

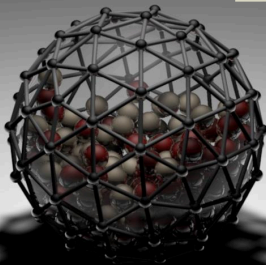
Proiect DESCRIEREA PROPRIETĂȚILOR DE DEFORMARE ȘI DE DEZINTEGRARE A NUCLEELOR ATOMICE

Director:
Radu Budaca^{1,2}

Colaborator:
Alexandru Dumitrescu^{1,2}

¹Departamentul de Fizică Teoretică, IFIN-HH

²Academia Oamenilor de Știință



- **Obiectiv 1:** Descrierea deformării nucleelor în starea lor fundamentală cu ajutorul unui formalism microscopic-macroscopic, având ca ingredient energii uniparticulă determinate în cadrul unui grup al rotațiilor fracționale.

Activitate: Coduri de calcul pentru nivelele uniparticulă.

Responsabil: R. Budaca

- **Obiectiv 2:** Descrierea microscopică a clusterizării alfa în nucleee.

Activitate: Coduri de calcul pentru metoda HFB-c.

Responsabil: A. Dumitrescu

Derivate fracționale:

$$\text{Caputo} \quad {}_C\partial_x^\alpha x^{n\alpha} = \begin{cases} \frac{\Gamma(1+n\alpha)}{\Gamma(1+(n-1)\alpha)} x^{(n-1)\alpha}, & n > 0 \\ 0, & n = 0, \end{cases}$$

$$\text{Riemann} \quad {}_R\partial_x^\alpha x^{n\alpha} = \frac{\Gamma(1+n\alpha)}{\Gamma(1+(n-1)\alpha)} x^{(n-1)\alpha}$$

$$\text{Moment cinetic fracțional} \quad {}_{R,C}L_{ij}(\alpha) = i\hbar (x_i^\alpha \cdot {}_{R,C}\partial_j^\alpha - x_j^\alpha \cdot {}_{R,C}\partial_i^\alpha)$$

Hamiltonianul grupului de rotații fracționale Caputo-Riemann-Riemann:

$$H = \hbar\omega_1 {}_C L_1^2(\alpha) + \hbar\omega_2 {}_R L_2^2(\alpha) + \hbar\omega_3 {}_R L_3^2(\alpha)$$

Funcțiile de undă $|L_1 M_1 L_2 M_2 L_3 M_3\rangle$ satisfac condițiile

$$L_i = M_i = 2n_i, \quad i = 1, 2, 3, \quad n_i = 0, 1, 2, 3, \dots$$

⇓ Valori proprii

$$E(\alpha) = \sum_{i=1}^3 \hbar\omega_i \frac{\Gamma(1+(2n_i+1)\alpha)}{\Gamma(1+(2n_i-1)\alpha)} - \delta_{n_1,0} \hbar\omega_1 \frac{\Gamma(1+\alpha)}{\Gamma(1-\alpha)}$$

Cazul sferic $\rightarrow \omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = \omega_0$

$$E(\alpha = 1/2) = \hbar\omega_0 \left(N + \frac{3}{2} - \frac{1}{2}\delta_{n_1,0} \right)$$

$$N = n_1 + n_2 + n_3$$

● $n_1 \neq 0, \quad E = \left(N + \frac{3}{2} \right)$

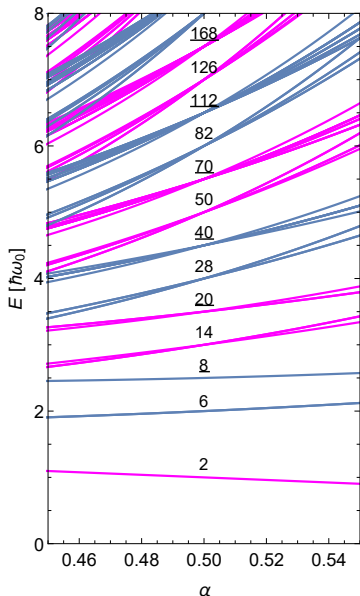
Numere magice de oscilator armonic

$$\underline{n}_{magic} = 8, 20, 40, 70, 112, 168, 240, \dots$$

● $n_1 = 0, \quad E = (N + 1)$

Numere magice de oscilator armonic cu spin-orbită

$$n_{magic} = 2, 6, 14, 28, 50, 82, 126, 184, 258, \dots$$



Obiectiv 1 - Energii uniparticulă

$$\omega_{\perp} : \omega_3 \longrightarrow$$

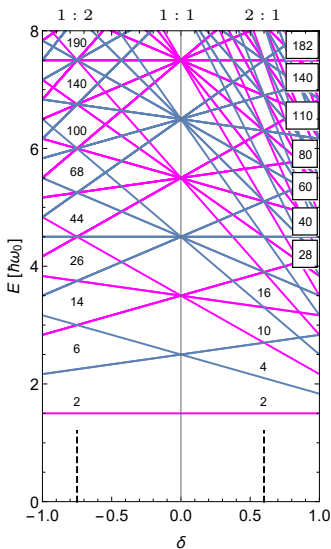
$$\omega_1 = \omega_2 = \omega_{\perp}$$

$$\omega_0 = \frac{(\omega_1 + \omega_2 + \omega_3)}{3}$$

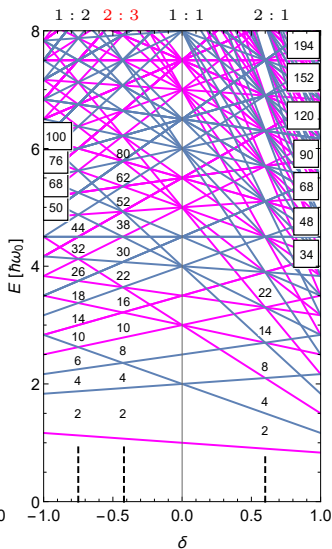
$$\omega_{\perp} = \omega_0 \left(1 + \frac{1}{3} \delta \right)$$

$$\omega_3 = \omega_0 \left(1 - \frac{2}{3} \delta \right)$$

$$\delta = (\omega_{\perp} - \omega_3) / \omega_0$$



Oscilator armonic



Rotator fracț. $\alpha = 1/2$

Obiectivul principal al acestei părți a proiectului se referă la descrierea selfconsistentă a formării de particule α în nuclee atomice folosind corelațiile superfluide de împerechere între nucleoni. Corelațiile menționate conduc, în cadrul formalismului Hartree–Fock–Bogoliubov, la o interacție de câmp mediu plus o fluctuație de tip gaussian pe suprafața nucleară:

$$\Gamma^{(\text{dir})}(\vec{r}) = V_{\text{MF}}(r, b_{\text{rel}}, \infty, 0) + x_c V_{\text{MF}}(r, b_{\text{rel}}, b_{\text{cm}}, R_0)$$

r : raza relativă a unei perechi de nucleoni

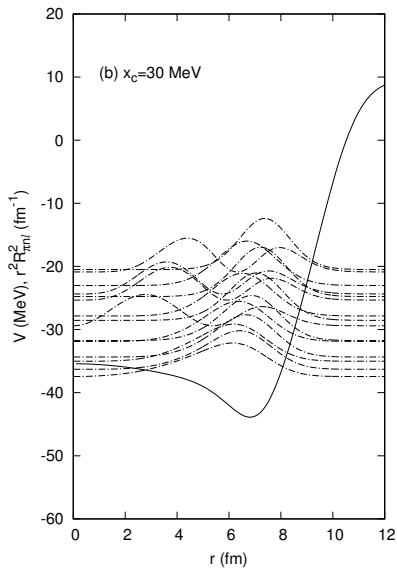
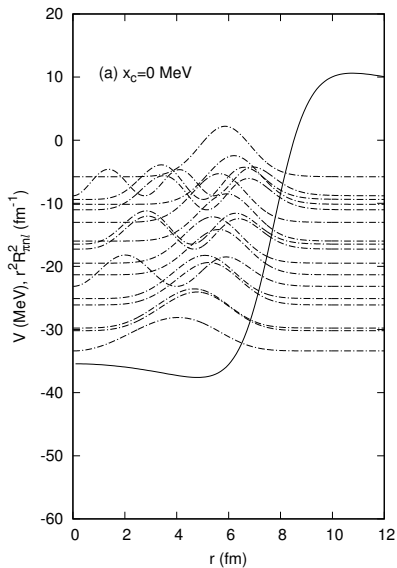
$b_{\text{rel} \setminus \text{cm}}$: lărgimea interacției în canalul
relativ \centrului de masă

R_0 : raza de formare a particulei α

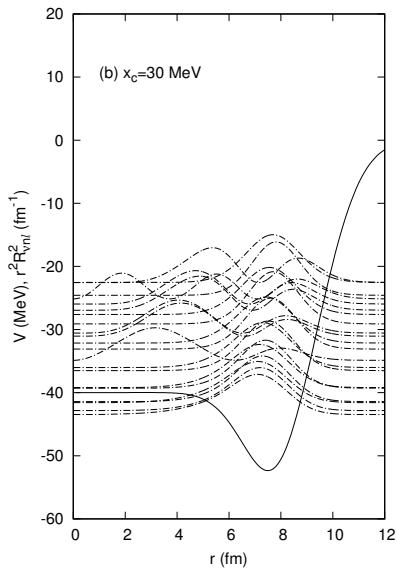
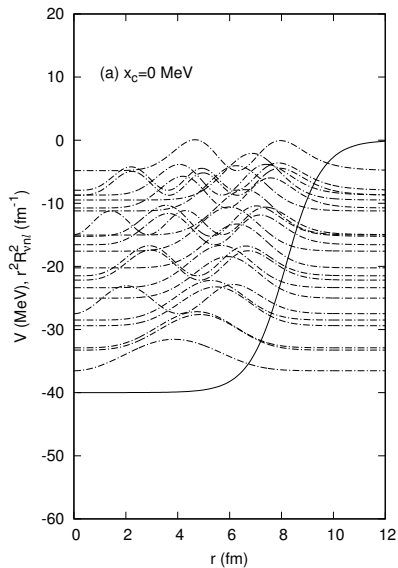
x_c : parametrul de control al interacției pe suprafață

În cazul izotopului ${}^{222}_{86}\text{Rn}$, interacția $\Gamma^{(\text{dir})}(\vec{r})$ pentru protoni \neutroni funcție de x_c este reprezentată în cele ce urmează:

Obiectiv 2 - Descrierea microscopică a formării particulelor α



Obiectiv 2 - Descrierea microscopică a formării particulelor α



- Concluzia este că adăugarea unei interacții gaussiene pe suprafață peste câmpul mediu standard conduce la "condensarea" funcțiilor de undă în regiunea suprafeței, mecanism ce facilitează formarea unei particule α din patru funcții uniparticulă.
- Calcularea lărgimii de dezintegrare obținută prin această metodă face obiectul investigațiilor curente.