

**ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ**

35/186
(Број захтева)
23.08.2021.
(датум)

**Образац 2
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ
НАУКА**

(назив већа научне области коме се захтев упућује)

Београд, Студентски трг бр. 1

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета у Београду” број 162/11, пречишћен текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

Тијана (Горан) Ивановић, мастер инжењер

КАНДИДАТ: **Тијана Ивановић** пријавила је докторску дисертацију под називом:
„Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима“
Из научне области: **ХЕМИЈСКО ИНЖЕЊЕРСТВО**

Универзитет је дана **25.02.2019.** године, својим актом **61206-770/2-19**, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима“

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Тијане Ивановић** образована је на седници Наставно-научног већа одржаној **29.06.2021.** године Одлуком Факултета под бр. **35/159**, у саставу:

Име и презиме	Звање	Научна област
1. Др Јелена Миладиновић	Редовни професор	Инжењерство неорганских хемијских производа
2. Др Снежана Грујић	Редовни професор	Инжењерство неорганских хемијских производа
3. Др Мирјана Кијевчанин	Редовни професор	Хемијско инжењерство
4. Др Даниела Поповић	Научни сарадник	Хемијско инжењерство
5. Др Зоран Миладиновић	Научни саветник	Физичка хемија

Студент је уписан на докторске студије школске 2015/2016. године.

Наставно-научно веће Факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **08.07.2021.** године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Петар Ускоковић

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 39. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 08.07.2021. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата о оцени докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије у саставу: др Јелена Миладиновић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Снежана Грујић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Мирјана Кијевчанин, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Даниела Поповић, научни сарадник Иновационог Центра Технолошко-металуршког факултета, др Зоран Миладиновић, научни саветник Института за општу и физичку хемију., о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: „**Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима**“ коју је поднела **Тијана Ивановић** мастер инжењер и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Тијане Ивановић, под називом „**Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима**“ Одлуком број: 61206-770/2-19 од 25.02.2019. године.

Верификација научних доприноса:

Категорија M21:

1. **Tijana Ivanović**, Daniela Popović, Jelena Miladinović, Joseph A. Rard, Zoran P. Miladinović, Ferenc T. Pastor, "Isopiestic Determination of the Osmotic and Activity Coefficients of $\{yK_2HPO_4 + (1 - y)KH_2PO_4\}(aq)$ at $T = 298.15$ K, *Journal of Chemical Thermodynamics* **142** (2020) 105945 (**IF 2019: 2,888**) (ISSN: 0021-9614) DOI:10.1016/j.jct.2019.105945
2. **Tijana Ivanović**, Daniela Popović, Joseph A. Rard, Snežana Grujić, Zoran P. Miladinović, Jelena Miladinović, „Isopiestic determination of the osmotic and activity coefficients of the $\{yMg(NO_3)_2 + (1 - y)MgSO_4\}(aq)$ system at $T = 298.15$ K“, *Journal of Chemical Thermodynamics*, **113** (2017) 91-103. (**IF 2017: 2,631**) (ISSN 0021-9614) DOI: 10.1016/j.jct.2017.05.006

Категорија M22:

1. **Tijana Ivanović**, Daniela Z. Popović, Jelena Miladinović, Joseph A. Rard, Zoran P. Miladinović, Ferenc T. Pastor, "Isopiestic Determination of Osmotic and Activity Coefficients of the $\{yNaH_2PO_4 + (1 - y)Na_2HPO_4\}(aq)$ System at $T = 298.15$ K", *Journal of Chemical and Engineering Data*, **65** (2020) 5137-5153. (**IF 2019: 2,369**) (ISSN 0021-9568) DOI: 10.1021/acs.jced.0c00281

Категорија M23:

1. **Tijana Ivanović**, Daniela Ž. Popović, Jelena Miladinović, Joseph A. Rard, Zoran P. Miladinović, Svetlana Belošević, Katarina Trivunac, „Isopiestic Determination of the Osmotic and Activity Coefficients of the $\{yNaH_2PO_4 + (1 - y)KH_2PO_4\}(aq)$ System at $T = 298.15$ K“, *Journal of Solution Chemistry*, **48** (3) (2019) 296-328. (**IF 2019:1,273**) (ISSN 0095-9782) DOI: 10.1007/s10953-018-0839-4

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета, ментору, Служби за наставно-студентске послове, Библиотеци и Архиви факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Петар Ускоковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Тијане Г. Ивановић, мастер инжењера технологије

Одлуком бр. 35/159 од 29. 06. 2021. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Тијане Г. Ивановић под насловом:

„Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима“

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

У новембру 2015. **Тијана Ивановић**, мастер инж. технологије, је уписала докторске студије на Технолошко-металуршком факултету на смеру Хемијско инжењерство.

06.12.2018. Кандидат **Тијана Ивановић**, мастер инж. технологије, је пријавила тему докторске дисертације под насловом: **„Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима“**, а Наставно-научно веће Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду је усвојило састав Комисије за оцену научне заснованости предложене теме одлуком бр. 35/469.

31.01.2019. На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду на основу извештаја Комисије донета је одлука бр. 35/27 о прихватању предлога теме докторске дисертације кандидата **Тијане Ивановић**, мастер инж. технологије, под називом **„Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима“**. За ментора ове докторске дисертације је именована др Јелена Миладиновић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду.

25.02.2019. Донета је одлука Универзитета бр. 61206–770/2–19 о сагласности на предлог теме докторске дисертације кандидата **Тијане Ивановић**, мастер инж. технологије, под називом **„Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима“**.

29.06.2021. На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду донета је одлука бр. 35/159 о именовању чланова комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Тијане Ивановић**, мастер инж. технологије, под називом **„Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима“**, у саставу др Јелена Миладиновић, редовни професор Технолошко-

металуршког факултета, Универзитета у Београду, др Снежана Грујић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду, др Мирјана Кијевчанин, редовни професор Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду, др Даниела Поповић научни сарадник Иновациони центар Технолошко-металуршког факултета, др Зоран Миладиновић, научни саветник Института за општу и физичку хемију.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, ужа научна област Хемијско инжењерство, за коју је Технолошко–металуршки факултет Универзитета у Београду, матична установа.

Ментор ове докторске дисертације је др Јелена Миладиновић, редовни професор Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Тијана (Горан) Ивановић је рођена 12.09.1987. године у Крагујевцу, Република Србија. Основну и средњу школу је завршила у Крагујевцу, Република Србија.

Дипломске академске студије је завршила на Технолошко-металуршком факултету на Универзитету у Београду 2012. године. Завршни рад на тему: „Испитивање могућности уклањања анјонских боја из водених раствора адсорпцијом на аминок-функционализованом киселински активираним сепиолиту“ је одбранила 2012. године са оценом 10.

Мастер студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду је завршила 2015. године. Завршни мастер рад под називом „Уклањање арсена и фосфата из воде адсорпцијом на модификованом, киселински активираним сепиолиту“ је одбранила 2015. године са оценом 10.

Тијана Ивановић је уписала докторске студије на Технолошко-металуршком факултету 2015. на студијском програму Хемијско инжењерство под менторством др Јелене Миладиновић, редовног професора Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду. Завршни испит под називом: „Коефицијенти активности система $\{y\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + (1-y)\text{MgSO}_4\}(\text{aq})$ на $T = (298,15 \pm 0,01) \text{ K}$ “ је одбранила у јуну 2018. године са оценом 10.

Од априла 2016. године запослена је у Институту за мултидисциплинарна истраживања, као истраживач приправник, а од 2019. године као истраживач сарадник.

Учесник на националном пројекту Министарства науке, просвете и технолошког развоја (ТР34026), као и на два међународна пројекта (DS-2016-0051 и SPS985402).

У оквиру COST акције TU1301 Тијана Ивановић је учествовала у тренингу намењеном младим истраживачима који се одржао у септембру 2016. г. у Атини, Грчка.

У оквиру COST акције TU1301, боравила је у Љубљани (Завод за градбеништво Словеније) у јануару 2017 године.

Од марта до септембра 2017. године била је на стручном усавршавању на Универзитету у Лувену, Белгија, на одсеку за науку о материјалима.

У оквиру НАТО пројекта боравила је на Универзитету у Шефилду, Велика Британија, у септембру 2018.

Током научно-истраживачког рада Тијана Ивановић је до сада аутор и коаутор укупно 9 радова који су публиковани у научним часописима или саопштени на научним скуповима. Од тога два рада су публикована у међународним часописима изузетних вредности (M21a), затим два рада у врхунским међународним часописима (M21), један рад у истакнутом међународном часопису (M22), један рад у међународним часопису (M23), два саопштења са међународних скупова штампаних у целини (M33), једно саопштење са међународног скупа

штампано у изводу (М34). Поред тога Тијана Ивановић је коаутор два техничка решења категорије М85.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата **Тијане Ивановић**, мастер инжењера технологије, „Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима“ написана је на 211 нумерисаних страна и садржи следећа поглавља: *Увод, Теоријска разматрања, Термодинамички модели за коефицијенте активности у растворима електролита, Експериментални део, Експериментални резултати, Обрада и дискусија резултата, Закључак и Литература*. Дисертација садржи 71 слику, 55 табела и 108 литературних навода. На почетку дисертације дат је сажетак на српском и енглеском језику, након тога је дат садржај дисертације, док је после референци наведена биографија аутора, изјава о ауторству, изјава о истоветности штампане и електронске верзије, изјава о коришћењу и изјава о оригиналности тезе. По форми и стандарду рад задовољава све стандарде Универзитета у Београду за докторску дисертацију.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У оквиру докторске дисертације кандидат **Тијана Ивановић**, мастер инж. технологије се бавила испитивањем термодинамичких особина у системима $\{y\text{NaH}_2\text{PO}_4 + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$, $\{y\text{K}_2\text{HPO}_4 + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$, $\{y\text{Na}_2\text{HPO}_4 + (1-y)\text{NaH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$, $\{y\text{KCl} + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$ и $\{y\text{KCl} + (1-y)\text{K}_2\text{HPO}_4\}(\text{aq})$.

У *Уводу* је истакнут теоријски и практични значај испитивања термодинамичких особина електролитних система са фосфатним јонима, као и значај примене термодинамичких модела за предвиђање, корелисање и прорачун термодинамичких особина испитиваних система за које у литератури нема података.

У поглављу *Теоријска разматрања* дат је преглед литературе који се односи на испитивања термодинамичких и структурних особина електролитних система са фосфатним јонима. На основу објављених литературних извора утврђено је да постоји потреба за поуздано одређеним осмотским коефицијентима и средњим јонским коефицијентима активности електролита испитиваних система.

У поглављу *Термодинамички модели за коефицијенте активности у растворима електролита* дате су дефиниције и једначине модела који су коришћени за обраду експерименталних података у чистим растворима електролита (Pitzer-ов модел и Clegg-Pitzer-Brimblecombe-ов модел) и у мешаним растворима електролита (Pitzer-ов модел, Scatchard-ов модел и Clegg-Pitzer-Brimblecombe-ов модел).

У поглављу *Експериментални део* описана је експериментала процедура и приказана апаратура како за за изопиестичка мерења, тако и за мерења електромоторне силе. Даље, наведени су услови при којима су изведена мерења осмотских коефицијената и средњих јонских коефицијената активности електролита. Наведени су и објашњени поступци за одређивање молалности основних раствора.

У поглављу *Експериментални резултати* представљени су резултати одређивања осмотских коефицијената изопиестичком методом у системима $\{y\text{NaH}_2\text{PO}_4 + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$, $\{y\text{K}_2\text{HPO}_4 + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$, $\{y\text{Na}_2\text{HPO}_4 + (1-y)\text{NaH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$ и резултати одређивања

средњих јонских коефицијената активности електролита који су добијени мерењем електромоторне силе у системима $\{y\text{KCl} + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$ и $\{y\text{KCl} + (1-y)\text{K}_2\text{HPO}_4\}(\text{aq})$.

У поглављу *Обрада и дискусија резултата* разматрана је применљивост различитих термодинамичких модела за предвиђање, корелисање и прорачун термодинамичких особина испитиваних система. Експериментални подаци за чисте растворе електролита NaH_2PO_4 , KH_2PO_4 , Na_2HPO_4 и K_2HPO_4 су обрађени применом термодинамичких модела Pitzer-a и Clegg-Pitzer-Brimblecombe-a, док су експериментални подаци за мешане растворе електролита обрађени применом модела Scatchard-a, Pitzer-a и Clegg-Pitzer-Brimblecombe-a. Разматрањем понашања коефицијената активности електролита са фосфатним јонима, у мешаним системима, у функцији јонске јачине раствора и удела јонске јачине електролита разматране су сложене интеракције јона као последице мешања електролита.

У поглављу *Закључак* дат је преглед најзначајнијих резултата до којих се дошло током рада на дисертацији. Осмотски коефицијенти и средњи јонски коефицијенти активности електролита у фосфатним растворима поуздано су одређени применом изопиестичке методе и методом мерења електромоторне силе. Одабраним термодинамичким моделима успешно је изведено предвиђање, корелисање и прорачун термодинамичких особина испитиваних система, док добијени резултати истраживања доприносе објашњењу појава у испитиваним системима у светлу могућих интеракција.

У поглављу *Литература* дат је преглед литературе коришћене при изради дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Проучавање термодинамичких особина вишекомпонентних раствора електролитних система са фосфатним јонима је од изузетног значаја за описивање понашања ових система у широком опсегу концентрација као последице сложених интеракција типа јон–јон и јон–растварач. Познавање ових особина је корисно са једне стране због теоријског значаја и могућности одређивања величина као што су Gibbs–ова енергија раствора, напон паре растварача, електромоторна сила реверзибилних ћелија итд. а са друге стране за предвиђање тока одвијања производних процеса у технологији неорганских соли.

Фосфати се користе у разним технолошким процесима, у фармацеутској, прехранбеној индустрији, док су смеше натријум и калијум соли фосфорне киселине главне компоненте неких стандардних пуферских система. Фосфатне соли једновалентних метала су, за разлику од фосфатних соли вишевалентних метала, растворне у води, те се могу наћи у природним и отпадним водама, где поред азота могу бити главни узрочник еутрофикације површинских водних ресурса.

Иако се електролитни системи са фосфатним јонима широко користе, јако је мало објављених термодинамичких података за већину водених смеша калијумових и натријумових соли фосфорне киселине, те се посебна пажња у докторској дисертацији посвећује одређивању нових, поузданих експерименталних података за осмотске коефицијенте и коефицијенте активности трокомпонентних система у циљу проширења термодинамичке базе података. Експериментални подаци су обрађени применом термодинамичких модела као што су: јон–интеракциони модел, модел на бази молских удела и модел Scatchard–a. На тај начин испитана је применљивост различитих термодинамичких модела за предвиђање, корелисање и прорачун термодинамичких особина испитиваних система.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде докторске дисертације кандидат је извршио преглед научне и стручне литературе из релевантних научних области везаних за проблематику која се у дисертацији обрађује. Већина прегледане литературе су били радови објављени у водећим светским часописима у области термодинамике раствора електролита и електрохемије. Преглед литературе је показао да за поједине трокомпонентне системе који су испитивани у овом раду, у литератури не постоје подаци о термодинамичким својствима или да неки од система нису довољно термодинамички окарактерисани у широком опсегу концентрација. Такође, нису нађени објављени подаци примене термодинамичких модела на својства испитиваних система у опсегу јонске јачине раствора од разблажених до концентрованих. У овој докторској дисертацији укупно је наведено 108 референци које обухватају области термодинамике и електрохемије.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Изопиестичка метода, као и метода мерења електромоторне силе су коришћене за одређивање осмотских коефицијената и средњих јонских коефицијената активности електролита у испитиваним фосфатним системима на $T = 298,15$ K. За реализацију истраживања изведена је серија мерења на изопиестичкој апаратури која је посебно конструисана и унапређена у ту сврху. Изопиестичка метода се заснива на изједначавању активности растварача у референтном и испитиваним растворима, када је систем у равнотежи на одређеној температури и притиску. Физички изоловани узорци водених раствора електролита, познате почетне масе и познатих почетних концентрација се изотермски уравнотежавају преко парне фазе. Уравнотежавањем испитиваних раствора са референтним раствором чија је активност позната у функцији молалности, могу се одредити осмотски коефицијенти испитиваних раствора. Уравнотежавање раствора на одређеној температури изводи се потапањем ексикатора у водено купатило запремине 60 литара са термостатом. Термостатирање се изводи Нааке-овим урањајућим термостатом. Капацитет пумпе термостата је $25 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Температура се одржава константном у границама ± 0.01 K помоћу регулатора температуре.

Метода мерења електромоторне силе је коришћена у циљу одређивања средњих јонских коефицијената активности електролита у области врло разблажених раствора. Одређивање коефицијента активности електролита мерењем електромоторне силе изведено је применом галванске ћелије без преноса која се састоји од чистог или мешаног раствора електролита у који су уроњене калијум-јон селективна електрода (K-ISE), тип Орион, модел 93-13 (Thermo Fisher Scientific) и некомерцијална сребро-среброхлоридна електрода ($\text{Ag}|\text{AgCl}$) која је посебно прављена за потребе мерења. Ћелија је током мерења смештена у термостатски уређај са магнетном мешалицом, док су мерења изведена на температури $T = 298,15$ K. За мерења електромоторне силе је коришћен рН метар са тачношћу $\pm 0,1 \text{ mV}$. За одређивање молалности основних раствора, који су конституенти мешаних, коришћене су класичне аналитичке методе. За потребе обраде експерименталних података, предвиђање и прорачун коефицијената активности примењени су термодинамички модели развијени у програмском пакету Gnu Octave 6.2.0.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати који су приказани у овој докторској дисертацији су од великог значаја у области термодинамике раствора електролита, као и у областима управљања, пројектовања, симулације и моделовања технолошких поступака производње и уређаја у хемијској индустрији. Применљивост резултата са становишта фундаменталних истраживања огледа се у проширењу фонда термодинамичке базе података за осмотске коефицијенте као и за средње јонске коефицијенте активности електролита у системима $\{y\text{NaH}_2\text{PO}_4 + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$, $\{y\text{K}_2\text{HPO}_4 + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$, $\{y\text{Na}_2\text{HPO}_4 + (1-y)\text{NaH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$, $\{y\text{KCl} + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$ и $\{y\text{KCl} + (1-y)\text{K}_2\text{HPO}_4\}(\text{aq})$, на температури $T = 298,15 \text{ K}$ за које у литератури нема термодинамичких података. Наведене резултати поред бољег фундаменталног познавања својстава испитиваних раствора доводе и до неопходних информација за унапређење постојећих процеса везаних за технологију неорганских соли.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У току израде докторске дисертације под називом „**Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима**“ кандидат је исказао стручност и самосталност у свим фазама израде тезе, пружајући значајан допринос у научним областима које представљају предмет истраживања докторске дисертације. Комисија сматра да кандидат Тијана Г. Ивановић, квалитетом остварених научних резултата, као и својим ангажовањем током израде докторске дисертације, поседује све квалитете неопходне за самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Докторска дисертација кандидата **Тијане Ивановић**, мастер инж. технологије, под насловом „**Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима**“ пружа значајан научни допринос у оквиру одређивања термодинамичких својстава система: $\{y\text{NaH}_2\text{PO}_4 + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$, $\{y\text{K}_2\text{HPO}_4 + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$, $\{y\text{Na}_2\text{HPO}_4 + (1-y)\text{NaH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$, $\{y\text{KCl} + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$ и $\{y\text{KCl} + (1-y)\text{K}_2\text{HPO}_4\}(\text{aq})$, на температури $T = 298,15 \text{ K}$, при чему се може издвојити следеће:

- Одређена су термодинамичка својстава изабраних електролитних система са фосфатним јонима;
- Проширена је термодинамичка база података новим, експерименталним подацима за осмотске коефицијенте трокомпонентних система;
- Одређене су термодинамичке особине као што је средњи јонски коефицијенти активности електролита у системима: $\{y\text{NaH}_2\text{PO}_4 + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$, $\{y\text{K}_2\text{HPO}_4 + (1-y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$, $\{y\text{Na}_2\text{HPO}_4 + (1-y)\text{NaH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$ на $T = 298,15 \text{ K}$;
- Анализа сложених интеракција типа јон–јон и јон–растварач је допринела бољем разумевању и објашњењу појава у испитиваним системима;
- Испитана је и анализирана применљивост различитих термодинамичких модела за предвиђање, корелисање и прорачун термодинамичких особина испитиваних система.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу приказаних резултата може се закључити да је у оквиру термодинамичке карактеризације електролитних система са фосфатним јонима која је изведена у овом раду постигнут вишеструки научни допринос. Термодинамичка база података је проширена новим вредностима осмотских коефицијената и средњих јонских коефицијената активности електролита које су одређене применом изопиестичке методе и методе мерења електромоторне силе. Различитим термодинамичким моделима успешно је изведено предвиђање, корелисање и прорачун термодинамичких особина испитиваних система, док добијени резултати истраживања доприносе објашњењу појава у испитиваним системима у светлу могућих интеракција типа јон–јон и јон–растварач.

4.3. Верификација научних доприноса

Из истраживачког рада за докторат кандидат **Тијана Г. Ивановић**, мастер инж. технологије је објавила 4 рада и то два рада који су публиковани у врхунском међународном часопису (M21), један рад у истакнутом међународном часопису (M22) и један рад у међународном часопису (M23).

Категорија M21

1. **Tijana Ivanović**, Daniela Popović, Jelena Miladinović, Joseph A. Rard, Zoran P. Miladinović, Ferenc T. Pastor, "Isopiestic Determination of the Osmotic and Activity Coefficients of $\{y\text{K}_2\text{HPO}_4 + (1 - y)\text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$ at $T = 298.15 \text{ K}$, *Journal of Chemical Thermodynamics* **142** (2020) 105945 (**IF 2019: 2,888**) (ISSN: 0021-9614) DOI:10.1016/j.jct.2019.105945
2. **Tijana Ivanović**, Daniela Popović, Joseph A. Rard, Snežana Grujić, Zoran P. Miladinović, Jelena Miladinović, „Isopiestic determination of the osmotic and activity coefficients of the $\{y \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + (1 - y) \text{MgSO}_4\}(\text{aq})$ system at $T = 298.15 \text{ K}$ “, *Journal of Chemical Thermodynamics*, **113** (2017) 91-103. (**IF 2017: 2,631**) (ISSN 0021-9614) DOI: 10.1016/j.jct.2017.05.006

Категорија M22

1. **Tijana Ivanović**, Daniela Z. Popović, Jelena Miladinović, Joseph A. Rard, Zoran P. Miladinović, Ferenc T. Pastor, "Isopiestic Determination of Osmotic and Activity Coefficients of the $\{y\text{NaH}_2\text{PO}_4 + (1 - y)\text{Na}_2\text{HPO}_4\}(\text{aq})$ System at $T = 298.15 \text{ K}$ ", *Journal of Chemical and Engineering Data*, **65** (2020) 5137-5153. (**IF 2019: 2,369**) (ISSN 0021-9568) DOI: 10.1021/acs.jced.0c00281

Категорија M23

1. **Tijana Ivanović**, Daniela Ž. Popović, Jelena Miladinović, Joseph A. Rard, Zoran P. Miladinović, Svetlana Belošević, Katarina Trivunac, „Isopiestic Determination of the Osmotic and Activity Coefficients of the $\{y \text{NaH}_2\text{PO}_4 + (1 - y) \text{KH}_2\text{PO}_4\}(\text{aq})$ System at $T = 298.15 \text{ K}$ “, *Journal of Solution Chemistry*, **48** (3) (2019) 296-328. (**IF 2019:1,273**) (ISSN 0095-9782) DOI: 10.1007/s10953-018-0839-4

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу претходно наведеног мишљење Комисије је да докторска дисертација кандидата **Тијане Ивановић**, мастер инж. технологије, под насловом „**Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима**“ представља оригиналан научни допринос предметне области истраживања. Оригиналност докторске дисертације кандидата је потврђена објављивањем више радова у часописима међународног значаја.

Постављени предмет и циљеви докторске дисертације у потпуности су остварени на основу чега Комисија износи своје мишљење да докторска дисертација под називом „**Термодинамичка карактеризација електролитних система са фосфатним јонима**“ у потпуности испуњава све захтеване критеријуме, као и да је кандидат током израде дисертације показао самосталност и оригиналност у истраживачко-научном раду.

Имајући у виду квалитет, обим и научни допринос постигнутих и приказаних резултата Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду прихвати овај Реферат, пружи на увид јавности поднету докторску дисертацију кандидата **Тијане Г. Ивановић**, мастер инж. технологије у Законом предвиђеном року, као и да Реферат упути Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и да након завршетка процедуре позове Кандидата на усмену одбрану дисертације пред Комисијом у истом саставу.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Јелена Миладиновић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
Др Снежана Грујић, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
Др Мирјана Кијевчанин, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
Др Даниела Поповић, научни сарадник
Иновациони центар Технолошко-металуршког
факултета

.....
Др Зоран Миладиновић,
научни саветник,
Институт за општу и физичку хемију