

ПРИМЉЕНО:		02.10.2023	
Рад.јед.	Б р о ј	Арх.шифра	Прилог
0801	416/1		

## Научном већу Института за физику у Београду

### Извештај комисије за избор Марије Шиндик у звање истраживач сарадник

На седници Научног већа Института за физику у Београду одржаној 5. септембра 2023. године именовани смо у комисију за избор Марије Шиндик у звање истраживач сарадник.

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

#### Биографски подаци о кандидаткињи

Марија Шиндик је рођена 3. јануара 1997. године у Београду, где је завршила основну школу и Математичку гимназију, као носилац Вукове дипломе. Током средње школе имала је запажен успех на такмичењима из физике на државном и међународном нивоу.

Школске 2015/16. године уписала је Физички факултет Универзитета у Београду, смер Теоријска и експериментална физика. Основне академске студије завршила је 2019. године са просечном оценом 10, и проглашена је студентом генерације на Физичком факултету.

Мастер академске студије је завршила 2020. године на истом смеру, такође са просечном оценом 10. Мастер рад под називом „Quantum Droplets in Dipolar Ring-shaped Bose-Einstein Condensates“ („Квантне капљице у диполним прстенастим Бозе-Ајнштајн кондензатима“), одбранила је 30.09.2020. године, под руководством др Антуна Балажа.

Школске 2020/21. године је уписала докторске студије на Физичком факултету у Београду, ужа научна област физика кондензоване материје и статистичка физика. Од новембра 2020. године запослена је на Институту за физику у Београду као истраживач приправник у Лабораторији за примену рачунара у науци, у оквиру Националног центра изузетних вредности за изучавање комплексних система.

Од школске 2021/22. уписала је докторске студије на Универзитету у Тренту у Италији, у Питаевски центру за Бозе-Ајнштајн кондензацију, под менторством проф. др Alessio Recati-ја, где јој је у септембру 2023. године одобрена израда дисертације на тему „Quantized vortices and sound velocities across the superfluid-supersolid transition in a dipolar Bose gas“. Главна тема изучавања је суперсолидно стање у ултрахладним диполним Бозе гасовима.

Током основних и мастер студија била је ангажована на семинару физике у Истраживачкој станици Петница, од 2016. до 2018. године као сарадник, а 2019. и 2020. године као руководиоца семинара. Од 2015. до 2020. године је била ангажована у Математичкој гимназији као асистент у додатној настави, и школске 2020/21. као наставник физике.

Током основних студија била је на студентским праксама на Институту за физику у Београду и у Институту DESY у Хамбургу. Као резултат ових пракси, објавила је два рада у часописима категорија M21 и M22. Током докторских студија објавила је један научни рад у часопису категорије M21, и један који је у фази рецензије. Имала је неколико доприноса са међународних скупова (катеорије M34).

## **Преглед научне активности кандидаткиње**

Марија Шиндик се у досадашњем раду бавила нумеричким изучавањем диполних ултрахладних Бозе гасова, односно система атома са јаким перманентим магнетним диполним моментом, на ниским температурама на којима долази до Бозе-Ајштајн кондензације. Посебан акценат је стављен на суперсолидна стања, за која је недавно показано да је постоје у овим системима у одређеном опсегу параметара. Ово интригантно стање материје је карактерисано спонтаним и истовременим нарушењем фазне и транслационе симетрије, резултирајући у неинтуитивној коегзистенцији суперфлуидних и кристалних особина.

Једна од фундаменталних карактеристика суперфлуидности је постојање квантизованих вортекса. Иако постоје скорашња нумеричка истраживања која показују њихово постојање и у суперсолидној фази, њихова експериментална детекција и даље представља изазов. Разлог је што се језгра вортекса у суперсолидној фази налазе на местима између квантних капљица, која су и без присуства вортекса карактерисана малом густином. Стога је детекција конвенционалним методама снимања густине таласне функције након експанзије, и повезивања „рупа“ у густини са вортексима, у овом случају јако тешко.

Један део истраживања кандидаткиње се бавио конструкцијом протокола нуклеације и детекције вортекса у диполним Бозе гасовима у хармонијској замци. Метод је базиран на мењању дужине расејања система контролом спољашњег магнетног поља, што доводи до фазног прелазу између суперфлуидне и суперсолидне фазе. Почевши од споро ротирајуће конфигурације у суперфлуидној фази која не поседује вортекс, прелазак у суперсолидну фазу доводи до нуклеације вортекса, због значајно смањене критичне угаоне фреквенције у овој фази. Након што је вортекс креиран, показано је да остаје стабилан при поновном преласку фазног прелазу у суперфлуидно стање, где је његова експериментална детекција могућа. Ови резултати могу имати значајан утицај на тренутне експерименте, пружајући метод провере суперфлуидног карактера диполних суперсолидних стања.

Још једна значајна карактеристика суперсолидне фазе је постојање Голдстонових мода, као последица спонтаног нарушења фазне и транслационе симетрије. У другом делу истраживања кандидаткиње, систем који се посматра је у спољашњем потенцијалу прстенастог облика, где долази до појаве две Голдстонове моде. Оне

се побуђују тако што се нагло уклони периодична пертурбација пропорционална са  $\cos \theta$ , где је  $\theta$  азимутални угао. Анализирањем резултујућих осцилација гаса, могуће је одредити вредности две брзине звука које су повезане са две Голдстонове моде. Ове вредности су анализирани коришћењем хидродинамичке теорије суперсолидног стања на апсолутној нули. Овај приступ омогућава одређивање модула компресибилности слојева, као и суперфлуидне фракције, која се подудара са Leggett-овом проценом неklasичног момента инерције. Ово истраживање пружа оквир за експериментално одређивање релевантних параметара хидродинамичке теорије суперсолидног стања.

## Списак објављених радова кандидаткиње

### Радови објављени у научним часописима међународног значаја

- [1] **M. Šindik**, A. Recati, S. M. Roccuzzo, L. Santos, and S. Stringari, *Creation and robustness of quantized vortices in a dipolar supersolid when crossing the superfluid-to-supersolid transition*, Phys. Rev. A **106**, L061303 (2022). [M21]
- [2] E. Zapolnova, R. Pan, T. Golz, **M. Šindik**, M. Nikolic, M. Temme, M. Rabasovic, D. Grujic, Z. Chen, S. Toleikis and N. Stojanovic, *XUV-driven plasma switch for THz: new spatiotemporal overlap tool for XUV-THz pump-probe experiments at FELs*, J. Synchrotron Rad. **27**, 11 (2020). [M22]
- [3] **M. Šindik**, A. Sugita, M. Šuvakov, V. Dmitrašinović, *Periodic three-body orbits in the Coulomb potential*, Phys. Rev. E **98**, 060101(R) (2018). [M21]

### Саопштења са међународних скупова штампана у изводу (категирија M34)

- [1] **M. Šindik**, A. Recati, S. M. Roccuzzo, L. Santos, and S. Stringari: “Quantized vortices in dipolar BECs when crossing the superfluid supersolid phase transition”; Photonica 2023; Belgrade, Serbia; 28 Aug-1 Sept 2023
- [2] **M. Šindik**, A. Recati, S. M. Roccuzzo, L. Santos, and S. Stringari: “Creation and robustness of quantized vortices in a dipolar supersolid when crossing the superfluid-to-supersolid transition”; Ultracold Quantum Matter: Basic Research and Applications; Bad Honnef, Germany; 12-16 Dec 2022
- [3] **M. Šindik**, A. Recati, S. M. Roccuzzo, L. Santos, and S. Stringari: “Creation and robustness of quantized vortices in a dipolar supersolid when crossing the superfluid-to-supersolid transition”; EMMI Workshop on Long-Range Ultracold Interactions 2022; Innsbruck, Austria; 6-9 Sept 2022
- [4] **M. Šindik**, A. Pelster, and A. Balaž: “Quantum Droplets in Dipolar Ring-shaped Bose-Einstein Condensates”; Photonica 2021; Belgrade, Serbia; 23-27 Aug 2021
- [5] **M. Šindik**, A. Pelster, and A. Balaž: “Quantum Droplets in Dipolar Ring-shaped Bose-Einstein Condensates”; Exploring Quantum Many-Body Physics with Ultracold Atoms and Molecules; Bad Honnef, Germany (Online); 14-18 Dec 2020

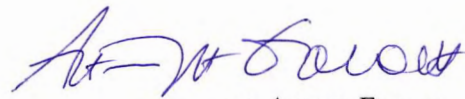
## Закључак и предлог

Марија Шиндик испуњава све услове за избор у звање истраживач сарадник предвиђене Правилником о стицању истраживачких и научних звања Министарства просвете, науке и технолошког развоја и Законом о науци и истраживањима. Досадашње научне резултате остварене током докторских студија је објавила у једном раду у часопису категорије М21 и кроз пет саопштења на међународним конференцијама категорије М34, а у ранијем периоду је објавила два рада у часописима категорија М21 и М22. Тема докторске дисертације је одобрена на Универзитета у Тренту у Италији.

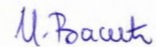
Имајући то у виду, задовољство нам је да предложимо Научном већу Института за физику у Београду да изабере Марију Шиндик у звање истраживач сарадник.

У Београду, 2. октобра 2023. год.

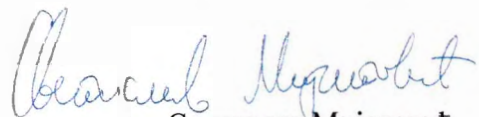
Чланови комисије:



др Антун Балаж  
научни саветник  
Институт за физику у Београду



др Ивана Васић  
научни саветник  
Институт за физику у Београду



др Светислав Мијатовић  
доцент Физичког факултета  
Универзитета у Београду