

## ХУРДАН НЕЙТРОНЫ ҮЙЛЧЛЭЛЭЭР ЦӨМӨӨС АЛЬФА БӨӨМ ГАРАХ УРВАЛЫН ЭНЕРГИ

*Ж.Бадамсамбуу, Г.Хүүхэнхүү  
МУИС, Цөмийн судалгааны төв*

*Түлхүүр үг: Нейтрон, цөмийн урвал, альфа бөөм,  
урвалын огтлол, урвалын энерги*

Товч утга: Цөмийн урвалын статистик загварт тулгуурлан гаргасан  $(n, \alpha)$  урвалын огтлолын томъёонууд дахь  $C$ ,  $K$  параметрүүдийг үнэлэв. Эдгээр параметрүүдээ ашиглан  $(n, \alpha)$  урвалын энергийг бодож туршлагын утгуудтай харьцуулав.

### ОРШИЛ

Өмнө нейтроны үйлчлэлээр цөмөөс альфа бөөм гарах урвалын огтлолын хэд хэдэн илэрхийллийг бид гаргасан [1]. Эдгээр илэрхийллүүдийг гаргахдаа цөмийн урвалын статистик загварт тулгуурлаж [2], урвалын энергийг Вейцзеккерийн [3] томъёогоор тооцсон.

Бидний судалгааны явцад урвалын энергийг Вайцзеккерийн томъёогоор бодсон утга туршлагын утгаас бага зэрэг зөрж байгаа нь ажиглагдсан. Иймд  $(n, \alpha)$  урвалын энергийг өөр аргаар тооцож үзэх шаардлага зүй ёсоор гарч байна.

Энэ ажилд цөмийн урвалын статистик загварт тулгуурлан гаргасан  $(n, \alpha)$  урвалын огтлолын томъёонууд дахь  $C$ ,  $K$  параметрүүдийг үнэлж, тэдгээрийг ашиглан 14,5 МэВ энергитэй нейтроны үйлчлэлээр альфа бөөм цөмөөс гарах урвалын энергийг бодож туршлагын утгуудтай харьцуулсан тухай өгүүлнэ.

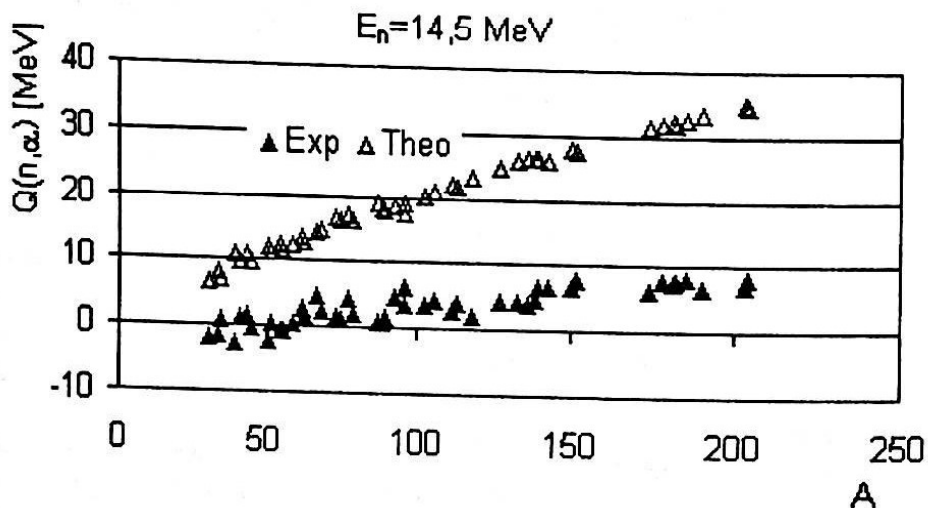
### 1. (n,α) УРВАЛЫН ЭНЕРГИ

Цөмийн холбоос энергийг тооцдог Вайцзеккерийн томъёог ашиглан (n,α) урвалын энергийг дараах байдлаар тодорхойлж болно [1]:

$$Q_{n,\alpha} = -3\alpha + \beta(A^{2/3} - (A-3)^{2/3}) + \gamma \left( \frac{Z^2}{A^{1/3}} - \frac{(Z-2)^2}{(A-3)^{1/3}} \right) + \xi \left( \frac{(N-Z+1)^2}{A-3} - \frac{(N-Z)^2}{A} \right) + \varepsilon_\alpha \quad (1)$$

Энд:  $\varepsilon_\alpha = 28$  МэВ альфа бөөмийн холбоос энерги.

Дээрх илэрхийллээр урвалын энергийг тодорхойлсон үр дүнг, туршлагаар хэмжсэн утгуудтай хамт 1-р зурагт үзүүлэв.



Зураг 1. Урвалын энергийн утгыг Вайцзеккерийн томъёогоор тодорхойлж, туршлагаар хэмжсэн утгатай харьцуулсан дүн.

Зургаас харахад Вайцзеккерийн томъёог ашиглаж тооцсон онолын утга туршлагын утгаас зөрж байна. Иймд (n,α) урвалын энергийг нарийвчлан авч үзэх шаардлагатай.

### 2. С, К ПАРАМЕТРУУДЭЭР (n,α) УРВАЛЫН ЭНЕРГИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ

Цөмийн урвалын компаунд механизмд тулгуурлан гаргасан (n,α) урвалын огтлолыг тодорхойлдог томъёонуудыг дараах хэлбэртэйгээр бичиж болно [1]:

1. Бином задаргааны ойролцоолол ашиглан гаргасан томъёо:

$$\sigma_1 = C_1 \pi (R + \lambda)^2 e^{-K_1 \frac{N-Z+0.5}{A}} \quad (2)$$

$$\text{Энд: } K_1 = \frac{2\xi}{\Theta} \quad (3)$$

$$C_1 = 2 \exp \frac{1}{\Theta} \left( -3\alpha + 3\beta \frac{1}{A^{1/3}} + \gamma \frac{7(Z-1)-1}{2A^{1/3}} + \varepsilon_\alpha - V_\alpha \right) \quad (4)$$

2.  $A \approx 2Z$  гэсэн ойролцоолол ашиглан гаргасан томъёо:

$$\sigma_2 = C_2 \pi (R + \lambda)^2 e^{-K_2 \frac{N-Z}{A-3}} \quad (5)$$

$$\text{Энд: } K_2 = \frac{5\xi}{\Theta} \quad (6)$$

$$C_2 = 2 \exp \frac{1}{\Theta} \left( -3\alpha + \beta (A^{2/3} - (A-3)^{2/3}) + \gamma \left( \frac{Z^2}{A^{1/3}} - \frac{(Z-2)^2}{(A-3)^{1/3}} \right) + \varepsilon_\alpha - V_\alpha \right) \quad (7)$$

3.  $A \gg 3$  гэдгийг тооцож гаргасан томъёо:

$$\sigma_3 = C_3 \pi (R + \lambda)^2 e^{-K_3 \frac{N-Z}{A}} \quad (8)$$

$$\text{Энд: } K_3 = \frac{5\xi}{\Theta} \quad (9)$$

$$C_3 = 2 \exp \frac{1}{\Theta} \left( -3\alpha + \gamma \frac{4(Z-1)}{A^{1/3}} + \varepsilon_\alpha - V_\alpha \right) \quad (10)$$

Эдгээр томъёо дахь  $\Theta$  нь цөмийн термодинамик температур бөгөөд дараах байдлаар тодорхойлогдоно [2]:

$$\Theta = \sqrt{\frac{10(E_n + Q_{n,\alpha})}{A-3}} \quad (11)$$

Энд тогтмол  $E_n = 15.4$  МэВ энергитэй нейтроны хувьд  $\Theta$  нь зөвхөн урвалын энерги  $Q_{n,\alpha}$ -аас хамаарч байна. Иймд  $C$ ,  $K$  параметруудийг үнэлж чадвал урвалын энергийг олж болохоор байна.

Хэрэв  $(n,\alpha)$  урвалын огтлолыг мэдэж (Жишээ нь: урвалын огтлолын туршлагаар хэмжсэн утга) байвал (2), (5) ба (8) илэрхийллүүдээр  $C$ ,  $K$  параметрийг тодорхойлж чадна (Хүснэгт.1).

(2), (5) ба (8) томъёонууд  $(n,\alpha)$  урвалын огтлолын ерөнхий төлвийг сайн илэрхийлдэг [1] тул тэдгээрт байгаа  $K$  параметрийг ашиглан (3), (6), (9) ба (11) томъёонуудаар урвалын энергийг олж болно:

$$Q_{n,\alpha} = \frac{A-3}{10} \left( \frac{K_1}{2\xi} \right)^2 - E_n \quad (12)$$

$$Q_{n,\alpha} = \frac{A-3}{10} \left( \frac{K_2}{5\xi} \right)^2 - E_n \quad (13)$$

$$Q_{n,\alpha} = \frac{A-3}{10} \left( \frac{K_3}{5\xi} \right)^2 - E_n \quad (14)$$

Хүснэгт.1

Томъёо	Хамаарал	С	К
$\frac{\sigma_1}{\pi(R+\lambda)^2} = C_1 e^{-K_1 \frac{N-Z+0.5}{A}}$	$y=9.55e^{-41.11x}$	9.55	41.11
$\frac{\sigma_2}{\pi(R+\lambda)^2} = C_2 e^{-K_2 \frac{N-Z}{A-3}}$	$y=8.27e^{-33.445x}$	8.27	39.88
$\frac{\sigma_3}{\pi(R+\lambda)^2} = C_3 e^{-K_3 \frac{N-Z}{A}}$	$y = 5.11e^{-38.29x}$	5.11	38.29

Энэ мэт С параметрээр тодорхойлогдох урвалын энергийг (4), (7), (10) ба (11) илэрхийллүүдээс олвол:

$$Q_{n,\alpha} = \frac{A-3}{10} \left( \frac{\text{Ln} \frac{C_1}{2}}{\left( -3\alpha + 3\beta \frac{1}{A^{1/3}} + \gamma \frac{7(Z-1)-1}{2A^{1/3}} + \varepsilon_\alpha - V_\alpha \right)} \right)^2 - E_n \quad (15)$$

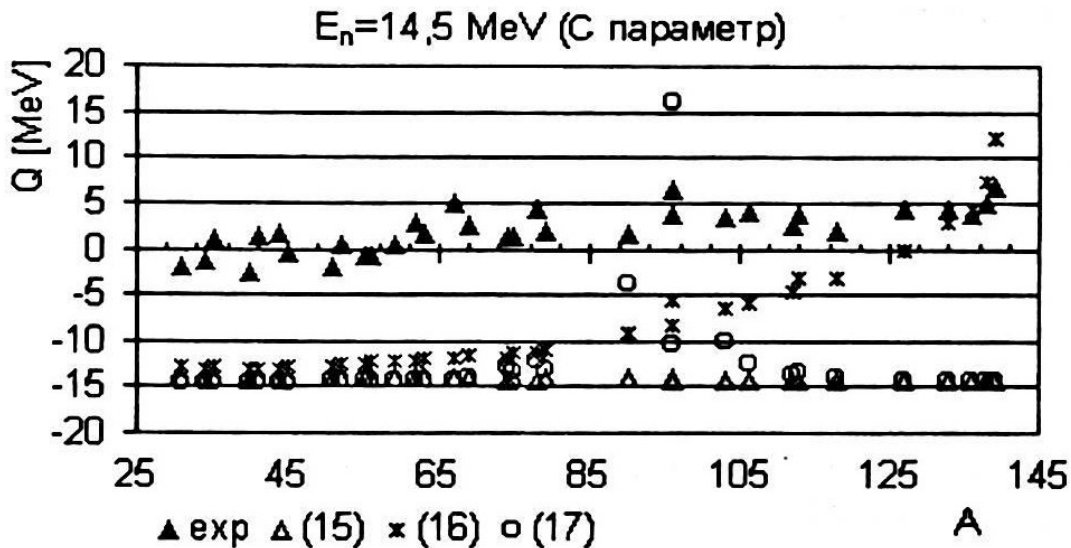
$$Q_{n,\alpha} = \frac{A-3}{10} \left( \frac{\text{Ln} \frac{C_2}{2}}{\left( -3\alpha + 3\beta \frac{1}{A^{1/3}} + \gamma \frac{7(Z-1)-1}{2A^{1/3}} + \varepsilon_\alpha - V_\alpha \right)} \right)^2 - E_n \quad (16)$$

$$Q_{n,\alpha} = \frac{A-3}{10} \left( \frac{\text{Ln} \frac{C_3}{2}}{\left( -3\alpha + 3\beta \frac{1}{A^{1/3}} + \gamma \frac{7(Z-1)-1}{2A^{1/3}} + \varepsilon_\alpha - V_\alpha \right)} \right)^2 - E_n \quad (17)$$

болно.

### 3. ҮР ДҮН

(15), (16), (17) томъёонуудаар тодорхойлсон C параметрийг ашиглан олсон урвалын энергийг туршлагын үр дүнтэй харьцуулахад нилээд зөрж байна (зураг 2).



Зураг 2. C параметрийг ашиглан урвалын энергийг бодсон онолын утгуудыг туршлагаар хэмжсэн утгуудтай харьцуулсан дүн

Дээрхтэй төстэйгөөр K параметрийг агуулсан (12), (13), (14) илэрхийллүүдээр урвалын энергийг бодсон үр дүнг туршлагын утгуудтай харьцуулахад нилээд ойролцоо байгаа боловч тодорхой систематик зөрүү бас ажиглагдав (зураг 3).

