

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Датум доношења: 18.02.2015			
Служба	Број	Процедура	
02	170/1	-	-

Institut sa Glasgou
18.02.2015.

Школовски

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА
У КРАГУЈЕВЦУ
И СТРУЧНОМ ВЕЋУ ЗА ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

На основу одлуке број 50/XI-1 Наставно-научног већа Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу од 14.01.2015. године, одређени смо у Комисију за подношење извештаја о подобности кандидата **Момира Арсенијевића**, као и научне заснованости теме под насловом **“Динамика квантних подсистема и корелација у дводелним канонским структурама”** за израду докторске дисертације. На основу увида у потребну документацију о томе подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Кратка биографија кандидата

Момир Арсенијевић је рођен 24.04.1980. године у Кавадарцима, СР Македонија. Основну школу је завршио у Зубином Потоку, а Гимназију природно-математичког смера у Косовској Митровици. Природно-математички факултет, студијска група физика, уписао је школске 1999/2000. Студије је завршио 2004. године, са просечном оценом 8.69.

Последишломске студије (смер Класична и квантна физика) уписао је школске 2004/05 године на Природно-математичком факултету у Крагујевцу, где је положио све предвиђене испите на студијама са просечном оценом 9.5 и одбранио магистарску тезу под називом **“Модел унутрашњег окружења у Штерн-Герлаховом експерименту”** 2010. године.

Докторске студије на Природно-математичком факултету у Крагујевцу је уписао школске 2012/13, а тренутно ради на истраживачком раду везаном за докторску дисертацију. Главне области научно-истраживачког рада су Квантна информација и Теорија отворених квантних система.

Од 2006. године запослен је на Природно-математичком факултету у Крагујевцу, у оквиру научних пројеката Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије. Учесник је текућег пројекта Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије, **„Нови приступ проблемима заснивања квантне механике са аспекта примене у квантним технологијама и интерпретацијама сигнала различитог порекла“**, евиденциони број ОИ 171028, као и међународног пројекта Европске Уније COST Action MP1006 **„Fundamental Problems in Quantum Physics”**, <http://www.equantum.eu/>. Поред научно-истраживачког рада, ангажован је и у настави и то на предметима: Статистичка физика, Квантна механика и Квантна теоријска физика на основним академским студијама, као и Теорија поља и симетрије у физици и Изабрана поглавља квантне механике на мастер академским студијама физике Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу. Од 01. 09. 2013. године је у звању асистента на истом факултету.

2. Наслов, предмет и хипотезе докторске дисертације

Комисија предлаже да се као наслов докторске дисертације усвоји “Динамика квантних подсистема и корелација у дводелним канонским структурама”.

Предмет истраживања ове докторске дисертације су дводелне (енгл., *bipartite*) структуре сложених квантних система, то јест, динамике подсистема и корелација у тим структурама. Од свих могућих структура од интереса су само оне које су међусобно повезане, такозваним, линеарним канонским трансформацијама – „канонске структуре“ – које чувају формализам нерелативистичке квантне теорије и јасно одређују услове локалности операција над сложеним системом. Нагласак ће бити стављен на динамику подсистема који би могли да испоље приближно класично понашање, са једне, и опис квантних корелација у сложеном систему, са друге стране. Отуда су неопходни методи нових квантних области – теорије декохеренције, отворених система и квантне информације.

3. Подобност кандидата

На основу података наведених у оквиру тачке 1, Комисија закључује да кандидат има звање *магистар физичких наука* и да је студент на докторским академским студијама физике на ПМФ у Крагујевцу. Научно интересовање Момира Арсенијевића обухвата следеће области савремене физике: теорија декохеренције, теорија квантне информације и теорија отворених квантних система.

Кандидат Момир Арсенијевић је до сада објавио 6 научних радова у међународним научним часописима са ISI листе, од којих један представља саопштење на међународној научној конференцији.

На основу анализе научних радова Момира Арсенијевића може се закључити да је испољио запажену научну активност и смисао за анализу и решавање научних проблема из области квантне физике.

Списак објављених научних радова кандидата (у складу са „Наши у WOS“, КоБсон)

Радови објављени у међународним научним часописима са ISI листе

1. J. Jeknić-Dugić, M. Arsenijević, M. Dugić, “*A local-time-induced unique pointer basis*”, Proc. R. Soc. A. **470**, 20140283 (2014), DOI:10.1098/rspa.2014.0283; Online ISSN:1471-2946. Категорија часописа за 2013. годину: M21
2. M. Arsenijević, J. Jeknić-Dugić and M. Dugić, “*Asymptotic dynamics of the alternate degrees of freedom for a two-mode system: An analytically solvable model*”, Chin. Phys. B **22**, 020302 (2013), DOI: 10.1088/1674-1056/22/2/020302, ISSN: 1674-1056. Категорија часописа за 2011. годину: M22
ЦИТАТИ: 1
3. M. Dugić, M. Arsenijević, J. Jeknić-Dugić, “*Quantum correlations relativity for continuous variable systems*”, Sci. China PMA, **56**, 4, 732 (2013), DOI: 10.1007/s11433-012-4912-5, ISSN: 1674-7348.

Категорија часописа за 2013. годину: **M23**

ЦИТАТИ: 5

4. N. Stevanović, V.M. Marković, M. Arsenijević, D. Nikezić, "Influence of electron motion in target atom on stopping power for low-energetic ions", Nucl. Tech. Rad. Prot., 27, 113 (2012),

DOI: 10.2298/NTRP1202113S, ISSN: 1451-3994.

Категорија часописа за 2012. годину: **M22**

ЦИТАТИ: 1

5. M. Dugić, D. Raković, J. Jeknić-Dugić, M. Arsenijević, „The Ghostly Quantum Worlds“, NeuroQuantology, 10, 619 (2012),

DOI: 10.14704/nq.2012.10.4.587, ISSN: 1303-5150

Категорија часописа за 2013. годину: **M23**

Саопштења са међународних скупова штампана у целини (M33)

1. M. Arsenijević, M. Dugić, "Nonexistence of the Classical Trajectories in the Stern-Gerlach Experiment", Acta Phys. Pol. A 117, 760 (2010),

ISSN: 0587-4246.

Категорија часописа (који се налази на ISI листи) за 2010. годину: **M23**

ЦИТАТИ: 2

Радови у научним часописима (M53)

1. J. Jeknić-Dugić, M. Dugić, A. Francom, M. Arsenijević, "Quantum Structures of the Hydrogen Atom", Open Access Library Journal, 1, e501 (2014); doi: <http://dx.doi.org/10.4236/oalib.1100501> , <http://www.oalib.com/articles/3064181#.U68IP-bAAns> .

ЦИТАТИ: 2

Саопштења са скупова националног значаја, штампана у изводу (M64)

1. J. Jeknić-Dugić, M. Arsenijević, M. Dugić, "Quantum Structures in Foundations and Applications of Quantum Theory" in *The Second National Conference on Information Theory and Complex Systems (TINKOS)*, June 16-17, 2014, Niš, Serbia, pp.53-54.

Одбрањен магистарски рад (M70)

Момир Арсенијевић, *Модел унутрашњег окружења у Штерн-Герлаховом експерименту*, ментор: проф. др М. Дугић, Универзитет у Крагујевцу, Природно-математички факултет (2010).

Научни радови објављени у међународним научним часописима са ISI листе који би могли ући у састав докторске дисертације горе су наведени под бројевима [2] и [3], док су радови који нису укључени у састав дисертације означени бројевима [1], [4] и [5].

4. Преглед стања у подручју истраживања

Област истраживања је интердисциплинарна и задира у следеће области савремене физике: заснивање и интерпретација квантне теорије, заснивање процеса декохеренције (као главног кандидата за разрешење проблема, такозваног, „преласка са квантног на класично“), заснивање квантне теорије отворених система те теорије квантне информације – са средишњим појмом, такозваних, квантних корелација (енгл., *quantum entanglement* и *quantum discord*). Тема истраживања је тренутно средиште оригиналног истраживачког пројекта „Квантне структуре“ чија се презентација може наћи на адреси <http://physics.kg.ac.rs/fizika/prilozi/quantumStructures/>. До сада успостављени, основни, појмови релативности (квантног) система и квантне локалности, како декохеренцијски тако и квантно-информацијски, пружају основу за даље истраживање у складу са појмовним и методским основама горе побројаних области савремене квантне физике. Пројекат „Квантне структуре“ је један од малог броја сличних истраживања која се систематски баве темом квантних структура, како у области заснивања тако и примене квантне теорије. О научној релевантности пројекта говори и цитираност радова која се може наћи на горе датој *WEB* адреси – 23 цитата за приближно 3.5 године. Основни резултати истраживања квантних структура су од универзалног значаја и њихова примена је у повоју у различитим областима физике и сродних области, као што су атомска физика (хладни атоми и атомски и јонски трапови), физика молекула и квантна хемија (хладни молекули и супрахемија, динамика молекулских конфигурација), квантна оптика, физика чврстог стања материје (квантне тачке, спински системи са Хајзенберговом интеракцијом, квантни фазни прелазни), квантно информатичко процесирање.

5. Значај и циљ истраживања са становишта актуелности у одређеној научној области

Препознавање значаја истраживања на тему квантних структура се полако шири у светској научној литератури, како у области фундаменталних, тако и у области примењених истраживања. У прилог овоме је и податак да је број радова објављених у току 2014. године готово једнак броју радова за читав претходни период (1998-2013. година), као што се може видети на горе датој *WEB* адреси. Значај квантних структура се може препознати и у области у настајању, тзв., квантној термодинамици, која отвара наду за повезивање до сада неповезаних области квантне физике, феноменолошке термодинамике и статистичке механике. Недавно уведени појам „релативности термализације“ се може непосредно повезати са неким очекиваним резултатима овде предложене дисертације што отвара нови правац истраживања од широког научног интереса.

Овде предложено истраживање има за циљ проширење и обogaћење појмовних основа квантних структура са нагласком на корелације у дводелним структурама сложених система, при чему су структуре повезане линеарним канонским трансформацијама а одговарајући подсистеми могу бити вишечестични системи. Посебан циљ је постизање што шире универзалности добијених резултата у смислу применљивости на отворене, или затворене („изоливане“) квантне системе са коначно, или бесконачно много степени слободе. С обзиром на постављени циљ, значај истраживања лежи пре свега у чињеници да се очекивани резултати смештају у саме, методске основе истраживања квантних структура и њихове примене.

6. Веза са досадашњим истраживањима

Предложени рад на докторској дисертацији се строго заснива на релативности појма „физички систем“ и „релативности локалности“ успостављених и уведених у претходној фази рада на пројекту (из којег је, једним делом, произашла једна одбрањена докторска

дисертација, а у вези са чиме је био и одбрањени магистарски рад кандидата, Момира Арсенијевића). Систематичност појмовних и методских оквира обезбеђује кохерентну и физички јасну основу за рад на предложеној теми, а резултати других истраживачких тимова могућност за поређење резултата и постављање нових истраживачких задатака.

7. Методи истраживања

Тема квантних структура, по својој природи, захтева употребу метода различитих области савремене квантне физике. Конкретно, у питању су методи следећих физичких теорија: 1) квантне теорије декохеренције, 2) теорије квантних корелација у оквирима теорије квантне информације и 3) пројекциони метод Накациме-Цванцига као средишњи метод теорије отворених квантних система.

8. Очекивани резултати докторске дисертације

Тема ове докторске дисертације је проистекла из текућег, оригиналног научног пројекта и у оквиру сличних истраживања добија на значају у светској научној литератури из области квантне физике и њених примена. Очекивани резултати би обогатили и проширили поменуте области како у контексту фундаменталних истраживања тако и у одређеним аспектима њихове примене.

Очекује се да ће добијени резултати ове докторске дисертације бити представљени у више радова који би били објављени у неким од међународних научних часописа.

9. Оквирни садржај докторске дисертације

Докторска дисертација ће се састојати из више међусобно повезаних делова. Главни циљ рада је успостављање описа динамике подсистема и корелација (квантних корелација као што су сплетеност и дискорд) у различитим дводелним структурама, са нагласком на математичку аналитичност описа, што је неопходна основа за изучавање вишеделних структура од најширег интереса у различитим применама.

У првом, уводном, делу биће дат преглед основних појмова, метода и резултата у изучавању квантних структура и њихова веза са истраживањима у сродним областима. У другом, општем, делу рада биће дат преглед и анализа квантних корелација посебне врсте, тзв., квантног дискорда. У трећем делу биће анализоване квантне корелације (дискорд) за различите дводелне структуре од општег значаја—како за отворене тако и затворене („изоловане“), коначно или бесконачно димензионалне квантне системе. У четвртном делу рада биће дата анализа конкретног модела „линеарног“ квантног система (пара квантних осцилатора, тј., еквивалентно, пара оптичких модова). У петом делу биће представљена анализа класичности (класичног понашања) отворених квантних система у новом приступу класичности. Наиме, као незаобилазни чинилац класичности биће анализиран услов нултог дискорда за коначне временске интервале као комплемент постојећих резултата о асимптотској класичности Марковљевих отворених система. Шести део биће посвећен анализи добијених резултата, отвореним питањима и правцима даљег истраживања. Седми део биће закључак дисертације.

10. Ментор докторске дисертације

Институт за физику Природно-математичког факултета у Крагујевцу за ментора ове дисертације предлаже др **Мирољуба Дугића**, редовног професора Природно-математичког факултета у Крагујевцу.

Образложење: Професор има докторат из уже научне области **Квантне физике** и већи број објављених радова у часописима са ISI листе, као и саопштења на међународним и националним конференцијама, те предавања по позиву. Он има више од 15 радова са ISI листе у области квантне физике (заснивање квантне теорије, теорије декохеренције, квантне информације и отворених квантних система) у последњих десет година, те, имајући у виду циљеве и очекиване резултате ове дисертације, сматрамо да испуњава све услове да буде ментор ове докторске дисертације.

11. Научна област докторске дисертације

Област истраживања којом кандидат у својој дисертацији намерава да се бави може се, с обзиром на предмет и циљ истраживања, подвести под област **Квантне физике** за коју је Природно-математички факултет матичан.

12. Научна област чланова комисије

Сви чланови комисије се баве истраживањима из области **Теоријске физике** од интереса за предложену тему дисертације и имају већи број објављених научних радова.

- ◆ **Др Таско Грозданов**, научни саветник Института за физику у Земуну
ужа научна област: **Атомска, молекулска и оптичка физика**

- ◆ **Др Иван Живић**, редовни професор ПМФ-а у Крагујевцу
ужа научна област: **Физика кондензоване материје**

- ◆ **Др Мирољуб Дугић**, редовни професор ПМФ-а у Крагујевцу
ужа научна област: **Квантна физика, ментор дисертације.**

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу свега изложеног, Комисија закључује да кандидат испуњава све услове предвиђене законом и Статутом Природно-математичког факултета у Крагујевцу за израду докторске дисертације из области физичких наука. Комисија такође сматра да је предложена тема докторске дисертације научно интересантна и значајна, односно да је научно оправдана, те да представља наставак истраживања кандидата започетог у оквиру израде магистарског рада. Због тога Комисија предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета у Крагујевцу да кандидату Момиру Арсенијевићу одобри израду докторске дисертације под називом

ДИНАМИКА КВАНТНИХ ПОДСИСТЕМА И КОРЕЛАЦИЈА У ДВОДЕЛНИМ КАНОНСКИМ СТРУКТУРАМА

За ментора се предлаже проф. др **Мирољуб Дугић**.

У Крагујевцу,
17.02.2015. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Таско Грозданов, научни саветник,
Институт за физику, Земун
Ужа научна област: **Атомска, молекулска и оптичка физика**



Др Иван Живић, редовни професор,
Природно-математички факултет, Крагујевац
Ужа научна област: **Физика кондензоване материје**



Др Мирољуб Дугић, редовни професор,
Природно-математички факултет, Крагујевац
Ужа научна област: **Квантна физика**

