

# НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФИЗИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Пошто смо на IX седници Изборног и Наставно-научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду одржаној 26. јуна 2019. године одређени за чланове Комисије за припрему извештаја о докторском раду “Азимуталне анизотропије наелектрисаних честица у сударима  $pp$ ,  $pPb$ ,  $XeXe$  и  $PbPb$  у експерименту CMS на Великом хадронском сударачу-LHC“ из научне области физика високих енергија и нуклеарна физика коју је кандидат МИЛАН СТОЈАНОВИЋ предао Физичком факултету у Београду дана 24. јуна 2019. године подносимо следећи

## РЕФЕРАТ

### 1. Основни подаци о кандидату

#### 1.1 Биографски подаци

Колега Милан Стојановић је рођен 29.08.1985 у Њуприји. Дипломирао је 2014. године на Физичком факултету, Универзитета у Београду, на смеру Теоријска и експериментална физика, са просечном оценом 9.19. Дипломски рад на тему “Реконструкција елиптичког тока у  $PbPb$  сударима на LHC енергији од 2.76 TeV“ одбранио је са оценом 10. Докторске студије уписао је 2014. године на Физичком факултету у Београду на студијском програму физике, научна област - физика језгара и честица, где је положио све испите са просечном оценом 10. Рад на докторату обавља у Институту за нуклеарне науке “Винча”, где је и запослен као истраживач сарадник. Ментор на изради тезе му је др Јован Милошевић, научни саветник ИНН Винча. Од 2015. године је и члан CMS (Compact Muon Solenoid) колаборације у CERN-у.

Колега Стојановић је као ученик похађао две међународне летње школе физике високих енергија: *European School of High Energy Physics*, Банско, Бугарска, од 2. до 20. септембра 2015. и *3rd International Summer School of QCD: Dense systems in QCD at asymptotical energies*, у Орсеју, Француска, од 20. јуна до 1. јула 2016. године.

Током свог рада у ИНН Винча има објављене три публикације у међународним часописима и неколико предавања по позиву на међународним научним скуповима. Посебно треба истаћи конференцију Quark Matter 2018, која је одржана у Венецији у мају 2018 године и представља најпрестижнију конференцију у области физике судара језгара. Колега Стојановић је на њој одржао предавање под називом *Measurement of collective flow in XeXe collisions at 5.44 TeV with the CMS experiment*.

Осим непосредне анализе CMS података, колега Стојановић у оквиру CMS колаборације ради и на реконструкцији и калибрацији трагова наелектрисаних честица са посебном спецификацијом за трагове из пиксел детектора.

Од јула 2018. ради и рецензије за часопис *Nuclear Physics A* (IF = 0.97).

## 1.2 Научна активност

Милан Стојановић се у свом истраживачком раду бави физиком судара језгара са посебним акцентом на проучавање колективних феномена насталих у тим сударима. Ови феномени су значајни јер пружају могућност бољег разумевања кварк-глуонске плазме - новог стања материје које настаје у условима екстремне густине и температуре. Колега Милан Стојановић је запослен у Групи за физику елементарних честица у Лабораторији за физику 010 Института за нуклеарне науке "Винча" и у звању истраживач-сарадник ангажован је на пројекту 171019 код МПНТР. Активан је члан винчанске Групе у експерименту CMS у CERN-у. Његов истраживачки рад, уз менторство др Јована Милошевића, као и тема његове докторске дисертације, односи се на анализу азимуталних анизотропија у сударима протона и симетричним и асиметричним сударима језгара на основу експерименталних података у pp, pPb, XeXe и PbPb сударима прикупљених детектором CMS на Великом хадронском сударачу-LHC у CERN-у.

У оквиру колаборације CMS такође ради и на реконструкцији и калибрацији трагова наелектрисаних честица са експертизом за трагове из пиксел детектора.

Поред колаборације CMS, колега Стојановић је члан и међународне колаборације J-PARC и учесник је пројекта 'Феноменологија у физици високих енергија' који се реализује у оквиру билатералне сарадње између Републике Србије и Народне Републике Кине.

Милан Стојановић је уз активан истраживачки рад остварио запажен успех учествовањем на две конференције (QM2018, IS2017) и неколико мањих конференција (ExQCD2017, ExQCD2018) и workshop-ова (WPCF2018) где је у име Колаборације CMS представио своје резултате. Посебно издвајмо презентацију на најзначајнијој конференцији Физике судара релативистичких језгара: "Quark Matter 2018" одржаној маја 2018. у Венецији, Италија. Резултати те анализе су публиковани у Phys. Rev. C **100** (2019) 044902.

## 2. Опис предатог рада

### 2.1 Основни подаци о докторској дисертацији

Дисертација је урађена под руководством др Јована Милошевића, научног саветника ИНН Винча. Ментор испуњава услове Физичког факултета за руковођење израдом докторске дисертације јер је у научном звању и аутор је великог броја радова управо из области физике судара језгара а који су објављени у водећим међународним часописима. За руководиоца ове докторске дисертације именован је од стране ННВ Физичког факултета на седници одржаној 22.05.2019. године.

Докторска дисертација "Азимуталне анизотропије наелектрисаних честица у сударима pp, pPb, XeXe и PbPb у експерименту CMS на Великом хадронском сударачу-LHC" написана је на српском језику. Има 144 страна и садржи Увод, 5 Поглавља, Закључак Биографију и Библиографију аутора. Такође, има 67 слика, 4 табеле и 107 референци. У Уводу је укратко описана јака интеракција и кварк глуонска плазма. Представљена је релативистичка хидродинамика и посебно колективна кретања кварк глуонске плазме, а такође представљен је и увод у физику судара језгара на високим енергијама. Поглавље 2 садржи опис детектора CMS, док је у Поглављу 3 описан начин прикупљања као и селекција података за коначну физичку анализу. Поглавље 4 даје детаљан преглед

методологије рада са дефиницијама коришћених опсервабли. У поглављу 5 су детаљно представљене систематске неодређености резултата добијене из различитих извора, док су у Поглављу 6 детаљно представљени и дискутовани добијени резултати азимуталних анизотропија у системима различитих величина.

## 2.2 Предмет и циљ рада

Докторска теза припада области физика високих енергија и нуклеарна физика, а ужа подобласт је физика судара релативистичких језгара. Једно од основних питања у овој области је шта се догађа са материјом на екстремним густинама и температурама какве су постојале у првим микросекундама после Великог праска. Дискретна квантна хромодинамика (или QCD на решетци) која третира интеракцију између партона непертурбативно, предвиђа да се при таквим температурама дешава фазни прелаз хадронске материје у ново стање које се назива кварк-глуонска плазма (QGP). Кварк-глуонска плазма је јако интерагујућа средина (радијуса  $\approx 10$  fm) која показује одлике скоро идеалног флуида. Тиме, релативистичка хидродинамика представља успешан теоријски оквир за третирање еволуције кварк-глуонске плазме у режиму тзв. меких процеса ( $p_T < 3$  GeV/c). Експериментално мерени колективни ефекти на енергијама којима располажу RHIC и LHC акцелератори указују на стварање јако интерагујућег флуида кваркова и глуона ("QCD флуид"). Експериментални подаци на детектору CMS у PbPb, XeXe, pPb и pp сударима омогућавају знатно проширење анализе колективних ефеката у системима веома различитих величина као и утицаја флукуација почетних стања на колективно понашање материје.

У тези су применом метода дводимензионалних ( $\Delta\phi$ - $\Delta\eta$ ) двочестичних расподела, метода вишечестичних расподела, тзв. кумуланата, као и метода скаларног производа рачунати Фурије хармоници анизотропног тока у PbPb и XeXe сударима. У симетричним сударима се због поједностављења геометрије и симетрије сматрало да сви Фурије хармоници реда вишег од 2 морају да буду једнаки нули. То је долазило отуд што су сударајућа језгра у трансверзалној равни нормалној на осу снопа идеализована круговима и што је расподела нуклеона унутар њих хомогена. Ипак, Фермијево кретање нуклеона доводи до асиметрија које неминовно доводе до ненултих вредности Фурије хармоника реда вишег од 2. У тези су рачунати хармоници до 7-ог реда. Као што је и очекивамо, хармоник 2-ог реда снажно зависи од централности, док хармоници виших редова, који настају услед флукуација почетних стања показују веома слабу зависност од централности. Резултате добијене у XeXe сударима је упоредио са теоријским предвиђањима IP-Glasma+MUSIC+UrQMD и TrENTo моделима. Резултати ове анализе су објављени у Phys. Rev. C **100** (2019) 044902 и имаће значајан утицај на теоријске радове у будућности који се баве моделирањем хидродинамичке еволуције система различитих величина. Милан Стојановић је представио резултате овог рада на најважнијој међународној конференцији физике судара релативистичких језгара, Quark Matter 2018 у Венецији, Италија, Nucl. Phys. A **982** (2019) 395.

Милан Стојановић је такође радио и на одређивању колективности у малим системима створеним у pp и pPb сударима на различитим енергијама. У односу на велике системе, у овим малим системима је допринос di-jet корелација веома изражен и уклоњен је коришћењем претходно развијених метода. Допринос di-jet корелација се увећава са смањењем мултиплицитета честица насталих у судару. Овим анализама се покушава да се утврди минимална величина (мултиплицитет) сударајућег система у којем се појављује колективно кретање. Резултати анализе објављени су Phys. Rev. Lett. **120** (2018) 092301.

## 2.3 Публикације

У овој докторској тези су представљени резултати 2 рада [A1, A2] објављена у часописима са импакт факторима већим од 1. Од тога 1 рад [A1] категорије M21a и 1 рад [A2] категорије M21. Рад [A1] има 25 цитата. Рад [A2] за сада нема цитата. Наведени цитати не садрже аутоцитате и цитате колаборације CMS. Одговарајући јавно доступни *Physics Analysis Summary* (PAS-HIN-16-022, PAS-HIN-16-018 и PAS-HIN-18-001) и њима одговарајуће интерне ноте *Analysis Note* (AN) су наведени као [A4, A5, A6] и њихов број цитата је 2, 0 и 6 респективно. Кандидат Милан Стојановић за своју докторску дисертацију пријављује 2 рада [A1, A2]. У раду [A2] он је кључни аутор, док је у раду [A1] дао значајан допринос. Као најзначајнији, на сајт Физичког факултета се стављају радови [A1] и [A2].

## 2.4 Преглед научних резултата изложених у дисертацији

Најважнији делови докторске дисертације представљени су у Поглављима 4, 5 и 6.

### 2.4.1 Поглавље 4

Детаљан опис различитих метода коришћених за екстракцију Фурије-ових коефицијената. Различити методи показују различиту осетљивост на колективност кретања као и на утицај флукуација почетних стања. Представљени су метод дво-честичних корелација  $\Delta\phi$ - $\Delta\eta$ , метод вишечестичних корелација (тзв. кумуланата) и метод скаларног производа.

### 2.4.2 Поглавље 5

Иако је CMS изузетно прецизан инструмент, његова прецизност је коначна. Стога је неопходна детаљна анализа систематских грешака да би се утврдило одступање од правих вредности а које није узроковано коначном статистиком. У овом поглављу је представљена анализа систематских грешака које потичу из различитих извора и то: квалитета селекције трагова наелектрисаних честица, позиције вертекса, одређивања централности судара, closure test-а и pile-up-а и то и у различитим методима примењеним у анализи и у различитим системима који су анализирани.

### 2.4.2 Поглавље 8

Детаљно су изложени резултати добијених Фурије-ових коефицијената у система различитих величина добијених у pp, pPb, XeXe и PbPb сударима на LHC енергијама. Резултати су представљени у функцији централности и у функцији трансверзалног импулса. Такође, резултати су упоређени са предвиђањима различитих модела. Занимљиво је да за најцентралније сударе TrENTo модел у опцији у којој узима у обзир деформацију језгра Хе даје боље слагање са експерименталним подацима што имплицитно потврђује деформисаност језгра Хе. Резултати анизотропија у pp, pPb и периферним PbPb сударима су публиковани у раду [A1], док су резултати анизотропија у ХеХе сударима публиковани у раду [A2].

### 3. Списак публикација кандидата

#### A Радови у међународним часописима

- [A1] A. Sirunyan, ..., M. Stojanovic, et al., CMS Collaboration, *Observation of Correlated Azimuthal Anisotropy Fourier Harmonics in pp and p+Pb Collisions at the LHC*, Phys. Rev. Lett. **120** (2018) 092301, DOI: [10.1103/PhysRevLett.120.092301](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.120.092301), arXiv:1709.09189 [nucl-ex] (2017), (internal note HIN-16-022, analysis note AN-16-370) IF=9.227
- [A2] A. Sirunyan, ..., M. Stojanovic, et al., CMS Collaboration, *Charged particle angular correlations in XeXe collision at  $\sqrt{s_{NN}}=5.44$  TeV*, Phys. Rev. C **100** (2019) 044902, DOI: [10.1103/PhysRevC.100.044902](https://doi.org/10.1103/PhysRevC.100.044902), arXiv:1901.07997 [hep-ex] (2017), (internal note HIN-18-001, analysis note AN-17-262) IF=3.132
- [A3] P. Cirkovic, D. Devetak, M. Dordevic, J. Milosevic and M. Stojanovic, “*Sub-leading flow modes in PbPb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV from HYDJET++ model*”, Chin. Phys. C **41** (2017) 074001, arXiv: 1611.06602, DOI: [10.1088/1674-1137/41/7/074001](https://doi.org/10.1088/1674-1137/41/7/074001) IF=5.084

#### Јавно доступне PAS публикације

- [A4] Q. Wang, M. Guilbaud, M. Stojanovic, Sh. Tuo, S. Sanders, W. Li, Zh. Tu, *Charged particle angular correlations in XeXe collision at  $\sqrt{s_{NN}}=5.44$  TeV*, CMS PAS-HIN-18-001, CERN-EP-2018-345 (internal note HIN-18-001, analysis note AN-17-262)
- [A5] M. Guilbaud, W. Li, J. Milosevic, H. Ni, S. Sanders, M. Stojanovic, Sh. Tuo, J. Velkovska, Q. Wang, Q. Xu, *Measurement of mixed higher order flow harmonics in PbPb collisions*, CMS PAS-HIN-16-018, (internal note HIN-16-018, analysis note AN-16-294)
- [A6] M. Guilbaud, Zh. Chen, Zh. Tu, W. Li, J. Castle, Q. Wang, C. A. Bernadars, M. Stojanovic, *Correlations of azimuthal anisotropy harmonics in pp, pPb, and PbPb collisions at the LHC*, CMS PAS-HIN-16-022, (internal note HIN-16-022, analysis note AN-16-370)

#### B Радови у зборницима међународних конференција

1. Milan Stojanovic for the CMS Collaboration, “*Measurement of collective flow in XeXe collisions at 5.44 TeV with the CMS experiment*”, Nuclear Physics A 982 (2019) 395, [10.1016/j.nuclphysa.2018.09.085](https://doi.org/10.1016/j.nuclphysa.2018.09.085), Quark Matter 2018, Venice, Italy, May 14-19, 2018
2. Milan Stojanovic for the CMS Collaboration, “Multi-particle correlations in small collision systems with CMS”, Initial Stages 2017, Krakow, Poland, September 18-22, 2017
3. Milan Stojanovic for the CMS Collaboration, “Azimuthal correlations in systems of different sizes at the LHC from the CMS”, WPCF 2018, Krakow, Poland, May 22-26, 2018
4. Milan Stojanovic for the CMS Collaboration, “Azimuthal correlations and mixed higher order flow harmonics from CMS at the LHC”, Acta Phys.Polon.Supp. 10 (2017) 1133, DOI: [10.5506/APhysPolBSupp.10.1133](https://doi.org/10.5506/APhysPolBSupp.10.1133), Excited QCD 2017, Sintra, Portugal, May 7-13, 2017
5. Milan Stojanovic, “Different modes of elliptic and triangular flow in ultrarelativistic PbPb collisions from HYDJET model”, Acta Phys.Polon.Supp. 11 (2018) 557, DOI: [10.5506/APhysPolBSupp.11.557](https://doi.org/10.5506/APhysPolBSupp.11.557), Excited QCD 2018, Kopaonik, Serbia, March 11-15, 2018
6. Milan Stojanovic, “Azimuthal anisotropy Fourier harmonic correlations and initial-state fluctuations from HYDJET++ and AMPT model”, ICNFP 2019, Kolymbari, Crete, Greece 21-30 August, 2019

#### Г Радови у зборницима домаћих конференција

## 4. Цитати

[A1] A. Sirunyan, ..., M. Stojanovic, et al., CMS Collaboration, *Observation of Correlated Azimuthal Anisotropy Fourier Harmonics in  $pp$  and  $p+Pb$  Collisions at the LHC*, Phys. Rev. Lett. **120** (2018) 092301, DOI: [10.1103/PhysRevLett.120.092301](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.120.092301), arXiv:1709.09189 [nucl-ex] (2017)

Цитиран у:

1. *Mapping the internal structure of hadrons through color and spin effects*, Tom Adrianus Antonius van Daal. PhD Thesis 2018.
2. *System size scan of  $D$  meson RAA and  $v_n$  using PbPb, XeXe, ArAr, and OO collisions at LHC*, R. Katz, C. A.G. Prado, J. Noronha-Hostler, A. A.P. Suaide, 2019, arXiv:1907.03308
3. *Ultracentral Collisions of Small and Deformed Systems at RHIC: UU, dAu, 9BeAu, 9Be9Be, 3He3He, and 3HeAu Collisions*, J. Noronha-Hostler, N. Paladino, S. Rao, M. D. Sievert, D. E. Wertepny. 2019, arXiv:1905.13323
4. *Sensitivity of  $D$  meson azimuthal anisotropies to system size and nuclear structure*, R.Katz, C. A.G. Prado, J. Noronha-Hostler, J. Noronha, A. A.P. Suaide, M. G. Munhoz. 2019, arXiv:1905.12038
5. *Flow in AA and pA as an interplay of fluid-like and non-fluid like excitations*, A. Kurkela, U. A. Wiedemann, B. Wu. 2019, arXiv:1905.05139
6. *Primordial non-Gaussianity in heavy-ion collisions*, R. S. Bhalerao, G. Giacalone, J-Y. Ollitrault. Phys.Rev. C 100 (2019) no.1, 014909, arXiv:1904.10350
7. *Study of Small Colliding Systems*, L. Yi, Nucl.Phys. A 982 (2019) 85-91
8. *Higher order Symmetric Cumulants*, C. Mordasini, A. Bilandzic, D. Karakoç, S. F. Taghavi. 2019, arXiv:1901.06968
9. *Initial state structures and final state correlations in heavy ion collisions*, Alba Soto-Ontoso. 2018. PhD Thesis.
10. *CERN Large Hadron Collider system size scan predictions for PbPb, XeXe, ArAr, and OO with relativistic hydrodynamics*, M. D. Sievert, J. Noronha-Hostler. 2019. Phys.Rev. C 100 (2019) no.2, 024904, arXiv:1901.01319
11. *Mapping the internal structure of hadrons through color and spin effects*, T. Van Daal. 2018, arXiv:1812.07336
12. *Future physics opportunities for high-density QCD at the LHC with heavy-ion and proton beams*, Z. Citron et al.. 2018, arXiv:1812.06772
13. *Chemical Equilibration in Hadronic Collisions*, A. Kurkela, A. Mazeliauskas, Phys. Rev. Lett. 122 (2019) 142301, arXiv:1811.03040
14. *Collective Effects in Nuclear Collisions: Experimental Overview*, Y. Zhou, Nucl. Phys. A 982 (2019) 71, arXiv:1810.06978
15. *Two-particle angular correlations in  $pp$  and  $p$ -Pb collisions at energies available at the CERN Large Hadron Collider from a multiphase transport model*, L.-Y. Zhang, J.-H. Chen, Z.-W. Lin, Y.-G. Ma, S. Zhang, Phys. Rev. C 98 (2018) no.3, 034912, arXiv:1808.10641
16. *Geometrically Confined Thermal Field Theory: Finite Size Corrections and Phase Transitions*, S. Mogliacci, I. Kolbé, W.A. Horowitz. 2018, arXiv:1807.07871
17. *Correlated gluonic hot spots meet symmetric cumulants data at LHC energies*, J. L. Albacete, H. Niemi, H. Petersen, A. Soto-Ontoso, Nucl. Phys. A 982 (2019) 463, arXiv:1807.05866
18. *Correlated long-range mixed-harmonic fluctuations measured in  $pp$ ,  $p+Pb$  and low-multiplicity  $Pb+Pb$  collisions with the ATLAS detector*, ATLAS Collaboration, Phys. Lett. B 789 (2019) 444, arXiv:1807.02012
19. *Proton shape fluctuation and its relation to DIS*, H. Mäntysaari, PoS DIS 2018 (2018) 241, arXiv:1806.07612
20. *Correlated long-range mixed-harmonic fluctuations in  $pp$ ,  $p+Pb$  and low-multiplicity  $Pb+Pb$  collisions with the ATLAS detector*, ATLAS Collaboration. 2018, ATLAS-CONF-2018-012
21. *Directed flow from C-odd gluon correlations at small  $x$* , D. Boer, T. Van Daal, P. J. Mulders, E. Petreska, JHEP 1807 (2018) 140, arXiv:1805.05219
22. *Correlation Measurements Between Flow Harmonics in Au+Au Collisions at RHIC*, STAR Collaboration, Phys. Lett. B 783 (2018) 459-465, arXiv:1803.03876

23. *Multiparticle azimuthal cumulants in p+Pb collisions from a multiphase transport model*, M.-W. Nie, P. Huo, J. Jia, G.-L. Ma, Phys. Rev. C 98 (2018) no.3, 034903, arXiv:1802.00374
24. *Hydrodynamic collectivity in proton–proton collisions at 13 TeV*, W. Zhao, Y. Zhou, H. Xu, W. Deng, H. Song, Phys. Lett. B 780 (2018) 495, arXiv:1801.00271
25. *Importance of non-flow in mixed-harmonic multi-particle correlations in small collision systems*, P. Huo, K. Gajdošová, J. Jia, Y. Zhou, Phys. Lett. B 777 (2018) 201, arXiv:1710.07567

[A2] A. Sirunyan, ..., M. Stojanovic, et al., CMS Collaboration, *Charged particle angular correlations in XeXe collision at  $\sqrt{s_{NN}}=5.44$  TeV*, Phys. Rev. C **100** (2019) 044902, DOI: [10.1103/PhysRevC.100.044902](https://doi.org/10.1103/PhysRevC.100.044902)

Цитиран у:

[A3] P. Cirkovic, D. Devetak, M. Dordevic, J. Milosevic and M. Stojanovic, “*Sub-leading flow modes in PbPb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV from HYDJET++ model*”, Chin. Phys. C **41** (2017) 074001, arXiv: 1611.06602, DOI: [10.1088/1674-1137/41/7/074001](https://doi.org/10.1088/1674-1137/41/7/074001)

Цитиран у:

1. *Measuring Momentum-Dependent Flow Fluctuations in Heavy-Ion Collisions*, M. Hippert, D. D. Chinellato, M. Luzum, J. Noronha, T. N. Da Silva, J. Takahashi, arXiv:1906.08915
2. *Principal component analysis of the nonlinear coupling of harmonic modes in heavy-ion collisions*, P. Bozek, Phys. Rev. C 97 (2018) 034905, arXiv:1711.07773

[A4] Q. Wang, M. Guilbaud, M. Stojanovic, Sh. Tuo, S. Sanders, W. Li, Zh. Tu, *Charged particle angular correlations in XeXe collision at  $\sqrt{s_{NN}}=5.44$  TeV*, CMS PAS-HIN-18-001, CERN-EP-2018-345

Цитиран у:

1. *System size scan of D meson RAA and vn using PbPb, XeXe, ArAr, and OO collisions at LHC*, R. Katz, C. A.G. Prado, J. Noronha-Hostler, A. A.P. Suaide, arXiv:1907.03308
2. *Ultracentral Collisions of Small and Deformed Systems at RHIC: UU, dAu, 9BeAu, 9Be9Be, 3He3He, and 3HeAu Collisions*, J. Noronha-Hostler, N. Paladino, S. Rao, M. D. Sievert, D. E. Wertepny, arXiv:1905.13323
3. *Experimental results from CMS*, J. Strologas, EPJ Web Conf. 192 (2018) 00005
4. *Measurements of Fourier harmonics of azimuthal anisotropy in Pb+Pb and Xe+Xe collisions*, K. Burka 2018, arXiv:1809.10648
5. *Confronting hydrodynamic predictions with Xe-Xe data*, G. Giacalone, J. Noronha-Hostler, M. Luzum, J.-Y. Ollitrault, Nucl. Phys. A 982 (2019) 371, arXiv:1807.05557

[A5] M. Guilbaud, W. Li, J. Milosevic, H. Ni, S. Sanders, M. Stojanovic, Sh. Tuo, J. Velkovska, Q. Wang, Q. Xu, *Measurement of mixed higher order flow harmonics in PbPb collisions*, CMS PAS-HIN-16-018

Цитиран у:

[A6] M. Guilbaud, Zh. Chen, Zh. Tu, W. Li, J. Castle, Q. Wang, C. A. Bernaders, M. Stojanovic, *Correlations of azimuthal anisotropy harmonics in pp, pPb, and PbPb collisions at the LHC*, CMS PAS-HIN-16-022

Цитиран у:

1. *Parton model description of multiparticle azimuthal correlations in pA collisions*, K. Dusling, M. Mace and R. Venugopalan, Phys.Rev. D97 (2018) 016014, arXiv:1706.06260
2. *Multiparticle collectivity from initial state correlations in high energy proton-nucleus collisions*, K. Dusling, M. Mace and R. Venugopalan, Phys. Rev. Lett. 120 (2018) 042002, arXiv:1705.00745

## ОЦЕНА ИЗВЕШТАЈА О ПРОВЕРИ ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „**Азимуталне анизотропије наелектрисаних честица у сударима pp, pPb, XeXe и PbPb у експерименту CMS на Великом хадронском сударачу-LHC**”, аутора **Милана Стојановића**, констатујем да утврђено подударање текста износи **11%**. Овај степен подударности искључиво је последица наведених цитата (референци), општих израза попут pp, PbPb, pPb, као и публикација самог кандидата (и ту опет са општим местима), што је у складу са чланом 9. Правилника.

На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујем да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

07.10.2019. године

Ментор

Јован Милошевић



## ЗАКЉУЧАК

На основу изложеног Комисија закључује да докторски рад „АЗИМУТАЛНЕ АНИЗОТРОПИЈЕ НАЕЛЕКТРИСАНИХ ЧЕСТИЦА У СУДАРИМА pp, pPb, XeXe И PьPь У ЕКСПЕРИМЕНТУ CMS НА ВЕЛИКОМ ХАДРОНСКОМ СУДАРАЧУ-ЛНС“, који је предао кандидат Милан Стојановић, даје значајан допринос физици судара релативистичких језгара на високим енергијама. Делови тезе кандидата су публиковани у врхунским међународним часописима, већ имају велики број цитата и представљени су на врхунским међународним конференцијама из области. Пошто су сви остали прописани услови за одбрану тезе задовољени,

### ПРЕДЛАЖЕМО

Наставно-научном већу Физичког факултета Универзитета у Београду да одобри њену одбрану.

Београд, 07.10.2019.

Комисија:

.....  
др Јован Милошевић, научни саветник  
ИНН “Винча“

.....  
Проф. др Воја Радовановић,  
редовни професор, Физички факултет,  
Универзитет у Београду

.....  
Проф. др Марија Димитријевић-Ћирић,  
ванредни професор, Физички факултет,  
Универзитет у Београду

.....  
др Магдалена Ђорђевић, научни саветник,  
Институт за физику