

NUCLEAR STRUCTURE AND SHAPE DYNAMICS OF ^{194}Po IN THE FRAMEWORK OF IBM-1 AND VMI-BASED MODELS

Farah Riyadh Abbas^{a,1}, Ali K. Aobaid^a

^a Department of Physics, College of Education for Pure Science, University of Anbar,
Anbar, Iraq

The structural properties of the even–even nucleus ^{194}Po have been investigated using the Interacting Boson Model (IBM-1), the Variable Moment of Inertia (VMI) model, and its generalized extension (GVMI). Available experimental level energies were used as input data, and additional observables — excitation energies, energy ratios, reduced electric transition probabilities $B(E2)$, and electric quadrupole moments (Q_l) — were calculated with the IBMT.FOR code. The IBM-1 Hamiltonian was diagonalized for $N = 9$ bosons, with effective charges fitted via the $B(E2)$.dat input scheme.

The results show that IBM-1 reproduces the low-spin spectrum and transition rates well, while VMI and GVMI better capture the upward curvature of the ground band at higher spin. The experimental energy ratios ($R_{4/2} = 2.15$, $R_{6/2} = 3.59$, $R_{8/2} = 3.66$) lie close to the $SU(5)$ vibrational limit and far from the $SU(3)$ rotor, placing ^{194}Po on the $SU(5)$ – $O(6)$ side of the Casten triangle. The $B(E2)$ data are reproduced within $\sim 20\%$, while the model predicts a distinctive rise–collapse–recovery pattern at higher spin due to $SU(5)$ – $O(6)$ interference. For the reduced transition probability, the experimental value of $B(E2; 2_1^+ \rightarrow 0_1^+)$ was $0.2225 \text{ e} \cdot \text{b}^2$, while the theoretical calculation yielded a value of $0.18 \text{ e} \cdot \text{b}^2$. The calculated quadrupole moments Q of the five 2^+ states exhibit alternating signs, consistent with γ -softness and strong state mixing. It was found that the experimental value of Q is $5.5 \text{ e} \cdot \text{b}$, which is in excellent agreement with the theoretical prediction of $5.5 \text{ e} \cdot \text{b}$. For ^{194}Po , the ground-state and γ -bands were analyzed using IBM-1, VMI, and GVMI models, enabling the prediction of levels not yet experimentally confirmed. Several tentative experimental values were supported by the models, with VMI and GVMI showing the closest agreement ($\chi^2 = 0.000091$ and 0.000001 , respectively).

The IBM-1 framework, supported by VMI/GVMI trends, provides a reliable description of its structure, while the predicted high-spin $B(E2)$ transitions and quadrupole moments remain decisive tests for future experiments.

Структурные свойства четно-четного ядра ^{194}Po были исследованы с использованием модели взаимодействующих бозонов (МВБ-1), модели переменного момента инерции (ПМИ) и ее обобщенного расширения (ОПМИ). В качестве входных данных использовались энергии уровней, доступные из экспериментальных данных, а дополнительные наблюдаемые величины —

¹E-mail: far23u3009@uoanbar.edu.iq

энергии возбуждения, соотношения энергий, приведенные вероятности электрических переходов $B(E2)$ и электрические квадрупольные моменты (Q_i) — были вычислены с помощью кода IBM.TFOR. Гамильтониан МВБ-1 был диагонализирован для $N = 9$ бозонов, при этом эффективные заряды были получены из фита с помощью вводной схемы $B(E2).dat$.

Результаты показывают, что МВБ-1 хорошо воспроизводит низкоспиновый спектр и скорости переходов, в то время как ПМИ и ОПМИ лучше воспроизводят направленную вверх кривизну основной полосы при больших спинах. Экспериментальные соотношения энергий ($R_{4/2} = 2,15$, $R_{6/2} = 3,59$, $R_{8/2} = 3,66$) находятся близко к пределу колебаний $SU(5)$ и далеко от ротора $SU(3)$, что соответствует нахождению ядра ^{194}Po на стороне $SU(5)-O(6)$ треугольника Кастена. Данные $B(E2)$ воспроизводятся с точностью до $\sim 20\%$, в то время как модель предсказывает характерную картину нарастания–спада–восстановления при более высоком вращении из-за интерференции $SU(5)-O(6)$. Для приведенной вероятности перехода экспериментальная величина $B(E2; 2_1^+ \rightarrow 0_1^+)$ оказалась $0,2225 \text{ e} \cdot \text{b}^2$, в то время как теоретическое вычисление дает значение $0,18 \text{ e} \cdot \text{b}^2$. Рассчитанные квадрупольные моменты Q пяти состояний 2^+ имеют чередующиеся знаки, что согласуется с γ -мягкостью и сильным смешиванием состояний. Было обнаружено, что экспериментальное значение Q составляет $5,5 \text{ e} \cdot \text{b}$, что находится в отличном согласии с теоретическим предсказанием $5,5 \text{ e} \cdot \text{b}$. Для ядра ^{194}Po основное состояние и γ -полосы были проанализированы с помощью моделей МВБ-1, ПМИ и ОПМИ, что позволило предсказать уровни, еще не подтвержденные экспериментально. Модели подтвердили несколько предварительных экспериментальных значений, причем ПМИ и ОПМИ продемонстрировали наиболее близкое согласие ($\chi^2 = 0,000091$ и $0,000001$ соответственно).

Платформа МВБ-1, поддерживаемая трендами ПМИ/ОПМИ, обеспечивает надежное описание структуры ядра ^{194}Po , в то время как предсказанные высокоспиновые переходы $B(E2)$ и квадрупольные моменты остаются решающими тестами для будущих экспериментов.

PACS: 27.80.+w; 21.10.-k; 21.60.Jz; 23.20.Lv

Received on September 22, 2025.