

**КОМИСИЈА ЗА РАЗМАТРАЊЕ КОНКУРСНОГ МАТЕРИЈАЛА И ПИСАЊЕ ИЗВЈЕШТАЈА О ИЗБОРУ НАСТАВНИКА У ЗВАЊЕ РЕДОВНОГ ПРОФЕСОРА ЗА УЖУ НАУЧНУ ОБЛАСТ **ФИЗИКА КОНДЕНЗОВАНЕ МАТЕРИЈЕ, НАНОСТРУКТУРАЛНИ МАТЕРИЈАЛИ****

у саставу:

1. Академик проф. др Драгољуб Мирјанић, Академија наука и умјетности Републике Српске, председник,
2. Др Милан Кнежевић, редовни професор Физичког факултета Универзитета у Београду, члан,
3. Др Милан Пантић, редовни професор Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду, члан.

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВИЈЕЋУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ  
ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У ИСТОЧНОМ САРАЈЕВУ**

Одлуком Наставно-научног вијећа Електротехничког факултета Универзитета у Источном Сарајеву број 03-1291/14 од 15. 09. 2014. године, именовани смо за чланове Комисије за разматрање конкурсног материјала и писање извјештаја за избор наставника у звање редовног професора за ужу научну област **Физика кондензоване материје, наноструктурални материјали.**

На основу увида у приложену документацију и конкурсни материјал подносимо  
слједећи

**ИЗВЕШТАЈ**  
**КОМИСИЈЕ О ПРИЈАВЉЕНИМ КАНДИДАТИМА ЗА ИЗБОР У ЗВАЊЕ**  
**РЕДОВНОГ ПРОФЕСОРА**

**I ПОДАЦИ О КОНКУРСУ**

**Конкурс објављен:** 23. 7. 2014. године у дневном листу „Глас Српске”  
**Ужа научна/умјетничка област:** Физика кондензоване материје, наноструктурални материјали  
**Назив факултета:** Електротехнички факултет Универзитета у Источном Сарајеву  
**Број кандидата који се бирају:** 1  
**Број пријављених кандидата:** 1

**II ПОДАЦИ О КАНДИДАТИМА**

**1. Основни биографски подаци**

**Име, средње име и презиме:** Жељко, Ненад, Пржуљ  
**Датум и мјесто рођења:** 11. 01. 1967. Београд  
**Установе у којима је био запослен:** Електротехнички факултет Универзитета у Источном Сарајеву (од 1999.)  
**Звања/радна мјеста:** виши асистент (1998-2003.), доцент (2003-2008.), ванредни професор (2008-2014.) на Електротехничком факултету Универзитета у Источном Сарајеву  
**Научна/умјетничка област:** Физика  
**Чланство у научним и стручним организацијама или удружењима:** Друштво физичара Србије

**2. Биографија, дипломе и звања**

**Основне студије:**

**Назив институције:** Природно-математички факултет, Одсек за физику, Универзитет у Сарајеву  
**Мјесто и година завршетка:** Сарајево, 1991.

**Постдипломске студије:**

**Назив институције:** Физички факултет Универзитета у Београду  
**Мјесто и година завршетка:** Београд, 1998.  
**Назив магистарског рада:** Улога солитона у транспорту енергије и наелектрисања у молекуларним ланцима  
**Ужа научна/умјетничка област:** Теоријска физика кондензованог стања материје

**Докторат:**

**Назив институције:** Физички факултет Универзитета у Београду  
**Мјесто и година завршетка:** Београд, 2000.  
**Назив дисертације:** Утицај квантних флукуација решетке на особине мултивибронских

солитона у молекулским ланцима

**Ужа научна/умјетничка област:** Теоријска физика кондензованог стања материје

**Претходни избори у наставна и научна звања (институција, звање и период):**

14. 12. 1998. изабран у звање вишег асистента на ЕТФ УИС

29. 11. 2003. изабран у звање доцента на ЕТФ УИС.

27. 11. 2008. изабран у звање ванредног професора на ЕТФ УИС.

### 3. Научна/умјетничка дјелатност кандидата

#### 1. РАДОВИ ПРИЈЕ ИЗБОРА У ЗВАЊЕ ВАНРЕДНОГ ПРОФЕСОРА

##### A) Објављени радови у водећим међународним часописима

A1. Zoran Ivić, Željko Pržulj, Dragan Kostić, Darko Kapor and Mario Škrinjar  
*Effects of the quantum lattice fluctuations on the vibron pairing in two-site systems*  
Phys. Rev. B **54**, 2992-2995 (1996)

A2. Zoran Ivić, Željko Pržulj, Darko Kapor and Mario Škrinjar  
*On the relevance of the self-trapping mechanism for the charge and energy transfer in biological systems*  
Bioelectrochemistry and Bioenergetics **41**, 43-46 (1996)

A3. Darko Kapor, Mario Škrinjar, Zoran Ivić and Željko Pržulj  
*On the possibility of the creation of bound states of two Amide-I quanta in Alpha-helix*  
Bioelectrochemistry and Bioenergetics **41**, 93-96 (1996)

A4. Zoran Ivić, Dragan Kostić, Željko Pržulj and Darko Kapor  
*Effects of the quantum lattice fluctuations on multi-quanta Davydov-like solitons in molecular chain*  
J. Phys.: Condens. Matter **9**, 413-426 (1997)

A5. Jasmina Tekić, Zoran Ivić and Željko Pržulj  
*Soliton induced modification of the speed of sound in quasi-one-dimensional molecular crystals*  
J. Phys.: Condens. Matter **10**, 1487-1494 (1998)

A6. Jasmina Tekić, Zoran Ivić, Slobodan Zeković and Željko Pržulj  
*Kinetic properties of the multi-quanta Davydov-like solitons in molecular chains*  
Phys. Rev. E **60**, 821-825 (1999)

A7. Zoran Ivić, Željko Pržulj and Dragan Kostić  
*Decay and slowing down of the multi-quanta Davydov-like solitons in molecular chains*  
Phys. Rev. E **61**, 6963-6970 (2000)

A8. Zoran Ivić, Slobodan Zeković and Željko Pržulj  
*Radiative decay of the one-dimensional large acoustic polaron*  
Physics Letters A **306**/2-3, 144-152 (2002)

A9. Zoran Ivić, Gradimir Vujičić and Željko Pržulj  
*Polaron induced modification of the speed of the sound in quasi one-dimensional molecular crystal*  
Physics Letters A **316**, 126-134 (2003)

A10. Dalibor Čevizović, Slobodan Zeković, Zoran Ivić and Željko Pržulj  
*Modification of phonon spectra due to vibron self-trapping in molecular crystals*  
Physics Letters A **358** 457-462 (2006)

A11. Darko Kapor, Mario Škrinjar, Zoran Ivić and Željko Pržulj  
*Comment on „Improvement of the Davydov theory of bioenergy transport in protein molecular system“*  
Phys. Rev. E **73**, 013901-1 013901-4 (2006)

A12. Željko Pržulj, Dalibor Čevizović, Slobodan Zeković and Zoran Ivić  
*Infrared absorption spectra of molecular crystal: Possible evidence for small-polaron formation?*  
Chemical Physics Letters **462** 213-216 (2008)

#### **Б) Објављени радови у водећим часописима од националног значаја**

B1. Željko Pržulj, Dragan Kostić and Zoran Ivić,  
*Classification and existence of polarons and solitons in molecular chains: Phase diagram*  
*Contemporary Studies in Condensed Matter Physics,*  
Solid State Phenomena **61-62**, 291-294 (1998)  
Proceedings of the Symposium on Condensed Matter Physics, Kladovo, Yugoslavia

B2. Ž. Pržulj, Z. Ivić and S. Zeković  
*The radiation decay of large polaron in one-dimensional molecular crystals*  
SVESKE FIZIČKIH NAUKA year XV, Series A: Conferency No A! 289 (2002)

#### **В) Радови саопштени на скуповима националног значаја штампани у целини**

B1. Željko Pržulj, Dragan Kostić i Zoran Ivić  
*Varijaciona procena energije osnovnog stanja spin-bozonskog modela*  
9. Kongres fizičara Jugoslavije, Zbornik radova 261-264 (1995)

B2. Željko Pržulj, Zoran Ivić i Dragan Kostić  
*Vreme života multikvantnih Davidovljevih solitona u kvazi-jednodimenzionalnim molekularnim kristalima*  
10-ti Kongres Fizičara Jugoslavije, Vrnjačka Banja, Zbornik Radova 181-186 (2000)

B3. Zoran Ivić, Željko Pržulj, Slobodan Zeković i Jasmina Tekić  
*Kinetičke osobine multikvantnih Davidovljevih solitona*  
10-ti Kongres Fizičara Jugoslavije, Vrnjačka Banja, Zbornik Radova 315-318 (2000)

B4. Zoran Ivić, Dalibor Čevizović, Željko Pržulj and Slobodan Zeković  
*The Influence of the Small-Polaron Induced Phonon Hardening of Phonon Spectra on Electric Conductivity of Quasi one dimensional Molecular Crystals*  
XVI National Symposium on Condensed Matter Physics SFKM 2004, Sokobanja, Serbia 2004

B5. Željko Pržulj and Zoran Ivić  
*Self-Trapping in Anisotropic Molecular Crystals*  
XVII National Symposium on Condensed Matter Physics SFKM 2007, Vršac, Serbia 2007

#### **Г) Радови саопштени на скуповима националног значаја штампани у изводу**

G1. Željko Pržulj, Dragan Kostić and Zoran Ivić  
*Klasifikacija i egzistencija polarona i solitona u molekularnim lancima: Fazni dijagram*  
Simpozijum o fizici kondenzovane materije SFKM 97, 29. 9.-1. 10. 1997, Kladovo

G2. Ž. Pržulj, Z. Ivić i S. Zeković  
*The radiation decay of large polaron in one-dimensional molecular crystals*  
Simpozijum o fizici kondenzovane materije SFKM 2001,  
3. 10.-5. 10. 2001. Aranđelovac

#### **Д) Одбрањена магистарска теза**

D1. Жељко Пржуљ  
*Улога солитона у транспорту енергије и наелектрисања у молекуларним ланцима*

Магистарски рад, Физички факултет Универзитета у Београду (1998)

### **Б) Одбрањена докторска дисертација**

Б1. Жељко Пржуљ

*Утицај квантних флукуација решетке на особине мултивибронских солитона у молекулским ланцима*

Докторска дисертација, Физички факултет Универзитета у Београду (2000)

### **Е) Објављене књиге**

Е1. Жељко Пржуљ

*Збирка рјешених задатака из физике*

Електротехнички факултет Универзитета у Источном Сарајеву, 2008.

## **2. РАДОВИ ПОСЛИЈЕ ИЗБОРА У ЗВАЊЕ ВАНРЕДНОГ ПРОФЕСОРА**

### **А) Објављени радови у водећим међународним часописима**

A1. Zoran Vosika, Željko Pržulj, Ljupčo Hadžievski and Zoran Ivić

*Properties of the moving Holstein large polaron in one-dimensional molecular crystals*

J. Phys.: Condens. Matter **21**, 275404 (10pp) (2009)

(кратак приказ)

У овом раду су проучаване особине покретног великог поларона у 1Д системима, у оквиру Холштајновог модела молекуларног кристала. Циљ је био да се, у оквиру адијабатске апроксимације, објасни фононска дисперзија и њен утицај на поларонске особине. Динамика великог поларона описана је нелокалном нелинеарном Шредингеровом једначином. Карактер рјешења ове једначине одређен је степеном нелокалности, који представља однос корелационе дужине електрон-фононске интеракције и полупречника поларона, и као такав зависи од брзине поларона и групне брзине осцилација решетке. Аналитичко рјешење за таласну функцију поларона добијено је у лимесу слабе нелокалности.

Утврђено је да брзина поларона и фононска дисперзија имају значајан утицај на енергетске параметре и динамику великих поларона. Амплитуда и ефективна маса поларона расту а димензије се смањују са порастом степена нелокалности. Пораст ефективне масе иде до 10%, што значајно утиче на покретљивост поларона. Критеријуми стабилности великог поларона су формулисани у зависности од вриједности степена нелокалности, величине основних енергетских параметара система и брзине поларона. Показује се да брзина великог поларона не може бити већа од релативно мале граничне вриједности. Слично ограничење брзине великог поларона није пронађено у разматрањима динамике великог поларона од стране других аутора. Размотрене су посљедице ових резултата на динамику поларона у реалним системима.

A2. Ž. Pržulj, Z. Ivić, D. Kapor and J. Tekić

*Stationary soliton solutions for large adiabatic Holstein polaron in magnetic field in anisotropic solids*

Eur. Phys. J. B. **85**: 95 (2012)

(кратак приказ)

Интеракција „страних” честица (електрони, екситони,...) са атомима решетке у деформабилним чврстим тијелима, доводи до локалне деформације решетке. Локална деформација решетке повратно дјелује на честицу, градећи са њом везано стање–поларон. Особине поларона као и њихов утицај на транспортне, оптичке и магнетне особине окружавајуће средине зависе од основних енергетских параметара система, природе фонона, електрон-фононске интеракције и димензионалности система. Ефекти димензионалности су нарочито изражени у случајевима кратकोдетне електрон-фонон интеракције у

адијабатском лимесу, гдје се особине поларона у 1Д и 2Д системима суштински разликују од истих у балку.

У овом раду су проучаване могућности егзистенције адијабатских великих поларона, који се у облику солитона крећу кроз 3Д решетку са једноосном анизотропијом, при чему су поларони конфинирани у једној димензији усљед дјеловања вањског магнетског поља. Теоријски опис проблема разматран је у оквиру модела молекуларног кристала у случају краткодејственог електрон-фонон интеракције, у адијабатској и континуалној апроксимацији.

Показано је да магнетско поље доводи до формирања и стабилизације великог поларона у реалним 3Д системима са краткодејственом електрон-фонон интеракцијом. Такође се показује да се велики поларон у облику солитона простире дуж и истовремено ротира око осе симетрије. Егзистенција ових солитона у 3Д системима је условљена захтјевом константа спрезања и јачина магнетског поља не прелазе одређене критичне вриједности. За разлику од чистих 1Д система, гдје велики поларони егзистирају само у лимесу слабе везе, егзистенција истих је могућа у ширем интервалу вриједности константе спрезања. Такође се показује да ефективна маса поларона зависи од примјењеног магнетског поља и знатно је мања је у односу на ефективне масе у чистим 1Д системима у одсуству магнетског поља, за исте вриједности константе спрезања, што значајно утиче на транспортне особине поларона.

A3. Dalibor Čevizović, Zoran Ivić, Željko Pržulj, Jasmina Tekić, Darko Kapor  
*Interchain coupling effects on large acoustic polaron in two parallel molecular chains*  
Chemical Physics 426, 9–15 (2013)

(кратак приказ)

Квази једнодимензионалне (1Д) структуре имају значајну улогу у биолошким системима, као што су ДНК и алфа спиралне бјеланчевине. С друге стране, овакви системи све чешће налазе примјену у микроелектроници и оптоелектроници. Ово су разлози због којих је у последње вријеме порастао интерес за особине оваквих система, посебно за њихове транспортне особине. Када се говори о транспорту наелектрисања у квази 1Д системима, ријеч је о транспорту нелинеарних побуђења насталих аутолокализацијом убаченог електрона. Особине оваквог побуђења битно се разликују од особина електрона у проводницима или електрона и шупљина у полупроводничким материјалима. Ако је настала нелинеарна екситација још и стабилна, она може играти важну улогу у процесу транспорта наелектрисања у поменутих структурама. Према ранијим истраживањима, у правим 1Д структурама аутолокализацијом електрона може настати стабилно солитонско стање. Али у структурама које се састоје од два или више паралелних макромолекуларних ланаца (квази 1Д структуре), дејство између ланаца може значајно утицати на особине солитона.

У овом раду је истраживан утицај спрезања између ланаца на особине великог адијабатског поларона, у систему који се састоји од два паралелна макромолекулска ланца. У зависности од јачине спрезања међу ланцима нашли смо два типа рјешења. У режиму слабог спрезања поларон је заробљен на једном ланцу, асиметрични поларон, са енергијом која је мања од дна зоне проводности. Постепеним порастом јачине спрезања, поларон се делокализује, да би у лимесу јаког спрезања био подједнако расподјељен на оба ланца. Енергија ових делокализованих солитона лежи у области слободних стања. Интеракција између молекуларних ланаца доводи до дестабилизације поларона, односно прелаза из асиметричног у хибридни поларон. Показује се да је прелаз из једног у други тип поларона, односно из асиметричног у симетрични и обрнуто, може остварити варирајући брзину поларона помоћу вањског електричног поља.

Анализирана је стабилност поларона, као и стабилност на мале линеарне пертурбације. Дефинисан је критеријум стабилности ефективно 1Д поларона преко енергије везе поларона, брзине поларона, брзине звука у систему и енергија резонантног спрезања молекула унутар и између ланаца.

## **Б) Објављени радови у водећем часопису националног значаја М51**

Б1. Pržulj, Ž.; Ivić, Z.

*Adiabatic large polarons in anisotropic molecular crystals*

Journal of Research in Physics, Volume **35**, Issue 1, Pages 15–27, ISSN (Print) 1450-7404,

DOI: 10.2478/v10242-012-0002-2, May 2012.

(кратак приказ)

Рад је посвећен проучавању особина великог поларона чије је кретање ограничено на један молекулски ланац у систему великог броја молекулских ланаца уграђених у 3Д решетку. Коришћен је модел молекуларног кристала. Пробно стање се бира у облику директног продукта електронске (екситонске) таласне функције и кохерентног фононског стања. Примјеном временски зависног варијационог принципа налазе се рјешења за таласну функцију (солитонски облик), енергију, ефективну масу, димензије и друге величине поларона. Показује се да интеракција између ланаца значајно утиче на велике полароне у анизотропним срединама и мора се узети у обзир ако се жели правилно разумијевање улоге поларона у транспортним процесима. Амплитуда поларона је приближно 1,6 пута мања од исте у стварним 1Д системима. С друге стране димензије поларона су исто толико пута веће у односу на димензије у стварним 1Д системима. Када се упореде ефективне масе, налази се да је ефективна маса 2,25 пута мања у реалним системима у односу на идеализовани 1Д систем.

Ови резултати указују на потребу да се редефинише могућа улога поларона у транспорту енергије и наелектрисања у молекулским ланцима. Показује се да је примјенљивост континуалне апросимације у реалним системима оправдана у много ширем интервалу параметарског простора система (адијабатски параметар и параметар спрзања) у односу на исте интервале код идеализованих 1Д система. Значајно смањење ефективне масе мора бити узето у обзир при разматрању кретања поларона под утицајем спољних сила, нпр. електричног поља. Ово се посебно односи покретљивост поларона која би требало да буде значајно повећана. Могуће је да је улога поларона у проводљивости квази-1Д супстанци значајно потцјењена на основу разматрања стварних 1Д система. Ови резултати могу бити од значаја за правилан опис и улогу великих поларон у квази-1Д електрон (екситон)-фонон системима, као што су проводници (неке органске соли и коњуговани полимери) и молекуларни ланци као што су  $\alpha$ -спиралне бјеланчевине, ацетанилид и ДНК).

## **В) Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу М64**

Б1. Z. Vosika, Ž. Pržulj and Zoran Ivić

*Stability of the moving Holstein large polaron in one-dimensional molecular crystals*

The First Physics Congress of Bosnia and Herzegovina, Teslić, Republika of Srpska, p 25 (2008)

(кратак приказ)

Размотрене су особине покретног великог поларона у оквиру Холштајновог модела молекулског кристала. Показано је да дисперзија фонона значајно утиче на динамику поларона, која је описана нелокалном нелинеарном Шредингеровом једначином. Карактер њених решења одређен је степеном нелокалности, који представља однос брзине поларона и групне брзине фононских мода. Аналитичка решења за полароне добијају се у лимесу слабе нелокалности. Утврђено је да брзина поларона и дисперзија фонона имају значајан утицај на параметре и динамику великих поларона. Поларонска амплитуда и ефективна масе се повећава док се просторне димензије поларона смањују са порастом степена нелокалности. Одређени су критеријуми стабилности великих поларон у зависности од вредности степена нелокалности, енергетских параметара система и брзине поларона.

Б2. Željko Pržulj, Zoran Ivić and Jasmina Tekić

*Large Polaron in Transverse Magnetic Field*

(кратак приказ)

У оквиру модела молекуларног кристала проучавана је интеракција „убачених“ честица (квазичестица) са решетком 3Д деформабилног чврстог тијела са једноосном анизотропијом. Систем је био изложен дјеловању вањског магнетског поља. Проблем је разматран у адијабатској и континуалној апроксимацији. Интеракција „убачених“ честица (квазичестица) са решетком доводи до формирања везаног стања честице и локалне деформације-поларона, који се у облику нелинеарног таласа (солитона) креће кроз кристал. Разматране су могућности егзистенције и стабилности адијабатских великих поларона.

Показано је да магнетско поље доводи до формирања и стабилизације великог поларона у реалним 3Д системима са краткодметном електрон-фонон интеракцијом. Такође се показује да се велики поларон у облику солитона простире дуж и истовремено ротира око осе симетрије. Егзистенција ових солитона у 3Д системима је условљена захтјевом константа спрезања и јачина магнетског поља не прелазе одређене критичне вриједности. За разлику од чистих 1Д система, гдје велики поларони егзистирају само у лимесу слабе везе, егзистенција истих је могућа у ширем интервалу вриједности константе спрезања електрон-фононоског система.

V3. Жељко Пржуљ, Зоран Љубоје, Зоран Ивић

*Солитонски модел транспорта енергије и наелектрисања у молекулским ланцима*

IV математичка конференција Републике Српске, Требиње, 6-7 јун 2014.

(кратак приказ)

Многи идеализовани модели који се успјешно користе у физици кондензоване материје засновани су на хармонијској апроксимацији. У оквиру ове апроксимације уводе се колективна побуђења која описују истовремено самосагласно кретање великог броја честица и која се могу посматрати као идеални гас квазичестица (фонони, екситони, магнони...). Интеракција између различитих квазичестица доводи нелинеарности динамичких једначина које описују еволуцију одређеног система. Овакви проблеми се рјешавају различитим пертурбационим методама.

Током времена издвојили су се проблеми који се нису могли објаснити у оквиру поменутог концепта линеарних побуђења. Карактеристични примјери су доменски зидови у магнетцима и фероелектрицима, вортекси у суперпроводницима, поларони и други. У свим овим случајевима се ради о суштински нелинеарним појавама, за чији опис је требало развити нове методе. Иако се ради о појавама различите физичке природе, њихов теоријски опис било је могуће свести на мали број модела, гдје се еволуција система описује нелинеарним парцијалним диференцијалним једначинама. Партикуларна рјешења ових једначина су нелинеарни, уједињени таласи – солитони.

Настанак солитона везан је за спонтано нарушење симетрије хомогеног система, односно са аутолокализацијом енергије побуђења, густине наелектрисања или других физичких величина. Битна особина солитона је да се крећу у компактној форми, задржавајући облик обвојнице и димензије произвољно дуго. Солитони настају као посљедица баланса супротних физичких тежњи: дисперзије која настоји да рашири таласни пакет и нелинеарности која тежи да формира ударни таласни фронт.

У овом раду, у оквиру теорије која обједињује временски зависан варијациони метод и *dressing* метод, анализирана је егзистенција различитих типова аутолокализованих стања у молекулским ланцима. У основи ове теорије је идеја да се електрони, протони, унутармолекулска побуђења и друго, могу бити захваћени локалном деформацијом решетке, са којом граде везано стање које се простире кроз систем у облику солитона.

Размотрена су два типа интеракције квазичестица, са акустичним и са оптичким фононима. Ова стања, поларони и солитони, су класификована и одређени су услови



њихове егзистенције у зависности од основних параметара система. На основу добијених резултата размотрена је релевантност солитонског модела транспорта енергије и наелектрисања у  $\alpha$  – спиралним бјеланчевинама.

**В4. Далибор Чевизовић, Жељко Пржуљ, Зоран Ивић**

*Примена варијационог метода за одређивање статистички најповољнијих квантних стања екситација код протеинских макромолекуларних ланаца*

IV математичка конференција Републике Српске, Требиње, 6-7 јун 2014.

(кратак приказ)

Одређивање статистички најповољнијих стања квантних честица у кристалним и квазикристалним структурама на коначним температурама је сложен проблем. Он се обично рјешава избором варијационе функције и одређивањем варијационих параметара који морају одговарати минималној вриједности слободне енергије система. Приликом рјешавања оваквих проблема, посебно у случају кад се не могу занемарити интеракције међу подсистемима, прибјегава се некој апроксимативној методи. У многим случајевима, варијациони метод заснован на примени Богољубовљеве неједнакости у знатној мјери може помоћи при процјени горње границе слободне енергије. Овакав метод у литератури се обично назива Богољубовљев варијациони метод.

У раду су размотрене особине вибрационих побуђења у макромолекулским ланцима и њихова зависност од физичких параметара макромолекула, као и температуре окружења. У обзир је узета интеракција вибрана са термалним осцилацијама макромолекула. Примењен је варијациони метод заснован на коришћењу модификоване унитарне трансформације Ланга и Фирсова, а статистички најповољнија стања вибрана су процјењена из горње граничне вредности слободне енергије примјеном Богољубовљеве неједнакости.

Анализом добијених резултата уочено је да за поједине вриједности параметара структуре, као и за одређене вредности температуре окружења постоји нагла промјена физичких особина вибронских стања: у почетку слабо локализовани, практично слободни виброни, бивају захваћени у околини неког структурног елемента макромолекулског ланца. Процјењена је зависност критичних вриједности параметара структуре од температуре. Добијени резултати потврђују ранија опажања двојности природе вибрана у оваквим структурама, која су добијена сложеним нумеричким прорачунима.

**В5. Зоран Љубоје, Жељко Пржуљ, Огњен Бјелица**

*Примјена нумеричких метода при рјешавању неких метода у фоторефрактивној оптици*

IV математичка конференција Републике Српске, Требиње, 6-7 јун 2014.

(кратак приказ)

Многи процеси у физици описују се диференцијалним једначинама. У неким случајевима те једначине је тешко или немогуће ријешити аналитички, па се тада користе различите нумеричке методе. Нумеричке методе понекад дају погрешна рјешења. У неким ситуацијама у рјешењима се могу појавити нумеричке нестабилности или нас метода може водити до тзв. нумеричког хаоса.

У раду је анализиран примјер рјешавања диференцијалне једначине  $y' = (y + 3)(y - 1)$  модификованом Ојлеровом методом, комбинованом нумеричком методом и аналитички. Показано како различите нумеричке методе дају различита, па и погрешна рјешења, иако се једначина може ријешити аналитички. Анализирани примјери из области нелинеарне оптике, конкретно неки аспекти фоторефрактивног ефекта. Овај ефекат се јавља при интеракцији ласерске свјетлости са неким кристалима, при чему долази периодичне промјене индекса преламања оптичке средине. У овој ситуацији формира се дифракциона решетка у кристалу на којој се могу расијавати додатни упадни зраци.

Фоторефрактивни ефекат је описан диференцијалним једначинама које се рјеша-

вају нумеричким методама. У рјешењима се појављују нумеричке нестабилности које зависе од реалних физичких параметара, као што је електрично поље, као и нумеричких метода рјешавања једначина. Потребно установити који резултати имају експерименталну потврду.

#### **Г) Објављене књиге**

Г1. Жељко Пржуљ

*Увод у нанонауку и нанотехнологије*

Електротехнички факултет Универзитета у Источном Сарајеву, 2013.

Г2. Жељко Пржуљ

*Термодинамика и молекуларна физика*

Електротехнички факултет Универзитета у Источном Сарајеву, 2014.

### **4. Образовна дјелатност кандидата**

#### 1. Образовна дјелатност прије последњег избора/реизбора

У периоду 2003-2006. година кандидат је држао аудиторне вјежбе на Електротехничком факултету у Источном Сарајеву, на предметима *Физика* и *Физичке основе електронике*.

Од школске 2006/07. године кандидат држи предавање на предмету *Физика материјала* (пети семестар на Одсјеку за Аутоматику и електронику), као и на изборном предмету *Увод у нанонауку и нанотехнологије* (шести семестар на Одсјеку за Аутоматику и електронику).

#### 2. Образовна дјелатност после последњег избора/реизбора

Кандидат је од школске 2008/09 па до данас, предаје предмете *Физика материјала* и *Увод у нанонауку и нанотехнологије* на Електротехничком факултету Универзитета у Источном Сарајеву. На истим предметима држи и аудиторне вјежбе.

Од школске 2009/10 године држи предавања на предмету *Термодинамика*, на првој години студијске групе Математика и физика на Филозофском факултету Универзитета у Источном Сарајеву. На истом факултету од школске 2011/12 држи предавања студентима четврте године на предмету *Физика чврстог стања*.

Под менторством Др Жељка Пржуља, дипломирани физичар Зоран Б. Восика написао је и 2009. године одбранио магистарски рад под називом *Утицај дисперзије оптичких фонона на особине великог поларона у молекуларним ланцима*, на Физичком факултету Универзитета у Београду.

Кандидат је 2013. и 2014. године објавио два универзитетска уџбеника, оба у издању Електротехничког факултета Универзитета у Источном Сарајеву.

#### **Жељко Пржуљ, УВОД У НАНОНАУКЕ И НАНОТЕХНОЛОГИЈЕ**

Електротехнички факултет Универзитета у Источном Сарајеву, 2013.

(кратак приказ књиге)

Нанотехнологије представљају мултидисциплинарну област науке и технике које се појавила релативно скоро и доживљава убрзан развој током задње три деценије. Нанотехнологије представљају специфичну врсту произвођачке технологије која

омогућава контролисано манипулисање материјом на атомском и молекулском нивоу. Нанотехнологије подразумевају истраживање, конструкцију и примјену функционалних структура код којих је бар једна димензија величине (1-100) nm. Овакве структуре, наноструктуре, показују необичне физичке, хемијске и биолошке особине, који се јављају услед ограничења димензија на нанометарску скалу. У наноструктурама доминирају принципијелно нове појаве које се значајно разликују од појава у макроскопским структурама. У основи ових појава су квантни ефекти, одсуство дефеката у запремини монокристала, утицај површине и друго, што узрокује јединствене физичке, хемијске и механичке особине које отварају врата у суштински нове области манипулисања материјом и примјене.

Књига је написана на основу предавања на предмету *Увод у нано науку и нанотехнологије* које је аутор држао протеклих седам година студентима III године Одсека за аутоматизацију електронике Електротехничког факултета у Источном Сарајеву. Писана је из визуре физичара за студенте електротехнике, те је ова перспектива и одредила садржај и ниво изложеног материјала. Уџбеник обрађује савремене области нанотехнологија, нанофизике и наноелектронике. У циљу разумевања основних принципа и резултата нано наука, аутор се трудио да селекује релевантни материјал из мноштва истраживачких публикација, да га на појединим мјестима поједностави и тако приближи студентима основних студија. Уџбеник може корисно послужити и студентима физике, физичке хемије и свим осталим који се интересују за ову изузетно значајну област науке и технике, која ће временом још више добијати на важности. Нанотехнологије многи сматрају трећом научно-техничком револуцијом која ће довести до револуције у манипулисању материјом, аналогно револуцији коју су направили рачунари у манипулисању информацијама.

Књига је подијељена на шест глава: *Увод, Технологије израде наноструктура, Методе карактеризације наноструктура, Полупроводничке наноструктуре, Наномагнетизам и спинтроника и Угљеничне наноструктуре.*

У првој глави су дефинисани основни појмови нано наука и нанотехнологија, дат је кратак приказ најважнијих научних открића која су суштински утицала на развој нанотехнологија. Дефинисани су основни правци истраживања, области примјене, као и класификација наноструктура и технолошких поступака синтезе истих.

Друга глава је посвећена разматрању технологија израде наноструктурних материјала. Поред традиционалних метода као што су: епитаксија из гасовите фазе, епитаксија молекулским снопом, литографија, депозиција танких слојева, електродепозиција, оксидација и друге, размотрене су и нове методе као што су: електронска литографија, наноштампа, *dip-pen* нанолитографија, методе засноване на скенирајућим сондама и друге.

Најважније микроскопске и спектроскопске методе карактеризације наноматеријала представљене су у трећој глави.

Четврта глава посвећена је полупроводничким наноструктурама. Представљене су основне особине полупроводника, дефинисане хетероструктуре, њихове особине и примјена. Изложена је теорија транспорта наелектрисања у наноструктурама, у оквиру које су представљени ефекти карактеристични за наноструктуре, као што су: једноелектронско тунелирање, кулонска блокада, резонантно тунелирање, квантни Холов ефекат, Ахаронов-Бомов ефекат и други. Дати су бројни примјери примјене полупроводничких наноструктура.

Магнетне особине наночестица и различити спински ефекти у оквиру транспортних појава у наноструктурама постављеним у магнетско поље, размотрени су у петој глави. Представљене су основе спинтронике, која повезује специфичне појаве везаних за спин-зависни транспорт наелектрисања и електронске направе чији је рад заснован на њима. Дати су примјери реализованих направа које користе спинске ефекте, као што су: спинске диоде, спински транзистори, магнетска меморија са случајним приступом, спинска логичка кола и други.

У шестој глави су представљене најважније угљеничне наноструктуре: фулерени, угљеничне нанотубе и графен. Размотрена је њихова структура, физичке и електронске

особине, методе синтезе и бројне (потенцијалне) примјене. Посебна пажња посвећена је графену, који је задњих неколико година у фокусу научне јавности због својих изванредних механичких и електронских особина.

Књига има 278 страна, 227 слика, 111 референци. Рецензенти су: проф. др Милан Тадић, ЕТФ Београд и др Миодраг Митрић, научни савјетник ИНН Винча Београд.

### **Жељко Пржуљ, ТЕРМОДИНАМИКА И МОЛЕКУЛАРНА ФИЗИКА**

Електротехнички факултет Универзитета у Источном Сарајеву, 2014.

(кратак приказ књиге)

Материјал изложен у књизи представља дио општег курса физике, посвећен термодинамици и молекуларној физици, који се изучава на првим годинама природно-математичких, техничких и других сродних факултета. Књига је писана на основу предавања из *Термодинамике*, које аутор држи студентима прве године математике и физике Филозофског факултета Универзитета у Источном Сарајеву.

Књига подијељена на шест глава: *Основни термодинамички појмови*, *Први закон термодинамике*, *Други закон термодинамике*, *Молекуларно-кинетичка теорија гасова*, *Реални гасови и паре* и *Течности*.

Први дио књиге, односно прве три главе посвећене су класичној, равнотежној термодинамици, која је формулисана током друге половине 19. вијека. Она представља општу теорију топлоте која је аксиоматски заснована и која проучава само повратне, равнотежне процесе. У формализму класичне термодинамике вријеме се експлицитно не појављује. Термодинамика не улази у анализу микроскопских механизма посматраних процеса, не уводи никакве претпоставке о структури материје и физичкој природи топлоте. Закони термодинамике представљају генерализацију непосредних запажања о понашању макроскопских тијела. У првој глави, након кратког увода, наведене су методе проучавања вишечестичних система и дефинисани су основни појмови термодинамике. Потом је дефинисана температура и Нулти закон термодинамике. Обрађено је мерење температуре те топлотно ширење чврстих и течних тела. У другој глави је формулисан Први закон термодинамике. Дефинисана је унутрашња енергија, рад, количина топлоте те појам специфичне топлоте и латентне топлоте. Такође су уведени квазистатички процеси. Примјењен је први закон термодинамике на идеалне гасове. Трећа глава се бави Другим законом термодинамике. Детаљно су обрађене различите формулације овог закона. Уведен је појам ентропије и анализирана је иста при различитим процесима. Формулисан је Трећи закон термодинамике и обрађена је у оквиру једног поглавља недостижност апсолутне нуле. Такође су уведени различити термодинамички потенцијали и дати су неки примери практичне примене термодинамичких процеса.

Други дио књиге, односно четврта, пета и шеста глава условно речено припадају молекуларној физици. Молекуларна физика, за разлику од термодинамике, полази од чињеница о атомској и молекуларној структури материје, топлоту посматра као резултат хаотичног кретања атома и молекула. У четвртој глави је обрађена молекуларно-кинетичка теорија гасова. Разматран је молекуларни аспект модела идеалног гаса и појам притиска и температуре. Дата је кинетичка интерпретација специфичне топлоте и уведена Максвелова и Болцманова расподела. Обрађени су транспортни процеси у гасовима и анализирана је средња дужина слободног пута, вискозност, топлотна проводност и дифузија са молекуларног аспекта. Пета глава се бави реалним гасовима и парамма. Наведене су и анализирани разлике између реалних и идеалних гасова. Уведена је Ван дер Валсова једначина стања. Такође су дати критични параметри реалног гаса и унутрашња енергија овог система. Посљедња, шеста, глава бави се проблемом течности. Наведене су макроскопске особине течности и дате теорије исте. Обрађен је површински напон и капиларне појаве као и појаве на граници између течности и чврстог тела. У оквиру посебног поглавља обрађено је испаравање течности

На крају сваке главе налази се неколико детаљно ријешених примјера и већи број задатака (укупно око 100) чији су резултати дати на крају књиге. Задаци су изабрани,

тако да добро илуструју претходно изложену теорију и са њом чине цјелину.

Књига има 190 страна. Рецензенти су: проф. др Милан Пантић, ПМФ Нови Сад и проф. др Борко Вујичић, ПМФ Подгорица.

## 5. Стручна дјелатност кандидата

У досадашњем истраживачком раду Др Жељко Пржуљ је објавио укупно 32 научна рада, од тога 15 у водећим међународним часописима. Укупан број цитата је 106. Учествовао је на четири пројекта Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије:

1. „Физика кондензоване материје и нови материјали“, тема „нелинеарна побуђења у физици кондензоване материје: солитони и поларони“ (1992-2001.)
2. „Неравнотежне и кооперативне појаве и процеси у комплексним системима физике кондензоване материје“ (2002-2005.)
3. „Физика комплексних феномена у плазми, кондензованој материји и нелинеарној оптици“ (2006-2010.).
4. „Фотоника микро и наноструктурних материјала“ (2010-20xx.).

### 1. Стручна дјелатност прије избора у звање ванредног професора

Истраживачка дјелатност Др Жељка Пржуља везана је проучавање нелинеарних феномена у теоријској физици кондензованог стања материје. Основне теме истраживања и резултате можемо подијелити на следећи начин:

#### **а) Утицај поларонског ефекта на осцилаторна побуђења (фононе) кристалне решетке**

У овим истраживањима испитан је утицај ефекта малог поларона на вибрационе особине јако везаног екситон-фонон система у неадијабатском режиму. Методом двовременских температурских Гринових функција нађено је да поларон-фонон интеракција доводи до "отврдњавања" (повећања) фононских фреквенција, што је феномен потпуно различит од оног који се јавља у адијабатском режиму када долази до "омекшавања" (смањивања) фононског спектра. Показано је да ове промјене фононског спектра узрокују карактеристичну модификацију брзине звука која постаје функција физичких параметара система и температуре. Ово може бити детектовано у експериментима аналогним онима коришћеним приликом испитивања нестабилности решетке индуковане спин-фонон интеракцијом и поларонским ефектом у нискотемпературским суперпроводницима. Фононско "отврдњавање" значајно ублажује повећање ефективне масе малог поларона у функцији константе везе, што може имати важне последице за транспорт малог поларона. Презентована анализа, усљед коришћених апроксимација омогућава да се испита доминантни допринос у модификацији фононских фреквенција, али не и пригушење поларона и коначни полуживот фонона.

#### **б) Утицај поларонског ефекта на електричну и топлотну проводљивост молекулских кристала**

Ефект малог поларона битан је за разумијевање различитих физичких особина широке класе супстанци као што су високотемпературски суперпроводници, манганити

са колосалном магнетоотпорношћу, високо проводни полимери и молекуларни ланци као ацетанилид и биолошки макромолекули (алфа хеликс и ДНК). Испитиване су могуће посљедице поларонски индуковане модификације фононског спектра на транспорт наелектрисања у јако везаним електрон-фонон системима. У том циљу израчуната је отпорност малог поларона узимајући у обзир ренормализацију фононских фреквенција. Коришћени су добро познати резултати за зонску и "хоппинг" проводљивост добијени у оквиру једнодимензионалног Холштајновог модела молекуларног кристала. Урачунавање фононског "отврдњавања" даје квалитативно исто понашање отпорности малих поларона у функцији параметара система и температуре као и конвенционалне теорије малих поларона. Квантитативна предвиђања су потпуно другачија. Наиме, предвиђена је огромна разлика у отпорности процењеној са и без фононске ренормализације. Урачунавање фононског "отврдњавања" даје знатно ниже вредности за отпорност малих поларона у односу на конвенционалне приступе. Ово се посебно односи на ниске температуре, када је отпорност доминантно одређена кретањем носилаца наелектрисања зонског типа. Ова разлика постепено ишчезава са повећањем константе везе и температуре.

#### **в) Анализа ИР спектра молекуларних кристала. Заснованост поларонског модела**

Критички је размотрена примјена модела малог поларона за објашњење инфрацрвеног апсорпционог спектра у амид-I области ацетанилида. Пре двадесет и пет година експериментално је утврђено да овај спектар карактеришу два пика: нормални, слабо температурски зависан, који се јавља на приближно 1665  $\text{cm}^{-1}$  и аномални, јако температурски зависан, на 1650  $\text{cm}^{-1}$  који се појављује испод собне температуре. Послије незадовољавајућег објашњења појаве аномалног пика на основу конвенционалних тумачења помоћу Ферми-резонанце, Давидовљевог цијепања и фазног прелаза, узета је у обзир аутолокализација амид-I кванта и формирање малог поларона. Чињеница да параметри ацетанилида у амид-I области задовољавају неадијабатски режим била је главни аргумент за ову тврдњу. Поред тога, чинило се да неки експерименти који су уследили дефинитивно потврђују да је мали поларон одговоран за појаву аномалног пика. Међутим, посљедњих година објављени су радови који су упозоравали да извесна отворена питања постоје и да поријекло аномалног пика још увек није потпуно расвјетљено.

У циљу разрјешења ове дилеме, пошло се од чињенице да параметри малог поларона зависе од температуре. То значи да се енергијска разлика између нормалног и аномалног пика мора мијењати са температуром што утиче на промјену положаја аномалног пика. Експериментална потврда температурски индуковане промјене положаја аномалног пика била би јак доказ у корист малог поларона. Теоријска основа ове анализе Холштајнов модел молекуларног кристала који се уобичајено користи при разматрању посматраног феномена. С обзиром да параметри ацетанилида задовољавају неадијабатски слабо везани гранични случај, коришћена је модификована Ланг-Фирсовљева трансформација која се у свом уобичајеном облику употребљава за случај јаке везе. Одговарајући варијациони параметар одређен је минимализацијом слободне енергије система. Добијена нижа вриједност енергије малог поларона у односу на конвенционалне теорије малог поларона указивала је на супериорност коришћеног метода у датом случају. Рачуни су показали изражену температурску зависност енергијске разлике између нормалног и аномалног пика. Ова разлика се смањује са порастом температуре и достиже 30% на собној температури. Тако велики помак положаја аномалног пика морао би бити примјећен у експерименту. Међутим, у релевантној литератури није до сада забиљжена никаква промјена положаја аномалног

пика. Ово озбиљно доводи у питање преовлађујућу интерпретацију инфрацрвеног апсорпционог спектра у ацетанилиду помоћу малог поларона. Никакво побољшање модела, узимањем у обзир ефеката димензионалности или ширине спектралне линије услед ефеката релаксације, не нарушава ове закључке.

## 2. Стручна дјелатност последице избора у звање ванредног професора

Истраживачку дјелатност Др Жељка Пржуља последице избора у звање ванредног професора можемо подијелити на следећи начини:

### **а) Разматрање проблема аутолокализације у анизотропним молекулским кристалима**

Размотрене су особине великог поларона у јако анизотропним чврстим телима, која се састоје од великог броја паралелних квази-једнодимензионалних молекулских ланаца, уграђених у тродимензионалну решетку. Коректан опис оваквих система захтева урачунавање утицаја трансверзалних пертурбација. Показано је да трансверзалне пертурбације дестабилизују поларон и узрокују повећање ефективне масе. Критеријуми стабилности поларона формулисани су преко параметара унутармолекулских и међумолекулских спрезања. Размотрена је релевантност овог модела у опису транспорта енергије и наелектрисања у квази-једнодимензионалним проводницима (органике соли и одговарајући полимери), алфа спиралне беланчевине, ацетанилид, DNA макромолекуле и др.

### **б) Разматрање особина покретног Холштајновог поларона у молекулским кристалима**

Размотрене су особине покретног великог поларона у оквиру Холштајновог модела молекулског кристала. Показано је да дисперзија фонона значајно утиче на динамику поларона, која је описана нелокалном Шредингеровом једначином. Карактеристична решења одређена су степеном нелокалности, који представља однос брзине поларона и групне брзине фононских мода. Аналитичка решења за полароне добијају се у лимесу слабе нелокалности. Утврђено је да брзина поларона и дисперзија фонона имају значајан утицај на параметре и динамику великих поларона. Поларонска амплитуда и ефективна маса се повећава док се просторне димензије поларона смањују са порастом степена нелокалности. Одређени су критеријуми стабилности великих поларон у зависности од вредности степена нелокалности, енергетских параметара система и брзине поларона. Показало се да је брзина великог поларона ограничена релативно малом граничном брзином, што представља значајну новост у односу на ранија разматрања истог проблема.

### **в) Разматрање особина великог адијабатског поларона у спрегнутим молекулским ланцима**

Према ранијим истраживањима, у правим 1Д структурама аутолокализацијом електрона може настати стабилно солитонско стање. Али у структурама које се састоје од два или више паралелних макромолекуларних ланаца (квази 1Д структуре), дејство између ланаца може значајно утицати на особине солитона.

Истраживан утицај спрезања између ланаца на особине великог адијабатског поларона, у систему који се састоји од два паралелна макромолекуларна ланца. У зависности од јачине спрезања међу ланцима нашли смо два типа решења. У режиму слабог спрезања поларон је заробљен на једном ланцу, асиметрични поларон, са

енергијом која је мања од дна зоне проводности. Постепеним порастом јачине спрезања, поларон се делокализује, да би у лимесу јаког спрезања био подједнако распо-дјељен на оба ланца. Енергија ових делокализованих солитона лежу у области слободних стања. Интеракција између молекуларних ланаца доводи до дестабилизације поларона, односно прелаза из асиметричног у хибридни поларон. Показује се да је прелаз из једног у други тип поларона, односно из асиметричног у симетрични и обрнуто, може остварити варирајући брзину поларона помоћу вањског електричног поља. Анализирана је стабилност поларона, као и стабилност на мале линеарне пертурбације. Дефинисан је критеријум стабилности ефективно 1Д поларона преко енергије везе поларона, брзине поларона, брзине звука у систему и енергија резонантног спрезања молекула унутар и између ланаца.

### г) Разматрање стабилности солитонских рјешења адијабатског поларона у анизотропним молекулским кристалима под дјеловањем магнетског поља

Проучавани су услови егзистенције адијабатских великих поларона, који се у облику солитона крећу кроз 3Д решетку са једноосном анизотропијом, при чеми су поларони конфинирани у једној димензији услед дјеловања вањског магнетског поља. Теоријски опис проблема разматран је у оквиру модела молекуларног кристала у случају кратकोдометне електрон-фонон интеракције, у адијабатској и континуалној апроксимацији.

Показано је да магнетско поље доводи до формирања и стабилизације великог поларона у реалним 3Д системима са кратकोдометном електрон-фонон интеракцијом. Такође се показује да се велики поларон у облику солитона простире дуж и истовремено ротира око осе симетрије. Егзистенција ових солитона у 3Д системима је условљена захтјевом константа спрезања и јачина магнетског поља не прелазе одређене критичне вриједности. За разлику од чистих 1Д система, гдје велики поларони егзистирају само у лимесу слабе везе, егзистенција истих је могућа у ширем интервалу вриједности константе спрезања. Такође се показује да ефективна маса поларона зависи од примјењеног магнетског поља и знатно је мања је у односу на ефективне масе у чистим 1Д системима у одсуству магнетског поља, за исте вриједности константе спрезања, што значајно утиче на транспортне особине поларона.

## III ЗАКЉУЧНО МИШЉЕЊЕ

Законом о високом образовању („Службени гласник Републике Српске”, број 85/06 и 20/07), као и Правилником о поступку и условима избора академског особља Универзитета у Источном Сарајеву, члан 35, прописани су минимални услови за избор у звање редовног професора: *проведен најмање један изборни период у настави у звању ванредног професора, најмање двије (2) објављене књиге, најмање осам (8) научних радова објављених у признатим часописима, - све након стицања звања ванредног професора-те менторско кандидата за други или трећи циклус студија.*

Кандидат је провео један изборни период у настави у звању ванредног професора. До сада је објавио укупно 32 научна рада, од тога 15 у водећим међународним часописима. Послије избора у звање ванредног професора објавио је 9 радова, од чега 3 у водећим међународним часописима. Укупан број цитата радова кандидата је 106. Кандидат је објавио и три универзитетска уџбеника, од тога два послје избора у претходно звање. Под менторством кандидата урађен је један магистарски рад, који је одбрањен 2009. године на Физичком факултету у Београду. У



досадашњем истраживачком раду учествовао је на четири пројекта Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

Све ово говори да су законски услови за избор кандидата у звање редовног професора у цјелости испуњени.

На основу података који су представљени у овом Извјештају, те на основу личног познавања кандидата, сматрамо да др Жељко Пржуљ, својим научним, стручним, педагошким и моралним квалитетима испуњава све услове да буде изабран у звање редовног професора за ужу научну област Физика кондензоване материје, наноструктурални материјали.

Комисија, са задовољством, даје Наставно-научном вијећу Електротехничког факултета Универзитета у Источном Сарајеву

### **П Р И Ј Е Д Л О Г**

да усвоји овај Извјештај и донесе одговарајућу одлуку којом ће Сенату Универзитета у Источном Сарајеву, путем одговарајућег струковног вијећа, предложити да изврши избор Др Жељка Пржуља у звање редовног професора за ужу научну област Физика кондензоване материје, наноструктурални материјали, на Електротехничком факултету Универзитета у Источном Сарајеву.

У Источном Сарајеву, 30. 9. 2014. год.

Чланови Комисије:

1. \_\_\_\_\_  
Академик проф. др Драгољуб Мирјанић,  
Академија наука и умјетности Републике Српске, предсједник Комисије  
Ужа научна област: Биофизика
2. \_\_\_\_\_  
Др Милан Кнежевић, редовни професор  
Физичког факултета Универзитета у Београду, члан  
Ужа научна област: Теоријска физика кондензованог стања материје
3. \_\_\_\_\_  
Др Милан Пантић, редовни професор  
Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду, члан  
Ужа научна област: Теоријска физика кондензованог стања материје