

EXPLORING THE GIANT MONOPOLE RESONANCE IN SUPERHEAVY NUCLEI: A THEORETICAL PERSPECTIVE

S. Kumar^{a,1}, *Jeet Amrit Pattnaik*^{b,2}, *S. K. Singh*^{a,3},
R. N. Panda^{b,4}, *M. Bhuyan*^{c,5}, *S. K. Patra*^{b,6}

^a Department of Physics, Patliputra University, Patna, 800020, India

^b Department of Physics, Siksha “O” Anusandhan Deemed to be University, Bhubaneswar,
751030, India

^c Institute of Physics, Sachivalya Marg, Bhubaneswar, 751005, India

Within the relativistic mean-field (RMF) framework and employing the extended Thomas–Fermi approximation, we calculate the binding energies and charge radii of the recently synthesized superheavy nuclei with atomic numbers $Z = 110$ to 118. The calculated values are compared with results from relativistic Hartree calculations as well as with available experimental data to assess the reliability and predictive power of the employed methods. The study is further extended to investigate the collective vibrational properties of these superheavy nuclei by estimating the energies of their giant monopole resonances (GMR), commonly referred to as the “breathing mode”. These GMR energies are computed using both scaling and constraint approaches, and the results are benchmarked against those obtained from other theoretical models, such as the relativistic Random Phase Approximation (RPA) and time-dependent mean-field calculations. To ensure a comprehensive analysis, comparisons are also made with known results for lighter nuclei, specifically zirconium (Zr) isotopes in the neutron number range $N = 42–86$ and oxygen (O) isotopes with $N = 10–36$. Finally, the nuclear incompressibility of the superheavy elements is estimated from the extracted GMR energies, providing insight into the equation of state and stiffness of nuclear matter in this extreme mass region.

В рамках релятивистского приближения среднего поля (RMF) и с использованием расширенного приближения Томаса–Ферми мы рассчитываем энергии связи и радиусы заряда недавно синтезированных сверхтяжелых ядер с атомными номерами $Z = 110–118$. Полученные значения сравниваются с результатами релятивистских расчетов Хартри, а также с имеющимися экспериментальными данными для оценки надежности и предсказательной способности используемых методов. Исследование дополнительно расширено для изучения коллективных

¹E-mail: sankm036@gmail.com

²E-mail: jeetamritboudh@gmail.com

³E-mail: mastshailesh@gmail.com

⁴E-mail: rabinarayanpanda@soa.ac.in

⁵E-mail: mrutunjaya.b@iopb.res.in

⁶E-mail: sureshpatra@soa.ac.in

колебательных свойств этих сверхтяжелых ядер путем оценки энергий их гигантских монополюсных резонансов (GMR), обычно называемых «дыхательной модой». Эти энергии GMR вычисляются с использованием как масштабирующего, так и ограничивающего подходов, а результаты сравниваются с результатами, полученными с помощью других теоретических моделей, таких как релятивистское приближение случайной фазы (RPA) и зависящие от времени расчеты среднего поля. Для обеспечения всестороннего анализа проводится также сравнение с известными результатами для более легких ядер, в частности, для изотопов циркония (Zr) в диапазоне чисел нейтронов $N = 42-86$ и изотопов кислорода (O) с $N = 10-36$. Наконец, ядерная несжимаемость сверхтяжелых элементов оценивается по извлеченным энергиям GMR, что позволяет получить представление об уравнении состояния и жесткости ядерной материи в этом экстремальном диапазоне масс.

PACS: 21.10.Dg; 21.60.-n; 21.60.Jz

Received on November 27, 2025.