

Abstract

The Kraków-Katowice-KVI Few-Body Collaboration has provided large database of the cross sections and analyzing powers in the sector of three-nucleon (3N) systems. In this work, taking a step forward into the system composed of four nucleons (4N), the experiment was performed with the BINA detector at KVI Groningen. The data were obtained in deuteron-deuteron collisions at 160 MeV energy. The data were firstly pre-analyzed, then the energy calibration, particle identification and track reconstructions procedures were performed. Various two- and three-body channels were identified. For the first time a detailed analysis of the data collected in the ball — the backward part of the BINA — was performed with respect to energy and angular resolution and detection efficiency. The three body $dd \rightarrow dpn$ breakup reaction was extensively studied in the forward part of BINA. The differential cross section of the breakup reactions were obtained within the quasi-free scattering (QFS) region for about 150 angular configurations. The results have been compared to the very first calculations based on the CDBonn+ Δ potential in a single-scattering approximation (SSA). Shape of the cross-section distributions for $\phi_{dp}=160^\circ$ and $\phi_{dp}=180^\circ$ is quite well reproduced by the theoretical predictions. The results, significantly enriching the 4N database, are very important for the development of theoretical description of the 4N systems dynamics.

Streszczenie

Pomiary grupy Kraków-Katowice-KVI dostarczyły obszernej bazy danych przekrojów czynnych i zdolności analizujących w sektorze układów trójnukleonowych (3N). Niniejsza praca stanowi rozszerzenie tych badań na system złożony z czterech nukleonów (4N), opisując eksperyment przeprowadzony w laboratorium KVI Groningen z użyciem układu detekcyjnego BINA. Dane zostały zebrane dla zderzeń deuteron-deuteron przy energii 160 MeV. Po wstępnej preselekcji zdarzeń, wykonane zostały kalibracja energetyczna, identyfikacja cząstek oraz przygotowane zostały procedury służące rekonstrukcji trajektorii cząstek naładowanych w kanale wyjściowym. Zidentyfikowane zostały różne 3- i 4-ciałowe kanały reakcji w zderzeniach deuteron-deuteron. W tym eksperymencie po raz pierwszy wykonana została kompleksowa analiza danych zarejestrowanych w detektorze Ball (rejestrującym cząstki rozproszone pod dużymi kątami) z uwzględnieniem wydajności detektora oraz jego energetycznej i kątowej zdolności rozdzielczej. Wyniki ilościowe otrzymano dla trzyciałowej reakcji rozszczepienia deuteronu $dd \rightarrow dpn$, której produkty były rejestrowane w przedniej części detektora BINA. Przekroje czynne na tę reakcję zostały uzyskane dla obszaru quasi-swobodnego rozpraszania, dla około 150 konfiguracji kinematycznych. Wyniki eksperymentalne zostały porównane z pionierskimi obliczeniami teoretycznymi bazującymi na potencjale CDBonn+ Δ , w przybliżeniu jednokrotnego rozpraszania (Single Scattering Approximation, SSA). Kształt uzyskanych rozkładów przekroju czynnego dla $\phi_{dp}=160^\circ$ oraz $\phi_{dp}=180^\circ$ jest dobrze odtwarzany przez obliczenia teoretyczne. Wyniki te w znaczący sposób wzbogaciły bazę danych dla układów 4N, co jest niezwykle ważne dla rozwoju modeli teoretycznych opisujących dynamikę oddziaływania w układach 4N.