

# ЕНЕРГІЯ СИМЕТРІЇ ЯДЕР ЗА МЕЖАМИ ДОЛИНИ СТАБІЛЬНОСТІ

*В.М. Коломієць, А.І. Санжур*

Інститут ядерних досліджень НАН України

Енергія симетрії ядра  $E_{\text{sym}}$  є одним з найважливіших членів масової формули Вайцекера. Властивості ядер за межами долини стабільності визначаються рівнянням стану для  $E_{\text{sym}}$ , а саме її залежністю від параметра асиметрії, густини нуклонів, тощо. Енергія симетрії обчислюється за формулою

$$E_{\text{sym}} = X^2 (A b_{\text{vol}} - A^{2/3} b_{\text{surf}}) \quad (1)$$

де  $b_{\text{vol}}$  і  $b_{\text{surf}}$  – відповідно об'ємний та поверхневий коефіцієнти симетрії,  $X$  – параметр асиметрії,  $A$  – масове число. Щоб отримати енергію симетрії, потрібно обчислити повну енергію ядра  $E$  та відокремити члени, що пропорційні  $X^2$ . Для розрахунку повної енергії ми застосували розширене наближення Томаса – Фермі, використовуючи пробні функції для повної густини нуклонів  $\rho_+(r)$  та густини нейтронного надлишку  $\rho_-(r)$  у вигляді

$$\rho_+(r) = \rho_{+,0} f(r), \quad \rho_-(r) = \rho_{-,0} f(r) - \frac{\rho_{+,0} d}{2} f'(r). \quad (2)$$

Тут  $\rho_-(r) = \rho_{-,0} f(r) - \frac{\rho_{+,0} d}{2} f'(r)$ ,  $\rho_{+,0}$  і  $\rho_{-,0}$  відповідають густині нуклонів і нейтронного надлишку в центрі ядра,  $R$  – радіус ядра,  $a$  – параметр дифузності,  $d$  – параметр “нейтронної шуби”. Вказані параметри визначаються шляхом мінімізації повної енергії ядра. На відміну від традиційного наближення Томаса – Фермі, ми обчислювали  $b_{\text{vol}}$  і  $b_{\text{surf}}$  враховуючи члени, що містять градієнт густини нуклонів, а також кулонівську енергію  $E_C$  у функціоналі густини енергії. Оскільки  $E_C \propto A^{5/3}$ , а головний внесок в повну енергію від градієнтних членів пропорційний  $A^{2/3}$ , залежність  $b_{\text{vol}}$  від  $\rho_{+,0}$  не зміниться. Розрахунок  $b_{\text{surf}}(\rho_{+,0})$ , виконаний для ядра  $^{208}\text{Pb}$  з використанням сил SkM та SLy230b, показує, що врахування градієнтних членів в густині енергії дає помітний внесок у залежність  $b_{\text{surf}}(\rho_{+,0})$  для значень  $\rho_{+,0}$ , які перевищують густину насичення  $\rho_{+,0}^{\text{sat}} \approx 0.15 \text{ ФМ}^{-3}$ .