

Raport stiintific

privind implementarea proiectului

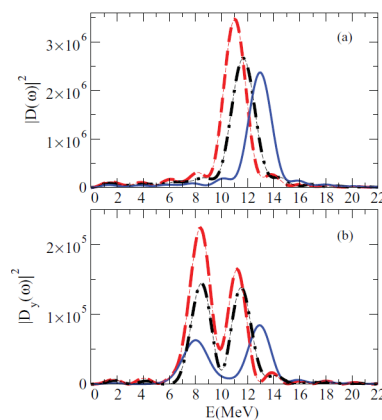
COLLECTIVE DYNAMICS, DISSIPATION AND FRAGMENTATION IN QUANTUM MESOSCOPIC SYSTEMS

in perioada ianuarie – decembrie 2012

In raportul stiintific de mai jos sunt descrise principalele rezultate obtinute in cadrul proiectului de cercetare in corelatie cu structura planului de lucru.

Pentru WP1. Obiectivul: *Insight into the features of collective modes and of entrance channel dynamics in dissipative reactions with exotic nuclei*

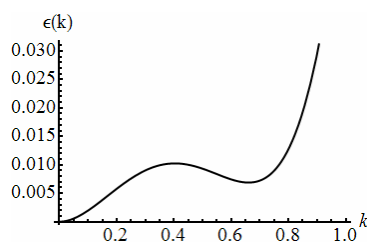
Intr-un studiu teoretic bazat pe ecuatii de transport de tip Landau-Vlasov s-au prezentat mai multe evidente privind existenta in nucleele bogate in neutroni a unui mod colectiv de tip dipolar, Pygmy Dipole Resonance (PDR), a carui energie este clar sub valoarea energiei asociata cu Rezonanta Gigant Dipolara. Astfel pentru nucleul de Sn132 centroidul energiei modului de tip pygmy se situeaza la o energie de 8.5 MeV, foarte slab dependent de parametrizarea cu densitatea a energiei de simetrie. Pe de alta parte regula de suma ponderata cu energia asociata cu PDR este sensibila la dependenta cu densitatea a energiei de simetrie. Valorile obtinute cu ajutorul programului de transport se situeaza intre 2.8 % di 4.6 %, apropiate de datele experimentale raportate in literatura pentru acest sistem. S-a aratat ca nu toti neutronii in exces sunt cuplati la modul de tip pygmy, o parte fiind blocati de catre samburele nuclear, ceea ce explica reducerea regulii de suma fata de valorile maxime prezise de un model schematic construit tot de colectivul nostru. Aceasta se poate observa si din spectrul de putere asociat cu gradul de libertate de tip pygmy, D_y .



Rezultatele originale au facut obiectul a doua lucrari, una publicata in Physical Review C si o alta in Romanian Journal of Physics. Se are in vedere extinderea studiului pentru a se obtine o dependenta cu masa a raspunsului colectiv de tip pygmy.

Pentru WP2. *Advanced investigations on the fragmentation mechanisms at Fermi energies.* În cadrul unui model microscopic de transport bazat pe ecuația Boltzmann-Nordheim-Vlasov, Stochastic Mean Field, s-a studiat procesul de fragmentare a sistemelor $\text{Sn}^{124}+\text{Ni}^{64}$ și $\text{Sn}^{112}+\text{Ni}^{58}$ pentru parametrul de impact $b=6\text{fm}$ la energia de $35A$ MeV. În canalul de izospin s-au considerat două parametrizări diferite cu densitatea. S-a observat un acord bun cu datele experimentale în ceea ce privește proprietățile cinematice de baza ale fragmentelor produse, cum ar fi spectre în viteză sau distribuții de sarcină. O analiză a distribuției valorii medii a raportului N/Z (numărul de neutroni și respectiv numărul de protoni din compoziția fragmentului) ca funcție de unghiul dintre axa de separare și cea de fragmentare, sugerează un acord mai bun cu datele în cazul ecuației de stare de tip *asy-stiff*. Pentru comparația cu datele experimentale s-a considerat și efectul dezexcitării secundare care în general reduce sensibilitatea la energia de simetrie. În ciuda acestui fapt propuse sunt robuste în ceea ce privește caracterizarea fragmentarea neck-ului nuclear la energii intermediare și a dinamicii gradului de libertate de izospin, separându-se net efecte asociate cu stadiile inițiale, de neechilibru ale reacției. Extinderea acestor metode va deschide noi perspective în ceea ce privește studiul reacțiilor cu fascicule exotice. Investigațiile menționate sunt incluse în două lucrări apărute în anul 2012 în *Physical Review C*.

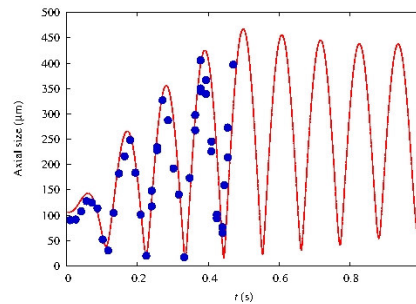
Pentru WP3. *Collective dynamics and fragmentation in BEC within the Gross-Pitaevskii-Boltzmann formalism* În prima parte s-a studiat apariția undelor de densitate în condensate Bose-Einstein dipolare obținând în formă analitică, pe cale variațională, structura roton-maxon a relației de dispersie ilustrată în figura de mai jos. Rezultatele sunt cuprinse într-un articolul care urmează să apară în primul număr din 2013 al *Proceedings of the Romanian Academy: Series A*, revistă cotate ISI.



Relația de dispersie a undelor de densitate într-un condensat Bose-Einstein dipolar. A se observa structura de tip maxim-minim specifică sistemelor cu interacții nelocale.

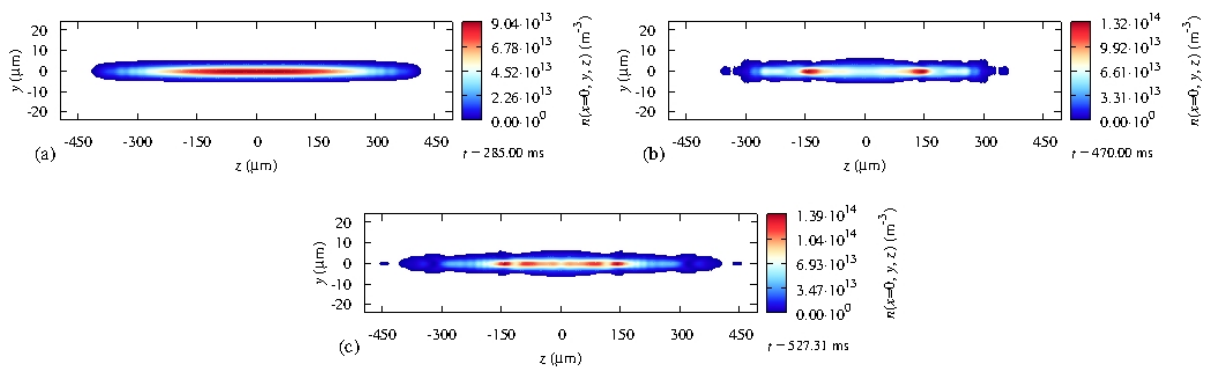
Motivați de experimentele recente asupra fragmentării unui condensat Bose-Einstein supus la excitații parametrice efectuate la RICE University în cadrul grupului condus de Prof. Randall G. Hulet prezentate sumar în *Phys. Rev. A* **81**, 053627 (2012), am investigat prin mijloace analitice și numerice procesul de fragmentare folosind ecuația Gross-Pitaevskii. Rezultatele noastre preliminare arată că starea fragmentată reprezintă o stare hibridă

formată dintr-un mod cuadripolar și o undă de densitate rezonantă. În Figura următoare prezentăm evoluția în timp a lățimii condensatului pentru a ilustra concordanța rezultatelor numerice cu cele experimentale.



Evoluția în timp a lățimii unui condensat Bose-Einstein supus la excitații parametrice aplicate lungimii de împrăștiere. Datele experimentale provin din Phys. Rev. A **81**, 053627 (2012), linia continuă reprezintă rezultatul simulărilor numerice.

În Figura de mai jos se prezintă evoluția în timp a profilului de densitate al condensatului pentru a arată formarea fragmentelor la marginea condensatului.



Evoluția în timp a profilului de densitate al unui condensat Bose-Einstein supus la excitații parametrice aplicate lungimii de împrăștiere. Primul profil de densitate corespunde stării fundamentale a condensatului în timp ce următoarele două surprind profilul de densitate la două momente diferite de timp. Subliniem desprinderea a doua fragmente aproape de marginea condensatului.

Rezultatele investigațiilor noastre folosind ecuația Gross-Pitaevskii sunt în curs de publicare la editura Springer drept capitol al unui volum colectiv dedicat celor mai recente realizări cu privire la dinamica neliniară a condensatelor Bose-Einstein. Analiza detaliată a datelor experimentale arată că numărul de particule din condensat suferă fluctuații semnificative de-a lungul dinamicii colective necesitând un tratament selfconsistent care să cuprindă atât dinamica condensatului cât și interacția acestuia cu norul termic.

Pentru WP4. *Transport description of collective features and dissipation in QGP*

În cadrul acestei direcții de cercetare s-a avut în vedere extinderea modelului numeric de transport prin includerea unui termen de interacție de tip vectorial, pe lângă termenul de tip Nambu-Jona Lasinio. Aceasta va face posibilă investigarea proprietăților colective ale

plasmei de cuarci si gluoni la densitati barionice nenule si in consecinta la energii asociate cu programele de la CERN si RHIC energy scan respectiv. In colaborare cu grupul de la Universitatea din Catania pentru cazul a doua arome se va testa la inceputul anului viitor acordul rezultatelor numerice cu date experimentale la diferite energii precum si rolul conditiilor initiale asupra evolutiei colective.

Rezultatele stiintifice ale cercetarilor in cadrul proiectului de cercetare s-au concretizat in trei lucrari publicate in reviste ISI din strainatate, doua lucrari publicate in reviste ISI din tara, doua lucrari aparute in Proceedings-ul unor conferinte internationale si mai multe prezentari la conferinte nationale si internationale, indicandu-se explicit suportul din proiectul IDEI, dupa cum urmeaza:

Lucrari in reviste din strainatate cotate ISI:

1) *Pygmy dipole resonance: collective features and symmetry energy effects*

Autori: V. Baran, B. Frecus, M. Colonna, M. Di Toro

Physical Review C 85, 051601 (2012) (ISI impact factor 3.3)

2) *From multifragmentation to neck fragmentation: Mass, isospin and velocity correlations*

Autori: V. Baran, M. Colonna, M. Di Toro, R. Zus

Physical Review C 85, 054611 (2012) (ISI impact factor 3.3)

3) *Correlations between emission timescale of fragments and isospin dynamics in Sn124+Ni64 and Sn112+Ni58 reactions at 35 A MeV*

Autori: E. De Filippo, A. Pagano, ...V. Baran,.....

Physical Review C 86, 014610 (2012) (ISI impact factor 3.3)

Lucrari in reviste din tara cotate ISI:

1) *Collective dipole modes in nuclear systems*

Autori: V. Baran, B. Frecus, M. Colonna, M. Di Toro, R. Zus

Romanian Journal of Physics 57, 36-48, (2012) (ISI impact factor 0.414)

2) *Density waves in dipolar Bose-Einstein condensates*

Autori: A. Nicolin

Proceedings of Romanian Academy (in press) (ISI impact factor 0.276)

Lucrari aparute in Proceedings-ul unor conferinte internationale:

1) *Kinetic approaches to phase transitions in strongly interacting systems*

Autori: V. Baran, M. Colonna, M. Di Toro, R. Zus

Journal of Physics: Conference Series vol. 338, 012020, (2012)

2) *Fragmentation of a Bose-Einstein condensate through periodic modulation of the scattering length*

Autori: A. Balaz, A. Nicolin

Volum colectiv (va apare la editura Springer)

Participari la conferinte:

1./ The 8th General Conference of Balkan Physical Union (Universitatea Ovidius, Constanta, 5-7 iulie 2012) cu posterul "A novel non-polynomial Schrodinger equation for high-density cigar-shaped condensates" in care apare proiectul apare in acknowledgement, sustinut de drd. Carina Raportaru.

2./ Conferinta Nationala de Fizica (Universitatea Ovidius, Constanta, 8-10 iulie 2012) cu posterul "Formation of Faraday and resonant waves in driven Bose-Einstein condensates" in care apare proiectul apare in acknowledgement, sustinut de drd. Carina Raportaru

3./ International Student Conference of Balkan Physical Union (Universitatea Ovidius, Constanta, 10-13 iulie 2012) cu posterul "Noise-driven transitions in nonlinear lattices" in care apare proiectul apare in acknowledgement, sustinut de drd. Carina Raportaru.

4./ ICT-Innovations 2012 (Ohrid, 12-15 septembrie 2012) cu colocviul "Nonlinear dynamics of Bose-Einstein condensates by means of symbolic computations". Lucrarea aferenta colocviului urmeaza sa fie publicata in proceedings-ul conferintei, ca Web Proceedings, si cuprinde proiectul in acknowledgement, sustinuta de drd. Carina Raportaru.

5./ Conferinta Nationala de Fizica (Universitatea Ovidius, Constanta, 8-10 iulie 2012) cu preleaga invitata (invited talk) "Resonant waves in Bose-Einstein condensates" in care proiectul apare in acknowledgement, sustinuta de Alexandru Nicolin.

6./ 2nd Conference on Localized Excitations in Nonlinear Complex Systems (LENCOS 2012, Sevilla, 9-12 iulie 2012), cu colocviul "Variational treatment of surface waves in Bose-Einstein condensates" in care proiectul apare in acknowledgement, prezentat de dr. Alexandru Nicolin.

7./ TIM 12 (Universitate de Vest din Timisoara, 27-30 noiembrie 2012) cu colocviul "Faraday waves in binary nonmiscible Bose-Einstein condensates" in care proiectul apare in acknowledgement, sustinut de dr. Alexandru Nicolin.

Este de subliniat ca in cadrul proiectului au fost elaborate si doua teze de doctorat avand tematici legate de directiile de cercetare abordate in cadrul planului de lucru pe anul 2012:

"Collective nuclear motions within a microscopic transport model" sustinuta de Bogdan Frecus in septembrie 2012.

"Studiul comportamentului nelinier si stochastic al condensatelor Bose-Einstein", sustinuta de Mihaela Carina Raportaru in octombrie 2012.

Director proiect,

Prof.univ.dr. Virgil Baran

