Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U003149

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 24-09-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Омельченко Вікторія Дмитрівна
2. Viktoria D. Omelchenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5113-3028

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Фізика та астрономія

Дата захисту: 18-11-2024

Спеціальність за освітою: прикладна фізика та наноматеріали

Місце роботи здобувача: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 2024.104.03

Повне найменування юридичної особи: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.15, 29.05

Тема дисертації:

1. Когерентні та некогерентні ефекти в розсіюванні частинок великої енергії на тонких мішенях
2. Coherent and incoherent effects in the scattering of highenergy particles in thin targets

Реферат:

1. Омельченко В. Д. Когерентні та некогерентні ефекти в розсіюванні частинок великої енергії на тонких мішенях. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 – «Фізика та астрономія». – Інститут теоретичної фізики імені О.І. Ахієзера Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут» НАН України, – Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут» НАН України, Харків, 2024. Дисертаційна робота присвячена аналітичному опису процесу розсіювання релятивістських заряджених частинок на стаціонарних і рухомих мішенях у борнівському та ейкональному наближеннях квантової електродинаміки, знаходженню відповідних диференціальних перерізів розсіювання та дослідженню когерентних і некогерентних ефектів у розсіюванні. Розділ 1 присвячено огляду літератури по темі дисертації. На основі досліджених джерел сформульовано задачі роботи. У Розділі 2 отримано

диференціальні перерізи розсіювання релятивістських заряджених частинок на різних конфігураціях атомів у мішені у першому борнівському наближенні на підставі розгляду інтерференційного фактора Лауе-Брегга. Продемонстровано розділення отриманих диференціальних перерізів розсіювання на перерізи когерентного та некогерентного розсіювання. Показаний граничний перехід від диференціального перерізу розсіювання на сукупності впорядкованих паралельних ланцюжків атомів до перерізу розсіювання на сукупності паралельних кристалічних площин у моделі рівномірного розподілу атомів у кожній площині. У Розділі 3 отримано в ейкональному наближенні диференціальний переріз розсіювання релятивістських заряджених частинок на площині атомів у моделі рівномірного розподілу атомів. У ейкональному наближенні в цій роботі не враховуються поправки, пропорційні від'ємним степеням імпульсу. Показано, що вираз для диференціального перерізу в ейкональному наближенні переходить у відповідний вираз в борнівському наближенні у граничному випадку достатньо тонкої мішені. Розрахунки диференціального перерізу в ейкональному наближенні здійснювалися у тому числі за допомогою методу стаціонарної фази та методу Лапласа. У Розділі 4 у ейкональному наближенні досліджено процес райдужного розсіювання релятивістських заряджених частинок на площині атомів у моделі рівномірного розподілу атомів. Також розраховано диференціальний переріз розсіювання в цьому випадку при віддаленні переданого імпульсу від точки райдуги з урахуванням інтерференції амплітуд розсіювання, які відповідають однозначним гілкам залежності прицільного параметра від переданого імпульсу. Для отримання виразу для диференціального перерізу розсіювання використано наближені та чисельні методи. Розділ 5 присвячено отриманню хвильової функції в ейкональному наближенні для розсіювання ульрарелятивістської частинки у часозалежному чотирипотенціалі пучка ультрарелятивістських заряджених частинок. Отримано першу поправку до фази хвильової функції в ейкональному наближенні, диференціальний переріз розсіювання ультарарелятивістських частинок на пучку ультрарелятивістських частинок у ейкональному наближенні та перевірено виконання закону збереження енергії в такому випадку. Розглянуто випадок плоского пучка. У цій роботі плоским пучком називається пучок, який у поперечній до напрямку руху площині має гаусів розподіл уздовж однієї з осей і нульову товщину вздовж іншої. Отримано фазу хвильової функції для частинки, розсіяної на плоскому пучку-мішені. За допомогою чисельних методів і методу стаціонарної фази були отримані диференціальні перерізи розсіювання ультрарелятивістських заряджених частинок на плоскому пучку ультрарелятивістських частинок для різної кількості частинок у пучку. Практичне використання результатів цієї роботи передбачає застосування цих теоретичних результатів для опису процесу розсіювання, який є складовою сучасних експериментів на існуючих і майбутніх прискорювачах елементарних частинок, таких як SuperKEKB (Японія), Великий адронний колайдер (ЦЕРН), ILC, FCC та інших. Аналіз перерізів райдужного розсіювання може допомогти досліджувати вигляд міжатомного потенціалу мішеней. Отримані в цій роботі вирази для диференціальних перерізів розсіювання можуть бути використані як для постановки експериментів щодо дослідження квантових явищ при розсіюванні релятивістських заряджених частинок на орієнтованих кристалах, так і для теоретичного опису процесу випромінювання, який визначається особливостями розсіювання. Ключові слова: квантова електродинаміка, фізика високих енергій, розсіювання, диференціальний переріз розсіювання, райдужне розсіювання, ейкональне наближення, борнівське наближення.

2. Omelchenko V. D. Coherent and incoherent effects in the scattering of highenergy particles in thin targets. – Qualifying scientific paper, manuscript copyright. Thesis for the scientific degree of Doctor of Philosophy: specialty 104 – «Physics and Astronomy». – Akhiezer Institute for Theoretical Physics, National Scientific Center «Kharkiv Institute of Physics and Technology» NAS of Ukraine, Kharkiv, 2024. The thesis is devoted to the analytical description of the scattering process of relativistic charged particles on stationary and moving targets in the Born and eikonal approximations of quantum electrodynamics, obtaining the corresponding differential scattering cross-sections and investigating coherent and incoherent effects in scattering. Section 1 is devoted to the literature review on the thesis topic. Based on the researched sources, the thesis tasks were formulated. In Section 2, the differential cross-sections of relativistic charged particles scattering on different configurations of atoms in the target are obtained in the first Born approximation based on consideration of the Laue-Bragg

interference factor. The split of the obtained differential scattering cross-sections into coherent and incoherent scattering cross-sections is demonstrated. The limit transition from the differential scattering cross-section on a set of ordered parallel atomic strings to the scattering cross-section on a set of parallel crystal atomic planes in the model of uniform distribution of atoms in each plane is shown. In Section 3, in the eikonal approximation, the differential cross section of relativistic charged particles scattering on the atomic plane in the model of the uniform distribution of atoms is obtained. In the eikonal approximation in this thesis, corrections proportional to negative powers of the momentum are not taken into account. It is shown that the expression for the differential cross-section in the eikonal approximation turns into the corresponding expression in the Born approximation in the limiting case of a sufficiently thin target. Calculations of the differential crosssection in the eikonal approximation were carried out, including with the help of the stationary phase method and the Laplace method. In Section 4, in the eikonal approximation, the process of rainbow scattering of relativistic charged particles on the atomic plane in the model of uniform distribution of atoms is investigated. The differential scattering cross-section, in this case, was also calculated when the transferred momentum is far from the rainbow point, taking into account the interference of the scattering amplitudes, which correspond to the single-valued branches of the dependence of the impact parameter on the transferred momentum. Approximate and numerical methods were used to obtain the expression for the scattering cross-section. Section 5 is devoted to obtaining the wave function in the eikonal approximation for the scattering of an ultrarelativistic particle in the time-dependent four-potential of a beam of ultrarelativistic charged particles. The first correction to the phase of the wave function in the eikonal approximation, the differential crosssection of the scattering of ultrarelativistic particles by a beam of ultrarelativistic particles in the eikonal approximation in this case were obtained. Also fulfillment of the energy conservation law was checked for this case. The case of a flat beam is considered. In this paper, a flat beam is a beam that, in the plane transverse to the movement direction, has a Gaussian distribution of particles along one of the axes and a zero thickness along the other axis. The phase of the wave function for a particle scattered at the flat target beam is obtained. Using numerical methods and the stationary phase method, the differential cross-sections of the scattering of ultrarelativistic charged particles on a flat beam of ultrarelativistic particles for various numbers of particles in the beam were obtained. The practical use of the results of this thesis involves the application of these theoretical results for describing the scattering process, which is a component of modern experiments at existing and future accelerators of elementary particles, such as SuperKEKB (Japan), the Large Hadron Collider (CERN), ILC, FCC, and others. The analysis of the rainbow scattering cross-sections can help to investigate the form of the interatomic potential of targets. The expressions for the differential scattering cross-sections obtained in this work can be used both for designing experiments for the study of quantum phenomena in the scattering of relativistic charged particles on oriented crystals and for a theoretical description of the radiation process, which is determined by the characteristics of scattering.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Shul'ga N.F., Koriukina V.D. (Omelchenko V.D.) On coherent and incoherent scattering of fast charged particles in ultrathin crystals. Problems of Atomic Science and Technology. 2020. Vol. 127. P. 120-125. https://doi.org/10.46813/2020-127-120

- Shul'ga N.F., Koriukina V.D. The Eikonal Approximation of the Scattering Theory for Fast Charged Particles in a Thin Layer of Crystalline and Amorphous Media. Nucl. Instr. Meth B. 2021. Vol. 487. P. 25-29. https://doi.org/10.1016/j.nimb.2020.09.014

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: практичне використання результатів цієї роботи передбачає застосування цих теоретичних результатів для опису процесу розсіювання, який є складовою сучасних експериментів на існуючих і майбутніх прискорювачах елементарних частинок

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0116U007070; 0121U108698; 0120U103570; 0122U002597; 0118U100199

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кириллін Ігор Володимирович
2. Igor V. Kirillin

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.д., член-кор. НАН України, 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кузнєцов Пилип Едуардович
2. Pylyp E. Kuznietsov

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доц., 01.04.16

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8477-1395

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, буд. 4, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Новак Олександр Петрович
2. Olexandr P. Novak

Кваліфікація: к. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9316-4885

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Меренков Микола Петрович
2. Mykola P. Merenkov

Кваліфікація: д.ф.-м.н., с.н.с., 01.04.16

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9743-3827

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Трофименко Сергій Валерійович

2. Sergiy V. Trofimenko

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.д., 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1263-4444

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Корчин Олександр Юрійович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Корчин Олександр Юрійович
Відповідальний за підготовку облікових документів	ННЦ ХФТІ ОКД
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна