

Метод сепарабельной аппроксимации сил Скирма и эффекты сложных конфигураций в структуре экзотических ядер

(Выдвижение на премию ОИЯИ в 2021 г.)

Н.Н. Арсеньев¹, В.В. Воронов¹, Н.В. Джай²,
Н. Пиетралла³, А.П. Северюхин¹, Ч. Стоянов⁴

¹Лаборатория теоретической физики им. Н.Н. Боголобова, Объединенный институт ядерных исследований, 141980 Дубна, Московская область, Россия

²Физическая лаборатория им. Ирен Жолио-Кюри, Университет Париж-Сакле, 91405 Орсе, Франция

³Институт ядерной физики, Технический университет Дармштадта, 64289 Дармштадт, Германия

⁴Институт ядерных исследований и ядерной энергетики БАН, 1784 София, Болгария

Исследование и предсказание свойств средних и тяжелых ядер, удаленных от линий стабильности, требует развития новых теоретических подходов. В данном цикле работ на базе функционала плотности энергии предложен новый метод, позволяющий представить гамильтониан в сепарабельной форме, что открывает возможность проводить расчеты в очень больших конфигурационных пространствах. На основе обобщенных уравнений квазичастично-фононной модели исследованы низкоэнергетические спектры нейтронно-избыточных ядер, включая состояния смешанной симметрии. При этом условие самосогласования в канале частица-частица дало возможность изучить роль поверхностного парного взаимодействия при описании g -факторов состояний 2^+ . Изучено влияние сложных конфигураций на характеристики гигантских и пигми резонансов. Учет ангармонических эффектов слабо влияет на ширину гигантского дипольного резонанса (ГДР), в то время как при описании ширины изоскалярного гигантского монопольного и квадрупольного резонанса этот эффект является определяющим. Установлена решающая роль двухфононных компонент в распределении силы $E1$ -переходов в низкоэнергетической области и существенном увеличении ширин пигми-дипольного резонанса в нейтронно-избыточных ядрах. Впервые проведено теоретическое исследование свойств двойного гамма-распада нижайшего квадрупольного состояния и найдено, что ширина двойного гамма-распада чувствительна к величине смешивания простых и сложных конфигураций. Показано, что однофононная ГДР конфигурация и двухфононная конфигурация типа $[ГДР \otimes 2_1^+]$ играет ключевую роль в расчете ширины. Продемонстрирована возможность введения обобщенной электрической дипольной поляризуемости как новой ядерной наблюдаемой.

Представленный цикл состоит из 16 оригинальных работ: PRC – 8, EPJA – 2, NPA – 1, Universe – 1, ЭЧАЯ – 1, ЯФ – 3. Из них две работы опубликованы в 2021 г.

Список работ:

1. *Van Giai Nguyen, Stoyanov Ch., Voronov V. V.* Finite rank approximation for random phase approximation calculations with Skyrme interactions: An application to Ar isotopes. // *Phys. Rev. C.* — 1998. — Vol. 57. — P. 1204–1209.
2. *Severyukhin A. P., Stoyanov Ch., Voronov V. V., Van Giai Nguyen* Quasiparticle random phase approximation with finite rank approximation for Skyrme interactions. // *Phys. Rev. C.* — 2002. — Vol. 66. — P. 034304-1–7.
3. *Severyukhin A. P., Voronov V. V., Stoyanov Ch., Van Giai Nguyen* Separabelized Skyrme interactions and quasiparticle RPA. // *ЯФ.* — 2003. — Т. 66. — № 8. — С. 1480–1484
4. *Severyukhin A. P., Stoyanov Ch., Voronov V. V., Van Giai Nguyen* Nuclear structure calculations with a separable approximation for Skyrme interactions. // *Nucl. Phys. A.* — 2003. — Vol. 722. — P. 123c–128c.
5. *Severyukhin A. P., Voronov V. V., Van Giai Nguyen* Effects of phonon-phonon coupling on low-lying states in neutron-rich Sn isotopes. // *Eur. Phys. J. A.* — 2004. — Vol. 22. — P. 397–403.
6. *Severyukhin A. P., Voronov V. V., Van Giai Nguyen* Effects of the particle-particle channel on properties of low-lying vibrational states. // *Phys. Rev. C.* — 2008. — Vol. 77. — P. 024322-1–8.
7. *Severyukhin A. P., Voronov V. V., Van Giai Nguyen* Description of low-lying state structures with Skyrme interaction. // *ЯФ.* — 2009. — Т. 72. — № 10. — С. 1791–1796.
8. *Северюхин А. П., Арсеньев Н. Н., Воронов В. В., Ван Джай Нгуен* Исследование структуры ядра с сепарабелизованным взаимодействием Скирма. // *ЯФ.* — 2009. — Т. 72. — № 7. — С. 1195–1199.
9. *Lo Iudice N., Stoyanov Ch., Pietralla N.* Splitting of the 2^+ mixed symmetry mode in the proximity of the $N = 82$ shell closure. // *Phys. Rev. C.* — 2009. — Vol. 80. — P. 024311-1–7.
10. *Severyukhin A. P., Arsenyev N. N., Pietralla N.* Proton-neutron symmetry in ^{92}Zr , ^{94}Mo with Skyrme interactions in a separable approximation. // *Phys. Rev. C.* — 2012. — Vol. 86. — P. 024311-1–8.
11. *Severyukhin A. P., Arsenyev N. N., Pietralla N., Werner V.* Impact of variational space on $M1$ transitions between first and second quadrupole excitations in $^{132,134,136}\text{Te}$. // *Phys. Rev. C.* — 2014. — Vol. 90. — P. 011306(R)-1–5.
12. *Arsenyev N. N., Severyukhin A. P., Voronov V. V., Van Giai Nguyen* Influence of complex configurations on properties of the pygmy dipole resonance in neutron-rich Ca isotopes. // *Phys. Rev. C.* — 2017. — Vol. 95. — P. 054312-1–10.

13. *Severyukhin A. P., Arsenyev N. N., Pietralla N., Werner V.* Proton-neutron structure of first and second quadrupole excitations of ^{90}Sr . // *Eur. Phys. J. A.* — 2018. — Vol. 54. — P. 4-1–8.
14. *Arsenyev N. N., Severyukhin A. P., Voronov V. V., Van Giai Nguyen* Low-energy $E1$ strength distributions of ^{68}Ni .// *Phys. Part. Nucl.* — 2019. — Vol. 50. — № 5. — P. 528–531.
15. *Arsenyev N. N., Severyukhin A. P.* Origin of low- and high-energy monopole collectivity in ^{132}Sn . // *Universe.* — 2021. — Vol. 7. — № 5. — P. 145-1–13.
16. *Severyukhin A. P., Arsenyev N. N., Pietralla N.* First calculation of the $\gamma\gamma$ -decay width of a nuclear 2_1^+ state: the case of ^{48}Ca . // *Phys. Rev. C.* — 2021. — Vol. 104. — P. 024310-1–6.