

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0224U000729

Державний реєстраційний номер: 0123U102283

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 11-01-2024

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Електронні властивості низьковимірних діраківських і надпровідних матеріалів за присутності зовнішніх полів та просторових неоднорідностей

Початок етапу: 01.2023

Закінчення етапу: 12.2023

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417124

Місцезнаходження: вул. Метрологічна, буд. 14-б, м. Київ, 03143, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380445265998, 380445265362

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01601, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Президія Національної академії наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442343243

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)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 315.000
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Електронні властивості низьковимірних діраківських і надпровідних матеріалів за присутності зовнішніх полів та просторових неоднорідностей.

Назва роботи англійською:

Electron properties of low-dimensional Dirac and semiconducting materials in the presence of external fields and spacial inhomogeneities.

Реферат українською:

Об'єктом дослідження є діраківські матеріали, графенові нанострічки, наноструктури, гетероструктури, кристали, джозефсонівські контакти. Метою даної теми було вивчення впливу зовнішніх полів, неоднорідностей структури та керованих просторово-неоднорідних деформацій на спектральні, електронні, транспортні властивості низьковимірних матеріалів, зокрема, одно- та багат шарових діраківських і надпровідних матеріалів, та гетероструктур, що використовуються в сучасних нанотехнологіях. Розглянуто аналітично рівні Ландау в схрещених магнітному та електричному полях у графенових нанострічках з кріслоподібним краєм, отримано енергетичний спектр. Виходячи з повного набору спінових інваріантів рівняння Дірака з кулонівським потенціалом та їхніх алгебраїчних властивостей, показано, що воно може бути розв'язане суто алгебраїчним методом. Розраховано розподіл заряду та спінову орієнтацію електронів на атомних орбіталах атома водню у станах, що відповідають різним спіновим інваріантам рівняння Дірака. В рамках теорії Дірака розраховано енергетичний спектр атома водню з врахуванням радіаційних поправок та поляризації електрон-позитронного вакууму. Розраховані матричні елементи врахованих збурень визначають величину лембівських зсувів електронних рівнів. Досліджено спектр одновимірного гамільтоніана із псевдоспіном 1 та трикомпонентним потенціалом. У випадку, коли компоненти потенціалу мають прямокутну форму, показано, що енергетичний спектр може бути одним із чотирьох кардинально відмінних типів. Показано, що закон дисперсії одновимірного слабо взаємодіючого газу безспінових бозонів з нульовими межовими умовами співпадає з відомим законом дисперсії аналогічної періодичної системи, якщо стала взаємодії або концентрація є малою.

Реферат англійською:

The research subjects of this project are Dirac materials, graphene nanoribbons, nanostructures, heterostructures, crystals, Josephson junctions. The aim of this project was to study the influence of external fields, structural inhomogeneities and controlled spatially inhomogeneous deformations on the spectral, electronic, and transport properties of low-dimensional materials, in particular, on the single and multilayer Dirac and superconducting materials and heterostructures that are used in modern nanotechnologies. The Landau levels in graphene nanoribbons with an armchair edge in crossed magnetic and electric fields are analytically considered and the energy spectrum is obtained. Based on the full set of spin invariants of the Dirac equation with Coulomb potential and their algebraic properties, it is shown that it can be solved by a purely algebraic method. The charge distribution and spin orientation of electrons on the atomic orbitals of a hydrogen atom in states corresponding to different spin invariants of the Dirac equation are calculated. Within the framework of Dirac theory and taking into account radiation corrections and polarization of the electron-positron vacuum, the energy spectrum of the hydrogen atom is calculated. The calculated matrix elements of the perturbations determine the value of the Lamb shifts of the electronic levels. The spectrum of a one-dimensional Hamiltonian with pseudospin 1 and a three-component potential is studied. In case when the components of the potential are rectangular, it is shown that the energy spectrum can be one of four essentially different types. It is shown that the dispersion law of a one-dimensional weakly interacting gas of spinless bosons with zero boundary conditions coincides with the known dispersion law of a similar periodic system if the interaction constant or concentration is small.

Індекс УДК:53, 539.18/.19, 539,18, 530.145, 538.9

Коди тематичних рубрик: 29.01

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Брижик Лариса Свиридівна

Науковий ступінь: д.ф.-м.н.

Вчене звання: с.н.с.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Золотарюк Ярослав Олександрович

Науковий ступінь: д.ф.-м.н.

Вчене звання: с.д.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Електронні властивості низьковимірних діраківських і напівпровідних матеріалів за присутності зовнішніх полів та просторових неоднорідностей

Назва НТП англійською: Electron properties of low-dimensional Dirac and semiconducting materials in the presence of external fields and spacial inhomogeneities

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: 73.10.1 Дослідження і розробки в галузі природничих наук

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Виходячи з повного набору спінових інваріантів рівняння Дірака з кулонівським потенціалом та їхніх алгебраїчних властивостей, показано, що воно може бути розв'язане суто алгебраїчним методом. В рамках теорії Дірака розраховано енергетичний спектр атома водню з урахуванням радіаційних поправок та поляризації електрон-позитронного вакууму. Аналітично та чисельно встановлені крайові стани графенової стрічки із зигзагоподібним краєм скінченної ширини та напівнескінченної геометрії при наявності схрещених магнітного і електричного полів, використовуючи низькоенергетичну теорію. Встановлено зв'язані стани одновимірного рівняння Дірака з потенціалом, що складається із кількох дельта-подібних центрів. Отримано енергії зв'язаних станів, як функції сили дельта-потенціалів та відстані між ними. Знайдено залежність потужності електромагнітного випромінювання, що утворюється під час руху декількох флюксонів в масиві точкових джозефсонівських контактів, від сталої дискретності та зовнішнього струму. Знайдено точний розв'язок для енергії основного стану одновимірного бозе-кристалу та його хвильова функція, виходячи із симетричних квантово-механічних розглядів.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 01.2023

Закінчення етапу: 12.2023

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 обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1. Eremko A.A. Algebra of the spinor invariants and the relativistic hydrogen atom / A.A. Eremko, L. Brizhik, V.M. Loktev // Annals of Physics – 2023. – Vol. 451. – P. 169266.
2. Zolotaryuk A.V. Bound states and point interactions of the one-dimensional pseudospin-one Hamiltonian/ A.V. Zolotaryuk, Y. Zolotaryuk, V. P. Gusynin // J. Phys. A: Math. Theor. – 2023. – Vol. 56. – P. 485303.
3. Tomchenko M.D. Dispersion law for a one-dimensional weakly interacting Bose gas with zero boundary conditions / M.D. Tomchenko // arXiv:1211.1723v4 [cond-mat.quant-gas] (2023).
4. Herasymchuk A. Edge states in graphene in the crossed magnetic and in-plane electric fields / A. Herasymchuk, S. Sharapov, and V. Gusynin // готується до подання до друку.
5. Eremko A.A. Relativistic hydrogen-like atom in an external electromagnetic field / A.A. Eremko, L. Brizhik, V.M. Loktev // готується до подання до друку в Annals of Physics.

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Засенко Володимир Іванович
д. ф.-м. н., 01.04.08

Перелік осіб-виконавців

Єременко Олександр Олександрович
(д. ф.-м. н., 01.04.02)

Брижик Лариса Свиридівна
(д.ф.-м.н., 01.04.02)

Гусинін Валерій Павлович
(д. ф.-м. н., 01.04.02)

Золотарюк Олександр Васильович
(д.ф.-м.н., 01.04.02)

Золотарюк Ярослав Олександрович
(д.ф.-м.н., 01.04.02)

Стародуб Іван Олексійович
(к. ф.-м. н., 01.04.02)

Томченко Максим Дмитрович
(к.ф.-м.н., 01.04.02)

Шарапов Сергій Геннадійович
(д. ф.-м. н., 01.04.02)

Відповідальний за підготовку облікових документів

Очкал Тетяна Миколаївна

Телефон

+38 (044) 521-31-94

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**

