



ПРЕЗИДІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

ПОСТАНОВА

01.07.2015

м.Київ

№ 171

Дослідження властивостей нейтрино
і слабкої взаємодії у подвійному
бета-розпаді атомних ядер

Заслухавши й обговоривши наукову доповідь завідувача відділу фізики лептонів Інституту ядерних досліджень НАН України доктора фізико-математичних наук Ф.А.Даневича «Дослідження властивостей нейтрино і слабкої взаємодії у подвійному бета-розпаді атомних ядер», Президія НАН України відзначає, що розвиток досліджень процесів подвійного бета-розпаду атомних ядер є перспективним науково-технічним завданням, комплексне вирішення якого потребує активної співпраці з провідними закордонними науковими центрами та участі у міжнародних програмах і проектах.

Дослідження подвійного бета-розпаду атомних ядер дозволяють розв'язувати сучасні проблеми фізики ядра і елементарних частинок, надають унікальні можливості вивчати низку фундаментальних законів природи і властивостей матерії, а саме: природу нейтрино (частинка Дірака чи Майорани?), масу і схему масових станів нейтрино, закон збереження лептонного заряду. Крім того, безнейтринний подвійний бета-розпад може відбуватися за рахунок низки ефектів за рамками сучасної моделі елементарних частинок, а отже, відкриває можливість її перевірки.

Значення досліджень подвійного бета-розпаду принципово зросло після нещодавніх спостережень явища осциляцій нейтрино, яке не може бути пояснено в рамках існуючої моделі елементарних частинок і вимагає розширення цієї теорії. Властивості нейтрино відіграють ключову роль у космології, а саме у вирішенні двох найбільш захоплюючих таємниць Всесвіту – природи темної матерії (а нейтрино є єдиною на сьогодні ідентифікованою компонентою цієї загадкової субстанції) і баріонної асиметрії. Причини баріонної асиметрії (внаслідок якої Всесвіт є таким, яким він є) залишаються незрозумілими. І саме нейтрино, якщо ця частинка є частинкою Майорани (частинка і античастинка тотожні), може стати розгадкою цієї проблеми. Виявлення

майоранівської природи нейтрино означатиме відкриття нового виду матерії, коли частинка ферміон є тотожною своїй античастинці, а отже, матиме важливе світоглядне значення.

Роботи з пошуку подвійного бета-розпаду здійснюються в Україні з початку вісімдесятих років, видатні досягнення українських вчених у цій галузі загальноновизнані світовим науковим співтовариством, про що свідчать понад 3500 цитувань робіт українських авторів у публікаціях інших фахівців (без самоцитувань). Науковцями Інституту ядерних досліджень НАН України вперше в світі було спостережено надзвичайно рідкісний процес двонейтринного подвійного розпаду ядра кадмію 116 і встановлено одне з найбільш жорстких обмежень на масу нейтрино (менше 1,7 eV). Цей результат, отриманий експериментально в Україні у кінці 90-х – на початку 2000-х років, усе ще є найбільш чутливим у світі для цього ядра.

Також був спостережений подвійний бета-розпад ядра молібдену 100 на збуджений рівень дочірнього ядра (zareєстрований лише для ядер молібдену 100 і неодиму 150), отримано низку пріоритетних результатів у дослідженнях подвійного бета-розпаду ізотопів кальцію, цинку, стронцію, рутенію, молібдену, кадмію, церію, диспрозію, гадолінію, вольфраму, осмію, платини та ртуті. У співробітництві з фахівцями Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут» та Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України були розроблені і використовуються в експериментах унікальні сцинтилятори вольфрамату кадмію та молібдату цинку із збагачених ізотопів кадмію 106, 116 та молібдену 100; уперше у світі запропоновано і досліджено кристали молібдатів літію і цинку, які планується застосувати у великому міжнародному проекті CUPID.

Подальший прогрес у дослідженнях подвійних бета-процесів вимагає об'єднання інтелектуальних і матеріальних ресурсів багатьох країн з метою створення великомасштабних експериментальних установок з чутливістю на межі сучасних технологій. Українські вчені починаючи з кінця 90-х років здійснюють активну міжнародну співпрацю, беруть участь у кількох амбіційних міжнародних проектах. Зокрема, науковці Інституту ядерних досліджень НАН України є учасниками проектів SuperNEMO (пошук подвійного бета-розпаду ядер селену 82 за участі учених Європи, США, Японії, Російської Федерації), AMoRE (міжнародна колаборація для пошуку безнейтринного бета-розпаду ядра молібдену 100 за допомогою криогенних сцинтиляційних болометрів на основі кристалів молібдату кальцію; Республіка Корея, Україна, Російська Федерація, Німеччина, Китай), європейському проекті LUMINEU/LUCINEU (пошук подвійного бета-розпаду ядра молібдену 100 за допомогою криогенних сцинтиляційних болометрів з кристалами молібдатів цинку та літію), міжнародному проекті CUPID, експерименті Bogexino (Італія, Німеччина, Польща, США, Франція, Росія, Україна), де не лише вивчаються нейтрино від Сонця та надр

Землі, а й запропоновані експерименти, спрямовані на дослідження подвійного бета-розпаду.

Українські науковці мають добре налагоджені зв'язки з провідними науковими установами, які виконують дослідження подвійного бета-розпаду: Національною лабораторією Гран Сассо (Італія), підземними лабораторіями Модан (Франція) та Янь-янґ (Республіка Корея), нейтринною лабораторією в Садбері (Канада), Баксанською нейтринною лабораторією (Росія), Інститутом стандартних матеріалів та вимірювань Об'єднаного дослідницького центру Європейської комісії (Бельгія), Оксфордським університетом (Велика Британія) тощо.

Однією з ключових проблем створення експериментальних установок наступного покоління для досліджень властивостей нейтрино і слабкої взаємодії у подвійному бета-розпаді атомних ядер є розроблення для них перспективних детекторів ядерних випромінювань, зокрема низькотемпературних сцинтиляційних на основі глибоко очищених матеріалів, у тому числі ізотопно збагачених. Для участі у таких великомасштабних проектах в Україні є не лише кваліфіковані спеціалісти і талановита молодь, а й значні напрацювання та науково-технічна база. Доцільно в подальшому об'єднати багаторічний досвід у галузі наднизькофонової ядерної спектроскопії (Інститут ядерних досліджень НАН України), глибокого очищення матеріалів, у тому числі збагачених ізотопів (Інститут фізики твердого тіла, матеріалознавства та технологій Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут»), розроблення і виробництва високоякісних радіоактивно чистих сцинтиляційних матеріалів (інститути сцинтиляційних матеріалів та монокристалів НАН України).

Разом з тим розвиток робіт із зазначеної проблематики стримується недостатнім фінансовим забезпеченням, потребує використання сучасних наукових приладів та обладнання. Є необхідність подальшого підвищення рівня міжнародної кооперації і координації науково-дослідних робіт з розроблення великомасштабних експериментальних установок наступного покоління.

Президія НАН України постановляє:

1. Наукову доповідь завідувача відділу фізики лептонів Інституту ядерних досліджень НАН України доктора фізико-математичних наук Ф.А.Даневича «Дослідження властивостей нейтрино і слабкої взаємодії у подвійному бета-розпаді атомних ядер» взяти до відома.

2. Вважати роботи, спрямовані на пошук і дослідження подвійного бета-розпаду атомних ядер, розроблення експериментальних методів для цих досліджень одним з пріоритетних напрямів фундаментальних та прикладних досліджень наукових установ НАН України відповідного профілю.

3. Інституту ядерних досліджень НАН України (академік НАН України І.М.Вишневський):

3.1. Забезпечити умови для проведення досліджень подвійного бета-розпаду атомних ядер, активної міжнародної співпраці учених інституту.

3.2. До 01.09.2015 розробити та подати до Відділення ядерної фізики та енергетики НАН України:

3.2.1. Запит на придбання низькофонового напівпровідникового германієвого спектрометра для дослідження подвійного бета-розпаду, відбору радіоактивно чистих матеріалів.

3.2.2. Пропозиції щодо розвитку міжнародного співробітництва в цьому напрямі з науковими центрами Західної Європи, Республіки Корея, Японії, США та Російської Федерації, а також щодо започаткування міжнародної колаборації для досліджень властивостей нейтрино з метою застосування можливостей наукових установ України і залучення інвестицій.

4. Національному науковому центру «Харківський фізико-технічний інститут» забезпечити розвиток та ефективне використання дослідницького комплексу Інституту фізики твердого тіла, матеріалознавства та технологій ННЦ «ХФТІ» для глибокого очищення матеріалів методами вакуумної дистиляції, зонної та електронно-променевої плавки.

5. Науково-технологічному комплексу «Інститут монокристалів НАН України» (Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України та Інститут монокристалів НАН України):

5.1. Забезпечити дослідження і розроблення нових радіоактивно чистих сцинтиляційних матеріалів, у тому числі низькотемпературних, із збагачених ізотопів.

5.2. Створити умови для організації замкненого циклу з очищення ізотопно збагачених матеріалів, синтезу шихти, росту кристалів, відновлення ізотопно збагачених матеріалів, оброблення сцинтиляційних елементів у радіоактивно чистих умовах.

6. Контроль за виконанням цієї постанови покласти на Секцію фізико-технічних і математичних наук НАН України та Науково-організаційний відділ Президії НАН України.

Президент
Національної академії наук України
академік НАН України

Б.Є.Патон

Головний учений секретар
Національної академії наук України
академік НАН України

В.Л.Богданов