REZULTATE

Aplicatii ale modelului CSM la nuclee par-pare cu deformari mici si mari

S-a realizat un studiu sistematic al abordării CSM în limitele extreme ale deformării, pentru a extinde domeniul de aplicabilitate al modelului către toate fazele nucleare referitoare la formă. În acest scop sunt derivate formule analitice pentru energiile de excitaţie ale celor trei benzi rotaţionale, fundamentală, β şi γ împreună cu probabilităţile de tranziţie cvadrupolară în limitele deformării mici şi respectiv mari ale lui CSM. Aceste formule sunt testate pozitiv pentru un număr mare de nuclee.

Astfel, în limitele aproape vibraţională şi asimptotică, elementele de matrice ale Hamiltonianului model şi ale operatorului de tranziţie $E2$ între stările proiectate după moment cinetic, ce modelează benzile fundamentală, β şi γ, sunt dezvoltate alternativ în serie de puteri ale lui $x(= d^2)$ şi $1/x$, unde d este un parametru real ce simulează deformarea. Cea din urmă versiune a fost dezvoltată în [**?**]. În final energiile de excitaţie din cele trei benzi sunt exprimate ca rapoarte de polinoame în variabilele x şi respectiv $1/x$. Coeficienţii acestor polinoame depind de momentul cinetic. Pentru descrierea benzii β în unele cazuri sunt necesari şi alţi termeni în Hamiltonian care introduc parametri în plus. În ceea ce priveşte elementele reduse de matrice ale operatorului de tranziţie $E2$, acestea sunt funcţii liniare în d pentru cazul deformărilor mici. Din această cauză în limita aproape vibraţională nu există tranziţii interzise cum se întâmplă în limita vibraţională ($d \to 0$). În regimul asimptotic al deformărilor mari, elementele de matrice menţionate depind de momentul cinetic prin intermediul unui coeficient Clebsch-Gordan şi sunt proporţionale cu d sau independente de deformare pentru tranziţii intra-bandă şi respectiv inter-bandă. Factorizarea elementelor de matrice reduse ale operatorului de tranziţie $E2$ cu un coeficient Clebsch-Gordan cunoscută în literatură ca regula lui Alaga [**?**] este regăsită şi în limita vibraţională. Rezultatele pentru 40 nuclee par-pare apartinand la diferite grupe de simetrii distincte au fost inglobate intr-o lucrare acceptata a fi publicata in Annals of Physics (NY).

Descrierea nucleelor triaxiale cu ajutorul modelului SMA

Scopul acestui studiu constă in descrierea nucleelor triaxiale aflate în punctul critic al tranziţiei de fază de la nucleele deformate prolate la cele de formă oblate, pentru care abaterea de la axialitate este $\gamma_0 = 30^0$. Descrieri anterioare ale acestor nuclee folosind potenţiale în variabila β de tip groapă dreptunghiulară infinită, de tip Kratzer sau Davidson plus potenţial de oscilator armonic în γ cu minimul în $\gamma_0 = 30^0$ au fost date în .

În lucrarea realizată, pentru a obţine un acord cât mai bun între rezultatele teoretice şi datele experimentale, am folosit pentru variabila β un potenţial de oscilator anarmonic de ordin şase cu barieră centrifugală (sextic). Ecuaţia Schrödinger în β pentru acest potenţial este cvasi-exact solubliă [**?**]. Într-adevăr, alegându-se drept soluţie o funcţie produs între un polinom pătratic în β de grad n şi o funcţie exponenţială, rezolvarea ecuaţiei β se reduce la rezolvarea unei probleme de vectori şi valori proprii a unei matrici tridiagonale având ca vectori proprii coeficienţii polinomului. Astfel, ordinul matricii şi implicit numărul soluţiilor depind de alegerea gradului polinomului, în acest sens ecuaţia în variabila β fiind considerată cvasi-exact solubilă. Pentru variabila γ am ales un potenţial periodic cu minimul în $\gamma = 30^0$, şi evitând aproximările făcute în descrierile anterioare ecuaţia în γ este redusă la o ecuaţie de tip Mathieu. Soluţiile în variabila γ, astfel obţinute, au avantajul că sunt periodice, definite pe un interval mărginit şi asigură hermiticitatea Hamiltonianului γ în raport cu măsura de integrare $|\sin 3\gamma| d\gamma$ aşa cum cere Modelul Bohr-Mottelson. Modelul descris mai sus a fost numit Aproximaţia Sextic şi Mathieu (SMA). Formalismele SMA şi CSM au fost aplicate pentru calcularea energiilor de excitaţie şi a probabilităţilor de tranziţie B(E2) pentru cinci nuclee: ^{188}Os, ^{190}Os, ^{192}Os, ^{228}Th, ^{230}Th. Acest studiu original a fost publicat in Physical Review C.

Obtinerea analitica a modelului SMA ca un model limita al modelului CSM.

Aplicand modelul SMA descris mai sus la descrierea a cinci nuclee triaxiale: ^{188}Os, ^{190}Os, ^{192}Os, ^{228}Th, ^{230}Th si comparând rezultatele cu cele obţinute folosind modelul CSM, am observat o asemănare a acestora în ceea ce priveşte descrierea datelor experimentale, fapt ce ne-a determinat sa ne întrebăm dacă nu cumva există o legătură între cele două formalisme.

Răspunsul la această întrebare este dat în această lucrare, unde ecuaţiile SMA sunt obţinute printr-o tratare semiclasică a Hamiltonianului CSM. Într-adevăr, folosind o funcţie coerentă Hamiltonianul CSM este decuantificat şi apoi scris în funcţie de coordonatele canonice generalizate. Înainte de trecerea la coordonatele polare, în expresia Hamiltonianului decuantificat, sunt facute următoarele aproximări: sunt neglijaţi termenii nepătratici în impulsuri şi cei care cuplează coordonata cu impulsul. Hamiltonianul astfel aproximat este cuantificat şi în urma separării variabilelor sunt obţinute două ecuaţii care sunt reduse la ecuaţiile specifice SMA. Meritul acestei demonstraţii îl reprezintă faptul că potenţialele sextic în β şi cel periodic în γ cu minimul în $\gamma_0 = 30^0$ apar, de această dată, în mod firesc spre deosebire de situaţia în care SMA era obţinut plecând de la Hamiltonianul Bohr-Mottelson [**?**] unde aceste potenţiale au fost alese intuitiv. Tot în această lucrare, SMA şi CSM au fost aplicate pentru alte două nuclee

ne-axiale, ^{180}Hf şi ^{182}W.Rezultatele originale au fost colectate intr-o lucrare acceptata a fi publicata in Journal of Physics G:Nuclear and particle Physics.

Proprietati colective ale clusterilor atomici deformati descrise cu o baza de functii uniparticula proiectata dintr-un set de functii deformate

Mai multe proprietati relevante pentru clusterii de Na au fost studiate folosing o baza de functii poroiectata. Modelul propus este capabil sa descrie intr-o maniera unificata clusterii sferici si cei deformati. Sectiunile de fotoabsorbtie sunte descrise in formalismul RPA(random phase approximation) forlosing ca operator de transitie dipolara momentul dipolar Schiff. Rezultatele au fost publicate in articolul *Collective properties of Deformed Atomic Clustes Described Within a Projected Spherical Basis*, J. Supercond. Nov. Magn (2011)24:645-651, **A. A. Raduta, Al. H. Raduta and R. Budaca**.

Descrierea dezintegrarii $2\nu\beta\beta$ intr-un formalism pnQRPA complet renormat cu simetria de etalonare complet restaurata.

Un Hamiltonin many-body ce contine un termen de camp mediu, un termen de interactie de imperechere pentru nucleonii de acelas fel, o interactie bi-particula de tip Gamow-Teller si o interacti de tip imperechere dipolara este tratat in formalismul $PGFRpnQRPA$ (projected gauge of fully renormalized pnQRPA). Functiile de unda si energiile corespunzatoare pentru nucleul mama si repsectiv nucleul fiica, au fost folosite pentru calculul ratei de dezintegrare $2\nu\beta\beta$ si a timpilor de injumatatire pentru nucleul mama. Pentru ilustrare formalismul a fost aplicat la dezintegrariule ^{116}Cd$\rightarrow^{116}$Sn si ^{100}Mo$\rightarrow^{100}$Ru. Rezultatele sunt in acord bun cu datele experimentale existente. De asemenea se verifica faptul ca regula de suma Ikeda eswte pe deplin satisfacuta. Aceasta regula de suma afirma ca pentru nucleul mama diferenta intre tariile dezintegrarilor β^- si respectiv β^+ este 3(N-Z), cu notatiile standard pentru numarul de neutroni si cel de protoni. Fromalismul descris este 100% original sise estimeaza ca va avea un ecou international favorabil. Rezultatele au fost incluse in lucrarea *Description of the $2\nu\beta\beta$ decay within a gauge restored of a fully renormalized pnQRPA approach*, J. Phys. G: Nucl. part. Phys. **38** (2011) 055102 (18pp), **C. M. Raduta and A. A. Raduta**

Efecte ale energiei de simetrie asupra sectiunii eficace de fuziune

S-a investigat parcursul de reactie rezultat in urma ciocnirii cu ioni grei cu fascicol nuclear exotic la energii joase. Ne-am concentrat asupra interferentei diferitelor mecanisme de reactie cum sunt fuziunea versus breakup (fisiune rapida, deep-inelastic) care in sisteme exotice sunt influentate de energia de simetrie la densitati apropiate de cea normala. Evolutia sistemului este descrisa de ecuatia de transport a campului mediu, unde au fost folosite doua parametrizari pentru dependenta energiei de simetrie de densitate (Asysoft si Asystiff). Astfel este posibila investigarea sensibilitatii resultateleor la aceste ingrediente ale interactiei nucleare. Metoda descrisa, bazata pe evolutia *eveniment cu eveniment* in spatiul fazelor a modurilor colective cvadrupolare permite extragerea sectiunii de fuziune la momente de timp mici, cand rezultatele de transport sunt de incredere. Au fost evaluate probabilitatile de fuziune pentru reactiile induse de ciocnirea cu ^{132}Sn pe tinte de ^{64,58}Ni la o energie de 10 MeV. Se obtine o sectiune de fuziune mai mare pentru sistemele compound mai bogate in neutroni iar pentru o reactie data pentru obtiunea Asysoft. In final se obtine o echilibrare colectiva de sarcina in ambele evenimente, de fuziune si de breakup, depinzand de rigiditatea termenului de simetrie in vecinatatea saturatiei. Rezultatele acestui studiu au fost incluse in lucrarile in doua lucrai originale aparute deja in Physicsl RevieW C si Journal of Physics: Conference Series.

In decursul acestui an au fost efectuate un stagiu de lucru la universitatea din Tuebingen (prof. A. A. Raduta) si o participare la o scoala de fizica nucleara teoretica ce a avut loc la Trento pentru 2 luni (drd. Petrica Buganu).

5.11.2011 **Dr.C. M. Raduta**