

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИНЕЙТРОННОЙ
ПЕРИФЕРИИ ЯДРА ^{14}C (*g. s.*),
ПРОЯВЛЯЮЩИЕСЯ В РЕАКЦИИ $^{12}\text{C}(t, p)^{14}\text{C}$**

Л.И. Галанина, Н.С. Зеленская

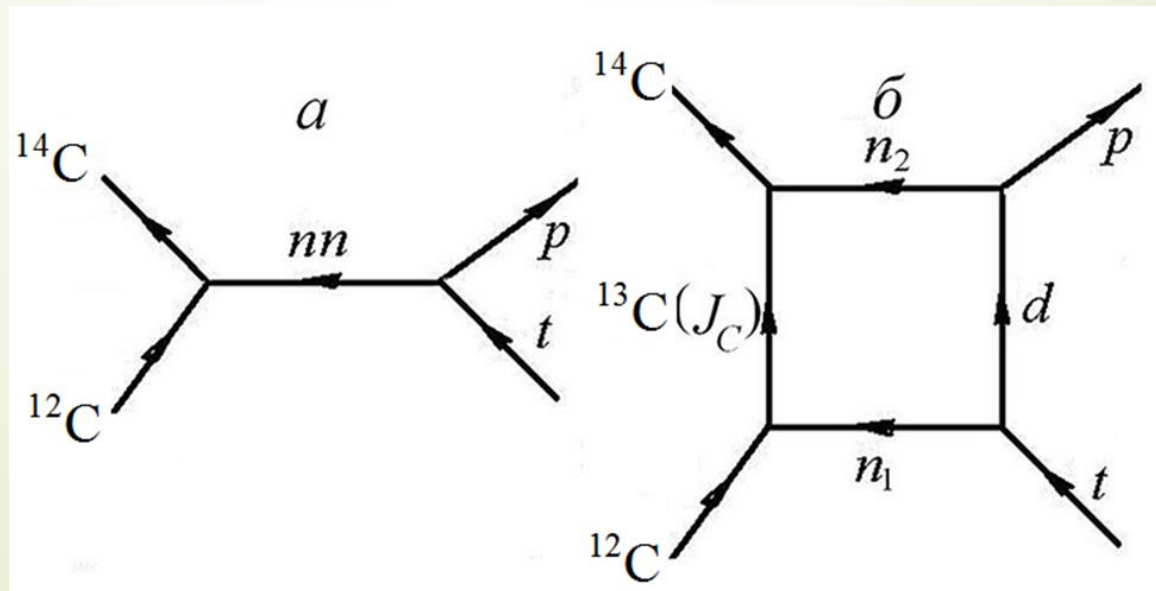
**Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова,
Научно-исследовательский институт
ядерной физики имени Д.В. Скобельцына
Отдел ядерных реакций**



Недавние экспериментальные исследования среднеквадратичных радиусов нейтронно-избыточных изотопов углерода показали, что в ядре ^{15}C формируется нейтронное гало. Ядро ^{14}C не является гало-ядром, поскольку в нем из всех возможных двухчастичных подсистем только одна – динейтрон – является несвязанной. Тем не менее, структура его периферии представляет интерес как возможного кора в ядре ^{15}C . Известно, что основное состояние 0^+ в ядре ^{14}C практически полностью ($\approx 87\text{--}97\%$) описывается $1p$ -оболочечной конфигурацией, так что ^{14}C имеет два избыточных нейтрона в $1p_{1/2}$ -оболочке над кором ^{12}C . Эти нейтроны могут располагаться относительно кора в различных конфигурациях: динейтронной или сигарообразной. Превышение среднеквадратичных размеров любой конфигурации относительно радиуса кора ^{12}C свидетельствует о существовании нейтронной периферии у ядра ^{14}C .

3

Структура и размеры динейтронной периферии в ядре $^{14}\text{C}(g. s.)$ определяется с помощью реакции $^{12}\text{C}(t, p)^{14}\text{C}(g. s.)$ при $E_t \sim 6\text{--}10$ МэВ/нуклон. Учитываются прямые механизмы реакции: срыв динейтрона (полюсная диаграмма) и последовательная передача нейтронов (четырёхугольная диаграмма).

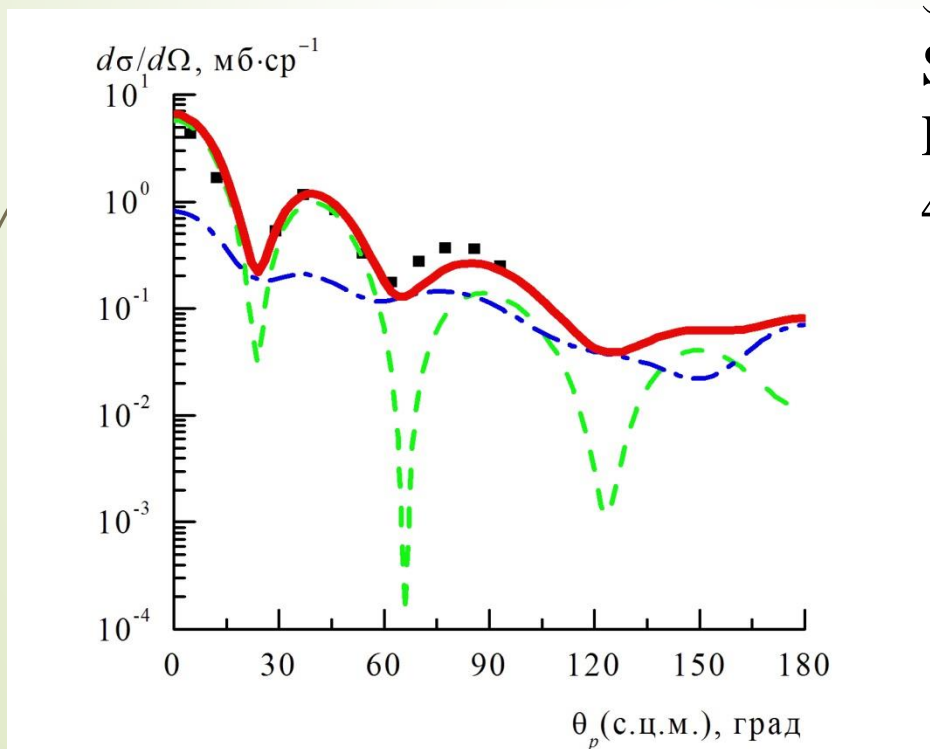


Краткая характеристика использованных кодов и параметров расчета

- **FRESCO** – программа, разработанная Яном Томпсоном (с 1983 по 2006 год) для расчетов реакций в ядерной физике в рамках метода связанных каналов. Программа может учитывать неупругие и одночастичные возбуждения, а также передачу нуклонов от одного ядра к другому по отдельности или в виде одновременного перехода в виде кластера.
- В расчетах использованы современные глобальные оптические потенциалы. Волновые функции связанных состояний динейтрона в ^{14}C и нейтронов в $^{13}, ^{14}\text{C}$ рассчитывались с экспоненциальной асимптотикой с фиксированными $r_0 = 1.25$ Фм и $a = 0.65$ Фм.
- Спектроскопические амплитуды в каждой вершине распада диаграмм для прямых механизмов рассчитаны в оболочечной модели для чистых ($1p^{9(10)}$) конфигураций.

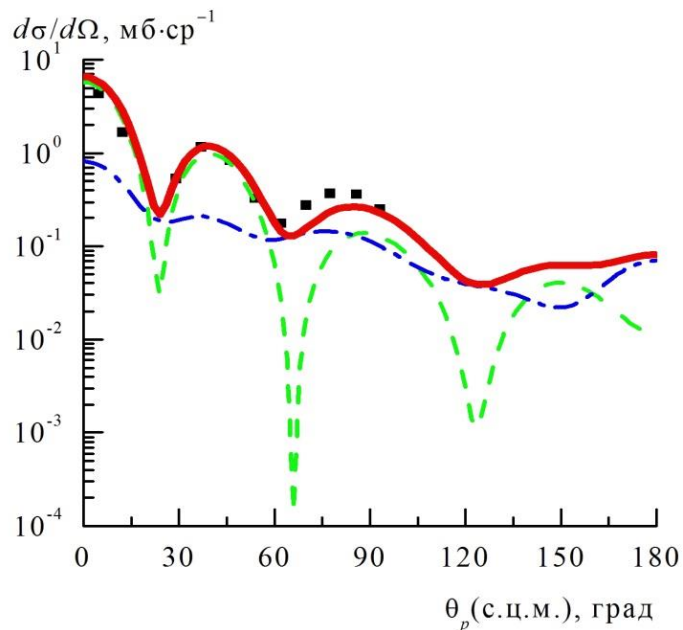
Рассчитанное дифференциальное сечение реакции $^{12}\text{C}(t, p)^{14}\text{C}(g. s.)$ для обоих механизмов с учетом интерференции их амплитуд представлено на рисунке.

Красная кривая – суммарное сечение, зеленая – сечение срыва динейтрона, синяя – сечение независимой передачи нейтронов.



Эксперимент-[Mordechai S., Fortune H. T. // Nucl. Phys. A 1978. 301, N. 2. P. 463].

Как видно из рисунка, рассчитанное сечение согласуется с экспериментальным. При углах вылета протонов $\theta_p < 50^\circ$ основной вклад в полное сечение вносит механизм срыва динейтрона, но и в этой области углов влияние механизма независимой передачи нейтронов на полное сечение заметно. При увеличении угла парциальные сечения обоих механизмов сопоставимы.



При $50^\circ < \theta_p < 90^\circ$ именно учет механизма независимой передачи нейтронов позволяет согласовать полное сечение с экспериментом. Полученное согласие показывает, что мы корректно восстановили ВФ динейтрона и виртуальных нейтронов относительно ядер ^{12}C (^{13}C).

Определение размеров нейтронной периферии в ядре $^{14}\text{C}(g. s.)$

В реакции (t, p) механизм срыва динейтрона на асимптотике описывает динейтронную конфигурацию в ядре ^{14}C , а механизм независимой передачи нейтронов — сигарообразную в $^{13,14}\text{C}$. Определенные волновые функции динейтрона $\Psi_{20}(r_{nn})$ относительно ^{12}C и каждого нейтрона $\Psi_{11}^i(r_i)$ ($i = 1, 2$) относительно $^{12,13}\text{C}$ с правильной экспоненциальной асимптотикой позволяют рассчитать среднеквадратичные размеры каждой конфигурации в соответствии с выражениями

$$\langle L_{nn} \rangle = \left\{ \int r_{nn}^4 [\Psi_{20}(r_{nn})]^2 dr \right\}^{1/2}$$

$$\langle L_i \rangle = \left\{ \int r_i^4 [\Psi_{11}^i(r_i)]^2 dr_i \right\}^{1/2}$$

В выражениях для $\langle L_i \rangle$ волновая функция первого нейтрона описывает его движение относительно ядра ^{12}C , а второго – ^{13}C , т.е. размеры плеч сигарообразной конфигурации в силу эффектов отдачи могут быть не одинаковыми. Эти размеры относительно ядра ^{12}C уравниваются путем пересчета размера периферии $\langle L_3 \rangle$ второго нейтрона с использованием преобразования Тальми

$$\langle L_3 \rangle = \frac{1}{C+1} \langle L_1 \rangle + \langle L_2 \rangle, \quad C = ^{12}\text{C}.$$

Рассчитанные значения $\langle L \rangle$ приведены в таблице вместе со значениями среднеквадратичных радиусов ядер $^{12}, ^{14}\text{C}$.

$R_m(^{14}\text{C}),$ ФМ	$R_m(^{12}\text{C}),$ ФМ	$\langle L_{nn} \rangle,$ ФМ	$\langle L_1 \rangle,$ ФМ	$\langle L_2 \rangle,$ ФМ	$\langle L_1 \rangle,$ ФМ
2.42	2.47	2.75	3.26	3.01	3.27

Как видно из таблицы, динейтронная периферия в ^{14}C проявляется слабо и представляет собой плотную «кожу» на его поверхности. Размеры плеч одонейтронной конфигурации в 1.5 раза превышают радиус кора и определяют разреженную, достаточно протяженную структуру нейтронной периферии в ядре ^{14}C .

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Рассчитано сечение реакции $^{12}\text{C}(t, p)^{14}\text{C}(g. s.)$ при учете вклада механизмов срыва динейтрона и независимой передачи нейтронов. Механизм срыва динейтрона дает основной вклад в сечение реакции при $\theta_p < 50^\circ$. Механизм независимой передачи нейтронов улучшает согласие с экспериментом при больших θ_p . Корректно восстановлены волновые функции динейтрона и виртуальных нейтронов относительно ядер $^{12}\text{C}(^{13}\text{C})$, что позволяет рассчитать размеры двухнейтронной периферии ядра ^{14}C в различных конфигурациях. Показано, что динейтронная периферия в ^{14}C проявляется слабо и представляет собой плотную «кожу» на его поверхности. Однонейтронная «кожа» в сигарообразной конфигурации, соответствующей механизму независимой передачи нейтронов, разрежена и имеет достаточную протяженность. Именно эта конфигурация определяет двухнейтронную периферию в ядре ^{14}C .

Благодарю за внимание!