

Abstract

In this thesis, I present theoretical studies for the possible existence of alpha clustering in nuclei. During my PhD work, I was doing calculations based on a new Quantum Molecular Dynamics like model originally developed by Dr hab. Zbigniew Sosin in Fortran language. I wrote a C++ version of this model with the inspiration from Fortran code. The interaction between nucleons are described by a new form of Equation of State (EOS) of nuclear matter, which depends on both spins and isospins. For the finite nuclei, the Coulomb interaction between protons and the surface effects are also taken into account. In the preliminary step, we calculated the ground state properties of nucleus by the minimization of its total energy, which will be a starting point for future nuclear dynamics calculations. The calculation results are compared with the experimental binding energy, r.m.s. charge radius and the radial density distribution of nuclei. Also it is presented a systematic study of binding energy curve based on the extended Bethe assumption on number of alpha-alpha bonds.

Streszczenie

W niniejszej rozprawie przedstawiam badania teoretyczne dotyczące ewentualnego istnienia struktur alfowych w jądrach atomowych. W trakcie pracy doktorskiej, robiłem obliczenia oparte o nowy model typu Kwantowej Dynamiki Molekularnej, pierwotnie opracowany przez dr hab. Zbigniewa Sosina w języku Fortran. Napisałem wersję C++ tego modelu bazując na kodzie Fortran. W modelu interakcja między nukleonami opisana jest przez nową formę równania stanu (EOS) materii jądrowej, która uwzględnia zarówno spiny jak i izospiny nukleonów. Model uwzględnia również, oddziaływanie kulombowskie między protonami i efekty powierzchniowe dla skończonych jąder. We wstępnym etapie obliczyliśmy właściwości stanu podstawowego jądra poprzez minimalizację jego całkowitej energii. Rachunek ten będzie punktem wyjścia dla przyszłych obliczeń dynamiki jądrowej. Wyniki obliczeń porównano z eksperymentalną energią wiązania, średnim promieniem kwadratowym rozkładu ładunku i radialnym profilem gęstości masy jąder. Ponadto w pracy zaprezentowano wyniki badań nad krzywą energii wiązania jąder w oparciu o rozszerzoną hipotezę Bethe na temat liczby wiązań pomiędzy cząstkami alfa-alfa.