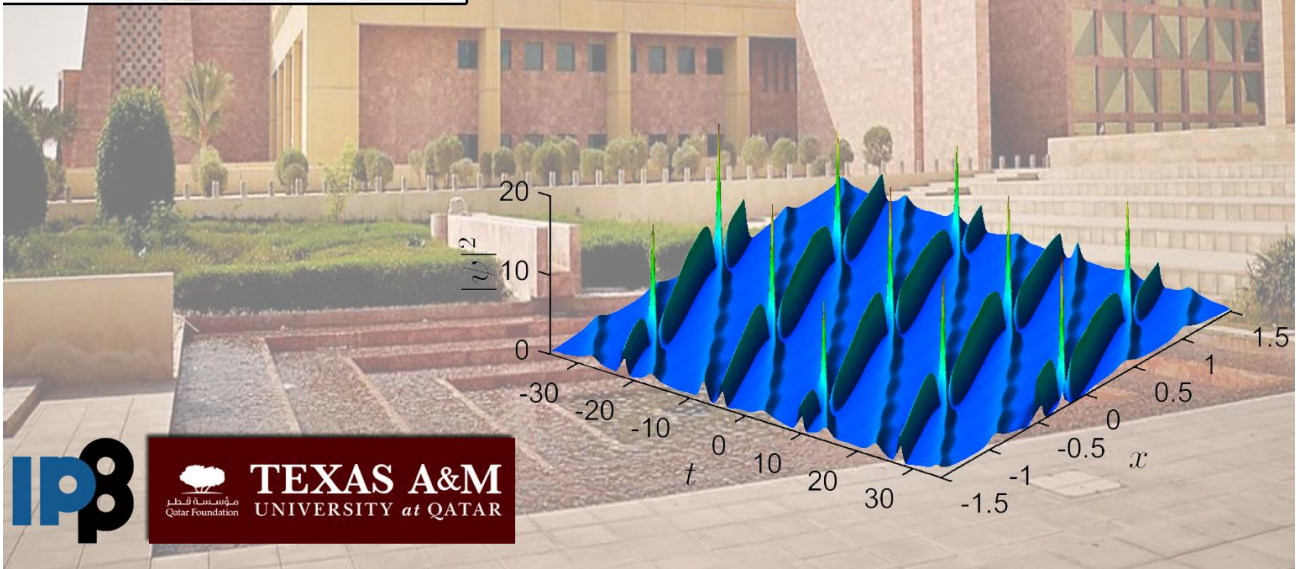
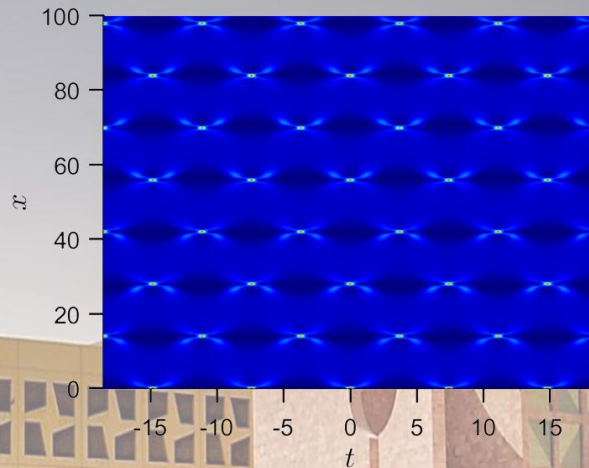


Радионица Лабораторије за нелинеарну физику
Института за физику у Београду

"Нелинеарна и математичка физика"

У част 70. рођендана професора Миливоја Белића

18-19. фебруар 2021.



مؤسسة قطر
Qatar Foundation
TEXAS A&M
UNIVERSITY at QATAR

Проф. Миливој Белић



Истраживачки интерес проф. Белића фокусиран је од почетка на теоријску физику, посебно на нелинеарну оптику и динамику нелинеарних оптичких система. Његов рад у нелинеарној оптици је био усмерен на мешање таласа, фоторефрактивне ефекте и просторне солитоне. У области нелинеарне динамике, развио је теорију оптичких нестабилности и хаоса, трансверзних оптичких структура и динамике дефеката. У другим областима, као што су физика кондензоване материје, Миливој Белић је радио на фоторефрактивним материјалима и дефектима. У компјутерској физици, скоро четири деценије, имао је кључну улогу у развоју све софистициранијих нумеричких алгоритама за решавање система парцијалних диференцијалних једначина у простору и времену.

Каснија истраживања су везана за копропагирајуће и контрапропагирајуће локализоване таласе у фотоничним решеткама и таласоводима, Андерсонову локализацију светлости у неуређеним оптичким решеткама, теоријско третирање БозеАјнштајнове кондензације у хладним атомским гасовима, као и аналитичко решавање различитих еволутивних парцијалних диференцијалних једначина у различитим областима физике и математике. Такође је изучавао динамику пропагирајућих солитона и самоорганизованих зрака у јако нелокалним медијима, какви су нематични течни кристали. Изучавао је солитонску пропацију у нелинеарним диелектричним срединама у случају спиралних таласовода, за ниске и високе фреквенције таласовода. Представио је генерални варијациони приступ за аналитичко рачунање параметара солитона, који укључује различите врсте нелинеарности.

Последњих година проф. Белић је анализирао пропацију ласерске светлости и контролу у атомским парама и диелектричним срединама. Изучавао је интеракцију Ејријевих зрака и нелинеарних убрзаних зрака, као и индикованих солитона у Кер и засићеним нелинеарним срединама.

Проф. Белић је проширио границе нелинеарне фотонице на друга истраживачка подручја, попут линеарне и нелинеарне Фуријеове оптике, пропагације тзв. светлосних метака, као и пропагације светлости у микроталасним и THz метаматеријалима. Посебно су интересантна истраживања Талботових светлосних ћилима, те пропагације у фракционим Шредингеровим и таласним једначинама.

Проф. Белић је покренуо иновативан и енергичан међународно конкурентни истраживачки програм у новом пољу емуляције појава у квантној механици и релативистичкој физици који нису доступни директној експерименталној верификацији, аналогним лакше доступним појавама у оптичким системима. Отворио је другачији начин проучавања фотона на нано скали, показујући нове могућности за оптички индуковани магнетизам у диелектрицима високог индекса и стварајући нове парадигме за ефикасну манипулацију и контролу светлости на подталасним дужинама.

Сав овај посао проф. Белић обављао је у блиској сарадњи са многобројним својим сарадницима, како у Србији тако и широм света.

ПРОГРАМ

Предавања ће се одржати преко Zoom платформе

18. фебруар у 17.00 сати

<https://zoom.us/j/92271378870>

- 17:00-17:15 **Отварање** (Милан Петровић, Ненад Швракић)
- 17:15-17:40 Милан Петровић, **Пропагација светлости у јако нелокалним срединама**
- 17:40-18:05 Станко Николић, **Нове класе решења нелинеарне Шредингерове једначине са дисперзијама вишег реда**
- 18:05-18:30 Даниела Миловић, **Суперконтинуум у оптичким телекомуникацијама**
- 18:30-18:45 **Пауза**
- 18:45-19:10 Душан Средојевић, **Електронска структура CeO_2 наночестица које су површински модификоване катехолатним и салицилатним типом лиганда**
- 19:10-19:35 Игор Попов, **Магнето-механички прекидач базиран на МХенским нанотубама**
- 19:35-20:00 Горан Исић, **Ефикасност резонантних метаповршина за усмеравање електромагнетног снопа**

19. фебруар у 17.00 сати

<https://zoom.us/j/94665779304>

17:00-17:25 Душан Јовановић, **Хидродинамичка теорија кохерентних магнетних вртлога у свемирској плазми**

17:25-17:50 Рака Јовановић, **Оптимзација редоследа пуњења електричних возила за ублажавање негативних ефеката употребе соларне енергије на системе електродистрибуције**

17:50-18:15 Никола Петровић, **Налажење нових решења за велики број класа нелинеарних парцијалних диференцијалних једначина помоћу Јакобијевих елиптичних функција**

18:15-18:30 **Пауза**

18:30-18:55 Бранислав Алексић, **Дисипативне структуре у резонатној интеракцији ласерског зрачења са нелинеарном дисперзивном средином**

18:55-19:20 Дејан Тимотијевић, **Прилози моделовању параксијалног простирања светлости**

19:20-19:45 Најдан Алексић, **Стабилност вишедимензионих нелинеарних површинских таласа**

19:45-20:15 **Дискусија. Завршна реч**

АПСТРАКТИ

Пропагација светлости у јако нелокалним срединама

Милан С. Петровић

Институт за физику у Београду

Најпростије и најелегантније решење неког физичког проблема не мора нужно бити и тачно. Проблем постаје утолико већи ако такво решење постане широко прихваћено и буде коришћено у стотинама већ публикованих радова. Ово излагање је посвећено једном занимљивом физичком проблему и таквом случају који се десио нашој групи пре десетак година а трајао је дуго.

Нове класе решења нелинеарне Шредингерове једначине са дисперзијама вишег реда

Станко Николић

Институт за физику у Београду

Мотив за увођење нелинеарних оператора са дисперзијама до петог реда у нелинеарну Шредингерову једначину јесте проучавање простирања изузетно кратких светлосних импулса кроз нелинеарне средине и развијање математичких метода за решавање сложених нелинеарних диференцијалних једначина. У овом предавању, презентоваћемо аналитичке и нумеричке методе којима се ефикасно налазе различите класе решења Хиротине и квинтичне Шредингерове једначине на равним и елиптичним таласима. Дискутоваћемо како упаривање периода градивних бридера и таласасте позадине може довести до настајања усамљених или чак двоструко периодичних циновских таласа. Презентоваћемо како се бридери могу трансформисати у солитоне што је искључиво одлика породице проширене Шредингерове једначине. Анализираћемо и методу селективног пригушивања Фуријевих мода којом се елиминише модулациона нестабилност, што омогућава формирање двоструко периодичних структура са израженим максимумима интензитета. Биће анализирани Талбо теписи као нова аналитичка решења Хиротине-квинтичне једначине и начин да се исти образују у нумеричким симулацијама.

Суперконтинуум у оптичким телекомуникацијама

Даниела Миловић

Универзитет у Нишу, Електронски факултет, Катедра за Телекомуникације
e-mail: daniela.milovic@elfak.ni.ac.rs

Суперконтинуум представља феномен ширења спектра сигнала услед узајамног дејства нелинеарних и дисперзивних ефеката у медијуму за пренос сигнала и има широку примену у томографији, метрологији, спектроскопији, био-медицинској оптици и у области оптичких телекомуникација. За примену суперконтинуума у области оптичких телекомуникација погодна су оптичка влакна специфичне микроструктуре, тзв. : PCF (Photonic Crystal Fiber) влакна, због њихове високе нелинеарности и могућности моделовања дисперзивног профила. Карактеристике спектра суперконтинуума зависе од низа параметара улазног сигнала, као што су таласна дужина, снага, облик и трајање улазног импулса. Ови параметри значајно утичу на динамику суперконтинуума, у смислу формирања процеса одговорних за генерисање суперконтинуума (фисија солитона, генерисање дисперзивних таласа, самофазна модулација итд.). С друге стране, они утичу и на ширину излазног спектра суперконтинуума и његову кохерентност, што је кључно за примену суперконтинуума. Када се посматра генерисање супреконтинуума на таласним дужинама које одговарају првом, другом и трећем оптичком прозору, значајне су карактеристике спектра суперконтинуума и његова кохерентност у аномалном и нормалном дисперзивном режиму како би се одредио оптимални дисперзивни режим, врста ПЦФ влакна и вредности улазних параметара сигнала којим се добија спектар суперконтинуума погодан за примену вишеталасних извора у WDM (Wavelength Division Multiplexing) системима.

Електронска структура CeO_2 наночестица које су површински модификоване катехолатним и салицилатним типом лиганата

Душан Средојевић

Институт за нуклеарне науке Винча, Београд

Површинска модификација CeO_2 наночестица са салицилатним типом лиганата [1] (салицилна киселина и 5-аминосалицилна киселина) као и са катехолатним типом лиганата [1, 2] (катехол, 3,4-дихидроксибензоева киселина, кафеинска киселина и 2,3-дихидрокси нафтален) је по први пут изведена. Оптичке особине ових наночестица су у потпуности анализирани користећи експерименталне и теоријске методе. Појава апсорпције у видљивом делу спектра је последица формирања интерфацијалних комплекса са преносом наелектрисања (ICTS) између координованих молекула лиганата и површине CeO_2 наночестица. Потпуна карактеризација која укључује трансмисиону електронску микроскопију, XRD анализу и адсорпционо-десорпционону изотерму азота, открива да агломерисане CeO_2 честице које су у опсегу величина од 2 до 4 nm имају кубичну флуоритну структуру и специфичну површину од $140 \text{ m}^2/\text{g}$. Израчунавања базирана на теорији функционала густине са одговарајућим модел системима су урађена како би се проценило поравнање енергетских нивоа различитих неорганско/органичких хибрида. Постигнуто је прилично добро слагање између израчунатих вредности и експерименталних података. Ова открића представљају солидну основу која би могла послужити као полазна тачка за даља истраживања ка разноликој потенцијалној употреби хибрида заснованих на CeO_2 наночестицама.

References

- [1] M. Prekajski-Đorđević, I. Vukoje, V. Lazić, V. Đorđević, D. Sredojević, J. Dostanić, D. Lončarević, S. P. Ahrenkiel, M. R. Belić, J. M. Nedeljković, *Materials Chemistry and Physics*, 236, **2019**, 121816.
- [2] V. Lazić, Lj. S. Živković, D. Sredojević, M. M. Fernandes, S. Lanceros-Mendez, S. P. Ahrenkiel, J. M. Nedeljković, *Langmuir*, 36, **2020**, 9738–9746.

Магнето-механички прекидач базиран на МХенским нанотубама

Игор Попов

Институт за мултидисциплинарна истраживања, Универзитет у Београду, Србија
Институт за физику у Београду, Универзитет у Београду, Србија
popov@ipb.ac.rs, popov@imsi.rs

Структурне и магнетне особине МХенских нанотуба ће бити презентоване. Моја студија базирана на теорији функционала густине предвиђа постојање два међусобно изменљива полиморфа Мо₂С нанотуба са веома различитим физичким особинама. Један полиморф показује неубичајено нижу енергију у односу на планарну Мо₂С структуру, као и одсуство дугодометног магнетног уређења. Други полиморф има антискармионску спинску текстуру и магнетизацију дуж осе нанотубе. Два полиморфа могу бити трансформисана један у други истезањем или сабијањем тубе дуж њене осе, што омогућава евентуалну примену ових нанотуба у магнето-механичким прекидачима и магнетним меморијама.

Ефикасност резонантних метаповршина за усмеравање електромагнетног снопа

Горан Исић

Институт за физику у Београду
Texas A&M University at Qatar

Усмеравање електромагнетних снопова спада међу основне функције градијентних метаповршина. Потребан фазни профил у низу резонантних јединичних ћелија се постиже варијацијом адекватно одабраног контролног параметра (нпр. облик или димензија елемената, примењени напон, и слично). У овом семинару се полази од формулације апроксимативног теоријског модела за дифракциону ефикасност поменутог процеса, при чему се претпоставља да је спектрални одзив резонантних елемената одређен спрезањем својствене моде и једног радијативног канала, да би се исти употребио за одређивање оптималног градијентног профила. Поступак оптимизације се затим илуструје на практичном примеру електрично подесиве терахерцне метаповршине на бази ћелија са течним кристалом, а предвиђања уведеног модела се упоређују са резултатима ригорозних нумеричких симулација.

Хидродинамичка теорија кохерентних магнетних вртлога у свемирској плазми

Душан Јовановић

Институт за физику у Београду
Државни универзитет у Новом Пазару

сарадници:

Миливој Белић, Тексас А&М универзитет, Доха, Катар
Олга Александрова и Милан Максимовић, Париска опсерваторија и
Универзитет Сорбона, Париз

Мерења у магнетним омотачима Земље и Сатурна, као и у Сунчевом ветру, показала су присуство кохерентних алфенских вртлога са пречником у домену између флуидних и јонских карактеристичних дужина. У областима са већом вредношћу параметра бета (количник термодинамичког и магнетног протиска), уочена густина и магнетно поље вртлога су компресибилни. До сада је постојало теоријско објашњење само за некомпресибилне Алфвенове вртлоге. У овом раду развили смо нов аналитички модел нелинеарних магнетних вртлога у плазми са високом вредношћу бета и са анизотропном температуром. Конструисани су компресибилни вртлози чија је типична величина између флуидне и јонске скале. На магнетно-флуидној скали нашли смо нова нелинеарна решења у облику непропагирајућих цилиндричних монопола паралелних са магнетним пољем или пропагирајућих дипола који су нагнути у односу на магнетно поље, а пертурбације густине и компресионе компоненте магнетног поља су локализоване унутар језгра вртлога. На јонским или кинетичким скалама (са најмањим полупречницима реда јонског Ларморовог радијуса) и у одсуству звучних пертурбација могу постојати две врсте вртлога. Први су диполарни Алфвенови вртлози са својствима сличним онима на флуидним скалама. Друга врста су спори магнетозвучни диполи који поседују коначно електрично поље дуж магнетних линија и чисто компресионе пертурбације магнетног поља. Јака анизотропија јонске температуре олакшава њихово побуђивање.

Оптимизација редоследа пуњења електричних возила за ублажавање негативних ефеката употребе соларне енергије на системе електродистрибуције

Рака Јовановић

Qatar Environment & Energy Research Institute, Doha, Qatar

У последњој деценији дошло је до драстичног пораста енергије генерисане из обновљивих извора енергије, поготово соларних. Поред великог броја позитивних ефеката употребе електричне енергије из соларних извора они доносе и низ проблема. Неусклађеност периода високе потрошње и производње електричне енергије је један од најозбиљнијих и назива се проблем Паткине Криве. Напоредо са повећањем производње електричне енергије из соларних извора дошло је и до пролиферације употребе електричних возила. Пуњење електричних возила се појављује као нови велики потрошач којег је могуће контролисати. Паметан распоред пуњења оваквих возила може ублажити негативне ефекте Паткине Криве, али је ово тежак комбинаториални проблем са непотпуним информацијама. У овом предавању ће бити представљен приступ заснован на неуронским мрежама паметног распореда пуњења електричних возила у јавним гаражама.

Налажење нових решења за велики број класа нелинеарних парцијалних диференцијалних једначина помоћу Јакобијевих елиптичних функција

Никола Петровић

Институт за физику у Београду

Налажење егзактних решења парцијалних нелинеарних диференцијалних једначина је одувек био један од главних задатака математичке физике, обзиром на широку примену оваквих једначина у великом броју области физике. Једна од главних примена је свакако у нелинеарној оптици где је менажирање дифракције и дисперзије постало могуће уз помоћ метаматеријала. То је отворило пут налажењу стабилних солитонских решења за нелинеарну Шредингерову једначину (НШЈ) са дистрибутивним коефицијентима. У ту сврху бројне методе експанзије су коришћене. Пре 13 година је у два рада, од којих је један објављен у ПРЛ, описана примена методе експанзије Јакобијевом елиптичном функцијом. Описана је широка класа решења НШЈ која укључује и солитонска решења и периодична решења, са и без чирпа. У току неколико наредних година метода је проширена на НШЈ са нормалном дисперзијом, Грос-Питаевски једначину, купловану НШЈ, кубично-квинтичну НШЈ, као и многе друге.

Дисипативне структуре у резонатној интеракцији ласерског зрачења са нелинеарном дисперзивном средином

Бранислав Алексић

Weill Cornell Medicine - Qatar, Doha, Qatar

У раду се дискутује могућност апроксимације резонатне интеракције електромагнетног зрачења са дисперзионом средином комплексном Гинзбург-Ландау (КГЛ) једначином која садржи неконзервативну кубик-квинтик нелинеарност. Варијационим методом се одређују стационарна решења једнодимензионе КГЛ једначине и области стабилности добијених решења, које се потврђују нумеричким симулацијама. Резултати анализе предлажу апроксимацију која са мањом грешком описује стварну нелинеарност, а такође је показана и сагласност аналитичких решења са нумеричким.

Прилози моделовању параксијалног простирања светлости

Дејан Тимотијевић

Институт за физику у Београду

Осврт на параметарско изучавање хаоса у нелинеарној оптици, пропагационо-релаксационо моделовање ласерског зрачења у фоторефрактивним кристалима и контролу светлости еквидистантним таласоводима

Стабилност вишедимензионих нелинеарних површинских таласа

Најдан Алексић

Нелинеарни оптички површински таласи вођени границом различитих диелектричних средина имају мноштво јединствених особина и потенцијално могу бити корисни за практичне примене. Постојање попречно електрично поларизованих електромагнетних таласа на граници између две диелектричне средине, када индекс преламања једне зависи од интензитета електромагнетног зрачења по први пут је демонстриран у раду [1]. Решења у облику једнодимензионих нелинеарних површинских таласа детаљно су проучавана, како на једној граници тако и на слојевитој структури, седамдесетих и осамдесетих година прошлог века [2]. Као последица модулационе нестабилности, квази једнодимензионалне структуре филаментирају и могу настати дводимензионални нелинеарни површински таласи [3]. Стабилност нелинеарних површинских таласа је за сваки партикуларни случај доказивана или (по правилу нумеричким) решавањем својственог проблема линеаризоване нелинеарне Шредингерове једначине или коришћењем критеријума Вахитова-Колоколова који је релевантан за фундаментална решења у бесконачној средини .

У варијационој апроксимацији, анализирани су услови формирања дво- и тродимензионог нелинеарног површинског таласа на граници линеарног и нелинеарног диелектрика са произвољном нелинеарношћу. Показано да је добијени критеријум стабилности еквивалентан критеријуму Вахитов-Колокова. Добијени су услови на функционалну зависност нелинеарности који обезбеђују постојање нелинеарних површинских таласа у две и три димензије.

1. Litvak A, G., and Mironov V. A. , *Izv. VUZ Radiofiz.* 11, 1911, (1968)
2. A.D. Boardman, P. Egan, F. Lederer, U. Langbein, and D.Mihalache, in *Nonlinear Surface Electromagnetic Phenomena*, edited by H.-E. Ponath and G. I. Stegeman, Elsevier Science Publishers B.V, Amsterdam, 1991, pp. 73–287
3. Akhmediev, N.N., R.F. Nabiev and Yu.M. Popov, 1988, *Solid State Commun.* 66, 981.

Организациони одбор:

- Милан Петровић
- Александра Стринић
- Горан Исић
- Игор Попов
- Бранислав Алексић
- Станко Николић