

Національна Академія Наук України  
Науковий центр  
«Інститут ядерних досліджень»

На правах рукопису  
УДК 539.172.17

ЗИМАН Віктор Андрійович

**РОЗСІЯННЯ, РЕАКЦІЇ ПЕРЕДАЧ ТА ПЕРЕЗАРЯДКИ  
ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ІОНІВ  $^{14}\text{N}$  З ЯДРАМИ  $^{12}\text{C}$  І  $^{14}\text{C}$**

Спеціальність 01.04.16 - фізика ядра, елементарних частинок і  
високих енергій

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата фізико-математичних наук

Київ - 1997

АВ 39.063

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Науковому центрі "Інститут ядерних досліджень"  
НАН України.

Науковий керівник: доктор фізико-математичних наук, профе  
РУДЧИК Адам Тихонович

Офіційні опоненти: доктор фізико-математичних наук  
КОРЖ Іван Олександрович,  
доктор фізико-математичних наук  
СТЕШЕНКО Андрій Йосипович

Провідна організація: Київський Національний Університет ім  
Тараса Шевченка

Захист відбудеться 25 груд. 1997 року о 14<sup>05</sup> годині на за  
Спеціалізованої ради Д 01.68.01 при Науковому центрі "Інститут  
ядерних досліджень" НАН України за адресою: 252028 Київ, пр.Науки,  
47.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Наукового центру  
"Інститут ядерних досліджень" НАН України.

Автореферат розіслано 25 черк. 1997 року.

Учений секретар  
Спеціалізованої ради

*В. Чеснокова*

Чеснокова В.Д.

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00737615 (Т)

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

### Актуальність теми та постановка задачі.

Ядерно-ядерні зіткнення є ефективним засобом для вирішення таких актуальних задач ядерної фізики: отримання відомостей про структуру атомних ядер, ядерно-ядерну взаємодію та динаміку ядерних процесів. При вивченні процесів, спричинених зіткненням важких іонів з ядрами, дослідник стикається із складною теоретичною проблемою багатьох тіл, рішення якої неоднозначне. До тепер в більшості робіт, присвячених реакціям з важкими іонами, вивчались окремі канали квазіпружних процесів в рамках відомих моделей прямих механізмів реакцій. При цьому спостерігались істотні неоднозначності в оцінці характеристик ядерно-ядерної взаємодії та механізмів реакцій. Крім того, при такому дослідженні не враховується можливий взаємний зв'язок каналів реакцій. Серед прямих механізмів реакцій, в основному, досліджувались лише одноступінчасті. Фактично, в різних процесах одні і ті ж канали реакцій характеризувались різними потенціалами ядерно-ядерної взаємодії. З метою отримання несуперечливої інформації про ядерно-ядерну взаємодію та відносну роль одно- та двоступінчастих механізмів реакцій великий інтерес становить комплексне дослідження одночасно багатьох каналів реакцій, оскільки в цьому випадку вдається як врахувати ефекти зв'язку каналів реакцій, так і помітно зменшити неоднозначність у визначенні констант ядерної взаємодії.

### Мета роботи.

Метою цієї праці було одержання основних характеристик ядерно-ядерної взаємодії, одно- і двоступінчастих механізмів ядерних реакцій та структури легких ядер на основі комплексного експериментального і теоретичного вивчення процесів, що відбуваються при зіткненні напівважких іонів з ядрами 1р-оболонки, а для цього здійснено:

- одночасне вимірювання диференційних перерізів пружного і непружного розсіянь та реакцій  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{13}\text{C}$ ,  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{12}\text{C})^{14}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{15}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C})^{14}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{15}\text{C}$  при зіткненні іонів  $^{14}\text{N}$  з ядрами  $^{12}\text{C}$  і  $^{14}\text{C}$  при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116 \text{ MeV}$ ;

- дослідження пружного розсіяння іонів  $^{14}\text{N}$  ядрами  $^{12}\text{C}$  і  $^{14}\text{C}$  в рамках оптичної моделі (ОМ) та методу зв'язаних каналів реакцій (МЗКР);

- дослідження непружного розсіяння та реакцій переносів і перезарядки в рамках МЗКР.

ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН України

### Наукова новизна одержаних результатів.

1. Отримано нові експериментальні дані для кутових розподілів пружного та непружного розсіянь іонів  $^{14}\text{N}$  ядрами  $^{12}\text{C}$  і  $^{14}\text{C}$  при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116$  МеВ для переходів в основний та збуджений стани 4,44 МеВ ( $0^+$ ) ядра  $^{12}\text{C}$  і в основний та збуджені стани 6,094 МеВ ( $1^-$ ), 6,728 МеВ ( $3^-$ ), 7,012 МеВ ( $2^+$ ) ядра  $^{14}\text{C}$ , а також в основний та збуджені стани 3,95 МеВ ( $1^+$ ), 4,92 МеВ ( $0^-$ ), 5,11 МеВ ( $2^-$ ), 6,204 МеВ ( $1^+$ ), 6,444 МеВ ( $3^+$ ), 7,028 МеВ ( $2^+$ ) ядра  $^{14}\text{N}$ .

2. Отримано нові експериментальні дані для кутових розподілів реакцій  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{13}\text{N}$ ,  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{13}\text{C}$ ,  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{12}\text{C})^{14}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{15}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C})^{14}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{15}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{15}\text{N})^{13}\text{C}$  при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116$  МеВ для переходів в основні стани ядер  $^{13}\text{N}$  і  $^{15}\text{N}$ , а також в стан 5,27 МеВ ( $5/2^+$ ) ядра  $^{15}\text{N}$ , стани 3,68 МеВ ( $3/2^-$ ) і 3,85 МеВ ( $5/2^+$ ) ядра  $^{13}\text{C}$  та стан 0,74 МеВ ( $5/2^+$ ) ядра  $^{15}\text{C}$ .

3. З аналізу експериментальних даних в рамках ОМ та МЗКР оержані нові відомості про ядерно-ядерну взаємодію  $^{14}\text{N}+^{12}\text{C}$  і  $^{14}\text{N}+^{14}\text{C}$ , про деформацію ядер  $^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$  та  $^{14}\text{N}$ , а також про механізми передач та перезарядки.

### Наукова та практична цінність одержаних результатів.

Отримані дані можуть бути використані в теорії ядра та ядерних реакцій для опису структури ядер та процесів ядерної взаємодії.

Опрацьована методика експерименту, обробки і теоретичного аналізу може широко використовуватись для досліджень багатьох питань ядерної фізики та в прикладних цілях.

### Особистий внесок здобувача.

Автор виконав комплекс робіт з налагодження експериментальної установки для вимірювання кутових розподілів продуктів реакцій на ізохронному циклотроні У-240 ІЯД НАН України, зокрема, ним виконані роботи, пов'язані із геометрією експерименту, з наладкою та тестуванням ДЕ-Е методики, в якій використовувались кремнієві детектори, стандартна аналогова електроніка та системи накопичення спектрометричної інформації на базі ЕОМ, а також роботи по налагодженню систем дистанційної зміни мішеней і кута спектрометра. Автор приймав провідну участь у виконанні експериментів, результати яких представлені в дисертації. Виконав обробку спектрометричної інформації, в результаті якої отримав кутову залежність перерізів 12 різноманітних процесів, спричинених взаємодією струменя іонів  $^{14}\text{N}$  з ядрами  $^{12}\text{C}$  та  $^{14}\text{C}$  при енергії 116 МеВ. Виконав комплексний аналіз експериментальних даних в рамках МЗКР та моделі прямої перезарядки іонів.

### **Зв'язок роботи з науковими темами.**

Робота була виконана в рамках планової тематики досліджень відділу фізики важких іонів Наукового центру "Інститут ядерних досліджень" НАН України.

### **Захищаються такі положення та результати:**

1. Експериментальні дані кутових розподілів пружного та непружного розсіяння іонів  $^{14}\text{N}$  ядрами  $^{12}\text{C}$  і  $^{14}\text{C}$  при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116$  МеВ для переходів в основний та збуджений  $4,44$  МэВ ( $0^+$ ) стан ядра  $^{12}\text{C}$ , в основний та збуджені стани  $6,094$  МеВ ( $1^-$ ),  $6,728$  МеВ ( $3^-$ ) і  $7,012$  МеВ ( $2^+$ ) ядра  $^{14}\text{C}$ , а також в основний та збуджені стани  $3,95$  МеВ ( $1^+$ ),  $4,92$  МеВ ( $0^-$ ),  $5,11$  МеВ ( $2^-$ ),  $6,204$  МеВ ( $1^+$ ),  $6,444$  МеВ ( $3^+$ ),  $7,028$  МеВ ( $2^+$ ) ядра  $^{14}\text{N}$ .

2. Експериментальні дані кутових розподілів реакцій  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{13}\text{N}$ ,  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{13}\text{C}$ ,  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{12}\text{C})^{14}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{15}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C})^{14}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{15}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{15}\text{N})^{13}\text{C}$  при енергії  $E(^{14}\text{N})=116$  МеВ для переходів в основні стани ядер  $^{13}\text{N}$  і  $^{15}\text{N}$ , в стани  $5,27$  МеВ ( $5/2^+$ ) ядра  $^{15}\text{N}$ , стани  $3,68$  МеВ ( $3/2^-$ ),  $3,85$  МеВ ( $5/2^+$ ) ядра  $^{13}\text{C}$  та стан  $0,74$  МеВ ( $5/2^+$ ) ядра  $^{15}\text{C}$ .

3. Результати дослідження пружного розсіяння іонів  $^{14}\text{N}$  ядрами  $^{12}\text{C}$  і  $^{14}\text{C}$  при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116$  МеВ в рамках оптичної моделі.

4. Результати дослідження пружного і непружного розсіяння та реакцій  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{13}\text{N}$ ,  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{13}\text{C}$ ,  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{12}\text{C})^{14}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{15}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C})^{14}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{15}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{15}\text{N})^{13}\text{C}$  при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116$  МеВ для переходів в основні та збуджені стани ядер  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{15}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{14}\text{N}$ ,  $^{15}\text{N}$  в рамках МЗКР.

### **Апробація роботи та публікації.**

Матеріали дисертації були представлені і доповідались на річних конференціях ІЯД в 1994-1996 роках, на міжнародних конференціях з ядерної спектроскопії та структури атомних ядер, на наукових семінарах ІЯД та ІТФ НАН України; Інституту ядерної фізики ім.Неводнічанського (Краків, Польща) та Інституту ядерних досліджень ім. А.Солтана (Варшава, Польща). Основні результати дисертації опубліковані в 13 наукових роботах.

### **Структура та об'єм роботи.**

Дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків та переліку використаної літератури з 70 найменувань. Дисертація викладена на 122 сторінках, включаючи 43 рисунки та 8 таблиць.

## КОРОТКИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

Дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків та списку цитованої літератури.

У *вступі* обґрунтовується актуальність теми, вказується на новизну, наукову та практичну цінність роботи, наводяться результати та положення, що виносяться на захист.

У *першому розділі* описана методика вимірювань, проведених на циклотроні У-240 ІЯД НАН України: геометрія експерименту, експериментальна установка, системи нагромадження та обробки експериментальних даних на базі ЕОМ, та наведені такі основні результати:

1) налагоджено багатоканальну детекторну систему експериментальної установки АСТРА для дослідження кутових залежностей диференційних перерізів реакцій з важкими іонами;

2) налагоджено багатоканальну  $\Delta E$ -Е-методику вимірювань кутових залежностей диференційних перерізів легких та важких продуктів реакцій в експериментах із струменем іонів  $^{14}\text{N}$  при енергії 116 МеВ;

3) розроблено математичні методи та алгоритми первинної і повної обробки спектрометричної інформації, одержаної у вимірюваннях перерізів реакцій під дією важких іонів і представленої у вигляді  $\Delta E \times E$ -і Е-спектрів;

4) створено комплекс програм для обробки спектрометричної інформації.

У *другому розділі* описані умови вимірювання кутових розподілів продуктів реакцій, наведено одержані експериментальні дані з пружного та непружного розсіяння іонів  $^{14}\text{N}$  ядрами  $^{12}\text{C}$  та  $^{14}\text{C}$  і реакцій передач нуклонів та перезарядки при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116$  МеВ, зокрема:

1) нові експериментальні дані кутових залежностей перерізів пружного та непружного розсіяння іонів  $^{14}\text{N}$  ядрами  $^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$  при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116$  МеВ для переходів в основні та збуджені стани 3,95 МеВ ( $1^+$ ), 4,92 МеВ ( $0^-$ ), 5,11 МеВ ( $2^-$ ), 6,204 МеВ ( $1^+$ ), 6,444 МеВ ( $3^+$ ) і 7,028 МеВ ( $2^+$ ) ядра  $^{14}\text{N}$ , в стан 4,439 МеВ ( $2^+$ ) ядра  $^{12}\text{C}$  та в стани 6,094 МеВ ( $1^-$ ), 6,728 МеВ ( $3^-$ ) і 7,012 МеВ ( $2^+$ ) ядра  $^{14}\text{C}$ ;

2) нові експериментальні дані для кутових розподілів продуктів реакцій  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{13}\text{N}$ ,  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{13}\text{C}^*_{3.68+3.85}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{15}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{15}\text{N})^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{15}\text{N}^*_{5.27, 5.3}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{15}\text{N}^*_{5.27, 5.3})^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C}^*_{3.68})^{15}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{15}\text{N})^{13}\text{C}^*_{3.68}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{15}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{15}\text{C}^*_{0.74}$  при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116$  МеВ;

3) кутові розподіли диференційних перерізів реакції двохнуклонної передачі  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{12}\text{C})^{14}\text{N}$ , а також реакцій перезарядки  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C})^{14}\text{N}$ ,

$^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C}^*_{7.012})^{14}\text{N}$  і  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C})^{14}\text{N}^*_{6.444}$  при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116$  МеВ.

Поміряні перерізи реакцій порівнюються із відповідними експериментальними даними, відомими із літературних джерел при близьких енергіях.

У *третьому розділі* містяться результати комплексного аналізу всієї сукупності експериментальних даних за оптичною моделлю (ОМ), за методом деформованих хвиль (процеси перезарядки) та методом зв'язаних каналів реакцій (МЗКР). Зокрема представлені:

1. Результати аналізу кутових розподілів пружного розсіяння  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{N})^{12}\text{C}$  та  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{N})^{14}\text{C}$  за *оптичною моделлю*. Отримані параметри оптичних потенціалів Вудса-Саксона представлені в таблиці 1, а кутові розподіли показані на рис. 1 і 2. Видно задовільний опис експериментальних даних для кутів  $\theta_{\text{ц.м.}} < 65^\circ$  (криві <ОМ>).

Наводяться результати дослідження ізотопічних ефектів в пружному розсіянні іонів  $^{14}\text{N}$  ядрами  $^{12}\text{C}$  і  $^{14}\text{C}$ . Показано, що виявлене зміщення осциляцій в кутових розподілах розсіянь  $^{12}\text{C}+^{14}\text{N}$  і  $^{14}\text{C}+^{14}\text{N}$  може бути пояснено різницею в радіусах ядер  $^{12}\text{C}$  і  $^{14}\text{C}$ , відмінністю зведених мас, а також енергій в системі центра мас.

Описані результати дослідження в рамках МЗКР впливу зв'язку каналів реакцій на кутову залежність потенційного розсіяння  $^{12}\text{C}+^{14}\text{N}$  і  $^{14}\text{C}+^{14}\text{N}$ . Показано, що долучення в схему зв'язку каналів непружного розсіяння із збудженням низькоенергетичних станів кінцевих ядер потребує зменшення глибини уявної частини оптичного потенціала вхідного каналу для задовільного опису експериментальних даних. При цьому обчислені за ОМ і МЗКР перерізи пружного розсіяння добре узгоджуються між собою для кутів  $\theta_{\text{ц.м.}} < 60^\circ$  і суттєво відрізняються в області кутів  $\theta_{\text{ц.м.}} > 60^\circ$  (див. криву <CRC el.> на рис. 1). Робиться висновок про існування сильного міжканального зв'язку, що зумовлює помітний вплив непружних процесів на кутові розподіли пружного розсіяння в області великих кутів.

Приведені також результати дослідження вкладів в експериментальні дані для пружних розсіювань  $^{12}\text{C}+^{14}\text{N}$  і  $^{14}\text{C}+^{14}\text{N}$  в області кутів  $\theta_{\text{ц.м.}} > 90^\circ$  таких квазіпружних процесів: реорієнтації спіна ядра  $^{14}\text{N}$  (крива <geog.> на рис. 2), двоступінчастих послідовних передач  $p+n$ ,  $n+p$  та одноступінчастої передачі d-кластера для розсіяння  $^{12}\text{C}+^{14}\text{N}$  (крива <d+pn+np> на рис.1), двоступінчастих

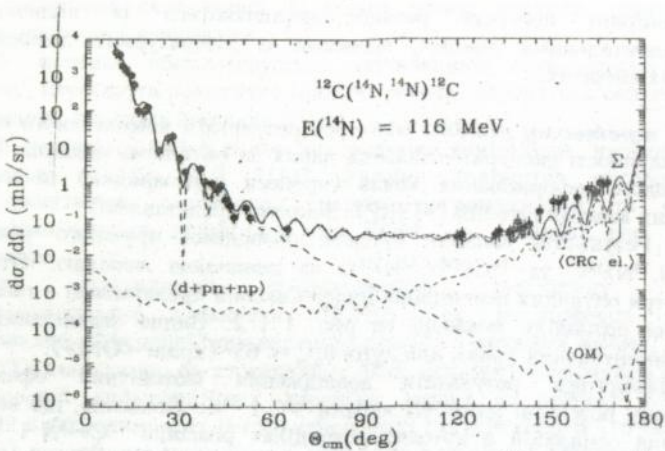


Рис. 1. Кутовий розподіл пружного розсіяння  $^{14}\text{N}$  на ядрі  $^{12}\text{C}$ .

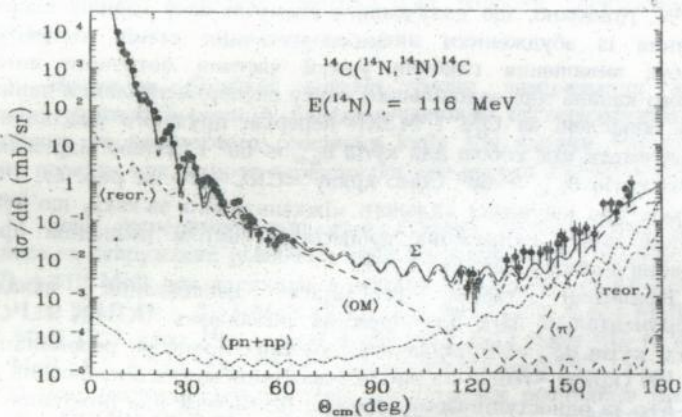


Рис. 2. Кутовий розподіл пружного розсіяння  $^{14}\text{N}$  на ядрі  $^{14}\text{C}$ .

послідовних передач  $p+n$ ,  $n+p$  та прямої перезарядки ядер для розсіяння  $^{14}\text{C}+^{14}\text{N}$  (криві  $\langle np+pn \rangle$  та  $\langle \pi \rangle$  на рис. 2 відповідно).

Описані також результати дослідження одно- і двоступінчастого механізмів реакції  $^6\text{Li}(^7\text{Li}, ^7\text{Be})^6\text{He}$  при енергії  $E(^7\text{Li}) = 78$  MeB, яка використовувалась як тестова реакція перезарядки при дослідженні реакції  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C})^{14}\text{N}$ . Кутові розподіли продуктів реакції  $^6\text{Li}(^7\text{Li}, ^7\text{Be})^6\text{He}$  показані на рис. 3. Кривими показані обчислені кутові перерізи для прямої одноступінчастої перезарядки ядра  $^7\text{Li}$  (крива  $\langle \pi \rangle$ ) та послідовної двоступінчастої передачі нуклонів  $n+p$  і  $p+n$  (крива  $\langle pn+tr \rangle$ ). В розрахунках використовувався оптичний потенціал, параметри якого приведені в таблиці 1. Із рис. 3 видно, що процес прямої перезарядки переважає в області кутів  $\theta_{\text{ц.м.}} < 30^\circ$  і не грає суттєвої ролі в іншому кутовому діапазоні. Подібні результати одержані також для реакції  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C})^{14}\text{N}$ .

**Таблиця 1.** Параметри оптичних потенціалів Вудса-Саксона  
( $R = r_i(A_T^{1/3} + A_P^{1/3})$ ,  $i=V, W$ )

T + P	V, MeB	$r_V$ , Фм	$a_V$ , Фм	$W_S$ , MeB	$r_W$ , Фм	$a_W$ , Фм	$r_C$ , Фм
$^{14}\text{C}+^{14}\text{N}$	150	0,812	0,708	35,40	0,958	0,789	1,200
$^{13}\text{C}+^{15}\text{N}$	150	0,812	0,722	35,75	0,958	0,796	0,812
$^{12}\text{C}+^{14}\text{N}$	150	0,812	0,722	29,75*	0,958	0,796	0,812
$^{13}\text{C}+^{13}\text{N}$	150	0,812	0,900	35,75	0,958	-0,500	0,812
$^{11}\text{C}+^{15}\text{N}$	150	0,812	0,722	35,75	0,958	0,796	0,812
$^7\text{Li}+^6\text{Li}$	122,5	0,577	0,905	51,71	0,54	1,178	0,588

\* Для оптичної моделі  $W_S = 35,75$  MeB.

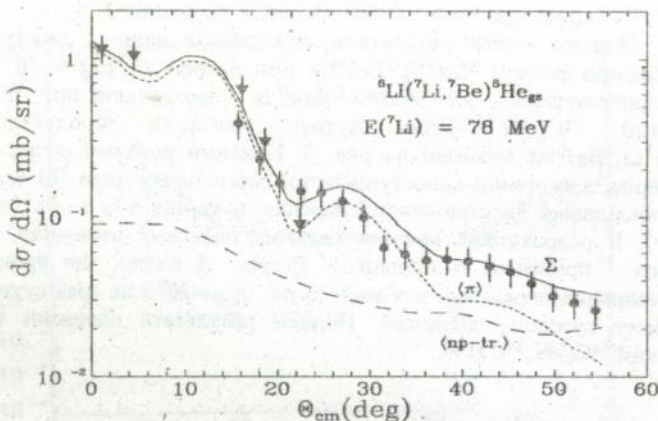


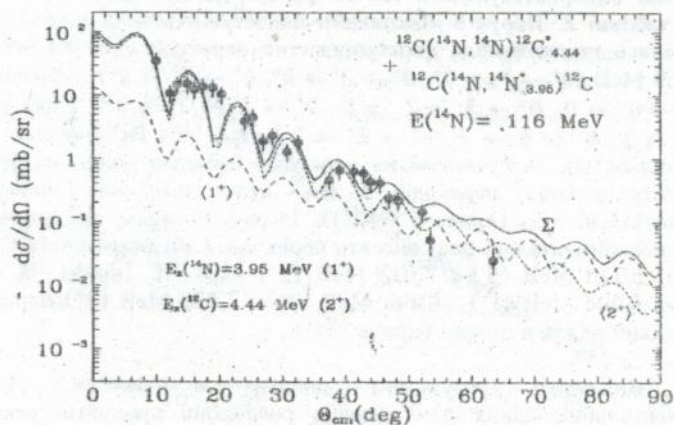
Рис. 3. Кутові розподіли реакції  ${}^6\text{Li}({}^7\text{Li}, {}^7\text{Be}){}^6\text{He}$ . Трикутниками показані експериментальні дані для  $E({}^7\text{Li}) = 82$  MeV.

2. Описані результати аналізу в рамках МЗКР непружного розсіяння іонів  ${}^{14}\text{N}$  на ядрах  ${}^{12}\text{C}$  і  ${}^{14}\text{C}$  при енергії  $E({}^{14}\text{N}) = 116$  MeV для переходів в стани 3,95 MeV ( $1^+$ ), 4,915 MeV ( $0^+$ ), 5,106 MeV ( $2^-$ ), 6,204 MeV ( $1^+$ ), 6,444 MeV ( $3^+$ ) і 7,028 MeV ( $2^+$ ) ядра  ${}^{14}\text{N}$ , в стан 4,439 MeV ( $2^+$ ) ядра  ${}^{12}\text{C}$  та в стани 6,094 MeV ( $1^-$ ), 6,728 MeV ( $3^-$ ) і 7,012 MeV ( $2^+$ ) ядра  ${}^{14}\text{C}$ . Ці збуджені стани ядер  ${}^{14}\text{N}$ ,  ${}^{12}\text{C}$  та  ${}^{14}\text{C}$  вважались ротаційними. Всі досліджувані непружні канали були включені в схему зв'язку каналів з використанням параметрів деформації ядер, наведених в таблиці 2.

Кутовий розподіл непружного розсіяння  ${}^{12}\text{C}({}^{14}\text{N}, {}^{14}\text{N}){}^{12}\text{C}^*_{4,44}$  і  ${}^{12}\text{C}({}^{14}\text{N}, {}^{14}\text{N}^*_{3,95}){}^{12}\text{C}$  для переходів у збуджені стани 4,44 MeV ( $2^+$ ) ядра  ${}^{12}\text{C}$  та 3,95 MeV ( $1^+$ ) ядра  ${}^{14}\text{N}$ , які в експерименті не розділялись, показано на рис. 4. Видно, що основний вклад в експериментальні дані дає перехід  $0^+ \rightarrow 2^+$  в ядрі  ${}^{12}\text{C}$  (крива  $\langle 2^+ \rangle$ ). Тільки для кутів  $\theta_{\text{ц.м.}} > 40^\circ$  незначний вклад в експериментальні дані дає перехід  $1^+ \rightarrow 1^+$  в ядрі  ${}^{14}\text{N}$  (крива  $\langle 1^+ \rangle$ ).

Таблиця 2. Параметри деформації  $\delta_\lambda$  ядер  $^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}$  та  $^{14}\text{C}$ 

Ядро	$E_x$ , MeB	$J^\pi$	$\lambda$	$\delta_\lambda$ , Фм
$^{12}\text{C}$	4,439	$2^+$	2	-1,07
$^{14}\text{N}$	3,948	$1^+$	2	0,10
	4,915	$0^-$	1	0,50
	5,106	$2^-$	1	0,50
			3	1,10
	6,284	$1^+$	2	<0,563
	6,444	$3^+$	2	<0,563
7,028	$2^+$	2	0,563	
$^{14}\text{C}$	6,094	$1^-$	1	0,701
	6,728	$3^-$	3	1,243
	7,012	$2^+$	2	0,919

Рис. 4. Кутовий розподіл непружного розсіяння  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{N})^{12}\text{C}^*_{4.44}$  і  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{N}^*_{3.95})^{12}\text{C}$ .

Кутовий розподіл непружного розсіяння  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{N}^*_{4,9+5,1})^{12}\text{C}$  для переходів у збуджені стани 4,915 MeV ( $0^-$ ) і 5,106 MeV ( $2^-$ ) в ядрі  $^{14}\text{N}$ , які в експерименті не розділялись, подано на рис. 5. В експериментальні дані може давати вклад реакція  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{13}\text{C}$ . Проте МЗКР аналіз показав, що ця реакція не дає суттєвого вкладу в експериментальні дані на малих кутах (крива  $\langle n \rangle$ ). Ця обставина уможливила одержання оцінки для дипольної та октупольної компонент деформації ядра  $^{14}\text{N}$  на основі  $1^+ \rightarrow 0^-$  і  $1^+ \rightarrow 2^-$  переходів, використовуючи експериментальні дані для кутів  $\theta_{\text{ц.м.}} < 30^\circ$ . Із рис. 5 видно, що в області кутів  $\theta_{\text{ц.м.}} < 40^\circ$  експериментальні дані визначаються дипольно-октупольним переходом  $1^+ \rightarrow 2^-$  (крива  $\langle 2^- \rangle$ ), а вклад переходу  $1^+ \rightarrow 0^-$  може бути поміченим лише при кутах  $\theta_{\text{ц.м.}} > 40^\circ$  (крива  $\langle 0^- \rangle$ ). Отримані параметри деформації ядра  $^{14}\text{N}$  задовільно узгоджуються з даними, одержаними з непружного розсіяння  $\alpha$ -частинок ядрами  $^{14}\text{N}$ .

Далі викладені результати МЗКР аналізу даних непружного розсіяння іонів  $^{14}\text{N}$  ядрами  $^{14}\text{C}$  для переходів у збуджені стани 6,094 MeV ( $1^-$ ), 6,59 MeV ( $0^+$ ), 6,728 MeV ( $3^-$ ), 6,902 MeV ( $0^-$ ), 7,012 MeV ( $2^+$ ), 7,341 MeV ( $2^-$ ) ядра  $^{14}\text{C}$  і 6,204 MeV ( $1^+$ ), 6,444 MeV ( $3^+$ ), 7,028 MeV ( $2^+$ ) ядра  $^{14}\text{N}$ , кутовий розподіл якого приведено на рис. 6. Вказані збуджені стани в експерименті не розділялись. А тому на рисунку наведена некогерентна сума обчислених за МЗКР перерізів. При розрахунках використовувались параметри деформації ядер  $^{14}\text{N}$  і  $^{14}\text{C}$ , подані в таблиці 2. Поруч з можливими одноступінчастими переходами враховувались також вклади двоступінчастих переходів для збуджених станів 6,59 MeV ( $0^+ \rightarrow 1^- \rightarrow 0^+$ ,  $0^+ \rightarrow 3^- \rightarrow 0^+$ ,  $0^+ \rightarrow 2^+ \rightarrow 0^+$ ), 6,902 MeV ( $0^+ \rightarrow 1^- \rightarrow 2^- \rightarrow 0^-$ ,  $0^+ \rightarrow 3^- \rightarrow 2^- \rightarrow 0^-$ ,  $0^+ \rightarrow 2^+ \rightarrow 2^- \rightarrow 0^-$ ), 7,341 MeV ( $0^+ \rightarrow 1^- \rightarrow 2^-$ ,  $0^+ \rightarrow 3^- \rightarrow 2^-$ ,  $0^+ \rightarrow 2^+ \rightarrow 2^-$ ) ядра  $^{14}\text{C}$ . Встановлено, що сума перерізів цих двоступінчастих переходів набагато менша за вклад від одноступінчастих переходів і дає дуже незначний вклад в експериментальні дані (крива  $0^+(^{14}\text{C}^*)$ ). Із рис. 6 видно, що основний вклад в експериментальні дані вносять переходи в збуджені стани 6,094 MeV ( $1^-$ ), 6,728 MeV ( $3^-$ ) і 7,012 MeV ( $2^+$ ) ядра  $^{14}\text{C}$  (крива  $^{14}\text{C}^*$ ), а збудження 6,204 MeV ( $1^+$ ), 6,444 MeV ( $3^+$ ) і 7,028 MeV ( $2^+$ ) ядра  $^{14}\text{N}$  дає невеликий вклад в ці дані (крива  $^{14}\text{N}^*$ ).

3. Викладені результати аналізу в рамках МЗКР експериментальних даних для кутових розподілів продуктів реакцій передач  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, X)$  та  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, X)$ . В розрахунках перерізів реакцій передач використовувались спектроскопічні амплітуди нуклонів та кластерів, які були обчислені в рамках трансляційно-інваріантної моделі оболонки (ТІМО), та оптичні потенціали Вудса-Саксона,

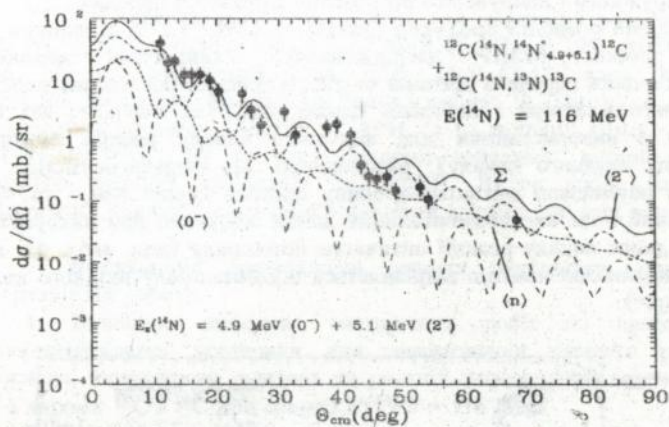


Рис. 5. Кутовий розподіл непружного розсіяння  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{N}^*_{4.9+5.1})^{12}\text{C}$ .

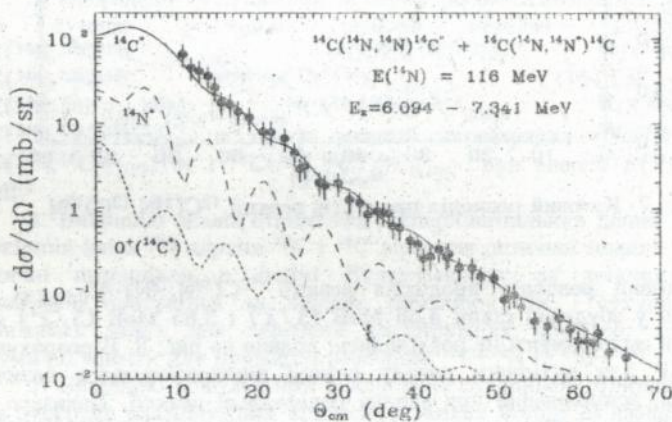


Рис. 6. Кутовий розподіл непружно розсіяних іонів  $^{14}\text{N}$  ядрами  $^{14}\text{C}$  для переходів у збуджені стани 6,1-7,3 MeV ядер  $^{14}\text{N}$  і  $^{14}\text{C}$ .

параметри яких представлені в таблиці 1. В схему зв'язків включались канали пружного і непружного розсіювань та реакцій передач.

Кутовий розподіл продуктів реакції  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{13}\text{N}$  подано на рис. 7. В рамках МЗКР досліджувались найпростіші механізми: одноступінчаста передача протона та двоступінчаста послідовна передача дейтронного кластера і нейтрона (криві  $\langle p_{in} \rangle$  та  $\langle d+n_{in} \rangle$ , які були отримані з використанням для вихідного каналу реакції оптичного потенціалу вхідного каналу). Встановлено, що експериментальні дані повністю обумовлені механізмом зриву протона (криві  $\langle p_{in} \rangle$  та  $\langle p \rangle$ ). Задовільний опис експериментальних даних одержано при використанні для вихідного каналу реакції оптичного потенціалу (див. табл. 1), який своєю дифузією помітно відрізняється від потенціалу вхідного каналу (крива  $\langle p \rangle$ ).

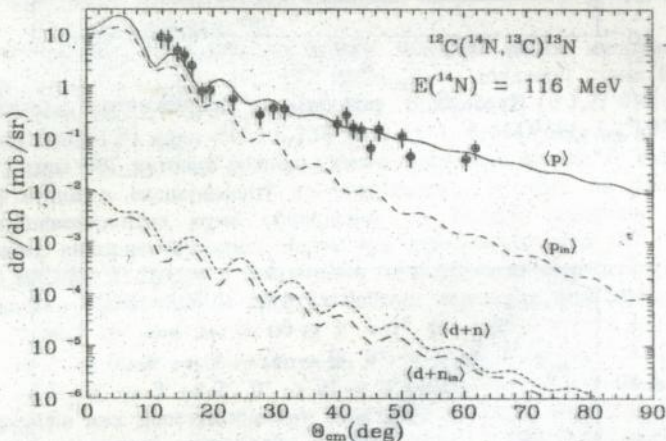


Рис. 7. Кутовий розподіл продуктів реакції  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{13}\text{N}$ .

Кутовий розподіл продуктів реакції  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{13}\text{C}_{3.68-3.85}$  для переходів у збуджені стани 3,68 MeB ( $3/2^-$ ) і 3,85 MeB ( $5/2^+$ ) ядра  $^{13}\text{C}$ , які в експерименті не розділялись, подано на рис. 8. В розрахунках за МЗКР для вихідного каналу реакції використовувався оптичний потенціал, встановлений при аналізі попередньої реакції. Показано, що можливий згідно кінематичним умовам вклад реакції  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{15}\text{N})^{11}\text{C}$  в експериментальні дані незначний (крива  $\langle ^{15}\text{N} \rangle$ ). З рис. 8 видно, що основний вклад в експериментальні дані дає перехід у збуджений стан 3,85 MeB ( $5/2^+$ ) ядра  $^{13}\text{C}$  (крива  $\langle 5/2^+ \rangle$ ).

Викладені результати аналізу експериментальних даних реакцій

$^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{15}\text{N}$  та  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{15}\text{N})^{13}\text{C}$  для переходів в основні стани ядер  $^{13}\text{C}$  і  $^{15}\text{N}$ , збуджені стани 5,27 MeB ( $5/2^+$ ), 5,299 MeB ( $1/2^+$ ) ядра  $^{15}\text{N}$  та збуджений стан 3,68 MeB ( $3/2^-$ ) ядра  $^{13}\text{C}$ . Кутові розподіли продуктів цих реакцій подано на рис. 9. Дані на малих кутах відповідають реакціям  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C}^*)^{15}\text{N}^*$ , а на великих кутах - реакціям  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{15}\text{N}^*)^{13}\text{C}^*$ . На рисунку кривими зображені кутові розподіли продуктів реакцій, обчислені за МЗКР. Видно добре узгодження теоретичних кривих з експериментальними даними для всіх переходів.

У **Висновках** представлені основні результати, одержані в дисертаційній роботі:

1. Виконано комплекс методичних робіт по налагодженню експериментальної установки для вимірювання кутових розподілів пружного, непружного розсіянь та реакцій передач при взаємодії іонів  $^{14}\text{N}$  з ядрами  $^{12}\text{C}$  і  $^{14}\text{C}$  при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116$  MeB.

2. Проведено вимірювання та отримано нові експериментальні дані для кутових розподілів пружного і непружного розсіяння іонів  $^{14}\text{N}$  ядрами  $^{12}\text{C}$  і  $^{14}\text{C}$  для переходів в стани 3,95 MeB ( $1^+$ ), 4,915 MeB ( $0^-$ ), 5,106 MeB ( $2^-$ ), 6,204 MeB ( $1^+$ ), 6,444 MeB ( $3^+$ ) і 7,028 MeB ( $2^+$ ) ядра  $^{14}\text{N}$ , в стан 4,439 MeB ( $2^+$ ) ядра  $^{12}\text{C}$  та в стани 6,094 MeB ( $1^-$ ), 6,728 MeB ( $3^-$ ) і 7,012 MeB ( $2^+$ ) ядра  $^{14}\text{C}$  при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116$  MeB.

3. Проведено вимірювання та отримано нові експериментальні дані для кутових розподілів реакцій передач  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{13}\text{N}$ ,  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{13}\text{C}^*$ ,  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{12}\text{C})^{14}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{15}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{15}\text{N})^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{15}\text{N}^*$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{15}\text{N}^*)^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C}^*)^{15}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{15}\text{N})^{13}\text{C}^*$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{15}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{15}\text{C}^*$ , а також реакцій перезарядки  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C})^{14}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C}^*)^{14}\text{N}$  і  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C})^{14}\text{N}^*$  при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116$  MeB.

4. Виконано аналіз отриманих експериментальних даних пружного розсіяння іонів  $^{14}\text{N}$  ядрами  $^{12}\text{C}$  і  $^{14}\text{C}$  в рамках оптичної моделі, отримано оптичні потенціали в формі Вудса-Саксона, за допомогою яких задовільно описується як пружне розсіяння, так і сукупність всіх отриманих даних для перерізів квазіпружних процесів, досліджено ізотопічні ефекти для пружного розсіяння  $^{12}\text{C}+^{14}\text{N}$  та  $^{14}\text{C}+^{14}\text{N}$ .

5. Виконано комплексний аналіз всієї сукупності отриманих даних для перерізів квазіпружних процесів в рамках методу зв'язаних каналів реакцій, визначені величини параметрів деформації ядер  $^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}$ ,  $^{14}\text{C}$ ; виявлено існування сильного зв'язку між каналами реакцій, показана незначна роль двоступінчастих передач нуклонів в реакціях

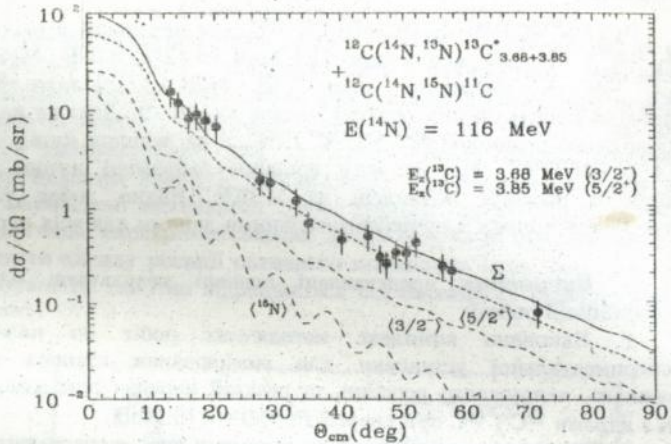


Рис. 8. Кутівий розподіл продуктів реакції  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{N})^{13}\text{C}^*_{3.68+3.85}$  для переходів в збуджені стани 3,68 МеВ ( $3/2^-$ ) та 3,85 МеВ ( $5/2^+$ ) ядра  $^{13}\text{C}$ .

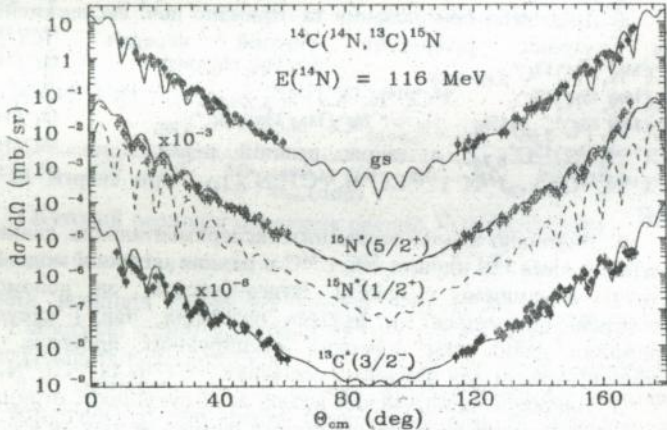


Рис. 9. Кутіві розподіли реакцій  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{13}\text{C})^{15}\text{N}$  та  $^{11}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{15}\text{N})^{13}\text{C}$  для переходів в основні стани ядер  $^{13}\text{C}$  і  $^{15}\text{N}$ , збуджені стани 5,27 МеВ ( $5/2^+$ ), 5,299 МеВ ( $1/2^+$ ) ядер  $^{15}\text{N}$  та збуджений стан 3,68 МеВ ( $3/2^-$ ) ядра  $^{13}\text{C}$ .

$^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{12}\text{C})^{14}\text{N}$  і  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C})^{14}\text{N}$  при досліджуванні енергії іонів  $^{14}\text{N}$ .

6. Проведено аналіз кутових розподілів реакцій перезарядки  $^6\text{Li}(^7\text{Li}, ^7\text{Be})^6\text{He}$  при енергії  $E(^7\text{Li}) = 78$  MeV і  $^{14}\text{C}(^{14}\text{N}, ^{14}\text{C})^{14}\text{N}$  при енергії  $E(^{14}\text{N}) = 116$  MeV в рамках методу деформованих хвиль та методу зв'язаних каналів реакцій. Виявлено, що процеси прямої передачі  $\pi$ -мезонів грають вагомую роль тільки в області малих кутів розсіяння.

Основні результати дисертації опубліковані у таких статтях:

1. Scattering, one-nucleon transfers and charge-exchange reactions in the  $^{14}\text{C} + ^{14}\text{N}$  interaction at  $E(^{14}\text{N})=116$  MeV. A.T. Rudchik, V.A. Ziman, V.K. Chernievsky, V.V. Lutsenko, A.V. Mokhnach, O.A. Ponkratenko, E.N. Dovzhenko, Val.N. Pirnak, E.I. Koshchy, Yu.G. Mashkarov, L. Glowacka, J. Turkewicz, A. Budzanowski, M. Makowska-Rzeszutko, R. Siudak, S.B. Sakuta. // *Nuclear Physics. A* 589.-1995.-P.535-552.

2. Channel-couplings in the  $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, X)$  reactions at  $E(^{14}\text{N}) = 116$  MeV. V.A. Ziman, A.T. Rudchik, A. Budzanowski, V.K. Chėrnievsky, L. Glowacka, E.I. Koshchy, S. Kliczewski, M. Makowska-Rzeszutko, A.V. Mokhnach, O.A. Momotyuk, O.A. Ponkratenko, R. Siudak, I. Skwirczinska, A. Szczurek, J. Turkewicz. // *Nuclear Physics. A* 625.-1997. (NPA PREPRINT No. 3286 in press).

3. One- and two-step processes in  $^6\text{Li}(^7\text{Li}, ^7\text{Be})^6\text{He}$  reaction at  $E(^7\text{Li}) = 78$  MeV. S.B. Sakuta, Yu.A. Glukhov, A.T. Rudchik, V.A. Ziman, A. Budzanowski, R. Siudak, M. Makowska-Rzeszutko. // *Nuclear Physics. A* 587.-1995.-P.355-366.

4. Scattering and one-nucleon transfer in the  $^{14}\text{C} + ^{14}\text{N}$  interaction at energy of  $E(^{14}\text{N}) = 116$  MeV. A. Budzanowski, V.K. Chernievsky, E.N. Dovzhenko, L. Glowacka, E.I. Koshchy, M. Makowska-Rzeszutko, Yu.G. Mashkarov, V.V. Lutsenko, A.V. Mokhnach, W. Von Oertzen, V.N. Pirnak, O.A. Ponkratenko, A.T. Rudchik, S.B. Sakuta, R. Siudak, J. Turkewicz, T. Wilpert, V.A. Ziman. // *The Henryk Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics. Annual Report 1993.-Krakow (Poland).* -P.21.

5. One- and two-step processes in  $^6\text{Li}(^7\text{Li}, ^7\text{Be})^6\text{He}$  reaction at  $E(^7\text{Li}) = 78$  MeV. A. Budzanowski, R. Siudak, M. Makowska-Rzeszutko, S.B. Sakuta, Yu.A. Glukhov, A.T. Rudchik, V.A. Ziman. // *The Henryk Niewodniczanski Institute of Nuclear Physics. Annual Report 1994.-Krakow (Poland).* -P.14.

6. Study of the  $^{14}\text{C} + ^{14}\text{N}$  interaction at  $E(^{14}\text{N}) = 116$  MeV. L. Glowacka, J. Turkewicz, A.T. Rudchik, V.A. Ziman, V.K. Chernievsky, E.N. Dovzhenko, V.V. Lutsenko, A.V. Mokhnach, O.A. Ponkratenko, V.N. Pirnak, E.I. Koshchy, Yu.G. Mashkarov, A. Budzanowski, M. Makowska-

Rzeszutko, R. Siudak, S.B. Sakuta. // *Soltan Institute for Nuclear Studies. Annual Report 1995.-Otwock-Swierk (Poland).* -P.17-18.

7. Interaction of  $^{14}\text{N}$  Ions with  $^{12}\text{C}$  and  $^{24}\text{Mg}$  Nuclei at Energy 116 MeV. L. Glowacka, J. Turkiewich, V.K. Chernievsky, A.P. Ilijin, A.V. Mokhnach, A.A. Momotyuk, O.A. Ponkratenko, A.T. Rudchik, V.A. Ziman, E.I. Koshchy, Yu.G. Mashkarov, A. Budzanowski, M. Makowska-Rzeszutko, R. Siudak, M. Petrascu. // *Ibid.* -P.18.

8. Механизмы реакций  $^{12}\text{C} + ^{14}\text{N}$  при  $E(^{14}\text{N}) = 130$  МэВ. О.Ю. Горюнов, В.А. Зиман, А.В. Мохнач, О.А. Понкратенко, А.Т. Рудчик, В.К. Черниевский, Е.И. Коцкий, Ю.Г. Машкаров. // *Тезисы Международного совещания по ЯС и САЯ.-1992.-Дубна.-С.305.*

9. Многоступенчатые процессы в реакциях  $^{12,13,14}\text{C} + ^{14}\text{N}$  при  $E(^{14}\text{N})=116$  МэВ. В.А. Зиман, А.В. Мохнач, О.А. Понкратенко, А.Т. Рудчик, В.К. Черниевский, Е.И. Коцкий, Ю.Г. Машкаров, С.Б. Сакута, Л. Гловацка, Я. Туркевич. // *Тезисы Международного совещания по ЯС и САЯ.-1993. Дубна.-С. II.-С.280.*

10. Рассеяние и однонуклонные передачи в столкновениях  $^{14}\text{C} + ^{14}\text{N}$  при  $E(^{14}\text{N})= 116$  МэВ. В.А. Зиман, В.В. Луценко, А.В. Мохнач, О.А. Понкратенко, А.Т. Рудчик, В.К. Черниевский, Ю.Г. Машкаров, С.Б. Сакута, М. Маковска-Жешутко, Т. Вильперт. // *Там же.-С.281.*

11. Упругое и неупругое рассеяние ионов  $^{14}\text{N}$  изотопами  $^{12}\text{C}$  и  $^{14}\text{C}$  при энергии 116 МэВ. В.А. Зиман, А.В. Мохнач, О.А. Понкратенко, А.Т. Рудчик, В.К. Черниевский, Е.Н. Довженко, Вал.Н. Пирнак, Е.И. Коцкий, Ю.Г. Машкаров, М. Маковска-Жешутко. // *Тезисы Международного совещания по ЯС и САЯ.-1994. Харьков.-С. II.-С.273.*

12. Рассеяние и однонуклонные передачи в столкновении  $^{12}\text{C} + ^{14}\text{N}$  при энергии  $E(^{14}\text{N})=116$  МэВ. В.А. Зиман, А.В. Мохнач, О.А. Момотюк, О.А. Понкратенко, А.Т. Рудчик, В.К. Черниевский, Е.И. Коцкий, Ю.Г. Машкаров, А. Будзановский, М. Маковска-Жешутко, Р. Сюдак, Л. Гловацка, Я. Туркевич. // *Тезисы Международного совещания по ЯС и САЯ.-1995. Петергоф.- С. II.-С.285.*

13. Розсіяння та реакції передач при взаємодії  $^{12}\text{C} + ^{14}\text{N}$  при енергії  $E(^{14}\text{N})=116$  МэВ. В.А. Зіман, А.В. Мохнач, О.А. Момотюк, О.А. Понкратенко, А.Т. Рудчик, В.В. Улещенко, В.К. Чернієвський, Є.І. Коцький, Ю.Г. Машкаров, А. Будзановський, М. Маковська-Жешутко, Р. Сюдак, А. Щурек, Л. Гловацька, Я. Туркевич. // *Матеріали щорічної наукової конференції Інституту ядерних досліджень (збірник доповідей). Київ.-1995.-С.29-36.*

*Зиман В.А. Розсіяння, реакції передач та перезарядки при взаємодії іонів  $^{14}\text{N}$  з ядрами  $^{12}\text{C}$  і  $^{14}\text{C}$ .* - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.16 - фізика ядра, елементарних частинок і високих енергій.- Науковий центр "Інститут ядерних досліджень" НАН України, Київ, 1997.

Дисертація присвячена дослідженню характеристик ядерно-ядерної взаємодії, одно- і двоступінчастих механізмів ядерних реакцій та структури легких ядер на основі комплексного експериментального і теоретичного вивчення процесів при взаємодії напівважких іонів з ядрами 1р-оболонки. Захищаються експериментальні дані з пружного, непружного розсіяння та реакцій малонуклонних передач при взаємодії іонів  $^{14}\text{N}$  з ядрами  $^{12}\text{C}$  і  $^{14}\text{C}$  при енергії  $E(^{14}\text{N})=116$  MeV та їх теоретична інтерпретація в рамках оптичної моделі, методу деформованих хвиль і методу зв'язаних каналів реакцій.

Ключові слова: атомне ядро, переріз, ядерна реакція, перезарядка, оптичний потенціал, зв'язані канали.

*Зиман В.А. Рассеяние, реакции передач и перезарядки при взаимодействии ионов  $^{14}\text{N}$  с ядрами  $^{12}\text{C}$  и  $^{14}\text{C}$ .* - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 - физика ядра, элементарных частиц и высоких энергий.- Научный центр "Институт ядерных исследований" НАН Украины, Киев, 1997.

Диссертация посвящена исследованию характеристик ядерно-ядерного взаимодействия, одно- и двухступенчатых механизмов ядерных реакций и структуры легких ядер на основе комплексного экспериментального и теоретического изучения процессов при взаимодействии полутяжелых ионов с ядрами 1р-оболочки. Защищаются экспериментальные данные по упругому, неупругому рассеянию и реакциям малонуклонных передач при взаимодействии ионов  $^{14}\text{N}$  с ядрами  $^{12}\text{C}$  и  $^{14}\text{C}$  при энергии  $E(^{14}\text{N})=116$  МэВ и их теоретическая интерпретация в рамках оптической модели, метода искаженных волн и метода связанных каналов реакций.

Ключевые слова: атомное ядро, сечение, ядерная реакция, перезарядка, оптический потенциал, связанные каналы.

*Ziman V.A. Scattering, transfers and charge-exchange reactions in the interaction of  $^{14}\text{N}$  with  $^{12}\text{C}$  and  $^{14}\text{C}$  nuclei.* - Manuscript.

Thesis for Ph.D. degree of physics and mathematics sciences by speciality 01.04.16 - nuclear physics and physics of elementary particles and high energy.- Scientific Center "Institute for Nuclear Research" NAS of Ukraine, Kyiv, 1997.

The dissertation is devoted to the investigation of the properties of the nucleus-nucleus interaction, one- and two-step nuclear processes and structure of light nuclei with the complete experimental and theoretical studies of many nuclear processes, induced by the light heavy ion interactions with the 1-p shell nuclei. The experimental data of elastic, inelastic scattering and few nucleon transfer reactions, induced by the  $^{14}\text{N}$  ion interaction with  $^{12}\text{C}$  and  $^{14}\text{C}$  nuclei at the energy  $E(^{14}\text{N}) = 116$  MeV, and also their theoretical interpretations within the optical model, DWBA and coupled reaction channels models are submitted for the defence of a thesis.

Keywords: atomic nucleus, cross section, nuclear reaction, charge exchange, optical potential, coupled reaction channels.

Подписано к печати: 20.11.97 г.

Печать офсетная. Заказ 51

Формат 60x84 1/16

Тираж 100 экз. Усл. печ. л. 1.25

---

СКТБ с ЭП Института ядерных исследований НАН Украины  
252028, Киев-28, проспект Науки, 47





430848

AB 39.063