

Квазікласичне наближення для низьколежачих колективних збуджень в ядрах

А. М. Гжебінський, О. Г. Магнер, С. М. Федоткін

Інститут ядерних досліджень НАН України

В рамках теорії періодичних орбіт в найнижчому квазікласичному порядку, що відповідає наближенню моди

фікованого Томаса-Фермі (ETF), для низьколежачих мультипольних колективних збуджень в ядрах, виводяться транспортні коефіцієнти теорії функції відгуку, такі як жорсткість і масовий параметр. За допомогою статистичного усереднення виведено гладкий масовий параметр ETF для коливань середнього поля з частотою ω і мультипольністю L навколо сферичної поверхні $R(\vartheta, q) = R[1 + q(t)Y_{L0}(\vartheta)]$, де $q(t) \propto e^{i\omega t}$. Показано, що узгоджений колективний масовий параметр ETF значно більший, ніж для гідродинамічної моделі безвихревого потоку (HD).

Для низьколежачих колективних енергій коливань важких майже сферичних ядер

$$\hbar \omega_L = D_L (1 - D^{(s)} A^{-1/3} + D^{(c)} A^{-2/3}) / A, \quad D_L = \overline{D}_L (1 + C_L^{\text{Coul}} / C_L^{\text{surf}})^{1/2}, \quad (1)$$

де C_L^{Coul} і C_L^{surf} - кулонівська і поверхнева жорсткості, $\overline{D}_L = 75b_s e_F [3e_F b_s (L-1) \times (L+2) / f_L]^{1/2} / 4\pi b_v K$, e_F - енергія Фермі, b_v і b_s - об'ємна і поверхнева константи енергій рідкої краплі; $f_2 = 0.95\dots$, K - модуль стиснення ядерної матерії, $D_2 \approx 100$ MeB; $D^{(s)} = 2.32\dots$ і $D^{(c)} = 1.29\dots$ пов'язані з квазікласичними поправками в ETF співвідношенні числа частинок A з параметром $k_F R$; $k_F = (3\pi^2 \rho / 2)^{1/3}$, $\rho = 3A / 4\pi R^3$ - густина частинок ядерної матерії, $R = r_0 A^{1/3}$. Для вкладу S_L низьколежачого колективного стану в незалежне від моделі енергетично зважене правило сум (ЕЗПС) отримуємо

$$S_L / S_{cl} = \overline{S}_L (1 - 2D^{(s)} A^{-1/3} + S^{(c)} A^{-2/3}) / A, \quad \overline{S}_L = 2(225e_F b_s k_F r_0 / 8\pi b_v K)^2 / L f_L, \quad (2)$$

де $S^{(c)} = 8.0\dots$, $\overline{S}_2 \approx 7$. Квазікласичні приведені ймовірності переходів $V(EL) \propto S_L / \hbar \omega_L$ в одиницях Вайскопфа досить великі для низьколежачих коливальних збуджень, і тому їх можна

віднести до колективних станів. Як показано на Рис. 1 у випадку часу життя $t_2 \propto 1 / V(E2)\omega_2^5$ для квадрупольних переходів, енергії коливань $\hbar \omega_2$, вклади в ЕЗПС, і приведені ймовірності переходів $V(E2)$ краще узгоджуються з експериментальними даними (точки), ніж знайдені для стандартної HD моделі для досить великого (немагічного) числа частинок. Ефект поверхневих π правок в енергії коливань і ЕЗПС, в рамках ETF і їх простої аналітичної асимптотики ETFA (1), (2) є суттєвим у порівнянні з моделлю TF. Показано, що із-за збільшення ETF масового параметру вклад низьколежачих ядерних станів в ЕЗПС стає досить малим.

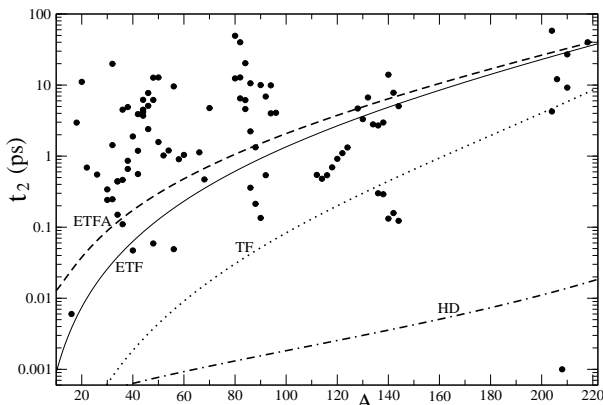


Рис. 1. Час життя для квадрупольних переходів; $r_0 = 1.14$ фм, $b_v = 16$ MeB, $b_s = 18$ MeB, $K = 220$ MeB, $b_{sym} = 60$ MeB.