

Kilminių koeficientų skaičiavimas šešių kūnų sistemoms naudojant transliaciškai invariantinę bazę

Calculation of coefficients of fractional parentage for six body systems in translationally invariant basis

Augustinas Stepšys¹, Saulius Mickevičius², Darius Germanas³, Ramutis Kazys Kalinauskas³

¹Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 9, 10222 Vilnius

²Vytauto Didžiojo universitetas, K. Donelaičio 58, LT-44248, Kaunas, Lithuania

³Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių pr. 231, 02300 Vilnius

augustinas.stepsys@ff.vu.lt

Ab-initio metodai užtikrina branduolio fizikos uždavinių sprendimą naudojant tik minimalias aproksimacijas. Tiek ab-initio metodų vystymasis, tiek šiuolaikiniai skaičiavimo pajėgumai leidžia aprašyti vis sudėtingesnes sistemas, bei sužinoti daugiau apie branduolių struktūrą, egzotiškus branduolius [1, 2] ir jame veikiančias jėgas [3, 4]. Tačiau sistemų sudėtingumas reikalauja naujų metodų paieškų, leidžiančių pilnai išnaudoti šiuolaikinius superkompiuterius.

Norint sukonstruoti branduolinės sistemos banginę funkciją yra būtina užtikrinti jos antisimetriškumą ir panaikinti masių centro judėjimą. Masių centro judėjimas gali būti lengvai eliminuotas banginę funkciją užrašius naudojant santykinių (Jakobi) koordinacių sistemą. Jakobi koordinacių panaudojimas leidžia sistemą antisimetrizuoti naudojant kilminių koeficientų formalizmą, išvenigiant Sleiterio determinantų skaičiavimo ir nebereikia papildomai eliminuoti taip vadinamų "melagingų būsenų" (spurious states). Ši metodika leidžia ženkliai sumažinti matricių dimensijas ir suprastinti banginės funkcijos konstravimo procedūrą.

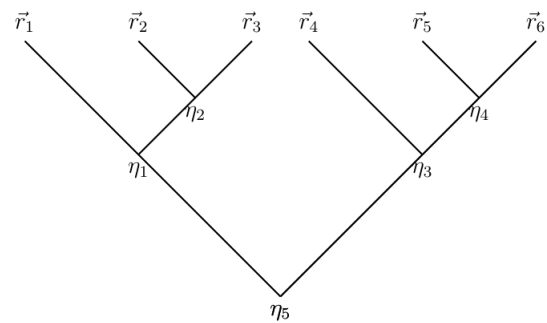
Kilminių koeficientų skaičiavimas šešių kūnų sistemoms gali būti paremtas simetrinės grupės $S(6)$ perstatymo operatorių (pavyzdžiui P_{14}) atvaizdais Jakobi koordinatėse. Tokiu atveju yra patogiu šešių kūnų sistemą aprašyti naudojant binarinių klasterių modelį. Šiame modelyje šešių kūnų sistemą galima aprašyti kaip sudarytą iš dviejų trijų dalelių klasterių, kurie savo ruožtu turi savo vidinę sandarą (1 pav.) Trijų kūnų klasteriai taip pat turi būti antisimetrizuoti pasinaudojant analogišku kilminių koeficientų skaičiavimu trijų kūnų sistemoms pasinaudojant grupės $S(3)$ perstatymo operatoriais (pvz., P_{13} , P_{46}) [5].

Kilminių koeficientų radimas yra paremtas neredukuotais grupės atvaizdais, charakterizuojamais Jungo schemomis, kurias ženklina žinomos tikrinės vertės. Trijų kūnų sistemoms gaunami neredukuotiniai atvaizdai yra charakterizuojami Jungo schema [1³] (atitinka pilnai antisimetrinį poerdvį), bei [21] (atitinka dalinės antisimetrijos neredukuotinį poerdvį). Pasirinkus pilnai antisimetrinius poerdvius trijų kūnų klasteriuose galimos Jungo schemas šešiams kūnams yra [1⁶], [21⁴], [2²1²], [2³], kurias atitinka tikrinės vertės -1 , $-1/3$, $1/9$, $1/3$. Pilnai antisimetrinį poerdvį atitinka Jungo schema [1⁶], iš kurios tikrinių vektorių galima pasigaminti reikiamus kilminius koeficien-

tus. Tuomet šešių kūnų sistema gali būti charakterizuojama gerai kvantiniais skaičiais: harmoninio osciliatoriaus sužadavimo energija E , pilnu judesio kiekiu momentu J , lyginumu π , izosukiniu T ir papildomu kvantiniu skaičiumi Δ , skirtu antisimetrinių būsenų numeracijai.

Konferencijoje pristatoma metodika kilminių koeficientų skaičiavimui šešių kūnų sistemai transliaciškai invariantinėje bazėje.

Skaičiavimai atlikti naudojant Lietuvos nacionalinio fizinių ir technologijos mokslų centro aukšto našumo superkompiuterį Vilniaus universitete Fizikos fakultete („HPC Saulėtekis“).



1 pav. Jakobi medis šešių kūnų sistemai su binariniais trijų dalelių klasteriais.

Reikšminiai žodžiai: branduolio fizika, matematinė fizika, ab-initio skaičiavimai

Literatūra

- [1] C. Romero-Redondo et al. Phys. Rev. Lett **117** 222501(2016)
- [2] C. Ji et al, Phys Rev. C **90** 044004 (2014)
- [3] G. Hupin, S. Quaglioni, P. Navratil, Phys. Rev. Lett. **114** 212502 (2015)
- [4] S. Binder et al, Phys. Rev. C **93** 044002 (2016)
- [5] S. Mickevičius, D. Germanas, R. K. Kalinauskas, Cent. Eur. J. Phys. **11** (2013), 568.