

## REZULTATE OBTINUTE :

### ETAPA 1:

Starile excitate ale  $^{34}\text{P}$  au fost populate prin reacția de fuziune-evaporare  $^{18}\text{O}(^{18}\text{O}, \text{pn})^{34}\text{P}$ . Fascicolul a fost asigurat de acceleratorul Tandem de tip Van der Graaf al IFIN-HH București, la o energie de 36 MeV. Tinta din oxid de tantal a fost preparată prin încălzirea unei foii de Ta de  $50 \text{ mg/cm}^2$  într-o atmosferă îmbogățită în oxigen, producând o grosime echivalentă de  $^{18}\text{O}$  de  $\sim 1.6 \text{ mg/cm}^2$  pe ambele fețe ale țintei. Experimentul a rulat o perioadă totală de 156 de ore, timp în care intensitatea medie a fasciculului a fost de 20 particule-nA. Un aranjament cu 8 detectori HPGe și 7 detectori  $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$  a fost amplasat în jurul camerei țintei pentru a detecta razele  $\gamma$  produse în această reacție. Datele au fost sortate ca matrici HPGe-HPGe și  $\text{LaBr}_3:\text{Ce}-\text{LaBr}_3:\text{Ce}$  și cuburi  $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$   $E_{\gamma 1}-E_{\gamma 2}-\Delta t$ , în care diferența de timp între două tranziții observate în detectorii de  $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$  poate fi evidențiată punând poarta pe picurile lor energetice. S-a obținut pentru starea  $4^-$  o valoare pentru timpul de înjumătățire de  $\sim 2 \text{ ns}$ . Această valoare duce la o probabilitate redusă de tranziție pentru tranziția de 1876 keV de  $\text{B}(\text{M}2) \sim 0.06 \text{ W.u.}$ , ceea ce este coerent cu țaria M2 pentru tranziții asociate cu tranziții de tip single-particle  $\nu f_{7/2} \rightarrow \nu d_{3/2}$  în alte nuclee decât în zona  $A \sim 30-40$ , coerent și cu atribuirea parității negative și astfel naturii intruder a stării de 2305 keV.

### ETAPA 2:

Experimentul pentru determinarea timpului de viață a primei stări  $9/2^+$  din  $^{67}\text{Cu}$  a fost efectuat la acceleratorul TANDEM 9MV din IFIN-HH. Nucleul  $^{67}\text{Cu}$  a fost produs în reacția  $^{64}\text{Ni}(\alpha, \text{p})$ , la o energie incidentă a fasciculului de 18 MeV pe o țintă groasă de aproximativ  $30 \text{ mg/cm}^2$   $^{64}\text{Ni}$  îmbogățit izotopic. Radiațiile gama rezultate din reacție au fost detectate folosind un sistem multi-detector mixt format din detectori HPGe (5 detectori de volum mare și 4 planari) cuplați cu 8 scintilatori  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ . Pentru nivelul  $9/2^+$  valoarea experimentală obținută pentru timpul de înjumătățire este de  $T_{1/2} = 157(15) \text{ ps}$ . Considerând factorii de ramificație pentru dezintegrarea acestei stări se obțin următoarele elemente de matrice reduse:  $\text{B}(\text{E}1; 9/2^+ \rightarrow 7/2^-_1) = 2.6(3) \times 10^{-6} \text{ W.u.}$ ;  $\text{B}(\text{E}3; 9/2^+ \rightarrow 3/2^-) = 17(2) \text{ W.u.}$  Valoarea  $\text{B}(\text{E}3)$  obținută este suficient de mare pentru a indica clar o componentă puternică de cuplaj particula-fonon octupolar în funcția de undă, ponderea acesteia urmând să fie investigată teoretic. O surpriză este faptul că elementul de matrice  $\text{B}(\text{E}1)$  este cu aproape două ordine de mărime mai mic decât în alți izotopi ai cuprului, indicând o schimbare de structură odată cu apropierea de semi-închiderea de pături  $N=40$ .

### ETAPA 3:

În al treilea experiment ne-am concentrat asupra investigării stărilor yrast ale izotonului  $N = 80$   $^{138}\text{Ce}$ , și în particular, asupra măsurării probabilității reduse de tranziție pentru tranziția  $6^+ \rightarrow 4^-$ , valoare care, odată obținută, poate fi utilizată pentru o comparație directă cu rezultatele calculelor teoretice de model în pături. Experimentul pentru studiul nucleului  $^{138}\text{Ce}$  a fost efectuat la acceleratorul TANDEM 9MV din IFIN-HH, pe o durată de peste 60 de ore. Nucleul de interes a fost produs în reacția de fuziune-evaporare

$^{130}\text{Te}(^{12}\text{C},4n)$ , la o energie incidentă a fascicului continuu de  $^{12}\text{C}$  de 56 MeV pe o țintă groasă de aproximativ  $1 \text{ mg/cm}^2$   $^{130}\text{Te}$  îmbogățit izotopic depus pe un backing de  $20 \text{ mg/cm}^2$   $^{208}\text{Pb}$ . Curentul pe tinta a fost de aproximativ 10 pA. S-a determinat timpul de injumatărire a unor stări din  $^{138}\text{Ce}$ : pentru nivelul  $5^-$   $T_{1/2} = 450(30)$  ps; pentru  $11^+$   $T_{1/2} = 140(11)$  ps; pentru  $14^+$   $T_{1/2} = 80(9)$  ps; pentru nivelele  $4^+$  și  $8^+$  s-a obținut o limita a  $T_{1/2} < 50$  ps; pentru  $6^+$  valoarea obținută este de  $T_{1/2} = 880(19)$  ps. Calculele de model în paturi au fost realizate cu codul de calcul NUTSHELL folosind interacția SN100PN și a inclus orbitalii  $1g_{7/2}$ ,  $2d_{5/2}$ ,  $2d_{3/2}$ ,  $3s_{1/2}$  și  $1h_{11/2}$ , iar valorile teoretice calculate pentru ratele de tranziție gama au fost comparate cu valorile experimentale. În cazul tranzițiilor  $6^{+1} \rightarrow 4^{+1}$  și  $6^{+1} \rightarrow 4^{+2}$  exista un dezacord între experiment și teorie. Pentru a investiga cauza acestei discrepante, s-a investigat cazul nucleului  $^{140}\text{Ce}$  pentru care calculele implica doar protoni de valență. În cazul calculelor cu spațiul trunchiat ca mai sus se observă o discrepanță similară în cazul tranziției  $6^+ \rightarrow 4^+$  însă renunțând la trunchiere, rezultatele experimentale și teoretice concordă. De aici se poate trage concluzia că dezacordul menționat se datorează trunchierii impuse de fezabilitatea calculelor

#### ETAPA 4:

Cel mai întâlnit caz de cuplaj este cel dintre o particulă și un fonon cuadrupolar. Mult mai puțin cunoscute sunt însă cuplajele între o particulă și un fonon octupolar, identificarea acestor stări fiind o provocare din punct de vedere experimental. Una din cele mai bune semnături experimentale pentru cuplajul particulă-fonon octupolar în nucleele de masă medie este determinarea timpilor de viață ai stărilor  $9/2^+$  în aceste nuclee și calcularea probabilităților de tranziție  $E3$  către starea fundamentală. Am studiat nucleul  $^{65}\text{Cu}$  populat în reacția  $^{64}\text{Ni}(^7\text{Li},\alpha 2n)^{65}\text{Cu}$  la o energie incidentă a fascicului de  $^7\text{Li}$  de 32 MeV. Radiațiile  $\gamma$  produse în reacție au fost detectate folosind array-ul ROSPHERE de 24 detectori HPGe și  $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$  aranjați în cinci cercuri concentrice corespunzătoare unghiurilor de  $37^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $110^\circ$  și  $143^\circ$  față de direcția fascicului. Folosind o matrice bidimensională  $\gamma$ - $\gamma$  pentru detectorii de HPGe, a fost construită schema de nivele parțială. A fost determinat timpul de viață al stării  $9/2^+$  la energia 2534 keV în nucleul  $^{65}\text{Cu}$  ca fiind  $\tau=37(3)$  ps. Folosind factorul de ramificare cunoscut pentru tranziția de pe starea  $9/2^+$  pe starea  $3/2^-$  de aproximativ 3%, a fost dedusă o probabilitate de tranziție  $B(E3)=8.82(165)$  W.u. Deși este mai mică decât valoarea corespunzătoare dedusă pentru izotopul  $^{67}\text{Cu}$  ( $B(E3)=16.8(17)$  W.u.), această valoare măsurată confirmă gradul crescut de colectivitate, ceea ce implică un grad ridicat de cuplaj particulă-fonon octupolar. Interpretarea teoretică a stării  $9/2^+$  în nucleul  $^{65}\text{Cu}$  a fost făcută în cadrul modelului de cuplaj particulă-vibrație (PVC).

#### ETAPA 5:

Nucleele de  $^{87}\text{Rb}$  au fost produse în reacția de fuziune-evaporare  $^{82}\text{Se}(^7\text{Li}, 2n)^{87}\text{Rb}$  la energia incidentă de 20 MeV. Experimentul a fost realizat la acceleratorul Tandem de 9 MV din cadrul IFIN-HH, iar ca sistem de

detectie a fost folosit spectrometrul gama ROSPHERE constând din 14 detectori HPGe de eficiență ~50% și 11 detectori cu scintilator anorganic de LaBr<sub>3</sub>(Ce) cu 5% factor de dopare cu Ce. Calibrarea în energie și alinierea semnalelor de timp pentru detectorii HPGe și LaBr<sub>3</sub>(Ce) a fost realizată utilizând sursele spectroscopice <sup>60</sup>Co și <sup>152</sup>Eu. În particular, pentru a realiza calibrarea detectorilor până la energii de 3 MeV au fost folosite energiile  $\gamma$  din fondul natural de radiație. Dependența răspunsului de timp pentru detectorii cu scintilator a fost corectată folosind exclusiv coincidențe prompte (numai selecții full-energy peak) între tranziții  $\gamma$  aparținând <sup>86</sup>Rb. În cadrul acestui experiment, au fost mășurați timpi de viață pentru stări aparținând nucleului <sup>86</sup>Rb care nu erau cunoscute anterior (de exemplu, pentru stările 7<sup>-</sup> la 780 keV, 7<sup>+</sup> la 1558 keV, 8<sup>+</sup> la 1684 keV din nucleul <sup>86</sup>Rb), dar și timpi de viață ai stărilor excitate din <sup>87</sup>Rb pentru care nu se cunoștea anterior valoarea timpului de viață mediu al stării ori cunoașterea era limitată la o valoare a cărei incertitudine depășește uneori 50% din însuși valoarea timpului de viață (de exemplu, 5/2<sup>-</sup> și 9/2<sup>+</sup>). În prezentul experiment, având avantajul unei statistici suficient de mari pentru a putea selecta nucleul <sup>87</sup>Rb folosind exclusiv detectorii HPGe, am redeterminat raportul de ramificare pentru dezintegrarea stării 9/2<sup>+</sup> prin tranziția  $\gamma$  de 1578 keV. Intensitatea relativă a tranziției E3 este dată de  $I_{1578}/I_{1175} = 9.05\%$  (cu  $I_{1175} = 100\%$ ) ceea ce conduce la un timp parțial de viață  $\tau = T_{1/2}(\text{exp}) * I_{\text{nivel}}/I_{1578}/\ln 2 = 56.02$  ns. Aceasta valoare a timpului de viață parțial pentru tranziția E3 în <sup>87</sup>Rb conduce la o valoare a  $B(E3) \approx 2$  W.u., de unde rezultă că structura stării conține o contribuție dominantă de tip uni-particulă.

#### ETAPA 6:

Izotopul <sup>86</sup>Rb a fost studiat la acceleratorul Tandem din IFIN-HH folosind reacția <sup>7</sup>Li(<sup>82</sup>Se,3n) la energia incidenta de 20 MeV. Tinta utilizata in acest experiment a constat din 7 mg/cm<sup>2</sup> de <sup>82</sup>Se (de puritate 99.93%) deșus pe un substrat de <sup>181</sup>Ta de grosime 5 mg/cm<sup>2</sup>. Experimentul a fost realizat folosind spectrometrul ROSPHERE in configuratie mixta. Sistemul de achizitie a functionat cu conditia de trigger ca cel puțin [2LaBr<sub>3</sub>(Ce) "SI" 1HPGe] "SAU" [3 HPGe] detectori sa fi inregistrat evenimentul in acelasi timp. In timpul experimentului au fost inregistrate 6×10<sup>8</sup> evenimente de multiplicitate  $M \geq 3$ .

Timpii de injumatatire ai stărilor de joasa energie de excitatie din <sup>86</sup>Rb (deasupra stării izomere cu  $J^\pi=6^-$ ) populate in aceasta reactie nu au mai fost masurati anterior. Timpii de viata ai stărilor cu spinii și paritatile  $J^\pi=(7^-)$  at 780.3 keV, 7<sup>+</sup> at 1558.5 keV, 8<sup>+</sup> at 1683.7 keV au fost masurati **pentru prima data**.

-  $T_{1/2}(7^-) = 846 \pm 60$  ps ceea ce conduce, in cazul unei tranzitii M1+E2, ca probabilitatile de tranzitii devin:  $B(M1) = 0.0022$  W.u. și  $B(E2) = 2.9$  W.u. Aceste valori indica faptul ca starea 7<sup>-</sup> are o structura sferica.

$T_{1/2}(8^+) = 24(5)$  ps: structura stării nu prezinta colectivitate. Probabilitatea de tranzitie ce rezulta din masuratoarea de timp de viata este  $B(M1) = 0.55$  W.u., valoarea fiind comparabila cu taria tranzitiei M1 din izotopul vecin cu N=50.

## OBTAINED RESULTS

### STAGE 1:

Excited states in  $^{34}\text{P}$  were populated using the fusion-evaporation reaction  $^{18}\text{O}(^{18}\text{O}, \text{pn})^{34}\text{P}$ . The beam was provided by the Tandem Van der Graaf type accelerator of IFIN-HH Bucharest, at an energy of 36 MeV. The tantalum oxide target was prepared by heating a Ta foil of 50 mg/cm<sup>2</sup> thickness in an oxygen-rich atmosphere; an equivalent thickness of  $\sim 1.6$  mg/cm<sup>2</sup> for  $^{18}\text{O}$  on both faces of the target was obtained. The experiment was 156 hours long, and during this period the medium current intensity for the beam was 20 particle-nA. An experimental set-up with 15 detectors, 8 HPGe and 7 LaBr<sub>3</sub>:Ce was made around the target in order to detect the gamma rays produced by this reaction. The data were sorted into HPGe-HPGe and LaBr<sub>3</sub>:Ce-LaBr<sub>3</sub>:Ce bi-dimensional matrices and LaBr<sub>3</sub>:Ce  $E_{\gamma 1}$ - $E_{\gamma 2}$ - $\Delta t$  cubes, where the time difference  $\Delta t$  between two gamma transitions detected by the LaBr<sub>3</sub>:Ce can be highlighted by gating on their energy peaks. For the first 4- 2305 keV level a preliminary half-life time of about 2 ns was obtained. This value gives a reduced transition probability for the 1876 keV gamma ray of about  $B(M2) \sim 0.06$  W.u., which is in good agreement with the M2 strength for transitions between single-particle states  $\nu f_{7/2} \rightarrow \nu d_{3/2}$  in other nuclei in the  $A \sim 30 - 40$  mass region. It is also in agreement with a negative parity assignment for the 2305 keV state, which confirms its intruder nature.

### STAGE 2:

The experiment for measuring the lifetime of the first  $9/2^+$  state in  $^{67}\text{Cu}$  was made at the TANDEM 9MV accelerator from IFIN-HH. The  $^{67}\text{Cu}$  nucleus was produced in the  $^{64}\text{Ni}(\alpha, \text{p})$  reaction, for an incident beam energy of 18 MeV and using a thick isotopic enriched target of approximately 30 mg/cm<sup>2</sup>  $^{64}\text{Ni}$ . The gamma radiations resulted from this reaction were detected using a mixed multi-detector array made of HPGe detectors (5 of high volume and 4 LEPS type) coupled with 8 scintillators LaBr<sub>3</sub>(Ce). For the  $9/2^+$  state, the obtained experimental half-life is  $t_{1/2} = 157(15)$  ps. By taking into account the branching ratios for the deexcitation of this state, the following reduced matrix elements can be obtained:  $B(E1; 9/2^+ \rightarrow 7/2^-_1) = 2.6(3) \times 10^{-6}$  W.u.;  $B(E3; 9/2^+ \rightarrow 3/2^-) = 17(2)$  W.u. The obtained  $B(E3)$  value is high enough to clearly indicate a strong particle-octupolar phonon coupling in the wave function; its weight will be theoretically investigated in the following works. An interesting result is the fact that the  $B(E1)$  is with almost two orders of magnitude smaller than in the case of other Cu isotopes, which might indicate a structure change as approaching the sub-shell closure for  $N=40$ .

### STAGE 3:

In this stage of the project we concentrated our efforts on investigating the yrast states of the  $N = 80$   $^{138}\text{Ce}$  isotope and, in particular, on measuring the reduced transition probability for the  $6^+ \rightarrow 4^-$  gamma

transition; the obtained value can be used for a direct comparison with theoretical shell model calculations. The experiment was made at the TANDEM 9MV accelerator of IFIN-HH, for over 60 hours time. The nucleus of interest was produced in the  $^{130}\text{Te}(^{12}\text{C},4n)$  fusion-evaporation reaction, for an incident beam energy of 56 MeV and using a thick target made of 1 mg/cm<sup>2</sup> isotopically enriched  $^{130}\text{Te}$  on a 20 mg/cm<sup>2</sup>  $^{208}\text{Pb}$  backing. The current on the target was around 10 pA. The following half-lives for states in  $^{138}\text{Ce}$  were measured: for the 5<sup>-</sup> level  $T_{1/2} = 450(30)$  ps; for the 11<sup>+</sup> level  $T_{1/2} = 140(11)$  ps; for the 14<sup>+</sup>  $T_{1/2} = 80(9)$  ps; for the 4<sup>+</sup> and 8<sup>+</sup> states a maximum limit was set at  $T_{1/2} < 50$  ps; for the 6<sup>+</sup> level  $T_{1/2} = 880(19)$  ps. The shell model calculations were made using the NUTSHELL code with the SN100PN interaction and have included the  $1g_{7/2}$ ,  $2d_{5/2}$ ,  $2d_{3/2}$ ,  $3s_{1/2}$  and  $1h_{11/2}$  orbitals, the theoretical gamma transition rates being then compared to the experimental ones. A discrepancy between experiment and theory has been seen in the case of the  $6^{+}_1 \rightarrow 4^{+}_1$  and  $6^{+}_1 \rightarrow 4^{+}_2$  gamma transitions: the theory gave for the reduced transition probability values of 0.967 W.u. and 0.008 W.u, respectively, while the experimental obtained values are 0.101(24) W.u. and 9.5(25) W.u. In order to investigate this discrepancy the case of the  $^{140}\text{Ce}$  nucleus was studied – in this case, only valence protons will be used in calculations. If the calculus was made using a truncated space, a similar discrepancy for the  $6^{+} \rightarrow 4^{+}$  transition is observed; but, by abandoning the truncation, the experimental and theoretical values will fit. So, we can conclude that the mentioned discrepancy is due to the truncation procedure that was imposed by the need for calculations feasibility.

#### STAGE 4:

The most usual coupling in nuclear structure is between a particle and a quadrupolar phonon. Much less known and studied are the rare cases of the coupling between a particle and a octupolar phonon, the identification of such states being an experimental challenge. One of the best experimental signature for such a coupling in medium mass odd nuclei is to measure the lifetime of the  $9/2^{+}$  states in such nuclei and to calculate the  $E3$  transition probability to the ground state. In this respect we studied the  $^{65}\text{Cu}$  nucleus which was populated in the  $^{64}\text{Ni}(^7\text{Li},\alpha 2n)^{65}\text{Cu}$  reaction, for an incident beam energy of 32 MeV. The emitted gamma radiations were detected using the ROSPHERE array that consists in 24 HPGe and LaBr<sub>3</sub>:Ce detectors arranged in 5 concentric rings corresponding to the angles of 37<sup>o</sup>, 70<sup>o</sup>, 90<sup>o</sup>, 110<sup>o</sup> and 143<sup>o</sup> to the beam direction. Using a bi-dimensional  $\gamma$ - $\gamma$  matrix built for the HPGe detectors, the level scheme was built. The obtained measured value for the lifetime of the  $9/2^{+}$  2534 keV state in the  $^{65}\text{Cu}$  nucleus is  $\tau=37(3)$  ps. Using the previously known branching ratio for the transition from  $9/2^{+}$  to  $3/2^{-}$  of approximately 3%, a transition probability value of  $B(E3)=8.82(165)$  W.u. was deduced. Although this value is smaller than in the case of the  $^{67}\text{Cu}$  isotope ( $B(E3)=16.8(17)$  W.u.), the measured value confirms the high degree of collectivity, which leads to a strong particle-octupolar phonon coupling. The theoretical interpretation of the  $9/2^{+}$  state in  $^{65}\text{Cu}$  was made using a particle-vibration coupling model (PVC).

### STAGE 5:

The  $^{87}\text{Rb}$  nuclei were produced in the  $^{82}\text{Se}(^7\text{Li}, 2n)^{87}\text{Rb}$  fusion-evaporation reaction for a 20 MeV incident beam energy. The experiment was made at the 9 MV Tandem accelerator from IFIN-HH, and as detection system the gamma spectrometer ROSPHERE, consisting of 14 HPGe detectors  $\sim 50\%$  efficiency and 11  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$  detectors, was used. The energy calibration and time signals alignment for both HPGe and  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$  detectors was made using  $^{60}\text{Co}$  și  $^{152}\text{Eu}$  spectroscopic sources. In particular, in order to obtain a valid calibration for energies up to 3 MeV, some  $\gamma$  peaks from the natural background were used. The variation of the time response for the scintillator detectors was corrected using exclusively prompt coincidences (only full-energy peak selections) between  $\gamma$  transitions from the  $^{86}\text{Rb}$  spectrum. In this experiment we successfully measured lifetimes for excited states belonging to  $^{86}\text{Rb}$  that were previously unknown (for example, for the states  $7^-$  at 780 keV,  $7^+$  at 1558 keV,  $8^+$  at 1684 keV), and for excited states in  $^{87}\text{Rb}$  that were previously unknown or that have been measured with large and very large measurement errors – over 50% (for example,  $5/2^-$  and  $9/2^+$ ). Due to the high statistics obtained in the present experiment we were able to re-measure the branching ratio for the de-excitation of the  $9/2^+$  state in  $^{87}\text{Rb}$  through the E3  $\gamma$  transition of 1578 keV energy. The relative intensity of the E3 is  $I_{1578}/I_{1175}=9.05\%$  (taking  $I_{1175} = 100\%$ ), which leads to a partial lifetime  $\tau = T_{1/2}(\text{exp}) * I_{\text{nivel}}/I_{1578}/\ln 2 = 56.02$  ns. This lifetime value gives  $B(\text{E3}) \approx 2$  W.u., so we can say that the structure of the  $9/2^+$  state has a dominant single-particle contribution.

### STAGE 6:

$^{86}\text{Rb}$  was studied at the Tandem IFIN-HH accelerator using the  $^7\text{Li}(^{82}\text{Se}, 3n)$  reaction at 20 MeV beam energy. The target consisted in 7 mg/cm<sup>2</sup>  $^{82}\text{Se}$  (99.93% purity) layer on a 5-mg/cm<sup>2</sup>  $^{181}\text{Ta}$  substrate. The experiment was made using the ROSPHERE multidetector array, in mixed configuration. The data acquisition system worked with the trigger condition of at least [2 $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$  "AND" 1HPGe] "OR" [3 HPGe] detectors firing in coincidence. During the experiment  $6 \times 10^8$  events of  $M \geq 3$  multiplicity were recorded.

The half-lives of low energy states in  $^{86}\text{Rb}$  (above the isomeric state  $J^\pi=6^-$ ) populated in this reaction have not been previously measured. The lifetimes of the states  $J^\pi=(7^-)$  at 780.3 keV,  $7^+$  at 1558.5 keV,  $8^+$  at 1683.7 keV were measured for the first time:

- $T_{1/2}(7^-) = 846 \pm 60$  ps this value led to the reduced transition probabilities for an  $M1+E2$ :  $B(\text{M1})=0.0022$  W.u. and  $B(\text{E2}) = 2.9$  W.u. These values indicate that the  $7^-$  state has a spherical structure
- $T_{1/2}(8^+) = 24(5)$  ps: the state structure has no collectivity, the obtained reduced transition probability being  $B(\text{M1})=0.55$  W.u., value compatible with the M1 strength in the neighbouring  $N=50$  nucleus.