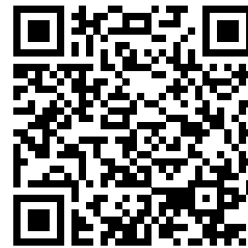


Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0211U005707

Державний реєстраційний номер: 0111U004953

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 22-12-2011

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Ядерний годинник на основі торію-229.

Початок етапу: 07.2011

Закінчення етапу: 12.2011

Вид звітного документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут фізики НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 525-12-20

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Державне агентство з питань електронного урядування України

Код за ЄДРПОУ: 37471818

Місцезнаходження: вул. Ділова, 24, м. Київ, Київ, 03150, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 2071730

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): 5031050

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 65

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Ядерний годинник на основі торію-229.

Назва роботи англійською:

Nuclear clock based on 229 Thorium.

Реферат українською:

Об'єкт дослідження - ядро атома ^{229}Th в когерентному світловому полі. Мета роботи - побудова теоретичної моделі формування сигналу похибки "твердотільного" ядерного стандарту частоти при збудженні ядра поліхроматическим лазерним полем (фемтосекундною гребінкою частот), розроблення алгоритму обчислення і моделювання формування цього сигналу. Метод дослідження - аналіз процесів резонансної взаємодії лазерного випромінювання з речовиною за допомогою рівняння Шредінгера та рівняння для матриці густини. Важливим питанням при створенні стандарту частоти є величина світлових зсувів, які визначають граничну точність стандарту. Проведені дослідження показують, що стабільність ядерного стандарту частоти може складати величину порядку 10^{-19} - 10^{-18} , як для однофотонної, так і для двофотонної схеми збудження. Можливість реалізації двофотонного переходу зумовлена наявністю ненульових магнітних дипольних моментів в основному і збудженому станах. Використання фемтосекундної гребінки частот може стати основою для точного вимірювання частоти переходу в ядрі. Порівняно з однофотонною, двофотонна схема збудження має такі переваги: 1) всі спектральні компоненти (попарно) формують сигнал флуоресценції; 2) у полі зустрічних імпульсів відсутній лінійний доплерівський зсув резонансу; 3) для побудови стандарту частоти потрібне джерело випромінювання з удвічі меншою довжиною хвилі (близько 320 нм); 4) немає проблеми фонового сигналу; 5) в іонах Th^{3+} можна очікувати значно більшої ефективності двофотонного збудження, ніж однофотонного, при помірних інтенсивностях (порядку 1 Вт/см² і менше). Запропоновано схему опиту твердотільного стандарту і проведено її моделювання. Точність настроювання на резонанс становить близько 1 Гц.

Реферат англійською:

Object of investigation: ^{229}Th nucleus in a coherent light field. Purpose of investigation: - the development of a theoretical model for the error signal in "solid" nuclear frequency standard if the nucleus is excited with polychromatic laser field (a femtosecond frequency comb), the development of an algorithm to compute and model the formation of this signal. Method of investigation: analysis of process of the resonant interaction of laser radiation with matter using Schrödinger equation and the density matrix equation. An important issue in investigation of a frequency standard is the values of light shifts, which determine the ultimate accuracy of the standard. In our studies the stability of the nuclear frequency standard can be of the order of 10^{-19} - 10^{-18} , both for single-photon and two-photon excitation schemes. The possibility of realizing two-photon transition is caused by non-zero magnetic dipole moments in the ground and excited states. Usage of femtosecond frequency comb can be the basic method for the accurate measurement of the transition frequency in the nucleus. Compared with single-photon, two-photon scheme has the following advantages: 1) all the spectral components (pairwise) form the fluorescence signal; 2) in the field of counterpropagating pulses the linear Doppler shift of the resonance is absent; 3) to develop a frequency standard one needs a source of radiation with two times smaller wavelength (approximately 320 nm); 4) the problem of background signal is absent; 5) in Th^{3+} ions one can expect much more effective two-photon excitation than one photon excitation at moderate intensities (of the order of 1 W/cm² and less). We propose the interrogation scheme for solid-state standard together with its numerical simulation. The precision of its accuracy tuning at resonance is about 1 Hz.

Індекс УДК: 535.33/.34:621.373.826, 535.33/34:621.373.826

Коди тематичних рубрик:29.33.49

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Яценко Леонід Петрович

Науковий ступінь:

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Теорія ядерного стандарту частоти.

Назва НТП англійською: The theory of nuclear frequency standard.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати:

Галузь застосування: 33.20.1 (виробництво оптичних контрольно-вимірювальних приладів та устаткування)

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Побудовано теоретичну модель твердотільного стандарту частоти, в основі якого лежить оптичний перехід в ядрі торію – 229. Модель придатна для використання як монохроматичного лазерного випромінювання, так і послідовності лазерних імпульсів, а також для двофотонного збудження. Подано аналіз переваги двофотонного збудження ядерного переходу, з якого випливає перспективність саме такої схеми збудження. Знайдено світлові зсуви, які обмежують точність стандарту на рівні 10-18.

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 5 років.

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Наукові установи.

Перспективні ринки: Україна, Росія.

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

Романенко В. І. Аналог стану когерентного полонення населеності у поліхроматичному полі / В. І.

Романенко, О. В. Романенко, Л. П. Яценко // Український фізичний журнал. – 2011. – Т. 56, №10. – С. 975-982;

Romanenko V. I. Analog of the coherent population trapping state in a polychromatic field // V. I. Romanenko, A.

V. Romanenko, L. P. Yatsenko. – 2011. – arXiv:1112.1357; Kazakov G. A. Influence of the atomic-wall collision elasticity

on the coherent population trapping resonance shape / G. A. Kazakov, A. N. Litvinov, B. G. Matisov, V. I. Romanenko, L. P. Yatsenko, A. V. Romanenko // J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. - 2011.- Vol. 44, N 23. - 235401;
Kazakov G. A. Influence of the atomic-wall collision elasticity on the coherent population trapping resonance shape / G. A. Kazakov, A. N. Litvinov, B. G. Matisov, V. I. Romanenko, L. P. Yatsenko, A. V. Romanenko // J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. - 2011.- Vol arXiv:1107.5128.

Х. Заключение відомості

Керівник юридичної особи

Порошин Володимир Миколайович

Перелік осіб-виконавців

Романенко Віктор Іванович

Романенко Олександр Вікторович

Удовицька Олена Григорівна

Яценко Леонід Петрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Телефон

Реєстратор

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

