic, Cedomir V.
Thermal evolution of the electric field gradient at ¹⁸¹Ta in αHfNi
Hyperfine Interactions, (2010), vol. 196, 1-3, p. 339-347; ISSN: 0304-3843; IF(2010)=_

ЗАКЉУЧАК

На основу претходно изнетих података и имајући у виду оригиналност и квалитет резултата дисертације, као и досадашњи успешан рад и постигнуте резултате кандидата, Комисија је закључила да докторска дисертација “ИСТРАЖИВАЊЕ СТРУКТУРЕ И ХИПЕРФИНИХ ИНТЕРАКЦИЈА У ИНТЕРМЕТАЛНОЈ γ' -Ni₃Al ФАЗИ СА ПРИМЕСАМА ХАФНИЈУМА И ГВОЖЂА” коју је предао ВАЛЕНТИН Н. ИВАНОВСКИ, дипломирани физичар - мастер, даје значајан допринос научној области ФИЗИКА, ужој научној области ФИЗИКА ЈЕЗГАРА, и да су задовољени сви прописани услови за одобравање јавне одбране тезе. Стога, предлажемо Наставно–научном већу Физичког факултета да одобри њену јавну одбрану.

Београд, 24.04.2015.г.

Комисија,

др Ана Умићевић,
научни сарадник
ИНН „Винча”, Универзитет у Београду

др Јован Пузовић
ванредни професор
Физички факултет, Универзитет у Београду

др Ђорђе Спасојевић
ванредни професор
Физички факултет, Универзитет у Београду

др Јелена Белошевић–Чавор,
научни саветник
ИНН „Винча”, Универзитет у Београду