

# ВІДНОШЕННЯ ПЕРЕРІЗІВ ЕЛЕКТРОЗБУДЖЕННЯ ІЗОМЕРНИХ СТАНІВ ДЛЯ ДВОХ СТАБІЛЬНИХ ІЗОТОПІВ СРІБЛА

*Андреянов В.М., Русин В.В., Удод В.А., Хіміч І.В., Шомко Л.М.*

Вимірюванню перерізів збудження ізомерних станів при непружному розсіянні електронів присвячене обмежене число робіт. Це обумовлене тим, що переріз електрозбудження приблизно на два порядки нижче, ніж переріз збудження ізомерів в реакції ( $\gamma, \gamma'$ ).

За допомогою мікротрона М-10 виконане вимірювання відношень перерізів реакцій  $^{107}\text{Ag}(e, e')^{107m}\text{Ag}$  та  $^{109}\text{Ag}(e, e')^{109m}\text{Ag}$ . Для виключення бомбардування мішеней гальмівними гамма-квантами, проводка пучка електронів здійснювалась таким чином, щоб між вакуумним об'ємом прискорювача і досліджуваною мішенню не було речовини в твердому виді. З каналу виводу мікротрона електрони попадали в вакуумну камеру першого відхиляючого магніту, який направляв їх в електропровід в виді труби із нержавіючої сталі. На електронопроводі насаджені магнітні квадрупольні лінзи, що служать для фокусування пучка електронів на досліджуваній мішені. Між електронопроводом і другим відхиляючим магнітом встановлена вакуумна задвижка. З її допомогою можна "відсікати" вакуумний об'єм прискорювача від вакуумної камери другого відхиляючого магніту при заміні досліджуваних мішеней. Другий відхиляючий магніт направляє електрони через патрубок камери на досліджувані мішені. Мішені кріпляться в алюмінієвому кільці, а кільце встановлюється у вузлі опромінення. Вузол опромінення-це порожнистий алюмінієвий циліндр з одним фланцем з вакуумним ущільнювачем і "глухим" дном. Фланець вузла опромінення притискується до фланця камери магніту за рахунок атмосферного тиску. Перед тим, як відкрити задвижку камери магніту і вузол опромінення відкачують з допомогою окремого вакуумного посту. Між дном вузла опромінення і досліджуваною мішенню встановлений графітовий блок для зменшення частки електронів, відбитих в зворотному напрямку.

Час опромінення  $t_{\text{опр}}$  мішеней встановлювався рівним 300 с, а тривалість охолодження  $t_{\text{ох}}$  складала 30-35 с. Реєстрація випромінювання від розпаду ізомерних станів проводилася за час  $t_{\text{рес}}$ , рівний 120 с. Реєстрація випромінювання здійснювалась двома гамма-спектрометрами, що склалися із сцинтиляційних лічильників з кристалами  $\text{NaI(Tl)}$  і аналізаторів АИ-1024. Інформація з аналізатора з допомогою цифродрукуючого пристрою виводилася на паперову стрічку. Далі результати кожного

циклу опромінення вимірювання за допомогою клавіатури ЕОМ "Искра - 1030" записувались на магнітний диск. При формуванні файлу на диску використовувалась інформація, що відповідає пікові повного поглинання та інформація в приблизно 20 каналах до початку піку та 20 каналах після піку. При обробці результатів використовувалась програма "ФОТОПІК", складена на мові БЕЙСІК. Ця програма дозволяє обчислити площу під піком повного поглинання за вирахуванням фону (тобто корисний сигнал) за наступною процедурою. Файл з магнітного диску викликається в пам'ять ПП ЕОМ і числова інформація про вміст каналів АИ-1024 зображається на дисплеї в графічному режимі, передбаченому язиком БЕЙСІК версії А. Візуально вибираються ділянки графіка до початку піка і після піка, які можна апроксимувати прямою лінією. Далі програма "ФОТОПІК" дозволяє знайти два вирази типу  $y=a+bx$ , що апроксимують вибрані ділянки графіка, і знову вивести на дисплей попередню інформацію, але вже з двома відрізками прямих ліній. Візуально знаходяться номери каналів, що відповідають початку і кінцю піка повного поглинання. Ці номери вводяться в ЕОМ і відбувається обчислення корисного сигналу  $k$  як різниці між кількістю імпульсів  $S$  під піком повного поглинання і кількістю імпульсів  $S_\phi$  фону. Оцінка дисперсії корисного сигналу  $D_k$  знаходиться як сума  $S$  та  $S_\phi$ , стандартна статистична похибка визначається як  $\sqrt{D_k}$ , відносна статпохибка-- як  $\sqrt{D_k}/k$ .

У випадку бомбардування мішеней монохроматичними частинками для обчислення перерізу  $\sigma$  якого-небудь процесу треба визначити кількість  $V$  актів взаємодії за  $1c$ , що відповідають розглядуваному процесу. При сталому потоці  $I$  частинок, що бомбардують мішень

$$V = \sigma N h I \quad ,$$

де  $N$ - число ядер досліджуваного нукліду в  $1 \text{ см}^3$  мішені,  $h$ - товщина мішені. Для кожного циклу опромінення-вимірювання значення  $V$  обчислювалось за відомим значенням корисного сигналу  $k$  та значенням  $t_{\text{опр}}$ ,  $t_{\text{ох}}$ ,  $t_{\text{рес}}$ .

В якості монітора пучка електронів використовувався графітовий колектор, встановлений у вузлі опромінення для зменшення частки відбитих електронів. Струм з колектора по кабелю подавався на підсилювач, а після підсилення на амплітудно-цифровий перетворювач (АЦП). Коди сигналів з АЦП поступали на персональний комп'ютер ДВК-2М і оброблялися по спеціальній програмі. Обчислювався важливий при вимірюванні перерізів реакцій методом наведеної активності параметр - приведена доза  $D_{\text{пр}}$ , яка враховує як флюктуації сили струму пучка прискорених електронів, так і розпад наведеної активності. Кінцевий результат роботи програми по обчисленню  $D_{\text{пр}}$  можна пояснити як обчислення суми добутків амплітуд сигналів, що знімаються з монітора, на множник  $\exp(-\lambda t)$ . Тут  $\lambda$  - стала розпаду наведеного ізомерного стану, а  $t$ -час, що пройшов від моменту дії конкретного імпульса випромінювання прискорювача до моменту припинення опромінення мішені. Із-за відмінності постійних розпаду досліджуваних ізотопів  $^{107m}\text{Ag}$  та  $^{109m}\text{Ag}$  приведені дози для вказаних ізотопів будуть різними.

При позначенні величин введемо індекси 107 та 109, що відповідають ізомерам  $^{107m}\text{Ag}$  та  $^{109m}\text{Ag}$  і, наприклад, приведені дози будемо позначати як  $D_{107}$  та  $D_{109}$ . З урахуванням (1) перерізи збудження ізомерних станів повинні бути зв'язані з кількістю взаємодій за 1 с виразом

$$\frac{\sigma_{107}}{\sigma_{109}} = \frac{B_{107}(\text{Nh})_{109} D_{109}}{B_{109}(\text{Nh})_{107} D_{107}}.$$

Внаслідок того, що два згадувані ізомери мають близькі характеристики, можна припустити, що коефіцієнти внутрішньої конверсії теж близькі.

Зразки  $^{107}\text{Ag}$  та  $^{109}\text{Ag}$  представляють собою фольги площиною 46 x 32 мм<sup>2</sup> і масою відповідно 0,731 г та 0,721 г. Обидві фольги опромінювались одноразово. Досліди проводились при енергіях прискорених електронів 7,9 МеВ, 8,55 МеВ та 9,15 МеВ. При кожній енергії виконувалося від двох до чотирьох циклів опромінення - вимірювання. Для вказаних енергій результати вимірів і розрахунку дали наступні значення відношення перерізів  $\sigma_{107}/\sigma_{109}$ : 0,77; 0,92 та 0,78. Відносні стандартні похибки приведених величин, знайдені по кількості зареєстрованих імпульсів, складають близько 10%.

Робіт, в який би вимірювалися перерізи електрозбудження ізомерних станів ізо-топів срібла в цікавому для нас енергетичному діапазоні, ми не виявили. При низьких енергіях гамма-квантів Богданкевич О.В. та ін. [1] виконали виміри перерізу реакції  $(\gamma, \gamma')^m$  на ізотопі  $^{107}\text{Ag}$ . Приведені в роботі [1] результати вимірів дають можливість визначити, що для енергій 7,9 МеВ, 8,55 МеВ та 9,15 МеВ перерізи утворення ізомерного стану  $^{107}\text{Ag}$  відносяться приблизно як 1:1, 5:1,5. Результати наших вимірів перерізу електрозбудження дають наступні значення вказаних відношень: 1:1,6:2,2.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Богданкевич О.В., Долбилкин В.С., Лазарева Л.Е., Николаев Ф.А. Неупругое рассеяние гамма-квантов на ядрах Ag.- ЖЭТФ, 1963, т.45, вып.4(10), с.882-891.

## SUMMARY

The cross section ratio for  $^{107}\text{Ag}(e, e')^{107m}\text{Ag}$  and  $^{109}\text{Ag}(e, e')^{109m}\text{Ag}$  are measured on the microtrone beam with 7.9 MeV, 8.55 MeV and 9.15 MeV. The radiation of decay isomeric states was detected by gamma-spectrometer. The electroexcitation isomers cross section ratio from this work for  $^{107m}\text{Ag}$  and  $^{109m}\text{Ag}$  equal correspondently 0.77, 0.92 and 0.78 for relative statistical error near the 10%.