

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФИЗИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Пошто смо на XII седници Изборног већа Физичког факултета Универзитета у Београду одржаној 15. октобра 2025. одређени за чланове комисије за припрему извештаја по расписаном конкурс за једног ванредног професора за научну област Физика честица и поља на Физичком факултету, подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

На конкурс за избор једног наставника - ванредног професора, за научну област Физика честица и поља на Физичком факултету Универзитета у Београду, који је 5. новембра 2025. године објављен у листу НСЗ „Послови” број 1170-1171, пријавио се један кандидат, др Драгољуб Гочанин, доцент Физичког факултета.

1 Основни биографски подаци

Др Драгољуб Гочанин је рођен 1991. године у Београду. Дипломирао је физику на смеру Теоријска и експериментална физика на Физичком факултету Универзитета у Београду 2013. године, а мастер студије физике завршио је 2014. године на истом факултету одбраном тезе *Функционална ренормализациона група у теорији калибрационих поља*. 2014. године је уписао докторске студије на Физичком факултету Универзитета у Београду, а докторирао у новембру 2019. године одбранивши докторат *Теорија поља у $SO(2, 3)_*$ моделу некомутативне гравитације* под менторством проф. др Воје Радовановића. Од априла 2021. запослен је на Физичком факултету у звању доцента.

2 Наставна активност

Др Драгољуб Гочанин је на Физичком факултету Универзитета у Београду ангажован на рачунским вежбама из предмета Теоријска механика, Статистичка физика 1, Статистичка физика 2 и Квантна статистичка физика на смеру Теоријска и експериментална физика, и Основе теоријске механике на смеру Примењена и компјутерска физика. На мастер студијама је ангажован као наставник на делу курса Квантна теорија поља 2 на смеру Теоријска и експериментална физика.

Ментор је три одбрањена мастер рада, и то

- Душана Ђорђевића, *Некомутативна петодимензионална Черн-Сајмонс гравитација* (2021)
- Стефана Катића, *Структура Кошијевих површи испаравајуће црне рупе и парадокс губитка информације* (2024), и
- Јована Потребиха, *Холографски суперфлуиди: границе и деформације* (2025).

Сем тога, тренутно је ментор два студента докторских студија Физичког факултета (један од њих, Душан Ђорђевић, је пред одбраном доктората).

Др Драгољуб Гочанин је аутор збирке задатака под насловом *Задаци из равнотежне термодинамике и теорије случајних процеса*, [Б1], (ISBN-978-86-84539-45-0), која је рецензирана на Физичком факултету Универзитета у Београду као помоћни уџбеник.

Иако је до сада претежно држао рачунске вежбе (па зато нема оцене студената на студентском сервису), др Драгољуба Гочанина студенти добро познају и воле, пре свега због његовог ентузијазма за физику и тежње да им приближи, и да их уведе у модерне истраживачке области: то се види и по томе колико је студената заинтересовано да раде мастер радове и семинаре под његовим менторством.

3 Научна активност

3.1 Публикације

Др Драгољуб Гочанин је у свом досадашњем научном раду објавио 16 научних радова у М20 категоријама, од којих је 15 у међународним часописима са ISI листе. Радови су углавном у врхунским међународним часописима: 6 у категорији М21а и 7 у категорији М21. Збирни петогодишњи импакт фактор ових радова је 53.25, а цитираност без аутоцитата, по Scopus-у, 46, са h-фактором 4.

3.2 Учесће на научним пројектима и међународна сарадња

Једна од основних особина др Драгољуба Гочанина је љубав и ентузијазам за истраживачки рад, као и за укључивање у нове области и теме теоријске физике високих енергија. Сем тога он има доста ретку способност да формулише идеју за ново истраживање и преточи је у добро написан предлог пројекта. Поред учешћа на више домаћих и мултилатералних пројеката, др Драгољуб Гочанин је добио два пројекта Фонда за науку:

- (a) Пројекат **HINT** - Towards a Holographic Description of Noncommutative Spacetime: Insights from Chern-Simons Gravity, Black Holes and Quantum Information Theory, који је финансиран од стране Фонда за науку Републике Србије у оквиру позива ПРОМИС 2023, и
- (b) Пројекат **HOLISTIQUE** - Twisted Holography: A Holographic Stance on the Quantum Superposition of Spacetimes, који је финансиран од стране Фонда за науку Републике Србије у оквиру позива ДИЈАСПОРЕ - Истраживачке посете научника из дијаспоре.

Сарадња са групом на Факултету за физику Универзитета у Бечу и проф. Чаславом Брукнером започета је у оквиру пројекта BBQUANT програма Дијаспора и наставља се кроз пројекат HOLISTIQUE.

У оквиру пројекта HINT Драгољуб Гочанин је са својим тимом организовао међународну конференцију *Workshop on Holography, Noncommutative Gravity and Quantum Information Theory, 2024*, <https://hint.edu.rs/workshop/>. Осим тога, одржао је предавање по позиву на међународној конференцији: *A Balkan String Meeting: Black Holes and Chaos*, <https://sites.google.com/view/black-holes-and-chaos/speakers?authuser=0>.

4 Преглед научних резултата

Главне области истраживања др Драгољуба Гочанина обухватају некомутиративну гравитацију и теорију поља, фундаменталну квантну механику, информациони парадокс црних рупа, и холографску дуалност.

4.1 Некомутиративна гравитација и теорија поља [A1, A2, A3, A4, A7 A9, A10, A15, B1]

Основни предмет истраживања кандидата у овој области су особине некомутиративне гравитације, пре свега испитивање особина $SO(2, 3)_*$ гравитације са Мојал-Вајловом деформацијом производа,

и особине купловања са материјом. Са идејом да се добију феноменолошке предикције, теорија је Сајберг-Витен-развијена по параметру некомутативности и разматрани су водећи, линеарни ефекти који би требало да буду опсервабилни на веома малим растојањима. У раду [A1] дефинисано је дејство за Диракове спиноре у $SO(2, 3)_*$ моделу, и нађена прва корекција по параметру некомутативности и одговарајућа дисперзиона релација за електроне у закривљеном простору. У радовима [A2, A3] испитиване су гејџ теорије у $SO(2, 3)_*$ моделу, и то електродинамика и јаке интеракције. Као потенцијално мерљиви феноменолошки ефекат израчуната је некомутативна корекција на магнетни диполни моменат електрона; такође, добијена су нова спрезања односно интеракциони чланови у кварк-глуонским интеракцијама која следе из модификоване некомутативне теорије. Основни модел некомутативне гравитације је у раду [A4] унапређен увођењем суперсиметрије и проширен на модел $N = 2$ AdS₄ супергравитације са локалном ортосимплектичком $OSp(4|2)$ суперсиметријом. Коначно, у раду [A9] анализиран је модел добијен компактификацијом петодимензионе некомутативне Черн-Сајмонсове гравитације. Добијена ефективна теорија се своди, у комутативном лимесу, на Ајнштајн-Хилбертову теорију са негативном космолошком константом: у раду су одређене некомутативне корекције на класичну анти-де Ситер-Шварцшилдову црну рупу, које указују да на постојање киралне гравитационе аномалије.

Рад [A7], остварен у сарадњи са проф. Милицом Миловановић, доприноси бољем разумевању понашања композитних фермиона као и њиховим могућим нестабилностима у смислу формирања Куперових парова, све у контексту некомутативне теорије поља. У раду је показано да се некомутативна теорија поља јавља као ефективни, нискоенергетски опис одређених многочестићних система.

4.2 Фундаментална квантна механика [A5, A6, A11]

У сарадњи са групом са Факултета за физику Универзитета у Бечу кандидат је учествовао на два рада. У раду [A5] истражује се концепт неодређеног каузалног поретка кроз модел у коме је квантни посматрач у стању суперпозиције два стања на различитим растојањима од хоризонта догађаја црне рупе. Користећи чињеницу да је геометрија близу хоризонта Шварцшилдове црне рупе – Риндлерова геометрија, формулисан је модел у коме је посматрач у простору са неодређеним каузалним поретком репрезентован као посматрач у суперпозицији стања различитих убрзања. У раду [A6] формулисана је верзија Белових неједнакости за трајекторије, чије би нарушење указало на то да путање честица, или барем њихови делови, не могу постојати као унапред одређени елементи у оквиру ма које локално-реалистичке теорије.

Рад [A11] бави се квантним тестовима алтернативних теорија гравитације. У њему је испитивано како ефекти које предвиђа *braneworld* хипотеза (хипотеза о томе да је опсервабилни четвородимензиони универзум у ствари брана уроњена у амбијентално простор-време веће димензије) утичу на енергетске нивое честица које интерагују гравитационо (гравитациони атом), и како се промене тих енергетских нивоа могу искористити за експерименталну проверу хипотезе.

4.3 Термодинамика црних рупа у моделима дилатонске гравитације [A8]

Рад [A8] бави питањем парадокса губитка информације у $(1+1)$ -димензионим системима дилатонске гравитације. Разматран је модел $(1+1)$ -димензионе дилатонске гравитације изведен из четвородимензионог Ајнштајн-Хилбертовог дејства путем димензионалне редукције; показано је да ентропија Хокинговог зрачења у овом моделу прати одговарајућу Пејцову криву.

4.4 Холографска дуалност [A12, A13, A14]

Истраживање холографске дуалности, започето у оквиру тема везаних за докторат Душана Ђорђевића, односи се на случајеве када простор-време има структуру која није типична за општу теорију

релативности. То пре свега подразумева постојање торзије, што доводи до проучавања Риман-Картановог простор-времена у контексту холографије.

У раду [A12] холографски речник је примењен на Шамсединову тополошку теорију гравитације у четири димензије, за израчунавање једнотачкастих функција оператора на граници: нађено је да спинске струје могу да имају ненулту очекивану вредност услед торзије, а уопштена Вајлова аномалија је једнака нули. У раду [A13] дискутоване су варијантне граничних чланова у дејству у теоријама гравитације првог реда са торзијом, и предложена реализација AdS/BCFT дуалности у моделу тродимензионе Черн-Сајмонсове гравитације са торзијом. Коначно, у [A14] је разматран Риман-Картанов простор са електромагнетним пољем у унутрашњости и спинска струја на граници која се јавља услед торзије. Нађено је да неминимално купловање електромагнетног поља са торзијом боље описује електричну проводност на граници од стандардног минималног купловања, укључујући и предикцију Друденовог пика.

5 Списак публикација

5.1 А Радови у водећим међународним часописима (ИФ > 1)

- [A1] *Аутори:* Драгољуб Гочанин, Воја Радовановић
Наслов: Dirac field and gravity in NC $SO(2, 3)_*$ model
Класификација: **M21a**, ИФ2 4.84, ИФ5 4.30
Часопис: European Physical Journal C, Vol. 78, Article 3 (2018)
DOI: 10.1140/epjc/s10052-018-5669-4
- [A2] *Аутори:* Марија Димитријевић Ћирић, Драгољуб Гочанин, Никола Коњик, Воја Радовановић
Наслов: Noncommutative electrodynamics from $SO(2, 3)_*$ model of noncommutative gravity
Класификација: **M21a**, ИФ2 4.84, ИФ5 4.3
Часопис: European Physical Journal C, Vol. 78, Article 548 (2018)
DOI: 10.1140/epjc/s10052-018-6015-6
- [A3] *Аутори:* Марија Димитријевић Ћирић, Драгољуб Гочанин, Никола Коњик, Воја Радовановић
Наслов: Yang–Mills theory in the $SO(2, 3)_*$ model of noncommutative gravity
на истом факултету *Класификација:* **M22**, ИФ2 1.15, ИФ5 1.24
Часопис: International Journal of Modern Physics A, Vol. 33, No. 34, 1845005 (2018)
DOI: 10.1142/S0217751X18450057
- [A4] *Аутори:* Драгољуб Гочанин, Воја Радовановић
Наслов: Canonical deformation of $N = 2$ AdS₄ supergravity
Класификација: **M21**, ИФ2 4.83, ИФ5 4.01
Часопис: Physical Review D, Vol. 100, 095019 (2019)
DOI: 10.1103/PhysRevD.100.095019
- [A5] *Аутори:* Александра Димић, Марко Миливојевић, Драгољуб Гочанин, Наталија С. Молер, Часлав Брукнер
Наслов: Simulating Indefinite Causal Order With Rindler Observers
Класификација: **M21**, ИФ2 3.56, ИФ5 3.33
Часопис: Frontiers in Physics, Vol. 8 (2020)
DOI: 10.3389/fphy.2020.525333
- [A6] *Аутори:* Драгољуб Гочанин, Александра Димић, Флавио Дел Санто, Боривоје Дакић
Наслов: Bell’s theorem for trajectories
Класификација: **M21**, ИФ2 3.14, ИФ5 2.94
Часопис: Physical Review A, Vol. 102, No. 2 (2020)
DOI: 10.1103/physreva.102.020201

- [A7] *Автори:* Драгољуб Гочанин, Соња Предин, Марија Димитријевић Ћирић, Воја Радовановић
Наслов: Microscopic derivation of Dirac composite fermion theory: Aspects of noncommutativity and pairing instabilities
Класификација: **M21**, ИФ2 3.91, ИФ5 3.80
Часопис: Physical Review B, Vol. 104, No. 11 (2021)
DOI: 10.1103/PhysRevB.104.115150
- [A8] *Автори:* Стефан Ђорђевић, Александра Гочанин, Драгољуб Гочанин, Воја Радовановић
Наслов: Page curve for an eternal Schwarzschild black hole in a dimensionally reduced model of dilaton gravity
Класификација: **M21a**, ИФ2 5.00, ИФ5 4.40
Часопис: Physical Review D, Vol. 106, No. 10 (2022)
DOI: 10.1103/PhysRevD.106.105015
- [A9] *Автори:* Душан Ђорђевић, Драгољуб Гочанин
Наслов: Noncommutative $D = 5$ Chern–Simons gravity: Kaluza–Klein reduction and chiral gravitational anomaly
Класификација: **M21**, ИФ2 4.40, ИФ5 4.20
Часопис: European Physical Journal C, Vol. 82, No. 8 (2022)
DOI: 10.1140/epjc/s10052-022-10657-7
- [A10] *Автори:* Марија Димитријевић Ћирић, Душан Ђорђевић, Драгољуб Гочанин, Биљана Николић, Воја Радовановић
Наслов: Noncommutative $SO(2, 3)_*$ gauge theory of gravity
Класификација: **M21**, ИФ2 2.60, ИФ5 2.50
Часопис: The European Physical Journal Special Topics (2023)
DOI: 10.1140/epjs/s11734-023-00833-5
- [A11] *Автори:* Ивана Стојиљковић, Душан Ђорђевић, Александра Гочанин, Драгољуб Гочанин
Наслов: Testing the braneworld theory with identical particles
Класификација: **M21a**, ИФ2 4.60, ИФ5 4.30
Часопис: Physical Review D, Vol. 108, No. 12 (2023)
DOI: 10.1103/PhysRevD.108.124008
- [A12] *Автори:* Душан Ђорђевић, Драгољуб Гочанин
Наслов: Holographic aspects of even-dimensional topological gravity
Класификација: **M21a**, ИФ2 4.60, ИФ5 4.30
Часопис: Physical Review D, Vol. 108, No. 8 (2023)
DOI: 10.1103/PhysRevD.108.086022
- [A13] *Автори:* Душан Ђорђевић, Драгољуб Гочанин
Наслов: Boundary terms, branes, and AdS/BCFT duality in first-order gravity
Класификација: **M21**, ИФ2 5.30, ИФ5 4.90
Часопис: Physical Review D, Vol. 109, No. 8 (2024)
DOI: 10.1103/PhysRevD.109.086026
- [A14] *Автори:* Душан Ђорђевић, Ивана Ђорђевић, Александра Гочанин, Драгољуб Гочанин
Наслов: The role of torsion in holographic conductivity
Класификација: **M21a**, ИФ2 4.50, ИФ5 4.20
Часопис: Physics Letters B, Vol. 871, No. 140018 (2025)
DOI: 10.1016/j.physletb.2025.140018

5.2 Радови у осталим међународним часописима

- [A15] *Аутори:* Марија Димитријевић Ћирић, Драгољуб Гочанин, Никола Коњик, Воја Радовановић
Наслов: $SO(2, 3)_*$ Noncommutative Gravity: Coupling with Matter Fields
Класификација: **M23**, ИФ2 0.55, ИФ5 0.53
Часопис: Physics of Particles and Nuclei, Vol. 49, Pages 904–907 (**2018**)
DOI: 10.1134/S1063779618050179

5.3 В Радови у зборницима међународних конференција

- [B1] *Аутори:* Марија Димитријевић Ћирић, Драгољуб Гочанин, Никола Коњик, Воја Радовановић
Наслов: The noncommutative $SO(2, 3)_*$ gravity model
Класификација: Конференцијски рад
Часопис: Proceedings of the 9th Mathematical Physics Meeting: School and Conference on Modern Mathematical Physics (**2018**)

5.4 Б Универзитетски уџбеници

- [B1] Драгољуб Гочанин, *Задаци из равнотежне термодинамике и теорије случајних процеса*, ISBN-978-86-84539-45-0.

5.5 Е Мастер и докторски рад

- [E1] Мастер теза: *Функционална ренормализациона група у теорију калибрационих поља*, Физички факултет Универзитет у Београду.
[E2] Докторат: *Теорија поља у $SO(2, 3)_*$ моделу некомутативне гравитације*, Физички факултет Универзитет у Београду.

Радови др Драгољуба Гочанина се могу наћи на порталу е-наука,
<https://enauka.gov.rs/cris/rp/rp02448/dspaceitems.html>.

ЗАКЉУЧАК

На основу података наведених у извештају, као и на основу личног познавања кандидата, Комисија закључује да др Драгољуб Гочанин задовољава услове за избор у звање ванредни професор предвиђене Правилником за изборе у звања Физичког факултета и Универзитетским правилником.

Др Драгољуб Гочанин је остварио запажене научне резултате: публиковао је 15 радова у водећим међународним часописима; његови радови имају укупни петогодишњи импакт фактор 53.25, и цитирани су 46 пута. Кандидат је учествовао на домаћим и међународним конференцијама и научним пројектима, и водио/води два пројекта Фонда за науку Републике Србије. О најновијим резултатима свог истраживачког рада одржао је семинар на Физичком факултету. Осим тога, кандидат показује велики интерес за рад са студентима; у 2025. је написао збирку задатака из термодинамике и статистичке физике за студенте физике Физичког факултета.

Зато предлажемо Наставно-научном већу Физичког факултета Универзитета у Београду да др ДРАГОЉУБА ГОЧАНИНА изабере у звање ВАНРЕДНОГ ПРОФЕСОРА за научну област ФИЗИКА ЧЕСТИЦА И ПОЉА.

У Београду, 12. јануара 2026.

др Маја Бурић, редовни професор Физичког факултета

др Марија Димитријевић Ћирић, редовни професор Физичког факултета

др Милица Миловановић, научни саветник Института за физику

6 Цитати

[A1] 2 цитата

1. Dimitrijević Ćirić, M., Giotopoulos, G., Radovanović, V. and Szabo, R.J., 2021. Braided L_∞ -algebras, braided field theory and noncommutative gravity. *Letters in Mathematical Physics*, 111(6), p.148.
2. Bhattacharyya, S., Gangopadhyay, S. and Saha, A., 2019. Footprint of spatial noncommutativity in resonant detectors of gravitational wave. *Classical and Quantum Gravity*, 36(5), p.055006.

[A2] 3 цитата

1. Dimitrijević Ćirić, M., Giotopoulos, G., Radovanović, V. and Szabo, R.J., 2021. Braided L_∞ -algebras, braided field theory and noncommutative gravity. *Letters in Mathematical Physics*, 111(6), p.148.
2. Dimitrijević Ćirić, M., Konjik, N. and Samsarov, A., 2023. Propagation of spinors on a noncommutative spacetime: equivalence of the formal and the effective approach. *The European Physical Journal C*, 83(5), p.387.
3. Halder, A., Gangopadhyay, S. and Saha, A., 2025. Gauge-invariant description of a Dirac electron moving in a noncommutative gauge field background. *Europhysics Letters*, 149(6), p.60001.

[A3] 0 цитата

[A4] 2 цитата

1. Durka, R. and Graczyk, K.M., 2022. Resonant superalgebras for supergravity. *The European Physical Journal C*, 82(3), p.254.
2. Durka, R. and Graczyk, K.M., 2022. $N=2$ resonant superalgebra for supergravity. *Physics Letters B*, 833, p.137366.

[A5] 15 цитата

1. Rozema, L.A., Strömberg, T., Cao, H., Guo, Y., Liu, B.H. and Walther, P., 2024. Experimental aspects of indefinite causal order in quantum mechanics. *Nature Reviews Physics*, 6(8), pp.483-499.
2. Vilasini, V. and Renner, R., 2024. Embedding cyclic causal structures in acyclic spacetimes: no-go results for process matrices. *Phys. Rev. A* 110, 022227.
3. Goldberg, A.Z., Heshami, K. and Sánchez-Soto, L.L., 2023. Evading noise in multiparameter quantum metrology with indefinite causal order. *Physical Review Research*, 5(3), p.033198.
4. Paczos, J., Dębski, K., Cedrowski, S., Charzyński, S., Turzyński, K., Ekert, A. and Dragan, A., 2024. Covariant quantum field theory of tachyons. *Physical Review D*, 110(1), p.015006.
5. Adlam, E., 2023. Is there causation in fundamental physics? New insights from process matrices and quantum causal modelling. *Synthese*, 201(5), p.152.
6. Möller, N.S., Sahdo, B. and Yokomizo, N., 2021. Quantum switch in the gravity of Earth. *Physical Review A*, 104(4), p.042414.
7. Dębski, K., Zych, M., Costa, F. and Dragan, A., 2023. Indefinite temporal order without gravity. *Physical Review A*, 108(6), p.062204.
8. Goldberg, A.Z. and Heshami, K., 2023. Breaking the limits of purification: Postselection enhances heat-bath algorithmic cooling. *Journal of Physics Communications*, 7(1), p.015003.

9. Foo, J. and Zych, M., 2025. Superpositions of thermalisations in relativistic quantum field theory. *Quantum*, 9, p.1629.
10. Kong, O.C., 2025. Exact quantum Rindler frames from an algebraic approach. *Chin.J.Phys.* 97 1293-1305
11. Letertre, L., 2022. Causal nonseparability and its implications for spatiotemporal relations. *Studies in History and Philosophy of Science*, 95, pp.64-74.
12. Michalski, P. and Dragan, A., 2024. Stories in the two-state vector formalism. *Journal of Physics Communications*. DOI:10.48550/arXiv.2409.04396.
13. Akil, A., 2023. Black Holes and Quantum Effects (Doctoral dissertation, Hong Kong University of Science and Technology (Hong Kong)). DOI: 10.14711/thesis-991013222957803412.
14. Foo, J., 2022. Fundamental Aspects of Quantum Foundations, Field Theory, and Gravity (Doctoral dissertation, The University of Queensland). doi.org/10.14264/a9141a0.
15. Drezet, A., 2023. Indefinite causal order with fixed temporal order for electrons and positrons. *Quantum Studies: Mathematics and Foundations*, 10(1), pp.101-113.

[A6] 2 цитата

1. Del Santo, F. and Gisin, N., 2021. The relativity of indeterminacy. *Entropy*, 23(10), p.1326.
2. Thenabadu, M. and Reid, M.D., 2022. Bipartite Leggett-Garg and macroscopic Bell-inequality violations using cat states: Distinguishing weak and deterministic macroscopic realism. *Physical Review A*, 105(5), p.052207.

[A7] 14 цитата

1. Song, X.Y., Zhang, Y.H. and Senthil, T., 2024. Phase transitions out of quantum Hall states in moiré materials. *Physical Review B*, 109(8), p.085143.
2. Predin, S. and Milovanović, M.V., 2023. Quantum Hall bilayer in dipole representation. *Physical Review B*, 108(15), p.155129.
3. Goldman, H. and Senthil, T., 2022. Lowest Landau level theory of the bosonic Jain states. *Physical Review B*, 105(7), p.075130.
4. Du, Y.H., Mehta, U. and Son, D.T., 2024. Noncommutative gauge symmetry in the fractional quantum Hall effect. *Journal of High Energy Physics*, 2024(8), pp.1-14.
5. Predin, S., Knežević, A. and Milovanović, M.V., 2023. Dipole representation of half-filled Landau level. *Physical Review B*, 107(15), p.155132.
6. Padayasi, J., Ma, K.K. and Yang, K., 2025. Fermion liquids as quantum Hall liquids in phase space: A unified approach for anomalies and responses. *Physical Review B*, 111(12), p.125138.
7. Predin, S., 2025. Dipole representation of composite fermions in graphene quantum Hall systems. *Physical Review B*, 111(4), p.045132.
8. Shi, J., 2024. Quantum mechanics of composite fermions. *Physical Review Research*, 6(2), p.023306.
9. Anakru, A., Gattu, M., Balram, A.C., Wu, X.C., Kumar, P., Bi, Z. and Jain, J.K., 2025. Exploring the nature of the emergent gauge field in composite-fermion metals: A large-scale microscopic study. arXiv:2509.07151.

10. Dong, Z. and Senthil, T., 2022. Evolution between quantum Hall and conducting phases: Simple models and some results. *Physical Review B*, 105(8), p.085301.
11. Ji, G. and Shi, J., 2021. Emergence of Dirac composite fermions: Dipole picture. *Physical Review Research*, 3(4), p.043055.
12. Ma, K.K. and Yang, K., 2022. Quantitative theory of composite fermions in Bose-Fermi mixtures at $\nu=1$. *Physical Review B*, 105(3), p.035132.
13. Du, Y.H., 2024. Field Theory of Quantum Matter (Doctoral Dissertation). doi.org/10.6082/uchicago.12949.
14. Milovanović, M.V. and Djurdjević, S., 2021. Particle-hole Pfaffian intracorrelations and intercorrelations in the quantum Hall bilayer. *Physical Review B*, 104(24), p.245303.

[A8] 9 цитата

1. Yadav, G. and Joshi, N., 2023. Cosmological and black hole islands in multi-event horizon spacetimes. *Physical Review D*, 107(2), p.026009.
2. Wang, L. and Li, R., 2024. Entanglement islands and the Page curve of Hawking radiation for rotating Kerr black holes. *Physical Review D*, 110(6), p.066012.
3. Tong, C.W., Du, D.H. and Sun, J.R., 2024. Island of Reissner-Nordström anti-de Sitter black holes in the large D limit. *Physical Review D*, 109(10), p.104053.
4. Saha, A., Chowdhury, A.R. and Gangopadhyay, S., 2025. Investigating the role of mutual information in the Page curve for a functional renormalization group improved Schwarzschild black hole. *The European Physical Journal C*, 85(8), p.837.
5. Wu, C.H. and Xu, J., 2023. Islands in non-minimal dilaton gravity: exploring effective theories for black hole evaporation. *Journal of High Energy Physics*, 2023(10), pp.1-61.
6. Ageev, D.S., Aref'eva, I.Y., Belokon, A.I., Ermakov, A.V., Pushkarev, V.V. and Rusalev, T.A., 2023. Infrared regularization and finite size dynamics of entanglement entropy in Schwarzschild black hole. *Physical Review D*, 108(4), p.046005.
7. Belokon, A.I., 2025. Finite entangling regions and information paradox in charged black holes. *Theoretical and Mathematical Physics*, 222(1), pp.154-169.
8. Alexandre, J., Backhouse, D., Kontou, E.A., Pardo Santos, D. and Pla, S., 2025. Mapping 1+1-dimensional black hole thermodynamics to finite volume effects. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*.
9. Wu, C.H., 2024. Information, Chaos, and Black Holes: Bridging Quantum Entanglement and Holographic Spacetime (Doctoral dissertation, University of California, Santa Barbara).

[A9] 2 цитата

1. Hersent, K., Mathieu, P. and Wallet, J.C., 2023. Gauge theories on quantum spaces. *Physics Reports*, 1014, pp.1-83.
2. Jawad, A. and Zafar, U., 2023. Maximal forces and thermodynamic quantities of specific black holes in modified theories of gravity. *Nuclear Physics B*, 992, p.116231.

[A10] 3 цитата

1. Hersent, K., Mathieu, P. and Wallet, J.C., 2023. Gauge theories on quantum spaces. *Physics Reports*, 1014, pp.1-83.
2. Maresca, E., 2025. Noncommutative Geometry and Spacetime: A Historical Reconstruction. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2948, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.

3. Heredia, C. and Llosa, J., 2024. Nonlocal Lagrangian fields and the second Noether theorem. Non-commutative $U(1)$ gauge theory. Journal of High Energy Physics, 2024(4), pp.1-35.

[A11] 1 цитата

1. Liu, Y. and Zhang, X., 2025. Analytic solutions for the motion of spinning particles near braneworld black hole. Physical Review D, 111(4), p.044056.

[A12] 2 цитата

1. Cvetković, B. and Simić, D., 2025. Black holes and naked singularities in four dimensional dS and AdS Chamseddine gravity. Physical Review D, 111(4), p.044059.
2. Connolly, M.J., 2025. On the general projective theory of matter and gravitation (Doctoral dissertation, The University of Iowa).

[A13] 0 цитата

[A14] 0 цитата

[A15] 0 цитата