

Научном већу Института за физику у Београду

Извештај комисије за реизбор Вељка Јанковића у звање истраживач сарадник

На седници Научног већа Института за физику одржаној 6. фебруара 2018. године именовани смо у комисију за реизбор Вељка Јанковића у звање истраживач сарадник.

Прегледом материјала који нам је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у његов рад и публикације, Научном већу Института за физику подносимо овај извештај.

Биографски подаци о кандидату

Вељко Јанковић је рођен у Београду, Република Србија, 23. септембра 1990. године. У Београду је завршио основну школу и Математичку гимназију. Основне академске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, смер Теоријска и експериментална физика, започиње 2009. године и завршава их 2013. године са просечном оценом 9,97. Мастер академске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, смер Теоријска и експериментална физика, завршио је јуна 2014. године са просечном оценом 10, одбранивши мастер рад на тему *Неравнотежна оптичка проводност у систему са локализованим електронским стањима*. Мастер рад је урађен у Институту за физику под руководством др Ненада Вукмировића. Рад је награђен наградом проф. др Љубомир Ћирковић као најбољи мастер рад одбрањен током академске 2013/2014. године на Физичком факултету. Новембра 2014. године уписује докторске академске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, ужа научна област физика кондензоване материје. Ментор истраживачког рада на докторским студијама је др Ненад Вукмировић, научни саветник Института за физику у Београду. Тема докторске тезе под насловом *Exciton dynamics at photoexcited organic heterojunctions (Динамика екситона на органским хетероспојевима побуђеним светлошћу)* је одобрена одлуком Универзитета у Београду од 30. октобра 2017. године.

Од новембра 2014. године ангажован је на пројекту основних истраживања ОН171017 *Моделирање и нумеричке симулације сложених вишечестичних система* Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Од октобра 2013. до августа 2015. године био је ангажован на FP7 пројекту Европске комисије *Електронски транспорт у органским материјалима*. У звање истраживач сарадник је изабран 17. марта 2015. године. До сада је објавио четири научна рада M21 категорије. Своје резултате је представио на међународним конференцијама у Београду, Саламанки (Шпанија), Ахену (Немачка), Луки и

Трсту (Италија), а похађао је и летњу школу *CECAM Summer School on Atomistic Simulation Techniques for Material Science, Nanotechnology and Biophysics* која је 2014. године одржана у Трсту (Италија).

Од академске 2013/14. године, Вељко Јанковић учествује у извођењу наставе на Физичком факултету Универзитета у Београду као сарадник у настави, током академске 2013/14. године на предмету Теоријска механика (предметни наставник проф. др Сунчица Елезовић-Хаџић), а од академске 2014/15. године на предмету Квантна статистичка физика (предметни наставници доц. др Михајло Ваневић и проф. др Милан Кнежевић). Од школске 2015/16. године, као и током школске 2012/13. године, учествује у раду Државне комисије за такмичења ученика средњих школа из физике као аутор задатака. Био је један од вођа тима Србије на такмичењу *The 5th Romanian Masters of Physics* које је одржано фебруара 2016. године у Букурешту (Румунија), као и на 48. Међународној олимпијади из физике одржаној у јулу 2017. године у Јогјакарти (Индонезија).

Преглед научне активности и постигнутих научних резултата

Вељко Јанковић се у свом научном раду бави проблемима неравнотежне динамике носилаца наелектрисања у полупроводничким материјалима.

Током мастер студија, истраживање Вељка Јанковића било је фокусирано на високо-фреквентну електричну проводност материјала са локализованим електронским стањима у неравнотежним условима. Равнотежна електрична проводност се може описати добро познатом Кубоовом теоријом линеарног одзива. Међутим, у литератури не постоји једноставан приступ који може да опише неравнотежну проводност. Вељко Јанковић је извео формулу која има веома једноставан математички облик и описује неравнотежну проводност у материјалима са локализованим електронским стањима. Типични примери таквих материјала су аморфни неоргански полупроводници (нпр. аморфни силицијум) и неуређени органски полупроводници (на бази конјугованих полимера или малих молекула).

Током докторских студија, у центру истраживачког рада Вељка Јанковића је теоријски опис динамике екситона генерисаних светлосном побудом органских полупроводника и њихових хетероспојева, што је релевантно за разумевање фундаменталних физичких процеса у органским соларним ћелијама.

У првој фази истраживања, Вељко Јанковић је развио модел за разумевање процеса формирања екситона у полупроводничким материјалима побуђеним светлошћу. Конструисан је моделни Хамилтонијан који укључује релевантне физичке ефекте (делокализација носилаца, Кулонова интеракција, носилац-фонон интеракција, интеракција са спољашњим електромагнетним пољем) и који за различите вредности моделних параметара може да симулира како неорганске, тако и органске полупроводнике. Динамика модела је проучавана у оквиру формализма матрице густине, при чему је посебна пажња посвећена одсецању фононске гране једначина тако да се не наруши закон одржања енергије и закон одржања броја честица. Временске скале релевантне за процесе формирања и

(иницијалних етапа) релаксације екситона су одређене из нумеричког прорачуна у оквиру једнодимензионалног модела. Добијено је да се за параметре органских полупроводника формирање везаних екситона дешава на временској скали од неколико стотина фемтосекунди, након чега долази до њихове даље релаксације и уравнотежавања које траје барем неколико пикосекунди. Добијене временске скале су робустне на разумне варијације параметара модела (температура, јачина електрон-фонон спреге, јачина Кулонове интеракције).

Током друге фазе истраживања, развијени модел је модификован тако да се може испитивати динамика раздвајања екситона на пар електрон-шупљина на границама између два органска полупроводничка материјала. Циљ је био разумевање узрока експериментално опаженог ултрабрзог раздвајања електрона и шупљине на хетероспоју. Резултати су показали да парови просторно раздвојених електрона и шупљине који постоје 100 fs након оптичке побуде система претежно настају њиховом директним оптичким генерисањем, а у много мањем уделу генерисањем екситона у једном материјалу које је праћено његовим раздвајањем на граници између два материјала. Показано је и да је тај закључак неосетљив на вредности параметара материјала и њихове границе. Такође, идентификоване су фотофизичке путање дуж којих се на временским скалама испод 1 ps обавља раздвајање електрон-шупљина парова. Екситонска стања у којима су носиоци наелектрисања делокализовани на хетероспоју су кључна за ултрабрзо раздвајање електрон-шупљина парова из два разлога: један је могућност директног оптичког генерисања носилаца у тим стањима, а други је могућност ултрабрзог преласка иницијалних екситона у појединачном материјалу у та стања. Ипак, прорачуни показују да је број раздвојених електрон-шупљина парова 1 ps након побуде значајно мањи од укупног броја генерисаних парова, односно да се највећи део парова раздваја на дужим временским скалама.

Резултати ових истраживања су досад објављени у 4 рада у часописима категорије M21 и представљени су на неколико конференција.

Радови у часописима категорије M21:

1. V. Janković and N. Vukmirović, "Identification of Ultrafast Photophysical Pathways in Photoexcited Organic Heterojunctions", *J. Phys. Chem. C* 121, 19602 (2017) [ISSN 1932-7447, IF2016 4.796].
2. V. Janković and N. Vukmirović, "Origin of space-separated charges in photoexcited organic heterojunctions on ultrafast time scales", *Phys. Rev. B* 95, 075308 (2017) [ISSN 2469-9950, IF2016 3.836].
3. V. Janković and N. Vukmirović, "Dynamics of exciton formation and relaxation in photoexcited semiconductors", *Phys. Rev. B* 92, 235208 (2015) [ISSN 2469-9950, IF2015 3.718].
4. V. Janković and N. Vukmirović, "Nonequilibrium optical conductivity in materials with localized electronic states", *Phys. Rev. B* 90, 224201 (2014) [ISSN 1098-0121, IF2014 3.736].

Закључак и предлог

Вељко Јанковић испуњава све услове за реизбор у звање истраживач сарадник предвиђене Правилником Министарства просвете, науке и технолошког развоја о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача. Кандидат богато знање које је стекао током основних студија изузетно успешно примењује у решавању конкретних научно-истраживачких проблема. Оригиначне научне резултате које је добио је објавио у четири рада у часописима М21 категорије.

Имајући у виду квалитет његовог научно-истраживачког рада и достигнути степен истраживачке компетентности, изузетно нам је задовољство да предложимо Научном већу Института за физику да реизабере Вељка Јанковића у звање истраживач сарадник.

У Београду, 7. фебруара 2018. год.

Чланови комисије:

др Ненад Вукмировић
научни саветник
Институт за физику у Београду

др Антун Балаж
научни саветник
Институт за физику у Београду

проф. др Ђорђе Спасојевић
ванредни професор
Универзитет у Београду - Физички факултет