

Streszczenie

Jednym z najważniejszych problemów w teorii informacji kwantowej jest opisanie zbioru stanów splątanych (bądź równoważnie - separowalnych) złożonego układu kwantowego. Splątanie kwantowe nie jest jednak jedynym typem korelacji, który pojawia się w mechanice kwantowej. Tematem przewodnim niniejszej rozprawy jest opis ogólniejszych typów korelacji, które mogą być zdefiniowane w sposób analogiczny do splątania. Od stany matematycznej problem jest następujący. Z pośród wszystkich stanów czystych danego układu kwantowego wybieramy pewien podzbiór stanów, zwanych stanami nieskolerowanymi. Konkretna postać stanów nieskolerowanych zależy od danego problemu fizycznego. Mając dany stan mieszany pytamy się, czy można go zapisać jako kombinację wypukłą nieskolerowanych stanów czystych. Jeśli jest to możliwe, taki stan nazywamy nieskorelowanym. W przeciwnym wypadku określamy go jako skorelowany.

W tej pracy będziemy rozpatrywać przypadki, w których na przestrzeni Hilberta rozważanego układu fizycznego działa ciągła grupa symetrii zachowująca zbiór nieskolerowanych stanów czystych. Obecność symetrii pozwala traktować w ujednolicony sposób różne typy korelacji. Co więcej, pozwala ona na stosowanie zmetod geometrii różniczkowej oraz teorii reprezentacji grup i algebr Liego do opisu różnych własności zbioru stanów skorelowanych. W niniejszej rozprawie zastosujemy te ogólne metody do badania następujących typów korelacji: (i) splątanie cząstek rozróżnialnych, (ii) splątanie cząstkowe bozonów, (iii) „splątanie” fermionów, (iv) nie Gaussowskie korelacje w układach fermionowych, (v) właściwe splątanie kwantowe (genuine multiparty entanglement), (vi) uogólnienie splątania dwucząstkowego bazujące na pojęciu rzędu Schmidta.

Praca podzielona została na osiem rozdziałów. Pierwsze dwa stanowią wstęp i wprowadzone są w nich pojęcia fizyczne i matematyczne, które używane są w dalszej części rozprawy. W następnych czterech rozdziałach, stanowiących główną część rozprawy rozpatrujemy naturalne zagadnienia pojawiające się w kontekście próby opisu zbioru stanów skorelowanych. W Rozdziale 3 wyprowadzamy wielomianową charakteryzację szerokiej klasy nieskorelowanych stanów czystych. Rozdział 4 jest poświęcony opisowi sytuacji, w których wielomianowa charakteryzacja stanów czystych nieskorelowanych pozwala na pełny analityczny opis mieszanych stanów nieskorelowanych. W Rozdziale 5 wyprowadzamy, korzystając z wyników Rozdziału 3, rodzinę wielomianowych kryteriów wykrywających skorelowane stany mieszane. Rozdział 6 poświęcony jest badaniu typowych własności stanów skorelowanych na zbiorach izospektralnych macierzy gęstości. W Rozdziale 7 znajduje się podsumowanie najważniejszych wyników pracy oraz podana jest lista otwartych problemów związanych z jej tematyką. Rozdział 8 zawiera dowody wyników, które zostały przedstawione bez uzasadnienia w głównej części pracy.