

## Naučnom veću Instituta za fiziku u Beogradu

Na sednici Naučnog veća Instituta za fiziku održanoj 24. decembra 2013. godine, izabrani smo u komisiju za izbor dr Marka Vojinovića, naučnog saradnika Instituta za fiziku, u zvanje viši naučni saradnik. Pošto smo pregledali priloženi materijal i dosadašnje objavljene naučne rezultate kandidata, podnosimo Naučnom veću sledeći

### IZVEŠTAJ

## 1 Stručno-biografski podaci

Marko Vojinović rođen je 28. marta 1978. godine u Pančevu. Matematičku gimnaziju u Beogradu završio je 1997. godine, kada je upisao osnovne studije na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Diplomirao je 2002. godine, smer Teorijska i eksperimentalna fizika, sa temom “*Simetrija dualnosti u Born-Infeldovoj elektrodinamici*”, pod rukovodstvom prof. dr Maje Burić. Proglašen je za studenta generacije Univerziteta u Beogradu za školsku 2001/2002. godinu. Postdiplomske studije na smeru Teorijska fizika elementarnih čestica i gravitacije upisao je 2002. godine, a magistarski rad sa temom “*Kretanje klasične strune u zakrivljenom prostoru vremenu*” odbranio je 2006. godine na Fizičkom fakultetu, pod rukovodstvom prof. dr Milovana Vasilića. Doktorsku disertaciju pod nazivom “*Kretanje ekstenziranih objekata u gravitacionom polju sa torzijom*” odbranio je 2008. godine na Fizičkom fakultetu, takođe pod rukovodstvom prof. dr Milovana Vasilića.

Od 1. novembra 2003. godine zaposlen je na Institutu za fiziku kao saradnik projekata “*Gradijente teorije gravitacije: simetrije i dinamika*”, “*Alternativne teorije gravitacije*” (od 1. januara 2006. do 31. decembra 2010.) i “*Fizičke implikacije modifikovanog prostora vremena*” (od 1. januara 2011.), koji su finansirani od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja vlade Republike Srbije. Izabran je u zvanje istraživač saradnik 2007. godine, a u zvanje naučni saradnik izabran je 2009. godine.

U periodu od 1. marta 2009. godine do 1. marta 2012. godine angažovan je kao post-dok istraživač u Grupi za Matematičku Fiziku Univerziteta u Lisabonu, Portugal, sa učešćem na dva projekta, “*Mathematical physics — quantum geometry and quantum gravity*” (Group of Mathematical Physics, University of Lisbon, Portugal) i “*Algebroids*,

*geometry, quantum groups and applications*” (Faculty of Sciences and Technology, University of Coimbra, Portugal).

Školske 2012/2013 godine, Marko Vojinović predavao je fiziku u Matematičkoj gimnaziji u Beogradu. Od 2004. do 2006. godine bio je član redakcije časopisa “*Mladi fizičar*”. Aktivno je učestvovao u obeležavanju Svetske godine fizike, kao i u organizaciji više međunarodnih naučnih skupova.

## 2 Naučno-istraživački rad

Naučno-istraživački rad dr Marka Vojinovića može se grubo podeliti u dve celine: klasičnu i kvantnu gravitaciju.

U okviru klasične gravitacije, dr Vojinović se bavio problemom kretanja ekstenziranih tela u prostoru vremenu sa krivinom i torzijom. Ovaj problem je rešen kroz program istraživanja kojim se dr Vojinović bavio u okviru svog magistarskog rada i doktorske disertacije. Program istraživanja je realizovan publikovanjem serije radova [1-5], pri čemu rad [5] predstavlja kulminaciju i završetak programa. Centralni rezultat predstavlja najopštije realistične jednačine kretanja  $p$ -dimenzionalne brane u  $D$ -dimenzionalnom prostoru vremenu čija geometrija sadrži netrivialnu krivinu i torziju. Ovo je vrlo važan rezultat, jer daje nov uvid u interpretaciju interakcije materije sa krivinom i torzijom, kao i odgovarajuće tumačenje sigma-modela za 1-branu i 2-branu koji je ugrađen u osnove teorije struna. Osim toga, rezultati dobijeni u ovom radu nalaze primenu i u drugim oblastima fizike, kao što je na primer hidrodinamika ne-Njutnovskih fluida.

U okviru kvantne gravitacije, dr Vojinović se fokusirao na fundamentalni problem konstrukcije konzistentne kvantne teorije gravitacije. Ovo je bez sumnje centralni i najvažniji problem moderne fundamentalne teorijske fizike visokih energija. Istraživanje dr Vojinovića bazira se na pristupu *Loop kvantne gravitacije* i *spin-foam modela*, koji osim teorije struna predstavlja najpoznatiji istraživački pravac ka rešavanju problema kvantne teorije gravitacije. Doprinos dr Vojinovića ovoj liniji istraživanja je značajan, i njegovi radovi se mogu podeliti u dve grupe, po tipu konkretnih problema koje rešavaju.

Radovi [6], [7], [9], [10] i [15] se bave spin-foam formalizmom za kvantizaciju gravitacije, konkretno otvorenim problemima konačnosti kvantne teorije gravitacije i njenog semiklasičnog limita. U tom smislu ovi radovi su imali veliki doprinos kako razumevanju ova dva problema, tako i metodama za njihovo rešavanje. U radu [9] je dokazano da problem konačnosti teorije može da se reši uspešno odgovarajućom redefinicijom mere u funkcionalnom integralu gravitacionog polja, i da ta redefinicija ne narušava klasičan limes teorije. Ovo je jedan od prvih rezultata te vrste uopšte. Radovi [6], [7], [10] i [15] donose nov uvid u pitanje semiklasičnog limesa kvantne gravitacije, i obezbeđuju efektivan metod za određivanje oblika klasične teorije u zadatoj aproksimaciji. Ovo je takođe prvi rezultat te vrste. Kao dodatni rezultat, pokazano je da u teoriji u kojoj je u kvantnom režimu narušena simetrija difeomorfizama, u klasičnom limesu teorije ova simetrija se ponovo uspostavlja, čime je rešena jedna dugogodišnja zagonetka odnosa diskretizovanog i glatkog prostora vremena.

Radovi [8] i [12] se bave kategorijskom generalizacijom spin-foam modela na tzv. *spincube modele* kvantne gravitacije. Ovim postupkom se efikasno rešava problem kombinovanja gravitacije sa ostalim interakcijama i fermionskom materijom, što je takođe prvi rezultat te vrste. U spin-foam modelima koji su dosad izučavani u literaturi bilo je efektivno dokazano da fermionsku materiju nije nikako moguće uključiti u formalizam teorije, i ovo je bio veliki problem svih razmatranih spin-foam modela. Kategorijska generalizacija spin-foam modela na spincube modele na neočekivan ali elegantan način prevazilazi ovaj problem, i samim tim predstavlja mnogo bolju osnovu za izgradnju realistične teorije kvantne gravitacije. Istovremeno, otvara se i mogućnost unifikacije gravitacije sa ostalim interakcijama, mogućnost koja je bila potpuno nedostižna u svim dosadašnjim modelima kvantne gravitacije.

### 3 Kvalitativna ocena naučnog doprinosa

**Pokazatelji uspeha u naučnom radu.** Pokazatelji uspeha dr Marka Vojinovića ogledaju se u zapaženosti njegovih rezultata na međunarodnom nivou. Tome svedoči i predavanje koje je održao po pozivu direktora Bogoljubovljevog Instituta za Teorijsku Fiziku u Kijevu, akademika A. Zagorodny, na međunarodnom simpozijumu *V Petrov International Symposium "High Energy Physics, Cosmology and Gravity"*, Kijev, Ukraina, 29. april — 5. maj 2012. godine, i koje je štampano u celini [12].

**Angažovanost u razvoju uslova za naučni rad, obrazovanju i formiranju naučnih kadrova.** Dr Marko Vojinović je školske 2012/2013. godine bio u svojstvu spoljnjeg saradnika angažovan kao predavač predmeta **fizika** u Matematičkoj gimnaziji u Beogradu. U toku tog perioda je bio mentor za šest maturalnih radova učenika Matematičke gimnazije, i uručeno mu je priznanje za uspehe njegovih učenika postignute na 51. državnom takmičenju iz fizike za učenike srednjih škola.

**Međunarodna saradnja i organizacija naučnih skupova.** Dr Marko Vojinović je u periodu od 1. marta 2009. do 1. marta 2012. godine bio angažovan kao post-doktorski istraživač u Grupi za Matematičku Fiziku (GFM) na Univerzitetu u Lisabonu, Portugal. Tokom tri godine boravka, bio je angažovan na dva naučno-istraživačka projekta, jedan na Univerzitetu u Lisabonu i jedan na Univerzitetu u Koimbri. Kao rezultat te saradnje, objavio je 4 rada u vrhunskim međunarodnim časopisima (M21), u kolaboraciji sa prof. dr Aleksandrom Mikovićem, redovnim profesorom na Lusofona Univerzitetu u Lisabonu i stalnim članom GFM grupe Univerziteta u Lisabonu.

Osim toga, tokom 2011. i 2012. godine dr Vojinović je učestvovao u organizacionim odborima tri međunarodna skupa:

- *Gravity: New ideas for unsolved problems*, 12. — 14. septembar 2011, Divčibare, Srbija,
- *Quantum Integrable Systems and Geometry*, 3. — 7. septembar 2012, Oljao, Portugal,

- *7th Mathematical Physics Meeting: Summer School and Conference on Modern Mathematical Physics*, 9. — 19. septembar 2012, Beograd, Srbija.

**Kvalitet naučnih rezultata.** Dr Marko Vojinović rezultate svog naučnog rada publikuje u vodećim naučnim časopisima za oblast gravitacije, kao što su *Journal of High Energy Physics*, *Physical Review D*, *Classical and Quantum Gravity* i *General Relativity and Gravitation*. Od izbora u prethodno zvanje, objavio je 6 radova M21 kategorije sa ukupnim impakt-faktorom **18.946**. Od toga, jedan rad je objavio samostalno, a ostale sa po jednim koautorom. U oblasti istraživanja kojom se dr Vojinović bavi, uobičajeno je da se autori potpisuju na radove abecednim redom, i ne postoji koncept prvog autora. U tom smislu, doprinos dr Vojinovića u objavljenim radovima treba razumeti kao potpuno ravnopravan između svih potpisanih autora.

Radovi dr Vojinovića, objavljeni nakon izbora u prethodno zvanje, citirani su ukupno 11 puta (bez brojanja autocitata i citata koautora). Imajući u vidu da su u pitanju radovi iz fundamentalne teorijske fizike, ovaj broj citata se smatra veoma zadovoljavajućim.

## 4 Kvantitativna ocena naučno-istraživačkog rada

U tabeli su sumirani poeni na osnovu rezultata naučnog rada dr Marka Vojinovića nakon prethodnog izbora u zvanje, u skladu sa važećim Pravilnikom ministarstva nauke o kvantitativnom izražavanju rezultata naučno-istraživačkog rada.

		Neophodno	Ostvareno
<b>Viši naučni</b>	Ukupno	48	52
	$M_{10} + M_{20} +$ $M_{31} + M_{32} + M_{33} +$ $M_{41} + M_{42} + M_{51}$	40	52
<b>saradnik</b>	$M_{11} + M_{12} +$ $M_{21} + M_{22} + M_{23} + M_{24} +$ $M_{31} + M_{32} + M_{41} + M_{42}$	28	51

Na osnovu navedenih poena u tabeli, vidi se da dr Marko Vojinović ispunjava sve kvantitativne kriterijume za izbor u zvanje viši naučni saradnik.

## 5 Zaključak

Rezultati istraživanja dr Marka Vojinovića su objavljeni u najeminentnijim međunarodnim časopisima za oblast gravitacije, kao i na više značajnih međunarodnih i domaćih konferencija. Dr Vojinović je pokazao da je razvio visoki stepen samostalnosti u radu, kao i sposobnost da samostalno formuliše istraživačke probleme. Između ostalog, to pokazuje i činjenica da ima dva samostalno objavljena rada, a na ostalim radovima ima samo po još jednog koautora. Radovi dr Vojinovića citirani su od strane vodećih stručnjaka za

oblast gravitacije, a njegovi rezultati su prepoznati i na osnovu predavanja po pozivu na međunarodnim skupovima.

Imajući u vidu aktuelnost teme i značaj dobijenih rezultata za razumevanje klasične i kvantne strukture gravitacije, smatramo da dr Marko Vojinović ispunjava sve uslove za izbor u zvanje viši naučni saradnik. Zato predlažemo Naučnom veću Instituta za fiziku da usvoji ovaj izveštaj i predloži dr Marka Vojinovića za izbor u zvanje viši naučni saradnik.

U Beogradu,  
27. 12. 2013.

Prof. dr Milovan Vasilić  
Naučni savetnik Instituta za fiziku

Prof. dr Maja Burić  
redovni profesor Fizičkog fakulteta

Prof. dr Branislav Sazdović  
Naučni savetnik Instituta za fiziku

Napomena: U dodatku, kao sastavnom delu ovog izveštaja, dat je spisak radova i spisak citata dr Marka Vojinovića.

## A Dodatak — spisak radova

Radovi objavljeni nakon prethodnog izbora u zvanje obeleženi su zvezdicom.

### KATEGORIJA M21:

- [1] M. Vasilić, M. Vojinović, “Classical String in Curved Backgrounds”, *Phys. Rev. D* **73**, 124013 (2006).
- [2] M. Vasilić, M. Vojinović, “Classical Spinning Branes in Curved Backgrounds”, *JHEP* 07(2007)028.
- [3] M. Vasilić, M. Vojinović, “Zero-size Objects in Riemann-Cartan Spacetime”, *JHEP* 08(2008)104.
- [4] M. Vasilić, M. Vojinović, “Spinning branes in Riemann-Cartan spacetime”, *Phys. Rev. D* **78**, 104002 (2008).
- [5\*] M. Vasilić, M. Vojinović, “Test membranes in Riemann-Cartan spacetimes”, *Phys. Rev. D* **81**, 024025 (2010).
- [6\*] A. Miković, M. Vojinović, “Large-spin asymptotics of Euclidean LQG flat-space wavefunctions”, *Adv. Theor. Math. Phys.* **15**, 801 (2011).
- [7\*] A. Miković, M. Vojinović, “Effective action and semiclassical limit of spin foam models”, *Class. Quant. Grav.* **28**, 225004 (2011).
- [8\*] A. Miković, M. Vojinović, “Poincare 2-group and quantum gravity”, *Class. Quant. Grav.* **29**, 165003 (2012).
- [9\*] A. Miković, M. Vojinović, “A finiteness bound for the EPRL/FK spin foam model”, *Class. Quant. Grav.* **30**, 035001 (2013).
- [10\*] M. Vojinović, “Cosine problem in EPRL/FK spinfoam model”, *Gen. Relat. Gravit.* **46**, 1616 (2014).

### KATEGORIJA M22:

- [11] M. Vasilić, M. Vojinović, “Interaction of particle with the string in pole-dipole approximation”, *Fortschr. Phys.* **56**, 542-546 (2008).

### KATEGORIJA M31:

- [12\*] M. Vojinović, “Category Theory in Spincube Model of Quantum Gravity”, *Proceedings of the Vth Petrov international Symposium “High Energy Physics, Cosmology and Gravity”*, 29. April — 5. May 2012, BITP, Kyiv, Ukraine, ed. Stepan S. Moskaliuk (TIMPANI), p. 287–299 (2012).

#### KATEGORIJA M33:

- [13] M. Vasilić, M. Vojinović, “Classical String in Curved Backgrounds”, *4th Summer School in Modern Mathematical Physics*, Belgrade, Serbia, 3–14. September 2006, editors: B. Dragovich, Z. Rakić (SFIN, XX A1 2007) 403 — 411.
- [14] M. Vasilić, M. Vojinović, “Single-pole interaction of the particle with the string”, *7th International Conference ”Symmetry in Nonlinear Mathematical Physics”*, Kyiv, Ukraine, 24–30. June 2007, SIGMA **4**, 019 (2008).
- [15\*] A. Miković, M. Vojinović, “Effective action for EPRL/FK spin foam models”, *Jour. Phys. Conf. Ser.* **360**, 012049 (2012).

#### KATEGORIJA M34:

- [16] M. Vasilić, M. Vojinović, “Interaction of Particle With the String”, *BW2007 III Southeastern European Workshop “Challenges Beyond the Standard Model”*, Kladovo, Serbia, 2–9. September 2007, editors: G. Djordjevic, M. Haack, Lj. Nestic (BW2007 Book of Abstracts, Faculty of Sciences and Mathematics, Section of Serbian Physical Society, Niš 2007), p. 40.

#### KATEGORIJA M63:

- [17] M. Vojinović, “Self–Dual Lagrangians for Massless Vector Field”, *Zbornik radova sa 11. kongresa fizičara Srbije i Crne Gore*, Petrovac na moru, Srbija i Crna Gora, 3–5. jun 2004. godine, urednici: N. Konjević, B. Vujičić i P. Miranović (2004) 5-161 — 5-164.
- [18] M. Vasilić, M. Vojinović, “Spin-Orbit Interaction of the Particle with the String”, *Proceedings of the 1st International Conference on Fundamental Interactions*, September 26-28, 2007, Iriški Venac, Novi Sad, Serbia, *J. Res. Phys.* **31**, 94 (2007).

#### KATEGORIJA M71:

- [19] M. Vojinović, “Kretanje eksteniranih objekata u gravitacionom polju sa torzijom”, Fizički fakultet Univerziteta u Beogradu, 2008, mentor: prof. dr Milovan Vasilić.

#### KATEGORIJA M72:

- [20] M. Vojinović, “Kretanje klasične strune u zakrivljenom prostorvremenu”, Fizički fakultet Univerziteta u Beogradu, 2006, mentor: prof. dr Milovan Vasilić.

## B Dodatak — spisak citata

Navodimo spisak citata za radove [5-10], [12] i [15] koji ulaze u obzir za izbor u zvanje. Citiranost je određena prema INSPIRE bazi citiranosti, i navedeni su citati bez autocitata i citata koautora.

- A. Miković, M. Vojinović, “Effective action and semiclassical limit of spin foam models”, *Class. Quant. Grav.* **28**, 225004 (2011).

Rad je citiran u 6 publikacija:

- M. Han, “Covariant Loop Quantum Gravity, Low Energy Perturbation Theory, and Einstein Gravity”, [arXiv:1308.4063](#).
  - Y. Neiman, “A look at area Regge calculus”, [arXiv:1308.1012](#).
  - N. Bodendorfer and Y. Neiman, “Imaginary action, spinfoam asymptotics and the transplanckian regime of loop quantum gravity”, *Class. Quant. Grav.* **30** 195018 (2013).
  - M. Bojowald, “Quantum Cosmology: Effective Theory”, *Class. Quant. Grav.* **29** 213001 (2012).
  - S. Speziale and W. M. Wieland, “The twistorial structure of loop-gravity transition amplitudes”, *Phys. Rev. D* **86** 124023 (2012).
  - A. Perez, “The Spin Foam Approach to Quantum Gravity”, *Living Rev. Rel.* **16** 3 (2013).
- A. Miković, M. Vojinović, “A finiteness bound for the EPRL/FK spin foam model”, *Class. Quant. Grav.* **30**, 035001 (2013).

Rad je citiran u 2 publikacije:

- M. Christodoulou, A. Riello and C. Rovelli, “How to detect an anti-spacetime”, *Int. J. Mod. Phys. D* **21** 1242014 (2012).
  - C. Rovelli and E. Wilson-Ewing, “Discrete Symmetries in Covariant LQG”, *Phys. Rev. D* **86** 064002 (2012).
- A. Miković, M. Vojinović, “Effective action for EPRL/FK spin foam models”, *Jour. Phys. Conf. Ser.* **360**, 012049 (2012).

Rad je citiran u 3 publikacije:

- N. Bodendorfer and Y. Neiman, “Imaginary action, spinfoam asymptotics and the transplanckian regime of loop quantum gravity”, *Class. Quant. Grav.* **30** 195018 (2013).
- A. Perez, “The Spin Foam Approach to Quantum Gravity”, *Living Rev. Rel.* **16** 3 (2013).
- S. Alexandrov, M. Geiller and K. Noui, “Spin Foams and Canonical Quantization”, *SIGMA* **8** 055 (2012).