



Ідентифікатор подання: 16

Тип: Секційна доповідь

Перерізи пружного розсіяння, одержані на основі потенціалу модифікованого методу Томаса-Фермі з урахуванням кору для реакцій $^{18}\text{O} + ^{58}\text{Ni}$ та $^{18}\text{O} + ^{60}\text{Ni}$

четвер, 29 травня 2025 р. 13:35 (20 хвилин)

Перерізи пружного розсіяння, одержані на основі потенціалу модифікованого методу Томаса-Фермі з урахуванням кору для реакцій $^{18}\text{O} + ^{58}\text{Ni}$ та $^{18}\text{O} + ^{60}\text{Ni}$

О. І. Давидовська, В. О. Нестеров

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

Вивчення особливостей взаємодії атомних ядер є одним з основних завдань ядерної фізики. Для вирішення такої задачі необхідно знати потенціальну енергію ядерної взаємодії, за допомогою якої можна розрахувати перерізи різноманітних ядерних реакцій. В даній роботі для побудови потенціалу ядерно-ядерної взаємодії ми обрали напівмікроскопічний підхід, а саме модифікований метод Томаса-Фермі [1,2] із залежними від густини силами Скірма, використовуючи параметризацію SkP. При цьому у напівкласичному розкладі кінетичної енергії за ступенями ми враховуємо всі можливі доданки до 2 . В рамках даного підходу було розраховано густини розподілу нуклонів та потенціали ядерно-ядерної взаємодії для реакцій $^{18}\text{O} + ^{58}\text{Ni}$ та $^{18}\text{O} + ^{60}\text{Ni}$.

Відмітимо, що у модифікованому наближенні Томаса-Фермі із силами Скірма ядерно-ядерний потенціал на досить малих відстанях між ядрами, коли густини ядер, що зіштовхуються, суттєво перекриваються, має відштовхувальний кор, який пов'язаний зі значної величиною нестискуванності ядерної матерії. Аналогічне відштовхування потенціалу на малих відстанях між ядрами існує, наприклад, в потенціалі Проксіміті. Однак, ядерно-ядерні потенціали з відштовхувальним кором дуже рідко використовуються для опису характеристик розсіяння ядер. Тому дослідження пружного розсіяння важких ядер у модифікованому підході Томаса-Фермі із силами Скірма з урахуванням кору є важливою і актуальною задачею.

Для зручності ми намагалися представити потенціал ядерно-ядерної взаємодії в аналітичній формі. Було знайдено вдаль параметризацію (1), яка добре описує величину розрахованого нами потенціалу

$$V_{\text{FIT}}(R) = \frac{-V_0}{1 + e^{\frac{R-R_0}{d_0}}} + \left(\frac{V_c}{1 + e^{\frac{R-C}{a}}} \right)^{5/3}, \quad (1)$$

де V_0 , R_0 , d_0 , V_c , та a – параметри підгонки.

На рис. 1, як приклад, показано ядерну частину потенціалу взаємодії для $^{18}\text{O} + ^{58}\text{Ni}$, одержану в модифікованому наближенні Томаса-Фермі, та її апроксимацію за допомогою запропонованого аналітичного потенціалу. Як бачимо, якість такої апроксимації дуже висока, в масштабах графіку відхилення практично непомітні.

Було розглянуто реакції пружного розсіяння для систем $^{18}\text{O} + ^{58}\text{Ni}$ за енергії пучка $E_{lab} = 35.1, 46$ та 63 MeV та $^{18}\text{O} + ^{60}\text{Ni}$ за енергії пучка $E_{lab} = 34.5$ та 63 MeV. Для розрахунку перерізів пружного розсіяння для цих реакцій використовувався отриманий нами у рамках модифікованого наближення Томаса-Фермі вираз потенціалу ядерно-ядерної взаємодії. Також до дійсної частини потенціалу було додано уявну частину (2), яка має наступний вигляд:

$$W(R) = -\frac{W_S}{1 + \exp\left[\frac{R - r_W}{d_W}\left(\frac{A_1^{1/3} + A_2^{1/3}}{d_S}\right)\right]} - \frac{W_S \exp\left[\frac{R - r_S}{d_S}\left(\frac{A_1^{1/3} + A_2^{1/3}}{d_S}\right)\right]}{\left[1 + \exp\left[\frac{R - r_S}{d_S}\left(\frac{A_1^{1/3} + A_2^{1/3}}{d_S}\right)\right]\right]^2}, \quad (2)$$

де W , r_W , d_W , r_S , d_S – це сила, радіус та дифузність об'ємної (W) та поверхневої (S) частин уявного ядерного потенціалу. Такий вигляд уявної частини потенціалу широко використовується при описи різноманітних ядерних реакцій.

На рисунках 2 і 3, як приклад, показано знайдені нами перерізи пружного розсіяння для систем $^{18}\text{O} + ^{58}\text{Ni}$ за енергії пучка $E_{lab} = 46$ MeV та $^{18}\text{O} + ^{60}\text{Ni}$ за енергії пучка $E_{lab} = 63$ MeV. Як видно

з рисунків, знайдені нами перерізи добре узгоджуються з наявними експериментальними даними. Гарне узгодження з експериментальними даними отримано і для інших енергій пучка [3-5].

Indico rendering error

Could not include image: Cannot read image data. Maybe not an image file?

Рис. 1. Ядерна частина потенціалу взаємодії для системи $^{18}\text{O} + ^{58}\text{Ni}$, одержана у модифікованому наближенні Томаса-Фермі (ETF), а також її апроксимація аналітичним потенціалом (VFIT).

Indico rendering error

Could not include image: Cannot read image data. Maybe not an image file?

Рис. 2. Поперечний переріз пружного розсіяння для системи $^{18}\text{O} + ^{58}\text{Ni}$ за енергії пучка $E_{lab} = 46$, розрахований в рамках модифікованого наближення Томаса-Фермі з силами Скірма (ETF), залежними від густини, а також експериментальні дані (exp) [4].

Indico rendering error

Could not include image: Cannot read image data. Maybe not an image file?

Рис. 3. Поперечний переріз пружного розсіяння для системи $^{18}\text{O} + ^{58}\text{Ni}$ за енергії пучка $E_{lab} = 46$ MeV, розрахований в рамках модифікованого наближення Томаса-Фермі з силами Скірма (ETF), залежними від густини, а також експериментальні дані (exp) [5].

1. M. Brack, C. Guet and H. V. Hakanson. Phys. Rep. 123 (1985) 275.
2. О. І. Давидовська, В. О. Нестеров. УФЖ 70(4) (2025) 228.
3. E. S. Rossi Jr et al. Nucl. Phys. A707 (2002) 325.
4. J. J. S.Alves et al. Nucl. Phys. A748 (2005) 59.
5. K. E.Rehm et al. Phys. Rev. C12 (1975) 1945.

Authors: ДАВИДОВСЬКА, Оксана Іванівна (Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна); НЕСТЕРОВ, Василь Олександрович (Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна)

Доповідач: НЕСТЕРОВ, Василь Олександрович (Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна)

Тип засідання: Теоретична ядерна фізика

Класифікація за напрямком: Теоретична ядерна фізика