

ODLUKA ŽIRIJA FONDA "PROF. DR. MARKO JARIĆ"

O NAGRADI IZ FIZIKE "MARKO JARIĆ" ZA 2005. GODINU

Shodno odluci Upravnog odbora Fonda Žiri za dodelu nagrade „Marko Jarić“ za 2005. godinu je imao tri člana i to:

1. Prof. dr Djordje Šijački, naučni savetnik Instituta za fiziku Univerziteta u Beogradu i dopisni član SANU,
2. Prof. dr Zoran Popović, naučni savetnik Instituta za fiziku Univerziteta u Beogradu,
3. Prof. dr Žarko Mijajlović, redovni profesor Matematičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Za nagradu Fonda bio je prijavljen jedan kandidat:

1. Prof. dr Milan Damnjanović, redovni profesor Fizičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Uvidom u materijale dostavljene o kandidatu, članovi žirija su ustanovili da kandidat ima izuzetno vredan naučni opus. Njegovi mnogobrojni radovi, koji su publikovani uglavnom u vodećim svetskim naučnim časopisima iz fizike, ostavili su na međunarodnom nivou vidan i trajan trag u oblasti fizike kojom se on bavi. Ističemo da se prema propozicijama fonda, nagrada ne dodeljuje za celokupni naučni opus, već za posebno značajne naučne rezultate. Stoga je žiri, mada je bio samo jedan kandidat, morao vrlo pažljivo da odmerava mnoge okolnosti. Uzimajući u obzir sve relevantne činjenice, **Žiri je JEDNOGLSNO doneo odluku da:**

Nagradu iz fizike „MARKO JARIĆ“ za 2005. godinu dobije

Prof. dr Milan Damnjanović,

za vrhunska dostignuća u oblasti teorijskih istraživanja strukture i osobina karbonskih i drugih nano tuba.

O B R A Z L O Ž E N J E

1. OSNOVNI BIOGRAFSKI PODACI O MILANU DAMNJANOVIĆU

Prof. dr Milan Damnjanović (u daljem „dobitnik nagrade“) rođen je 7. septembra 1953. godine. Fizički Fakultet u Beogradu je upisao 1971, a diplomirao 1975. Doktorirao je 1981. sa temom *Magnetne linijske grupe i primena linijskih grupa na fazne prelaze*. Kao asistent je zaposlen na Fizičkom Fakultetu 1977. godine, da bi 1983. bio izabran za docenta, 1988. za vanrednog i 1994. za redovnog profesora. Od 2003. godine je profesor na posle diplomskim studijama nanonauka u Solunu, a od 2004. na sličnim studijama u Ljubljani. Rukovodio je izradom tri doktorske disertacije, kao i više magistarskih teza i

nekoliko desetina diplomskih radova. Recenzent je vodećih međunarodnih časopisa Evropskog i Američkog Fizičkog Društva (Jornal of Physics, Physics Letters, Applied Physic Letters, Physical Review). Od 1999. je šef Katedre za kvantnu i matematičku fiziku, a od 2000. u okviru novoosnovane Laboratorije za nanostrukture Fizičkog fakulteta rukovodi grupom mladih istraživača, koja sa zapaženim uspehom učestvuje na više domaćih i međunarodnih projekata u oblasti nanofizike.

2. PREGLED UKUPNOG DOSADAŠNJEG RADA MILANA DAMNJANOVIĆA

Najveći deo istraživačkog rada dobitnika nagrade posvećen je fizici kondenzovane materije, pre svega teorijskim predviđanjima osobina nanotuba i polimera. Pri tome su u centru pažnje simetrije. Dao je niz doprinosa razvoju simetrijskih metoda i njihovoj kompjuterskoj implementaciji. Jedan deo istraživanja je posvećen kvantnoj teoriji merenja.

Svoje dosadašnje naučne rezultate dobitnik nagrade je objavio u obliku: 59 članaka u poznatim međunarodnim naučnim časopisima iz fizike, 9 revijalnih članaka, 52 saopštenja na međunarodnim naučnim konferencijama i 9 saopštenja na domaćim naučnim konferencijama. Radovi iz oblasti fizike nanotuba su do sada citirani preko 200 puta (ne računajući samocitate i citate koautora) od strane renomiranih istraživača u ovoj oblasti i po, pravilu, u poznatim međunarodnim časopisima iz fizike. Pored broja citata treba posebno istaći impresivan kratak period od svega 6 godina, od 1999. do 2005., u kojem su citati objavljeni.

Pored citata, o značaju naučnih rezultata dobitnika nagrade govori niz poziva za saradnju na međunarodnim projektima, za predavanja kako na poslediplomskim studijama evropskih univerziteta (Nanoscience and Nanotechnology, poslediplomske studije na Aristotelovom Univerzitetu u Solunu i Nanosciences and Nanotechnologies, Master Programme Poslediplomske škole Jožef Štefan Instituta u Ljubljani) tako i na najvažnijim međunarodnim konferencijama.

Pored publikacija, rezultati istraživanja dobitnika nagrade su doveli i do uspostavljanja trajne saradnje sa nekoliko vodećih istraživačkih grupa u Evropi. Tako, u okviru rada na nanotubama, istraživačka grupa dobitnika nagrade pored samostalnog domaćeg projekta 10-1924 osnovnih istraživanja Ministarstva za nauku i životnu sredinu Srbije, učestvuje i na:

- Nemačkom DFG projektu u saradnji sa grupom za Ramanovu spektroskopiju Instituta za Fiziku kondenzovane materije (Institut für Festkörperphysik) Tehničkog Univerziteta u Berlinu;
- Nemačkom DAAD projektu sa grupom za kvantno-hemijske račune Instituta za Fizičku-hemiju i Elektrohemiju (Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie) Tehničkog Univerziteta u Drezdenu;
- Bilateralnom projektu sa Laboratorijom za tanke filmove i nanostrukture (Lab for Thin Films - Nanosystems & Nanometrology) Aristotelovog Univerziteta u Solunu;
- Bilateralnom projektu sa Laboratorijom za nanostrukture i površine (Nanophysics & Surfaces Laboratory) Instituta Jožef Štefan u Ljubljani;
- Bilateralnom projektu sa grupom za primenjenu fiziku poluprovodnika sa Fakulteta za primenjenu hemiju (ESPCI) iz Pariza.

U toku su i pripreme za otpočinjanje rada na realizaciji INCO-WBC projekta Šestog okvirnog programa Evropske Unije.

3. RAD ZA KOJI SE NAGRADA DODELJUJE MILANU DAMNJANOVIĆU

U toku višegodišnjeg rada na nanotubama dobitnik nagrade je objavio seriju radova koji su njegovu laboratoriju uvrstili u sam vrh evropske, pa i svetske nauke o nanotubama. Iz te serije, kao najvažnija publikacija, koja je u mnogome i trasirala dalji rad, po broju citata posebno se izdvaja naučni rad:

Full Symmetry, Optical Activity and Potentials of Single- and Multi-wall Nanotubes, M. Damnjanović, I. Milošević, T. Vuković and R. Sredanović, *Phys. Rev. B* **60** 2728-2739 (1999),

koji je i predložen za nagradu iz fizike „Marko Jarić“ za 2005. godinu.

U ovom radu je po prvi put data tačna simetrija jednoslojnih i višeslojnih ugljeničnih nanotuba. Razvijen je sasvim opšti način određivanja grupa simetrije, a ne samo simetrija ugljeničnih nanotuba. Pokazano je da su nanotube objekti izuzetno velike simetrije, te da se cela nanotuba može dobiti iz samo jednog njenog atoma dejstvom transformacija simetrije. Samim tim, sve osobine nanotuba su određene osobinama jednog atoma i grupe simetrije. Takav pogled je bio sasvim nov koncept teorijskog razmatranja ovih, već desetak godina najviše proučavanih sistema fizike kondenzovane materije. Pored niza novih predikcija (npr. održani kvantni brojevi, slaba interakcija među zidovima višeslojnih tuba, dihiroizam i optička aktivnost, klasifikacija vibracionih moda), naznačeni su i mogući pravci daljeg istraživanja koji su kasnije i realizovani.

Rezultati koji su prezentirani u nagrađenom radu, prethodni višegodišnji rad u fizici sistema periodičnih duž jednog pravca i teoriji merenja u kvantnoj mehanici, omogućili su određivanje pune simetrije različitih nanotuba kao određenih simetrija linijskih grupa. Na bazi ovih rezultata, predviđen je niz fizičkih osobina nanotuba. Pored tradicionalnih simetrijskih predviđanja, kao što su održani kvantni brojevi, selekciona pravila, forme fizičkih tenzora itd., određen je niz elektro-optičkih i mehaničkih osobina.

Da bi se došlo do ovih rezultata bilo je potrebno istovremeno razviti i pojedine simetrijske koncepte. Verovatno najvažniji korak u ovom pravcu je generalizacija Bloch-ove teoreme u okviru originalnog metoda modifikovanih grupnih projektora. Time je umesto čisto translacione simetrije, koja se i ranije razmatrala u fizici nanotuba, omogućeno korišćenje znatno veće pune grupe simetrije nanotuba. Navedeni metod je zato uspešno implementiran u kompjuterski program POLSym, koji je jedan od najefikasnijih u oblasti ne samo nanofizike, već se koristi generalno za kvazi jednodimenzionalne i kvazi dvodimenzionalne kristale. Program je omogućio računanje konfiguracija i osobina velikog broja (hiljada) nanotuba uz maksimalne standarde preciznosti (najmoderniji metod funkcionala gustine).

Od elektro-optičkih osobina razmatrane su provodnost i optička apsorpcija. Naime, veoma precizno određena zonska struktura energetskih nivoa elektrona u nanotubama je

dovela do povećanja preciznosti ranije postojećih predviđanja. Pri tome je određivanje kompletnog skupa kvantnih brojeva zona dalo i objašnjenje pojedinih relevantnih osobina. Određen je i angularni momenat stanja Fermijevog nivoa, što je kasnije drugim autorima poslužilo za objašnjene niza tehnološki važnih provodnih osobina. Optička provodnost je tretirana rigoroznim kvantnomehničkim metodama, tj. direktnim računanjem matričnih elemenata optičkih prelaza na osnovu poznavanja Blohových funkcija. Ukazano je da su nanotube dihroične strukture, izračunati su apsorpcioni spektri i objašnjeno je kako se pomoću njih može vršiti karakterizacija uzoraka nanotuba.

Predviđanja mehaničkih osobina nanotuba su bazirana na računu fononskih energija. To je dalo mogućnost proračuna Ramanovskih i infracrvenih spektara i diskusiju primena u karakterizaciji uzoraka. Pokazana je linearnost akustičkih grana, čime su otklonjene nejasnoće u literaturi u interpretaciji eksperimentalnih rezultata o toplotnom kapacitetu nanotuba na niskim temperaturama. Nedavno su, po prvi, put izračunate fononske zone i interpretirani Ramanovski spektri nanotuba disulfida tranzicionih metala. Posebnu pažnju privlači analiza interakcije zidova dvoslojnih nanotuba. Direktno, na osnovu simetrije je utvrđeno da je interakcija veoma mala, da u pojedinim slučajevima čak može dovesti do slobodnog relativnog kretanja zidova kao manifestacije Goldstonovog stepena slobode pri narušenju simetrije. Isti problem je kasnije detaljno numerički analiziran proučavanjem frekvencije vibracija tzv. krutih zidova. Ova pojava, eksperimentalno potvrđena od strane vodećih svetskih grupa, je poslužila u svetskoj literaturi kao osnov za predlaganje posebnih tipova nanomašina.

Beograd, 01.03.2006 godine

Članovi Žirija

1. _____
(Prof. dr Djordje Šijački)
2. _____
(Prof. dr Zoran Popović)
3. _____
(Prof. dr Žarko Mijajlović)