Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U002881

Державний реєстраційний номер: 0122U001558

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 14-04-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Класичні та квантові системи на різних просторово-часових масштабах та вплив квантованості простору на їх властивості

Початок етапу: 01.2022

Закінчення етапу: 12.2024

Вид звітного документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, буд. 1, м. Львів, Львівська обл., 79000, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380322616048

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 2048.900

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Класичні та квантові системи на різних просторово-часових масштабах та вплив квантованості простору на їх властивості

Назва роботи англійською:

Classical and quantum systems on different space-time scales and the influence of space quantization on their properties

Реферат українською:

Побудовано точно інтеґровну систему двох взаємодіючих частинок у прсторі де Сіттера зі скалярною та електромагнітною взаємодіями, обчислено вплив реакції випромінювання на рух частинок у цьому просторі та деяких компактних просторах. Отримано розв'язок для чорної діри в теорії Горндескі з додатковими електромагнітним та неабелевим полями, досліджено його властивості та вивчено термодинаміку такої чорної діри в рамках стандартного та розширеного підходів. Вивчено стабільність розв'язків для вищих спінів у полі СТУ чорної діри що обертається. Досліджено еволюцію ромбічного спінового кластера, який взаємодіє з бозонною ванною. Вивчено заплутаність в такій системі. Знайдено умови при яких система досягає максимально заплутаного стану. Вивчено як бозонна ванна впливає на дану заплутаність. Запропоновано протокол, який дозволяє визначити абсолютно уявні нулі Фішера моделі Ізінга на квантовому комп'ютері. Даний протокол побудований на абсолютній відповідності статистичного оператора із уявною температурою і оператора еволюції. Запропонований протокол протестований на квантових комп'ютерах компанії IBM. Досліджено лоренц-коваріантну деформовану алгебру, що зводиться до недеформованої в нерелятивістській межі. Вивчено рух частинки в просторі-часі Шварцшильда з деформованими дужками Пуассона та отримано кут прецесії орбіти з урахуванням деформації. Порівнюючи наші результати з прецесією Меркурія, знайдено оцінку мінімальної довжини. У загальному випадку деформованої алгебри Гейзенберга з мінімальною довжиною, знайдено означення дельта штрих потенціалу як лінійного ядра оператора потенційної енергії в представленні імпульсу. Знайдено точно енергетичний рівень і відповідну власну функцію для частинки в такому потенціалі.

Реферат англійською:

The integrable system of two interacting particles in the de Sitter space with scalar and electromagnetic interactions has been constructed, the influence of the radiation reaction on the motion of particles in this space and some compact spaces has been calculated. A static black hole solution with electromagnetic and nonabelian fields in Horndeski theory is obtained. The solution is studied and the thermodynamics of the black hole in the standard and extended frameworks is considered. Higher spins mode stability is studied for the field equations in rotating STU black hole background. The evolution of a rhombic spin cluster interacting with a boson bath is studied. The entanglement in such a system is studied. The conditions under which the system reaches the maximum entangled state have been found. The boson bath has been studied to determine how it affects this entanglement. A protocol that allows us to determine the absolute imaginary Fisher zeros of the Ising model on a quantum computer is proposed. This protocol is based on the absolute correspondence of the partition function with the imaginary temperature and the evolution operator. The proposed protocol has been tested on IBM quantum computers. A Lorentz-covariant deformed algebra, reducible to the undeformed form in the non-relativistic limit, is studied. The particle's motion in Schwarzschild space-time with deformed Poisson brackets is analyzed, and the orbit's precession angle is obtained considering deformation. By comparing with Mercury's precession, an estimate for the minimum length is found. In the general case of the deformed Heisenberg algebra with minimal length, the definition of the delta-prime potential is found as the linear kernel of the potential energy operator in the momentum representation. The exact energy level and corresponding eigenfunction for a particle

in such a potential are obtained.

Індекс УДК: 530.145:530.12;537.8:530.145

Коди тематичних рубрик: 29.05.23

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Ткачук Володимир Михайлович

Науковий ступінь: д.ф.-м.н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Властивості класичних та квантові систем на різних просторово-часових масштабах та ефекти квантованості простору

Назва НТП англійською: Properties of Classical and Quantum Systems on Different Space-time Scales and Space Quantization Effects

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: 3.10.2 Дослідження і розробки в галузі природничих і технічних наук

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Побудовано моделі двох частинок у часопросторі де Сіттера з часо-асиметричними спізнено-випередними електромагнетною, скалярною та іншими взаємодіями. Отримано статичний розв'язок для чорної діри з електромагнітним та неабелевим полями в теорії Горндескі та вивчено її властивості. Запропоновано квантовий протокол, який дозволяє виміряти абсолютно уявні нулі Фішера моделі Ізінга на квантовому комп'ютері. Обчислено заплутаність квантових станів аналітично та за допомогою квантових обчислень. Точно розв'язано задачу про частинку в дельта штрих потенціалі у загальному випадку деформованої алгебри Гейзенберга, що веде до мінімальної довжини.

Соціально-економічна спрямованість НТП: створення нових теорій

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обгрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1. Гнатенко Х. П. Задача Кеплера у квантованому просторі / Х. П. Гнатенко, М. І. Самар, В. М. Ткачук – Львів : Україна, 2024. – 136 с., 9.3 д.а.

1. Gnatenko Kh. P., Tkachuk V. M. Weak equivalence principle in quantum space // Front. Astron. Space Sci. 2022. Vol. 9. Art. 950468. 8 p.

2. Samar M. I., Tkachuk V. M. Regularization of □□ potential in general case of deformed space with minimal length // J. Phys. A: Math. Theor. 2022. Vol. 55, No. 41 Art. 415201. 14 p.

3. Stetsko M. M. Static black hole in minimal Horndeski gravity with Maxwell and Yang-Mills fields and some aspects of its thermodynamics // Phys. Rev. D. 2024. Vol. 109, No. 4 Art. 044055. 23 p.

4. Cvetič M., Liao M. A., Stetsko M. M. Higher spin mode stability for STU black hole backgrounds // Phys. Rev. D Vol. 110, No. 4 Art. 045005. 9 p.

5. Kuzmak A. R. Entanglement of the Ising–Heisenberg diamond spin-1/2 cluster in evolution // J. Phys. A.: Math. Theor. 2023. Vol. 56, No. 16. Art. 165302. 16 p.

6. Yaremko, Yu., Duviryak, A. Regularization of electromagnetic field for self-force problem in de Sitter spacetime // Class. Quantum Gravity 2023. Vol. 40. No 19, Art. 195020. 32 p.

7. Verkholyak T., Kuzmak A., Kornyshev A. A., Kondrat S. Less is more: Can low quantum capacitance boost capacitive energy storage? // J. Phys. Chem. Lett. 2022. Vol. 13, No. 47. P. 10976–10980.

8. Kuzmak A.R., Tkachuk V. M. Detecting the purely imaginary Fisher zeros of an Ising spin system on a quantum computer. Considered in Sci. Rep.

9. Duviryak A. Asymptotical dynamics of askew-polarized spinning top under the radiation reaction torque. The European Physical Journal Plus 139, 423, 15 p. (2024).

1. Gnatenko Kh. P., Tkachuk V. M. Deformed Heisenberg algebras of different types with preserved weak equivalence principle // J. Phys. Stud. 2023. Vol. 27, No. 1. Art. 1001. 19 p.

2. Duviryak A. Solvable two-particle systems with time-asymmetric interactions in de Sitter space // Journal of Physical Studies 2022. Vol. 26, No 3, Art. 3002, 14 p.

3. Kuzmak A. R. The physics of the hyperfine structure in the hydrogen atom. The hydrogen □ = 21 cm line // J. Phys. Stud. 2024. Vol. 28, No. 3. Art. 3901. 12 p.

4. Duviryak A. Radiation reaction of the spherical pendulum. To be published in Journal of Physical Studies 28, No 4 (2024).

5. Susulovska N. A. Geometric measure of entanglement of quantum graph states prepared with controlled phase shift operators, Accepted for publication in Ukrainian Journal of Physics 2024.

6. Панас А. О., Ткачук В. М. Оцінка нижньої межі енергії основного стану ангармонічного осцилятора в деформованому просторі з мінімальною довжиною // Журн. фіз. дослідж. 2024. Т. 28, №4. Ст. 4001. 6 с.

7. Kryzhova A. V., Gnatenko Kh. P. Probability of quantum state determination among N possible ones // Visnyk Lviv Univ. Ser. Phys. 2023. Iss. 60. P. 18-25.

8. Sapriianchuk P. V., Gnatenko Kh. P. Quantifying concurrence of two-qubit quantum states on a quantum computer // Visnyk Lviv Univ. Ser. Phys. 2023. Iss. 60. P. 127-136.

9. Hnatenko B. P., Gnatenko Kh. P. Preparation of maximally entangled four-qubit states on a quantum computer and calculation of the geometric measure of entanglement // Visnyk Lviv Univ. Ser. Phys. 2023. Iss. 60. P. 70-77.

10. Kovach K.-D. V., Samar M. I. Kepler problem in general relativity with Lorentz-covariant deformed Poisson brackets // J. Phys. Stud. 2022. Vol. 26, No. 4. Art. 4001. 6 p.

11. Gnatenko Kh. P., Tkachuk V. M. System of harmonic oscillators in rotationally-invariant noncommutative phase space прийнято до друку в TASK Quarterly, Gdansk.

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Мельник Володимир Петрович
д. філос. н., 09.00.01

Перелік осіб-виконавців

Гнатенко Богдан Павлович

Гнатенко Христина Павлівна
(д. ф.-м. н., 01.04.02)

Дувіряк Аскольд Андрійович
(д. ф.-м. н.)

Кузьмак Андрій Романович
(к. ф.-м. н., 01.04.02)

Панас Арсен Олегович

Самар Микола Іванович
(к. ф.-м. н., 01.04.02)

Сапріянчук Петро Васильович

Стецко Микола Миколайович
(к. ф.-м. н., 01.04.02)

Сусуловська Наталія Андріївна

Татарин Михайло Богданович
(д.філософ)

Тимик Святослав Миколайович

Тонне Михайло Павлович

Явір Дмитро Ярославович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Ткачук Володимир Михайлович

Телефон

+38 (097) 638-95-15

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

