

Naučnom veću Instituta za fiziku u Beogradu

Na osnovu zahteva koji je dr Jelena Dimitrijević podnela Naučnom veću Instituta za fiziku u Beogradu 26. aprila 2016. godine, imenovani smo za članove komisije za reizbor dr Jelene Dimitrijević u zvanje naučni saradnik.

Uvidom u materijal koji nam je dat na raspolaganje izvršili smo analizu naučno-istraživačke aktivnosti kandidatkinje na osnovu koje podnosimo sledeći

Izveštaj

Biografija kandidata

Jelena Dimitrijević je rođena u Beogradu, Srbija gde je završila osnovnu školu i Matematičku gimnaziju. Diplomirala je 2006. godine na Fizičkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, teorijski smer na temu "Stabilnost i provodljivost Stone-Wales-ovski modifikovanih ugljeničnih nanotuba". Od juna 2006. godine je zaposlena u Centru za fotoniku, Instituta za fiziku u Beogradu. 2007. godine dobija Master diplomu Fizičkog fakulteta, Univerziteta u Beogradu. 2011. godine uspešno brani doktorsku disertaciju pod nazivom "On the phenomenon of electromagnetically induced absorption in Hanle configuration".

Naučna i istraživačka zvanja:

- 2006-2008 istraživač pripravnik
- 2008-2011 istraživač saradnik
- 2011- naučni saradnik

Učešće na projektima:

- 2006-2010 Kvantna i optička interferometrija (Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije)
- 2006-2009 Reinforcing the Center for quantum and optical metrology (European Commission)
- 2011- Generisanje i karakterizacija nanofotonskih funkcionalnih struktura u biomedicini i informatici (Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije III 45016)
- 2011- Holografske metode generisanja specifičnih talasnih frontova za efikasnu kontrolu kvantnih koherentnih efekata u interakciji atoma i lasera (Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije OI 171038)
- 2014- Nanoscale quantum optics (COST akcija MP1403)
- 2016- Laserski indukovane periodične površinske struture u dielektricima i poluprovodnicima za nanofotonske tehnologije (bilateralni projekat sa Belorusijom)

Pregled naučnih aktivnosti

Dr Jelena Dimitrijević je zaposlena u Centru za fotoniku, Instituta za fiziku u Beogradu od 1. juna 2006. godine. Predmet istraživanja J. Dimitrijević je razvoj teorijskih modela iz kvantne optike, uključujući one vidove laser-atom interakcija koje se eksperimentalno i teorijski istražuju u Centru za fotoniku. J. Dimitrijević je na preko 80% radova bila vodeći autor, dala je doprinos idejno tj. osmišljavanjem tematike, zatim računanjem i rešavanjem problema programirajući kompleksne algoritme, kao i samim pisanjem radova.

Naučne aktivnosti pre doktorata

Elektromagnetski indukovana apsorpcija

Problematika kojom se J. Dimitrijević najviše bavila (radovi M21-1 do M21-6 i M23-1 do M23-2) i ujedno je bio predmet njene doktorske disertacije tiče se kvantnog fenomena elektromagnetski indukovane apsorpcije (EIA). Fenomen je ekperimentano primećan 1998. godine i do sada nije dato potpuno i opšte prihvaćeno teorijsko objašnjenje o njegovom nastanku. EIA se manifestuje kao značajno povećanje apsorpcije laserske svetlosti, dok propagira kroz atomsku (ili neku drugu rezonantnu) sredinu, usled stvaranja svetlošću indukovanih atomskih koherencija. Analiza EIA je izvedena na atomskom sistemu od dva degenerisana nivoa, osnovnom F_g i pobuđenom F_e hiperfinim nivoima zatvorenog $0 < F_g \rightarrow F_e = F_g + 1$ prelaza, sa višestrukim Zemanovim podnivoima u spoljašnjem magnetnom polju. EIA je proučavana u Hanle konfiguraciji tj. jedno optičko polje propagira duž pravca primenjenog magnetnog polja, dok se transmisija ili fluorescencija mere ili računaju kao funkcija magnetnog polja koje se skenira kroz nulu.

Numeričke simulacije eksperimanata su urađene rešavanjem optičkih Blohovih jednačina. Rezultati su dati u zavisnosti od niza značajnih parametara i direktno su poređeni sa eksperimentima koji su izvedeni u Centru za fotoniku, Instituta za fiziku u Beogradu (radovi M21-1, M21-3, M21-4, M23-1). Određene su zavisnosti oblika i širina EIA rezonancija od intenziteta lasera, polarizacije laserskog zračenja, kao i od spoljašnjih transverzalnih (u odnosu na pravac prostiranja lasera) magnetnih polja. Svi rezultati su numerički usrednjavani po Maksvel-Bolcman-ovoj raspodeli zbog postojanja Dopler-ovog efekta.

Radi boljeg razumevanja nastanka i ponašanja fenomena EIA razvijen je i primenjen perturbativni metod za rešavanje optičkih Blohovih (Bloch) jednačina (radovi M21-5 I M21-6). Metod je primenjen i za stacionarno i za vremenski zavisno rešavanje pomenutih jednačina. Rezultati koleginice Dimitrijević su dali novo objašnjenje za nastanak EIA – Zemanove koherencije u osnovnom stanju su odgovorne za nastanak EIA. Korišćenjem vremenski zavisnog perturbativnog metoda, objašnjene su kvalitativne razlike u vremenskom ponašanju transmisije ili apsorpcije za magnetna polja unutar ili izvan EIA rezonance.

Značaj rezultata J. Dimitrijević je u tome što se dodatno i potpunije nego do sada, objašnjava ne samo priroda EIA nego i ekperimentalno utvrđena zavisnost amplituda i širina EIA od parametara lasera koji indukuje EIA i od spoljašnjih uslova kao što su transverzalna magnetna polja. Zbog toga što je u pitanju veoma uzana spektralna rezonanca, EIA ima potencijalno velikih primena, pa je ovakvo tumačenje osetljivosti EIA na spoljašnje parametre od velikog značaja.

Naučne aktivnosti nakon doktoriranja

Double-lambda atomska šema

U radovima M21-7, M22-1 i M22-2 su se proučavali koherentni efekti u double-lambda (DL) atomske šeme. DL šema predstavlja atomsku šemu od 4 nivoa tj. dve Λ sistema koja dele dva zajednička osnovna nivoa. Atomski nivoi su međusobno kuplovani sa 4 laserska polja i formiraju "closed loop" atomsku šemu tj. dipolno-dozvoljeni prelazi obrazuju zatvorenu konturu. DL atomska šema predstavlja jednu od najproučavanijih atomskih šema usled brojnih zanimljivih osobina i potencijalnih i realizovanih primena u atomskoj fizici i nelinearnoj optici kao što su mešanje 4 talasa, laserovanje bez inverzije, optička fazna konjugacija, efikasna parametarski konverzija frekvence i Ramanovo rasejanje.

Fazno-zavisna EIT

U radu M22-2 je proučavan fazno zavisna elektromagnetski indukovana transparentnost (EIT) u DL atomske šeme. Poznato je da DL pokazuje EIT u zavisnosti od Ramanovog detjuninga, a zbog činjenice da DL predstavlja "closed loop" atomsku šemu osobine sistema zavise od relativne početne faze primenjenih optičkih polja. U zavisnosti od relativne početne faze i primenjenih snaga, apsorpcija jednog ili više lasera u zavisnosti od Ramanovog detjuninga može da pokazuje i EIA i EIT.

Perturbativni metod

U radovima M21-6, M21-7 i M22-2 je razvijen i primenjivan perturbativni metod pod pretpostavkom slabog probnog lasera. Dobijeni su jednostavni analitički izrazi koji reprodukuju ponašanje apsorpcije lasera. Rezultati dobijeni korišćenjem korekcija nižeg reda perturbativnim metodom su poređeni sa numeričkim rešenjem optičkih Blohových jednačina. Analitičkim izrazima je dat dublji uvid u koherentne procese koji se odvijaju u datoj atomske šeme. Pokazano je da se ponašanje laserske apsorpcije može aproksimirati preko sume proizvoda kompleksnih lorencijana iz čega se mogu dobiti aproksimativni izrazi za amplitudu i širinu uske EIT resonance.

Višestruko povezana stanja

U radu M22-1 su proučavane osobenosti DL šeme u kojoj svako osnovno stanje može biti kuplovano sa pobuđenim preko dva laserska polja. Između pobuđenih stanja postoji određena energetska razlika koja se smatra dovoljno malom tako da laser rezonantan jednom prelazu može da kupluje i drugi prelaz. Primenjeni model podrazumeva rešavanje optičkih Blohových jednačina sa ne-konstantnim koeficijentima tj. vremenski oscilujućim i nakon primene aproksimacije rotirajućeg talasa (eng. rotating-wave aproksimacija). Pod određenim pretpostavkama, primenjena je aproksimacija gde se vremenski-zavisni koeficijenti mogu usrednjiti po njihovim periodima. Poređeni su rezultati dobijeni pod pretpostavkom jednostruko i dvostruko povezanih prelaza i pokazano je da se u limitu energetske razlika pobuđenih stanja dva rešenja podudaraju.

Kontrapropagirajući kontinualni i pulsni laser

U radovima M21-8 i M22-3 J. Dimitrijević je proučavala efekte propagacije dva kontrapropagirajuća lasera, jednog pulsog (Gausovski) i jednog kontinualnog, kroz sredinu u kojoj su indukovane Zemanove koherencije. Primenjena je the multi-mode Floquet teorija i rešavane su Maxwell-Bloch jednačine za sve magnetne podnivoa $F_g = 2 \rightarrow F_e = 1$ hiperfinog prelaza. Pokazano je da se znak resonance (u zavisnosti od magnetnog polja) može kontrolisano kontinualno menjati iz EIT-a u EIA i obrnuto. Menjanje znaka rezonance je dobijeno za oba lasera simultano ili samo za kontinualni laser, u zavisnosti od odnosa intenziteta lasera. Proučavane su i osobenosti obe šeme – nagib pulsa, različiti intenziteti, kao i ponašanje osnovnih koherencija. Rezultati su interesantni u kontekstu optičkog prekidanja laserskih pulseva, optičke komunikacije, optičke mreže itd.

Nelinearna magneto-optička rotacija

J. Dimitrijević se takođe bavila koherentnom kontrolom rotacije polarizacije svetlosti. Magnetno polje primenjeno na početno izotropnu sredinu stvara asimetriju između susceptibilnosti sredine koje odgovaraju dvema cirkularnim komponentama polja. NMOR se objašnjava pregrupisavanjem populacija pomoću optičkog pumpanja, kao i stvaranjem koherencija između magnetnih podnivoa atomskih ili molekularnih stanja čime je NMOR usko povezan sa koherentnim efektima poput EIT-a.

U radu M21-9 je proučavana nelinearna magneto-optička rotacija polarizacije (NMOR) laserske svetlosti Gausovskog snopa prilikom prostiranja kroz EIT sredinu. Pokazana je nemonotona zavisnost ugla rotacije tokom prostiranja Gausovskog pulsa kroz hladan atomski gas. Na NMOR utiče optičko pumpanje populacija u tamno stanje i pokazana je povezanost sa ponašanjem Zemanovih koherencija osnovnog stanja. Ponašanje NMOR-a Gausovskog pulsa se kvalitativno menja za različite vrednosti maksimalnog intenziteta pulsa. Za pulseve manjeg intenziteta, veličina NMOR-a se konstantno povećava tokom propagacije. Sa porastom maksimalnog intenziteta pulsa, dolazi do efekta saturacije – nakon početnog porasta NMOR-a, dolazi do njegovog smanjenja tokom maksimuma Gausovskog pulsa. Dalji porast intenziteta ne dovodi do povećavanja NMOR-a usled efekta saturacije, što rezultuje u smanjenju NMOR-a tokom propagacije maksimuma pulsa. Pokazano je da relaksacija osnovnog stanja utiče na širinu disperzivne krive zavisnosti NMOR-a od magnetnog polja. Takođe je proučavan uticaj atomske gustine i pokazano da se veličina NMOR-a skalira približno linearno sa koncentracijom atoma.

Lokalizacija atoma

U radu M21a-1 J. Dimitrijević se bavila jedno-dimenzionalnom lokalizacijom atoma unutar stojećeg talasa na rastojanjima manjim od talasne dužine. Usled činjenice da dinamika atomskog sistema zavisi od položaja atoma unutar stojećeg talasa, merenjem prostorno-zavisne veličine sistema, može se dobiti informacija o položaju atoma na rastojanjima nano-dimenzija. Interes za proćavanje lokalizacije atoma leži u potencijalnim primenama za preciznim merenjima u laserskom hlađenju i zarobljavanju atoma, Bose–Einstein kondenzaciji, atomskoj nanolitografiji itd.

Predložena je šema za lokalizaciju atoma pomoću dva ortogonalna optička polja (stojećeg talasa i probnog polja). Posebna pažnja je data prisustvu promenljivog magnetnog polja i njegovog uticaja na efikasnost lokalizacije što do sada nije uopšte proučavano. Efikasnost lokalizacije je proučavana na $F_g = 2 \rightarrow F_e = 1$ hiperfinom prelazu, na D1 liniji u ^{87}Rb . Ova atomska šema pokazuje EIT u prisustvu nultog ili malog primenjenog magnetnog polja. Dve konfiguracije su

korišćene, kada je magnetno polje usmeravano ili duž stojećeg talasa ili duž probnog, pri čemu se prati ponašanje apsorpcije probnog lasera u zavisnosti od položaja unutar stojećeg talasa.

U šemama za atomsku lokalizaciju se uglavnom koriste jednostavne atomske seme, što omogućava analitičko rešavanje Optičkih Blohovich jednačina i dobijanje jednostavnih izraza iz kojih se dobijaju uslovi za efikasnu atomsku lokalizaciju. Komplexnost atomske šeme $F_g = 2 \rightarrow F_e = 1$ sa uračunatim svim magnetnim podnivoima ne dozvoljava analitičko rešavanje. Numeričko rešavanje ima prednost u tome što nema ograničenja na snagu optičkog polja tj. ne mora se primenjivati aproksimacija slabog probnog polja, pa su rezultati predstavljeni za širok opseg primenjenih snaga tj. intenziteta.

Rezultati su pokazali da se pomoću obe konfiguracije može dobiti efikasna lokalizacija pomoću struktura u lokalizacionom paternu širine manje od 0.5% talasne dužine. Pronađen je način da se pomoću primenjenog magnetnog polja kontrolišu položaj i kontrast uzanih struktura koje određuju položaj atoma unutar stojećeg talasa. Data je oblast intenziteta optičkih polja koja daje veoma preciznu lokalizaciju i čija se efikasnost u prisustvu proizvoljno magnetnog polja neznatno menja.

Elementi za kvalitativnu ocenu naučnog doprinosa

Kvalitet naučnih rezultata

Ugled i uticajnost publikacija u kojima su kandidatovi radovi objavljeni:

2 rada u Physical Review A – IF 3.042 (2012)

2 rada u Optics Express – IF 3.488 (2014)

2 rada u Laser Physics - IF 3.605 (2011)

1 rad u Laser Physics Letters - IF 9.97 (2011)

1 rad u New Journal of Physics – IF 4.177 (2011)

1 rad u Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms – IF 1.186 (2013)

1 rad u Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics – IF 2.089 (2008)

3 rada u Physica Scripta – IF 1.296 (2013)

1 rad u ACTA PHYSICA POLONICA A – IF 0.531 (2012)

Angažovanost u formiranju naučnih kadrova

Međunarodna saradnja:

- 2008. godina 4 meseca u poseti grupi Ennio Arimondo-a u Pizi (Italija).
- 2016. godina 2 meseca u poseti grupi Milivoja Belića u Dohi (Katar).

Organizacija naučnih skupova:

- lokalni organizator međunarodne konferencije COST Action Nanoscale Quantum Optics - Kickoff Workshop, Belgrade, Serbia, 9-10 April 2015.
<http://www.cost-nqo.eu/wp-content/uploads/2015/09/NQO-KW-Book-of-Abstracts.pdf>
- član programskog komiteta COST Action MP1403, Nanoscale Quantum Optics - ESR Workshop, November 15-18, 2015, Malta
<http://nqo-esr-malta.sciencesconf.org/>

Normiranje broja koautorskih radova, патената i tehničkih rešenja

U periodu od izbora J. Dimitrijević ima 7 objavljenih međunarodnih radova. Svi su sa 3 ili manje autora, tako da se normiranjem ne smanjuje doprinos.

Rukovođenje projektima, potprojektima i projektnim zadacima

Rukovođenje naučnim projektima, potprojektima i zadacima:

- 2014.-2018. član je upravljačkog komiteta COST akcije MP1403 “Nanoscale Quantum Optics”
- 2016.-2018. rukovodilac bilateralnog projekta sa Belorusijom pod nazivom “Laserski indukovane periodične površinske strukture u dielektricima i poluprovodnicima za nanofotonske tehnologije”

Aktivnost u naučnim i naučno-stručnim društvima

Osnivač je Optičkog društva Srbije.

Uticajnost naučnih rezultata

Citiranost:

- 59 citata u 40 radova
- 42 bez autocitata u 31 radova
- h-indeks 5

Konkretan doprinos kandidata u realizaciji radova u naučnim centrima u zemlji i inostranstvu

J. Dimitrijević je na preko 80% radova bila vodeći autor. Pokazala je izuzetnu samostalnost u naučnom istraživanju. Dala je doprinose idejno tj. osmišljavanjem tematike, zatim računanjem i rešavanjem problema programirajući kompleksne algoritme, kao i samim pisanjem radova.

Ostali pokazatelji uspeha u naučnom radu

Referi je za časopise:

- Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics
- Physics Letters A
- Physica Scripta

Tabela sa kvantitativnim kriterijumima za sticanje naučnog zvanja

minimalan broj M bodova		ostvareno
ukupno	16	51.5
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42	10	49
M11+M12+M21+M22+M23	6	49

kategorija	M bodova po radu	Broj publikacija	Ukupno M bodova
M21a	10	1	10
M21	8	3	24
M22	5	3	15
M34	0.5	2	1
M36	1.5	1	1.5

Zaključak komisije

Imajući u vidu da kandidatkinja dr Jelena Dimitrijević ispunjava uslove propisane Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučno-istraživačkih rezultata istraživača, predlažemo Naučnom veću Instituta za fiziku u Beogradu da Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije predloži reizbor dr Jelene Dimitrijević u zvanje naučni saradnik.

Beograd, 4. maj 2016.

Članovi komisije:

Branislav Jelenković,
naučni savatnik,
Institut za fiziku u Beogradu

Dušan Arsenović,
naučni savetnik,
Institut za fiziku u Beogradu

Milan Damjanović,
redovni professor,
Fizički fakultet, Univerzitet u Beogradu