Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0221U103656

Державний реєстраційний номер: 0116U007070

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 23-02-2021

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 5

Назва етапу: Дослідження спектрально-кутових розподілів випромінювання релятивістських електронів в орієнтованих кристалах. Дослідження багатофотонних ефектів при випромінюванні ультрарелятивістських електронів в орієнтованих кристалах.

Початок етапу: 01.2020

Закінчення етапу: 12.2020

Вид звітного документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

Місцезнаходження: вул. Академічна, буд. 1, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61108, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380573353530, 380573351688, 380573356425

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, Київська обл., 01030, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет міністрів

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442350981, 380442262341, (044) 239-66-72, 2343243, www.nas.gov.ua

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): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 1450.000

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Електромагнітні процеси в інтенсивних зовнішніх полях та при взаємодії заряджених частинок великої енергії з кристалічними та аморфними середовищами

Назва роботи англійською:

Electromagnetic processes in the intensive external fields and under interaction of the charged particles of large energy with crystalline and amorphous substances

Реферат українською:

Розглянуто процес гальмівного випромінювання релятивістських електронів і позитронів при об'ємному відбитті в зігнутому кристалі. Проведено комп'ютерне моделювання траєкторій електронів і позитронів за умов явища об'ємного відбиття та розрахунки спектрально-кутових розподілів гальмівного випромінювання, що супроводжує це явище. Досліджено особливості спектрально-кутових та поляризаційних характеристик випромінювання ультра релятивістських електронів і позитронів в умовах суттєвої недипольності та ТШФ-ефекту. Показано, що гальмівне випромінювання електронів і позитронів за цих умов має високий ступень лінійної поляризація. На основі отриманих в роботі результатів пропонується проведення експериментального дослідження. Запропонована квантова модель жорсткого багато фотонного випромінювання ультра релятивістськими електронами у періодичному полі. Ця модель дає змогу представити гармонійний склад поля випромінювання як одночасне розсіяння декількох когерентних фотонів й отримати розподіл по енергіям випромінених електронів від ондуляторного параметра. Знайдена залежність середньостатистичної ймовірності випромінювання даної гармоніки від амплітуди зовнішнього періодичного поля. Показано, що ця ймовірність дорівнює квадрату добутку середнього кута відхилення траєкторії електрона у періодичному зовнішньому полі на Лоренц-фактор електрона. Модель дає змогу аналізувати залежність еволюції спектру випромінювання й спектру пучка електронів від параметрів зовнішнього поля.

Реферат англійською:

The bremsstrahlung of relativistic electrons and positrons during volume reflection in a bent crystal is considered. Computer modeling of the trajectories of electrons and positrons under volume reflection and calculations of the spectral-angular distributions of bremsstrahlung accompanying this phenomenon are carried out. The peculiarities of the spectral-angular and polarization characteristics of the radiation of ultrarelativistic electrons and positrons in the conditions of significant non-dipole and TSF-effect are investigated. It is shown that the bremsstrahlung of electrons and positrons under these conditions has a high degree of linear polarization. Based on the results obtained in the work, an experimental study is proposed. A quantum model of hard multi-photon emission by ultra relativistic electrons in a periodic field is proposed. This model makes it possible to represent the harmonic composition of the radiation field as the simultaneous scattering of several coherent photons and to obtain the energy distribution of the emitted electrons from the undulator parameter. The dependence of the average probability of radiation of harmonic component on the amplitude of the external periodic field is found. It is shown that this probability is equal to the square of the product of the mean angle of deviation of the electron trajectory in the periodic external field by the Lorentz factor of the electron. The model enables to analyze the evolution of the radiation spectrum and the electron spectrum of beam for various parameters of the external field.

Індекс УДК: 539.2;538.9-405;548, 539.12; 621.3.038.617

Коди тематичних рубрик: 29.19

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:Шульга Микола Федорович

Науковий ступінь: д.ф.-м.н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Теорія гальмівного випромінювання релятивістських електронів і позитронів при об'ємному відбитті в зігнутому кристалі. Квантова модель жорсткого багато фотонного випромінювання ультрарелятивістськими електронами у періодичному полі.

Назва НТП англійською: Theory of bremsstrahlung of relativistic electrons and positrons by volume reflection in a bent crystal. Quantum model of hard multi-photon emission by ultrarelativistic electrons in a periodic field.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: Дослідження й експериментальні розробки у сфері природничих і технічних наук

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Проведено комп'ютерне моделювання траєкторій електронів і позитронів з енергією 300 ГеВ у зігнутому кристалі кремнію товщиною 620 мкм з радіусом вигину 500 см за умов явища об'ємного відбиття. Проведено також розрахунки відповідних спектрально-кутових розподілів гальмівного випромінювання, що супроводжує явище об'ємного відбиття ультра релятивістських електронів і позитронів в зігнутому кристалі в умовах, коли довжина когерентності випромінювання перевищує довжину кристала, тобто за умов ТШФ-ефекту Модель випромінювання жорстких фотонів в періодичних електромагнітних полях дає змогу пов’язати номер гармоніки випромінювання з числом (віртуальних) фотонів в області когерентності випромінювання. Показано, що розподіл фотонів по числу носить Пуасонівський характер, при цьому кожна гармоніка має симетричний профіль відносно середньої енергії. Модель дає змогу аналізувати залежність еволюції спектру випромінювання від параметрів зовнішнього поля, а також розробити ефективні коди числового моделювання приладів для генерації потоків жорсткого Рентгенівського та гамма випромінювання.

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

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

- **Початок етапу:** 01.2020
- **Закінчення етапу:** 12.2020

Споживачі продукції: ЦЕРН, Інститут теоретичної фізики імю М.М. Боголюбова, Інститут прикладної фізики

Перспективні ринки: Україна, зарубіжні країни

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

I.V. Kyryllin, N.F. Shul'ga. On the influence of periodicity in the arrangement of crystalline atomic strings upon the spectral and spectral-angular distribution of high-energy positively charged particle radiation in crystal. Journal of Instrumentation 15 (2020) C07019 (1-6).

S.V. Trofymenko, I.V. Kyryllin. On the ionization loss spectra of high-energy channeled negatively charged particles. European Physical Journal C 80 (2020) 689 (1-6).

S.V. Trofymenko. K-shell ionization and characteristic x-ray radiation by high-energy electrons in multifoil targets. Phys. Rev. A 102 (2020) 062804(1-10).

S.N. Shulga, N.F. Shul'ga. Radiation suppression and its oscillatory dependence on target thickness at passing of fast charged particles through an ultrathin crystal. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 490 (2021) 1-6.

M.V. Bondarenco. Mean volume reflection angle. Physical Review Accelerators and Beams 23 (2020) 031303.

S.V. Trofymenko, N.F. Shul'ga. Energy loss by relativistic electron ensembles due to coherent excitation and ionization of atoms. Physical Review Accelerators and Beams 23 (2020) 084501(1-11).

E.V. Bulyak, V.A. Kushnir, V.V. Mytrochenko, S.A. Perezhogin, L.I. Selivanov. Source of positrons on the base of linac LU-40. Problems of Atomic Science and Technology №3(127) (2020) 7-10.

E.V. Bulyak, A.N. Dovbnya, V.A. Kushnir, V.V. Mytrochenko, S.A. Perezhogin, A.N. Opanasenko. NSC KIPT Positron source. Pre-project research. Problems of Atomic Science and Technology №3(127) (2020) 11-18.

N.F. Shul'ga, V.D. Koriukina. On coherent and incoherent scattering of fast charged particles in ultrathin crystals. Problems of Atomic Science and Technology №3(127) (2020) 120-125.

M.V. Bondarenco. Correlation between multiple scattering angle and ionization energy loss for relativistic electrons. arXiv:2011.09502.

I.V. Kyryllin, N.F. Shul'ga. On the probability of close collisions of charged particles with atoms in a crystal. Journal of Physics: Conference Series 1412 (2020) 202008.

D. Mirarchi, A.S. Fomin, S. Redaelli, W. Scandale. Layouts for fixed-target experiments and dipole moment measurements of short-living baryons using bent crystals at the LHC. European Physical Journal C 80(10) (2020) 92.

S.V. Trofymenko, N.F. Shul'ga. Coherent effect in ionization loss of relativistic electron ensembles in ultrathin targets. Journal of Physics: Conference Series 1412 (2020) 202018.

S.V. Trofymenko, R.M. Nazhmudinov, A.V. Shchagin, A.S. Kubankin, A.P. Potylitsyn, A.S. Gogolev, N.A. Filatov, G. Kube, N.A. Potylitsina-Kube, M. Stanitzki, R. Diener, A. Novokshonov. Formation region effects in x-ray transition radiation from 1 to 6 GeV electrons in multilayer targets. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 476 (2020) 44-51.

N.F. Shul'ga, V.D. Koriukina. The eikonal approximation of the scattering theory for fast charged particles in a thin layer of crystalline and amorphous media. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 487 (2021) 25-29.

A.S. Fomin, S. Barsuk, A.Yu. Korchin, E. Kou, V. A. Kovalchuk, M. Liul, A. Natochii, E. Niel, P. Robbe, A. Stocchi. The prospect of charm quark magnetic moment determination. European Physical Journal C 80 (2020) 358.

V.I. Alekseev, A.N. Eliseyev, E. Irribarra, I.A. Kishin, A.S. Klyuev, A.S. Kubankin, R.M. Nazhmudinov, S.V. Trofymenko. Diffraction of virtual and real photons. Journal of Instrumentation 15 (2020) C03009(1-9).

S.P. Fomin, A.I. Kirdin, M.S. Malovytsia, V.V. Pilipenko, N.F. Shul'ga. Influence of the radial neutron reflector efficiency on the power of fast nuclear-burning-wave reactor. Annals of Nuclear Energy 148 (2020) 107699.

M. Malovytsia, A. Fomin, S. Fomin. Nuclear burning wave concept and theoretical approaches for its description. East European Journal of Physics 3 (2020) 62-72.

L. Bandiera, I.V. Kyryllin, C. Brizzolari, R. Camattari, N. Charitonidis, D. De Salvador, V. Guidi, V. Mascagna, A. Mazzolari, M. Prest, M. Romagnoni, N.F. Shul'ga, M. Soldani, A. Sytov, E. Vallazza. Investigation on steering of ultrarelativistic e± beam through an axially oriented bent crystal. arXiv:2011.13283.

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи Шульга Микола Федорович
д. ф.-м. н., 01.04.02

Перелік осіб-виконавців

Бойко Вадим Віталійович

Бондаренко Микола Вікторович
(д. ф.-м. н.)

Буляк Євген Вікторович
(к. ф.-м. н.)

Ганн Ганна Василівна
(к. ф.-м. н.)

Кириллін Ігор Володимирович
(к. ф.-м. н.)

Корюкіна Вікторія Дмитрівна

Кірдін Артур Іванович
(к. ф.-м. н.)

Лапко Василь Петрович

Польшин Семен Олександрович

Слюсаренко Олексій Юрійович
(к. ф.-м. н.)

Степановський Юрій Петрович
(к. ф.-м. н., 01.04.02)

Трофименко Сергій Валерійович
(к. ф.-м. н.)

Трутень Валентин Іванович
(к. ф.-м. н.)

Фомін Олексій Сергійович

Фомін Сергій Петрович
(к. ф.-м. н.)

Шульга Микола Федорович
(д. ф.-м. н., 01.04.02)

Шульга Сергій Миколайович
(к. ф.-м. н.)

Відповідальний за підготовку облікових документів Лапко Василь Петрович

Телефон +38 (057) 335-65-23

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності