

Badanie własności neutrono- nadmiarowych nuklidów w okolicy ^{132}Sn

Agnieszka Korgul

M. Piersa, E. Adamska, P. Bączyk, A. Fijałkowska, M. Fila, Z. Janas, M. Karny,
M. Kicińska-Habior, C. Mazzocchi, K. Miernik, T. Rząca-Urban,
M. Stryczyk, W. Urban
(University of Warsaw)

L. M. Fraile, J. Benito, V. Sánchez-Tembleque, J. M. Udías., V. Vedia
(Universidad Complutense de Madrid)

H. Mach *(Studsvik)*

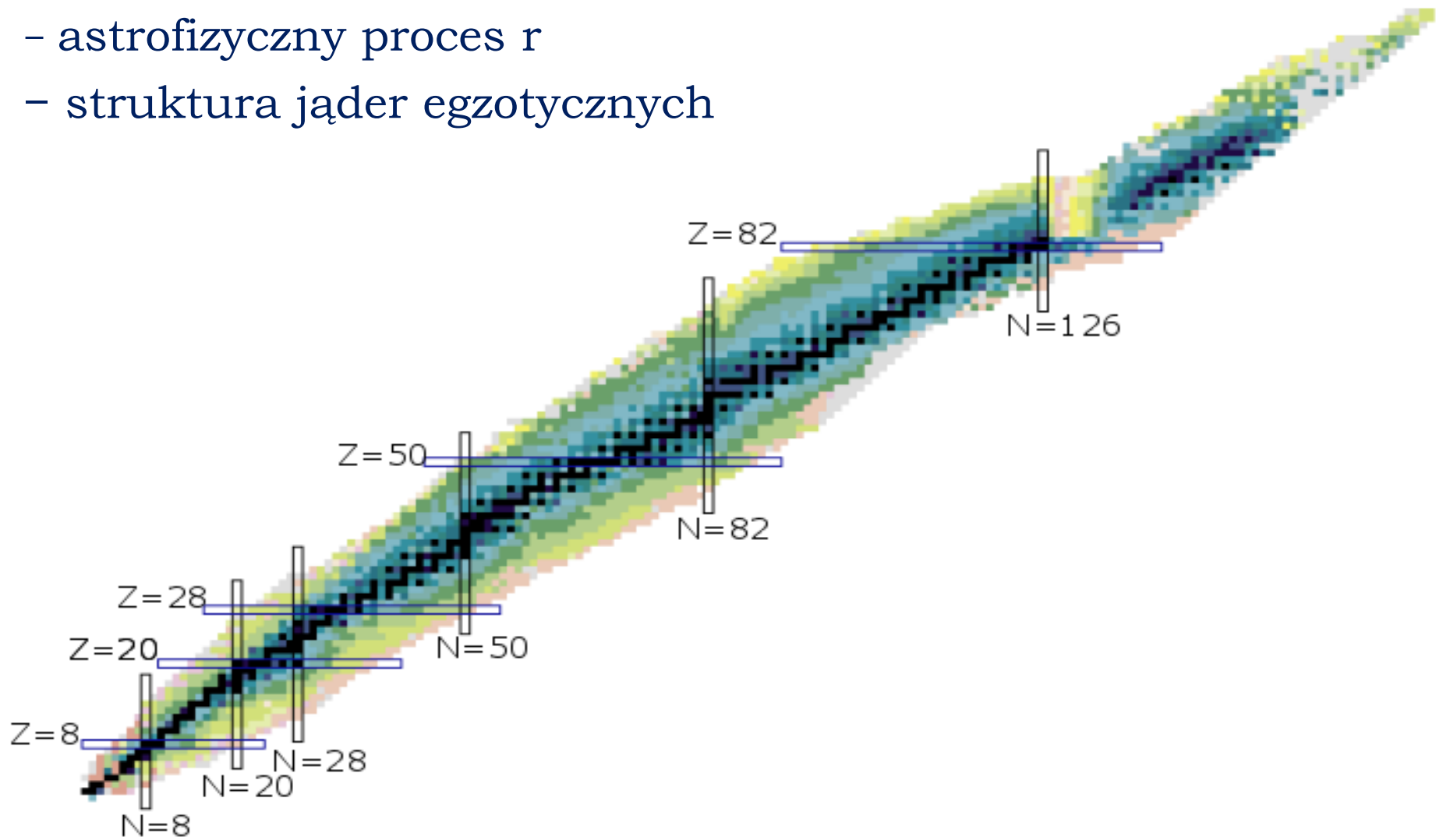
K. P. Rykaczewski , C. Gross *(Oak Ridge National Laboratory,)*

R. Grzywacz, C. Jost, M. Madurga, D. Miller, S. Padgett, S. V. Paulauskas
(University of Tennessee)

.....

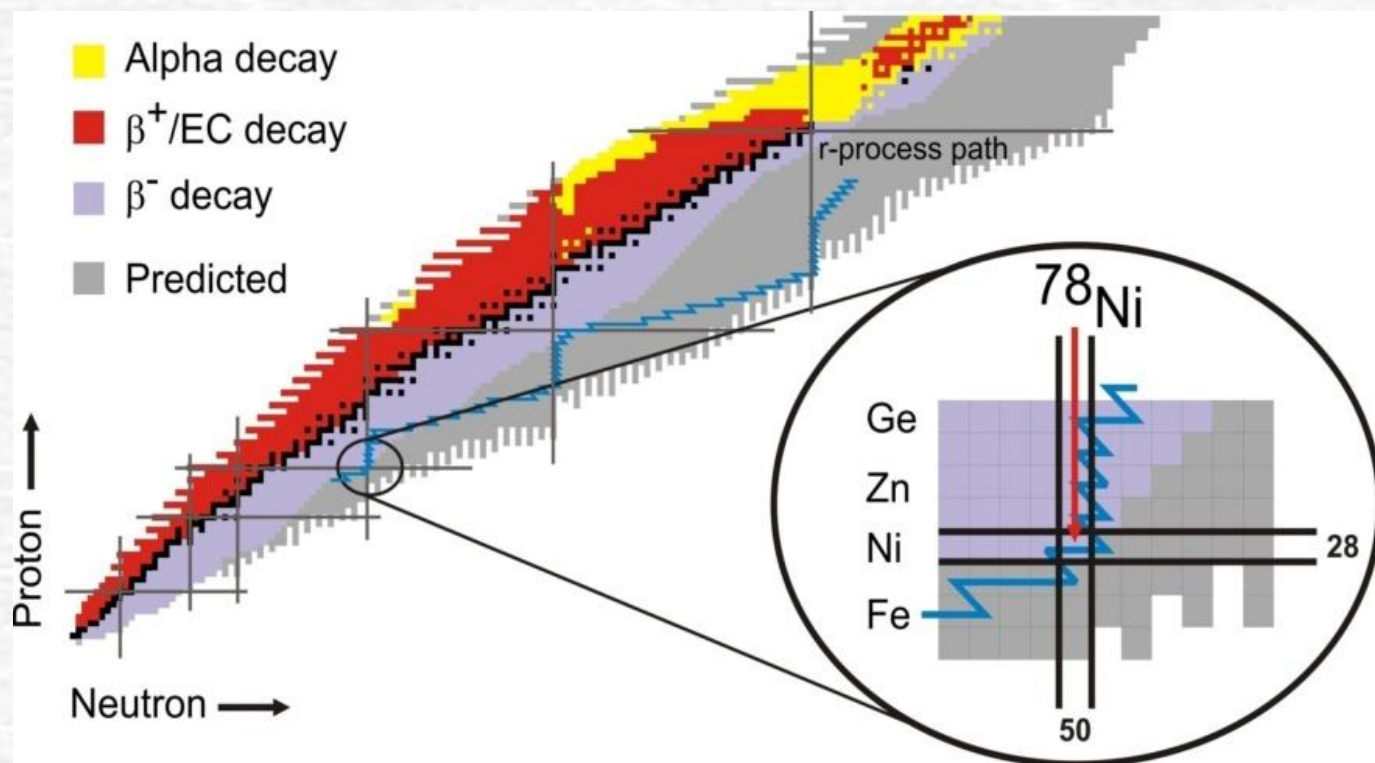
Motywacja badań

- astrofizyczny proces r
- struktura jąder egzotycznych



Motywacja badań – Astrofizyczne procesy

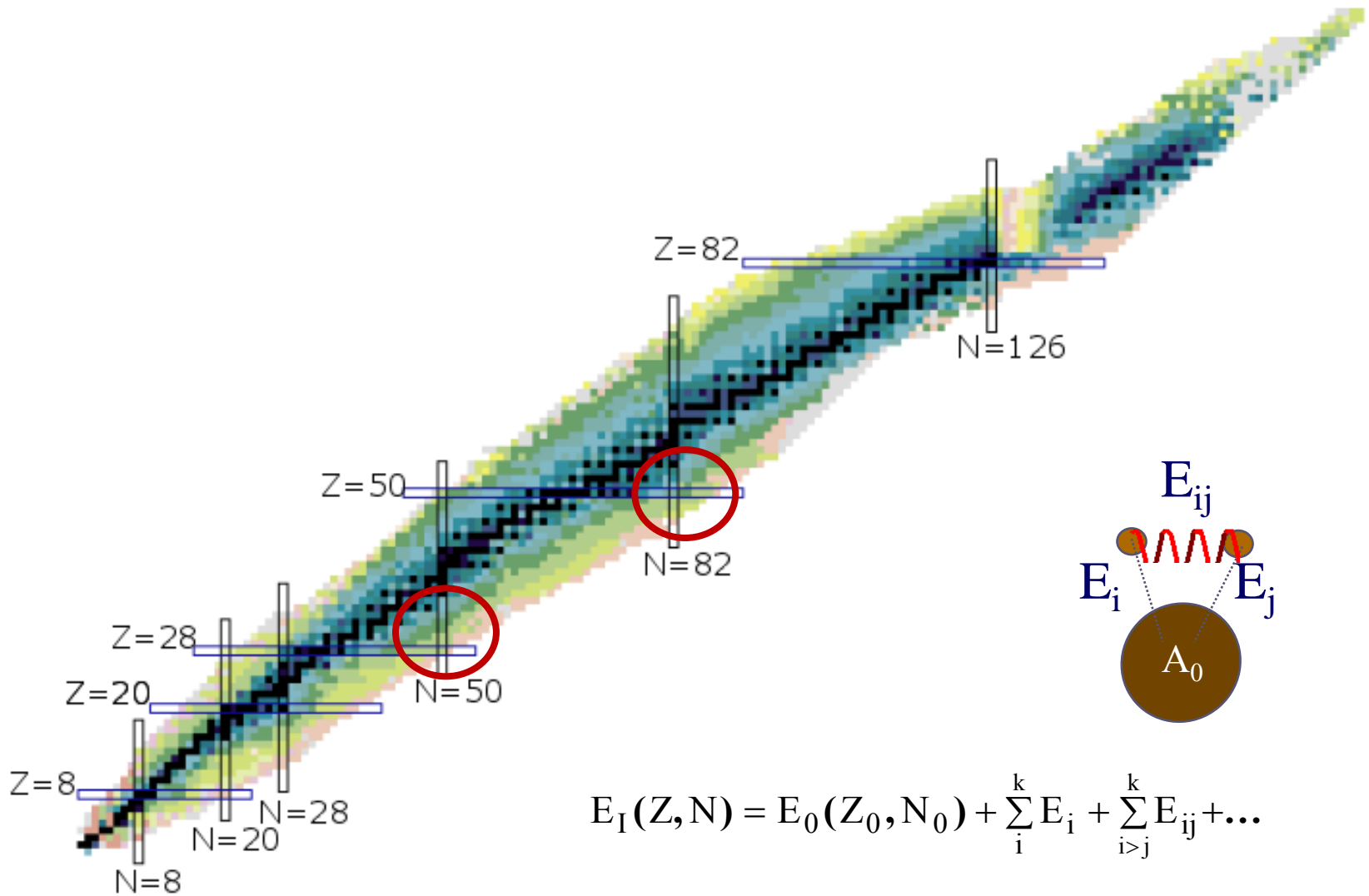
Proces szybkiego wychwytu neutronu (proces r) – kolejne wychwyty neutronów następują zanim nowo powstałe jądro niestabilne rozpadnie się.



Własności jąder definiujące przebieg ścieżki procesu r to m.in.

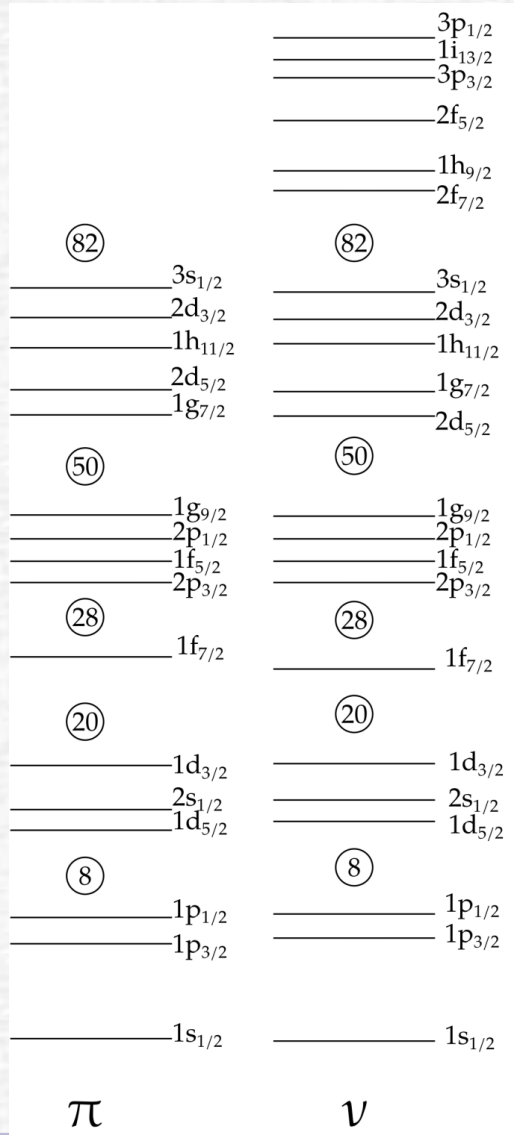
- czas połowicznego zaniku β ,
- **prawdopodobieństwo emisji neutronu opóźnionego** po rozpadzie β .

Motywacja badań – struktura nuklidów egzotycznych

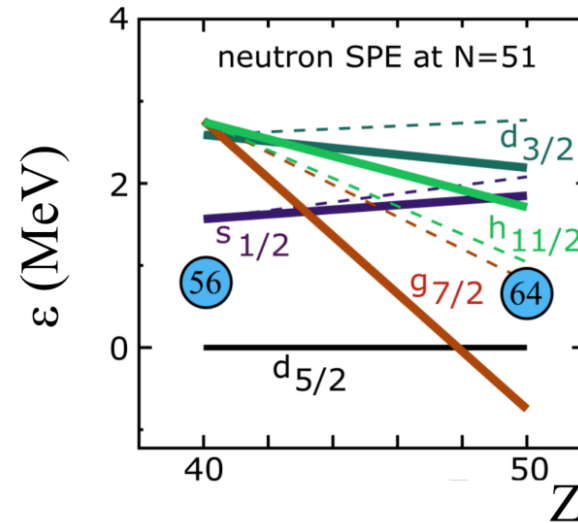
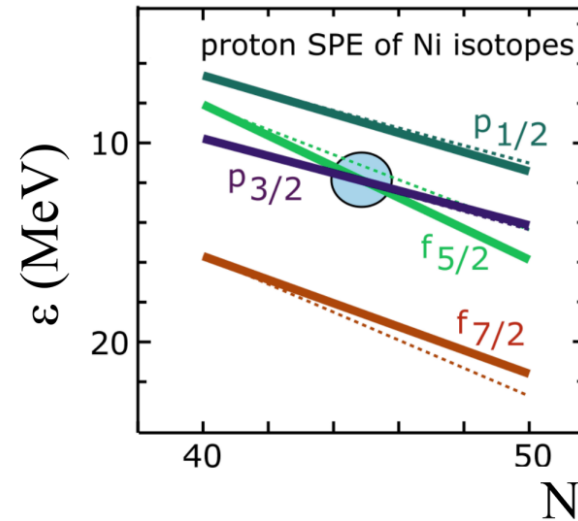


$$E_I(Z, N) = E_0(Z_0, N_0) + \sum_i^k E_i + \sum_{i>j}^k E_{ij} + \dots$$

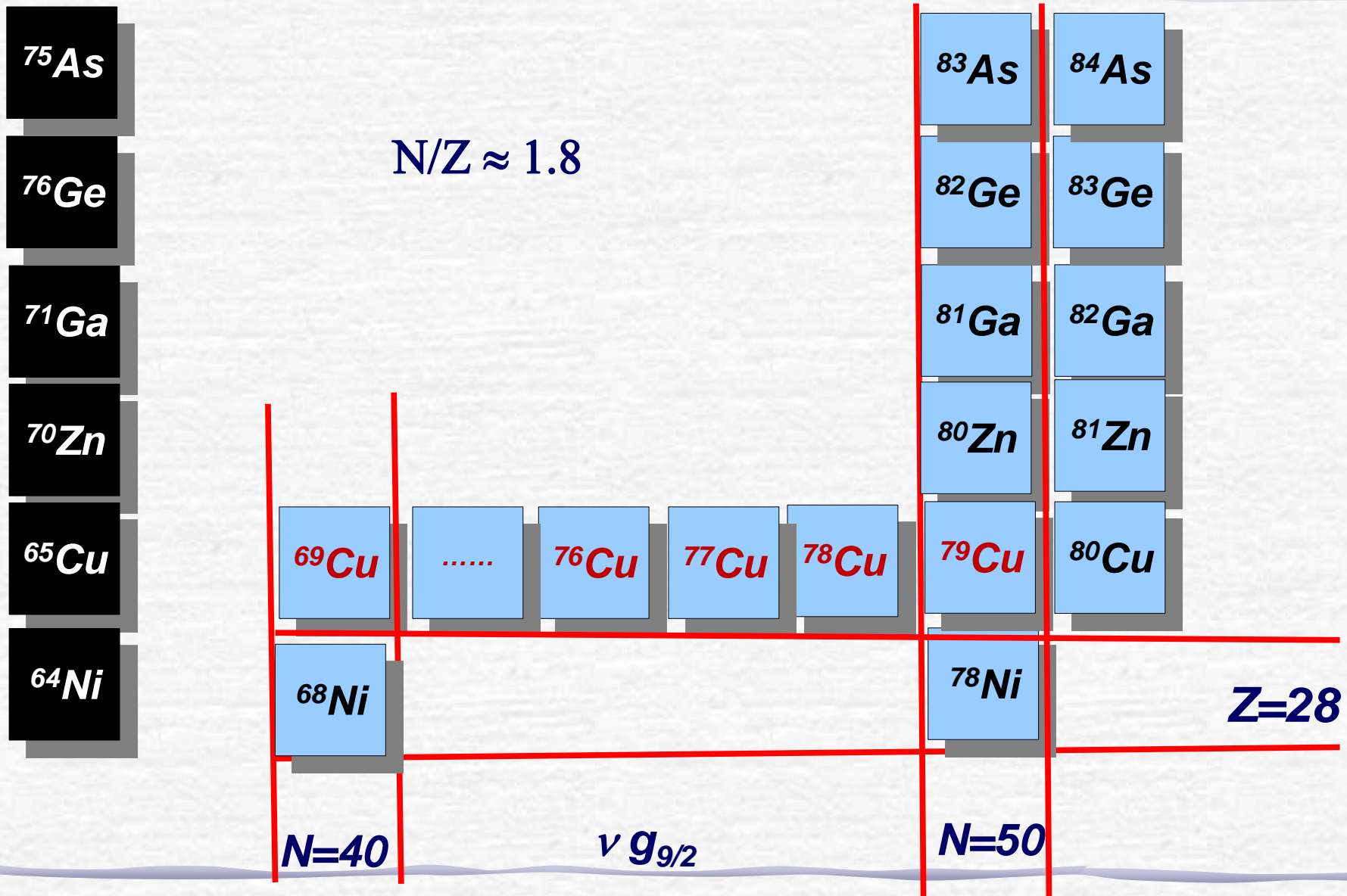
Motywacja badań – struktura nuklidów egzotycznych



Zapełnianie powłoki $g_{9/2}$

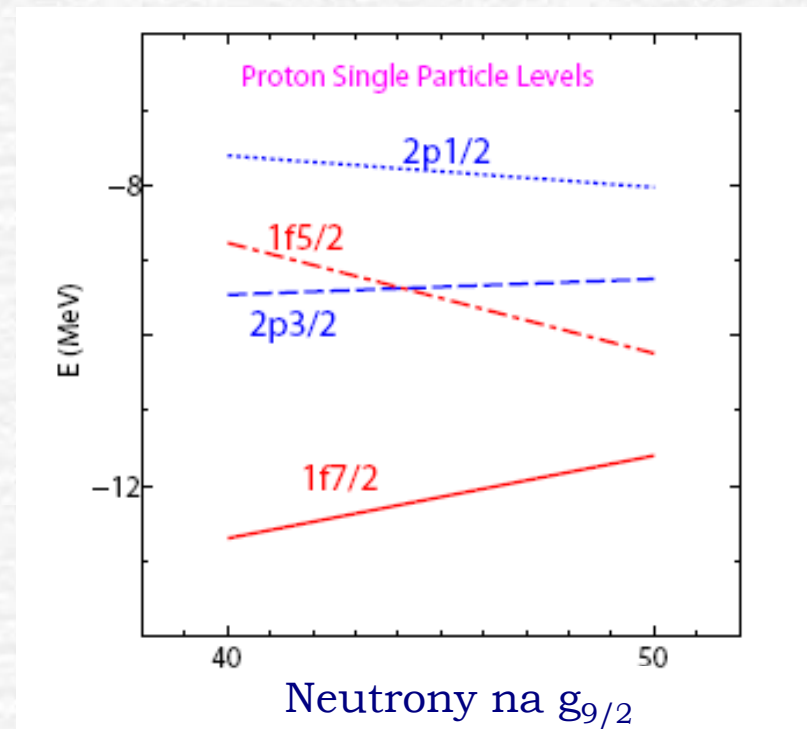
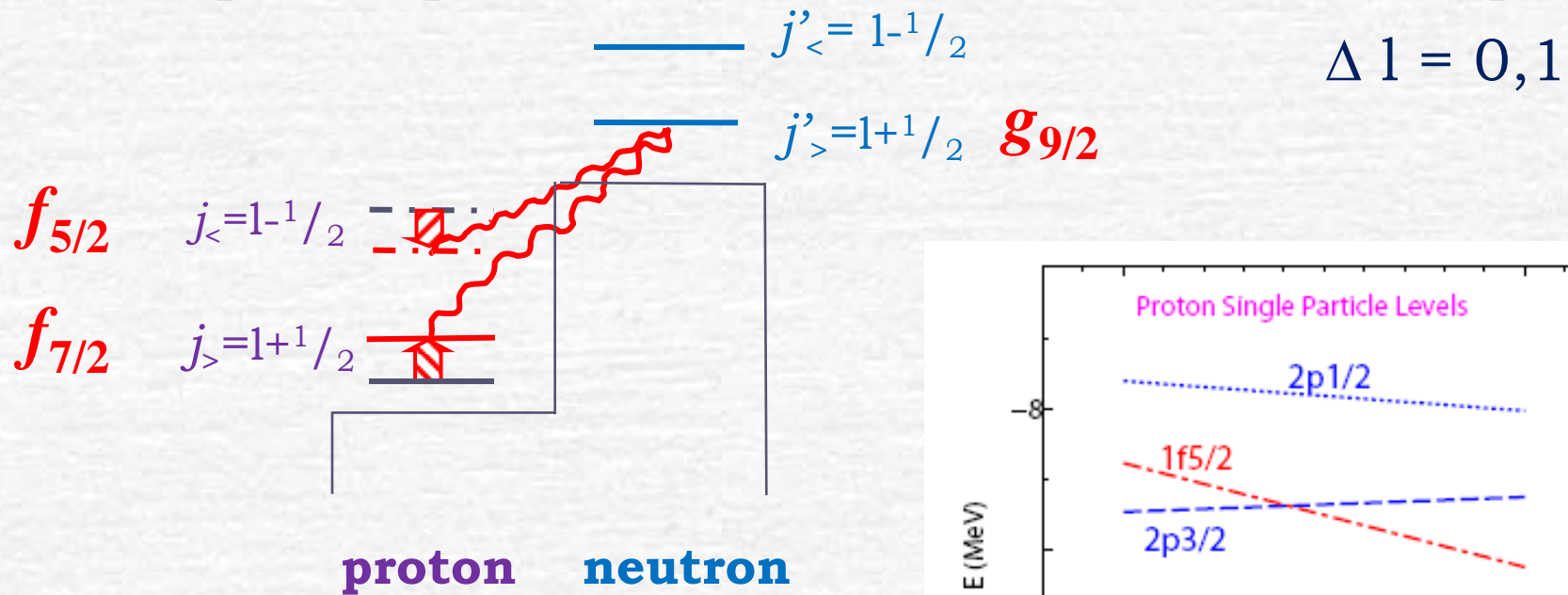


Podwójnie magiczne jądro ^{78}Ni



Motywacja badań c.d.

Rozszczepienie spin-orbita w zależności od wartości izospinu

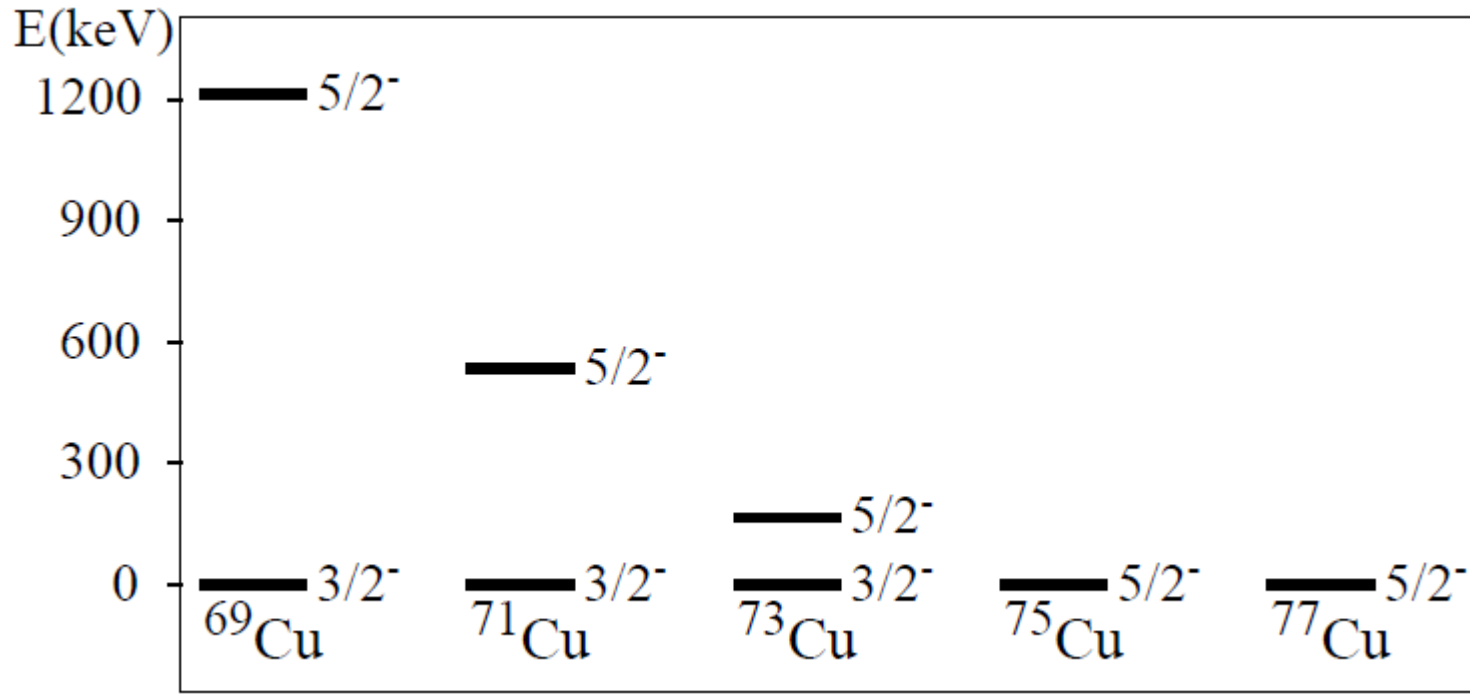


Pytanie:

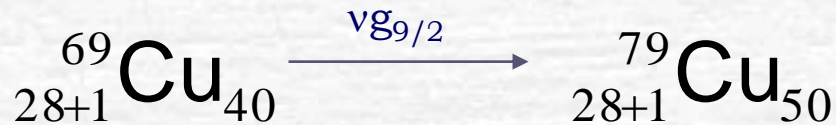
- punkt przecięcia poziomów protonowych $\pi p_{3/2}$ oraz $\pi f_{5/2}$ powyżej $Z=28$

T. Otsuka et al. Acta Phys. Pol. B 36, 1213 (2005)

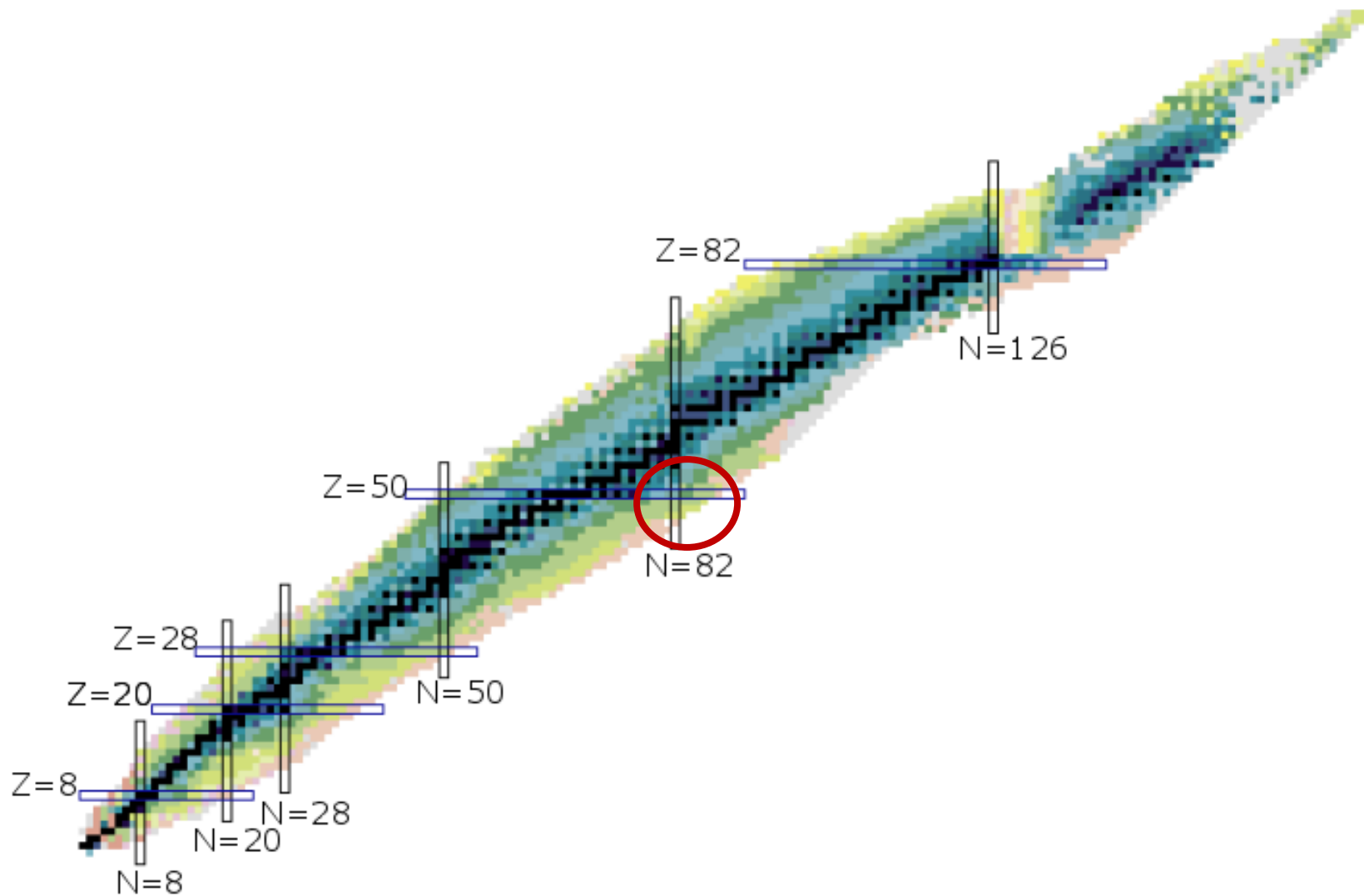
Motywacja badań – eksperyment ORNL



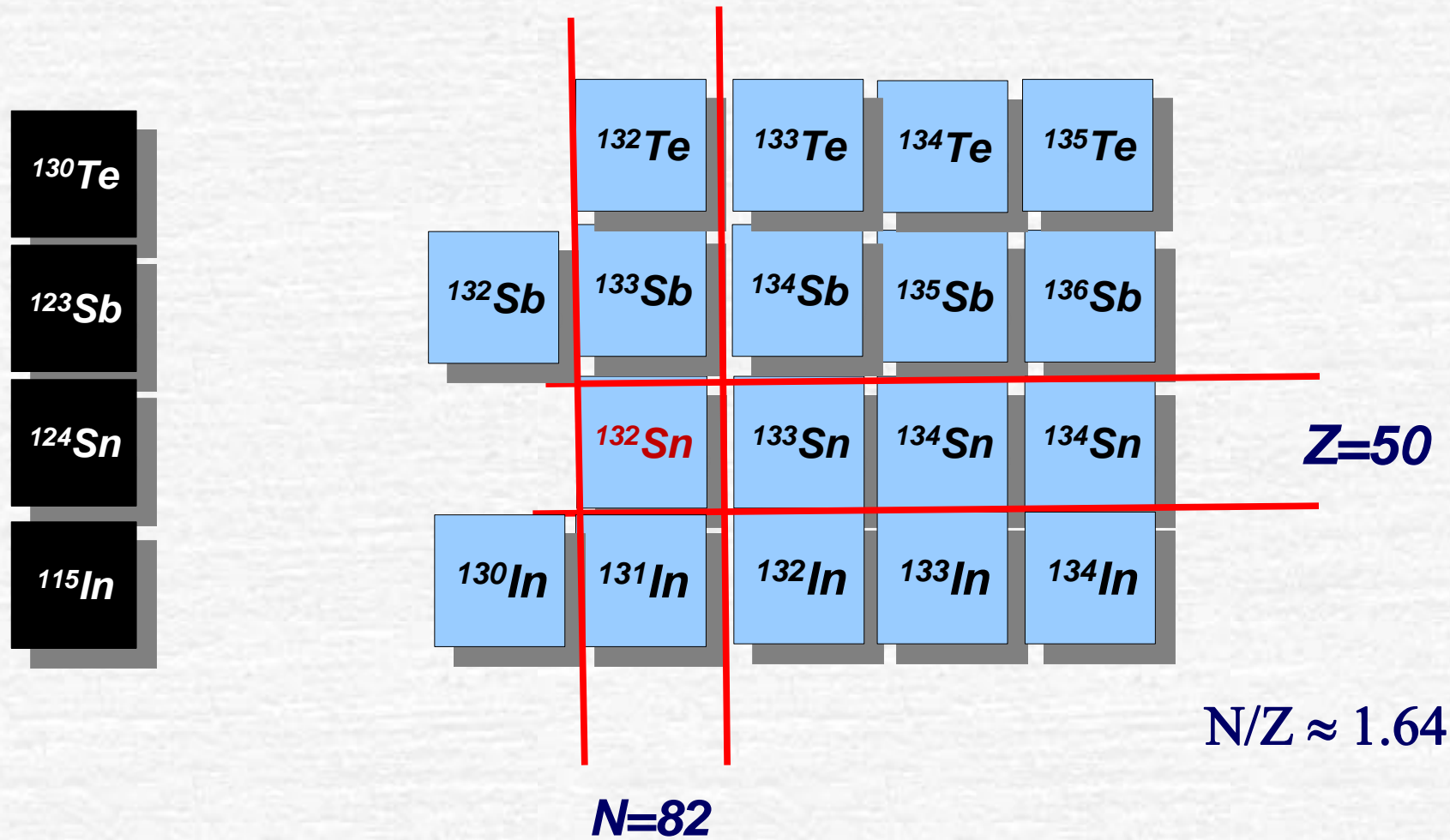
S. V. Ilyushkin et al. Phys. Rev. C 83, 014322 (2011)



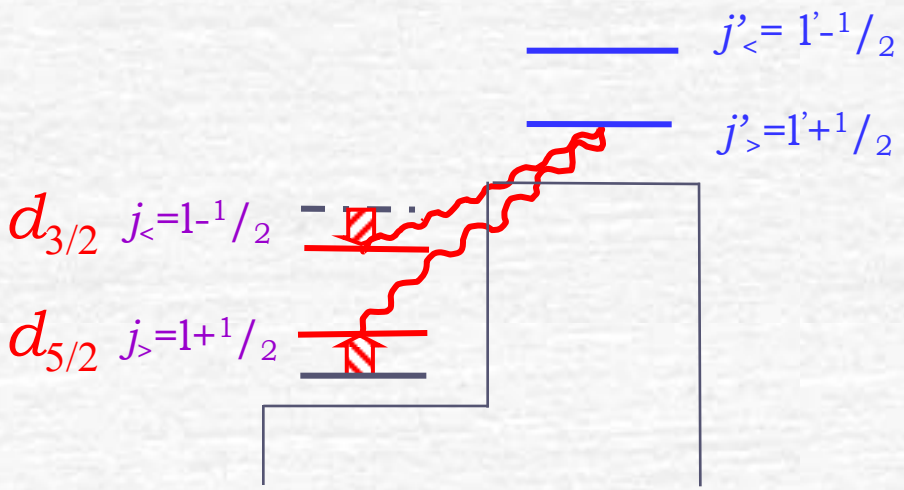
Motywacja badań – ^{132}Sn



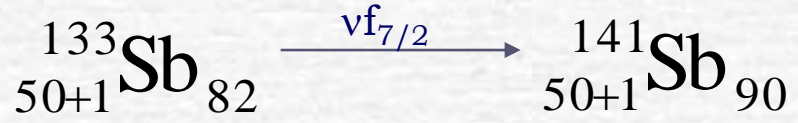
Podwójnie magiczne jądro ^{132}Sn



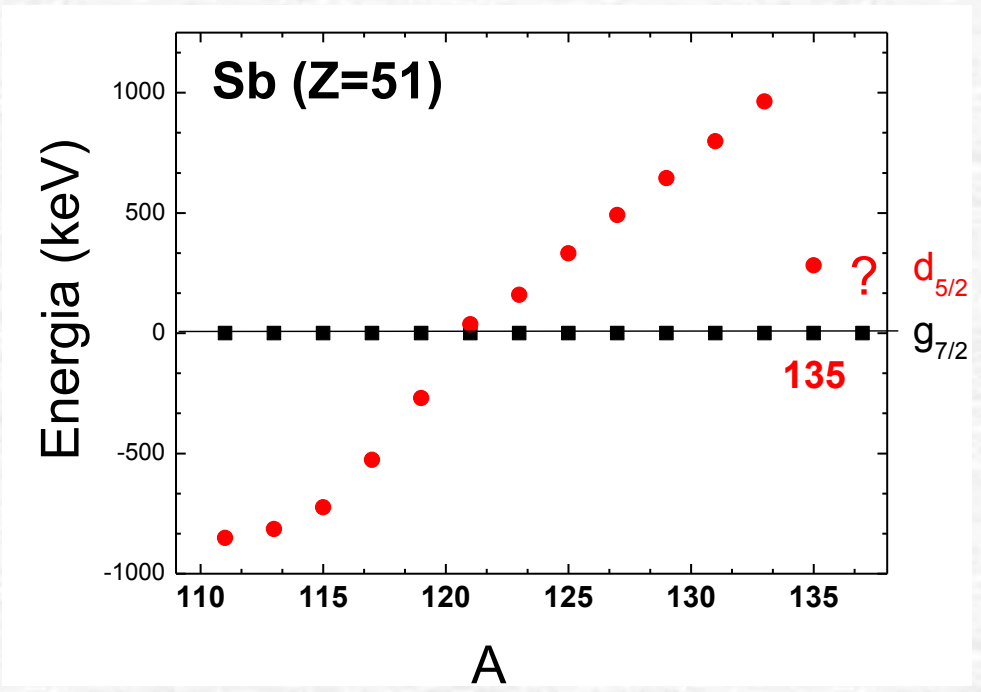
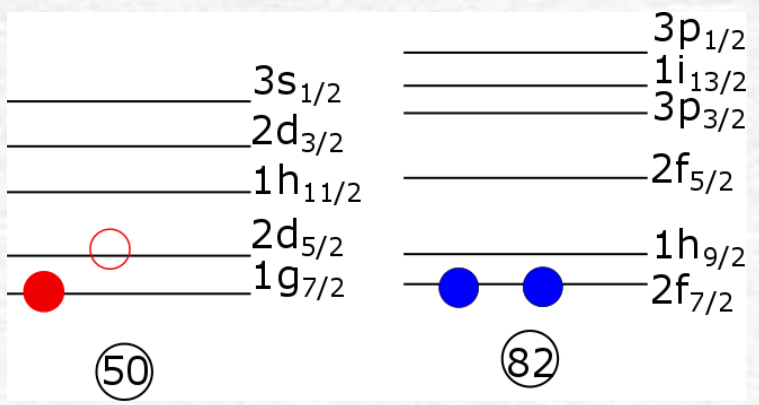
Podwójnie magiczne jądro ^{132}Sn c.d.



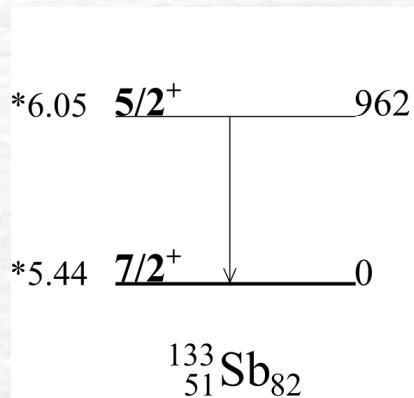
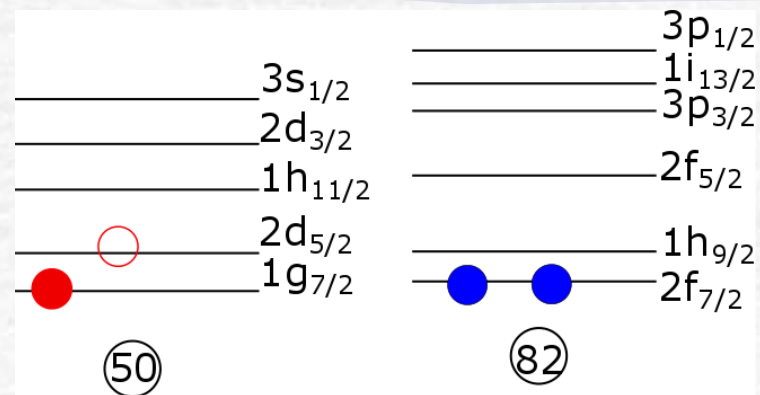
$f_{7/2}$



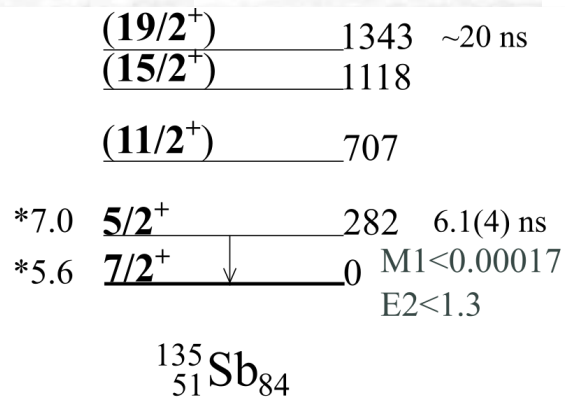
proton neutron



Stany wzbudzone w ^{135}Sb



Core + 1p

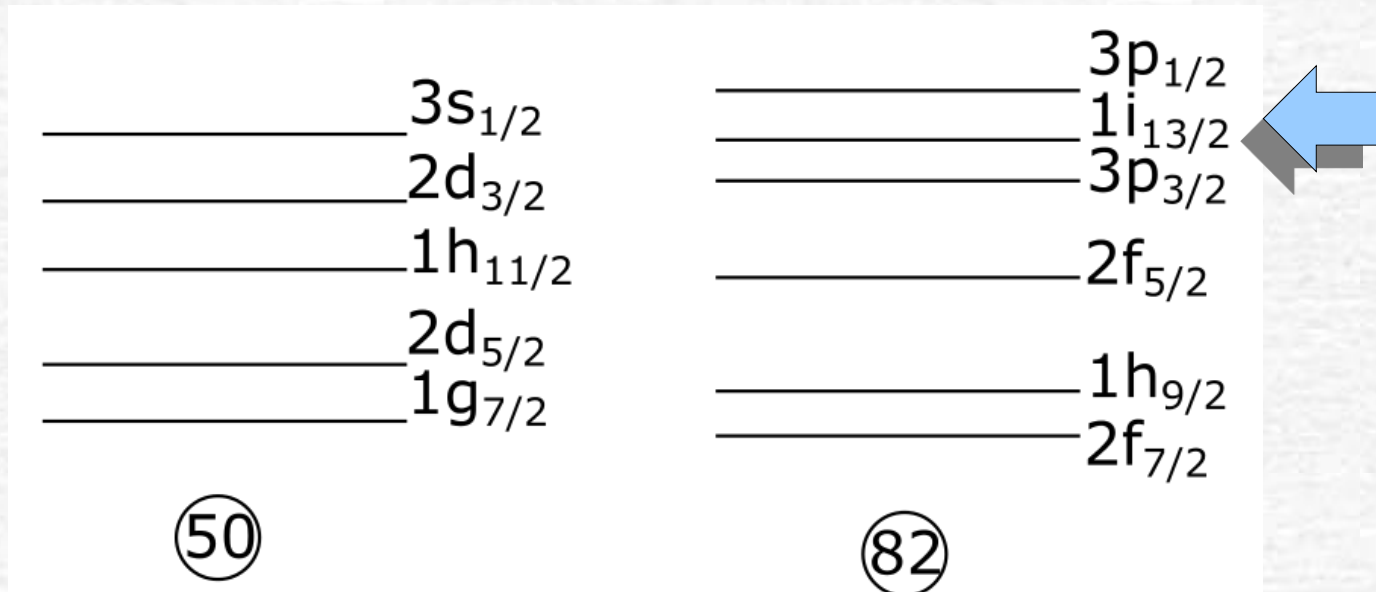


Core + 1p + 2n

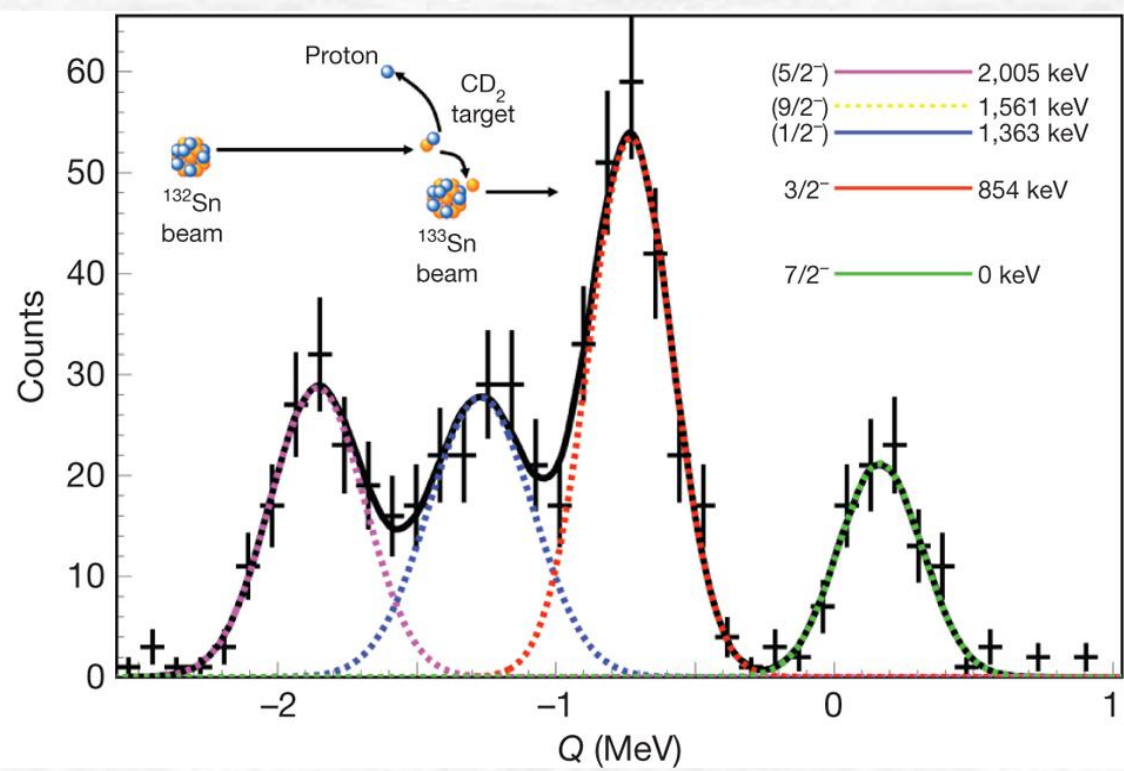
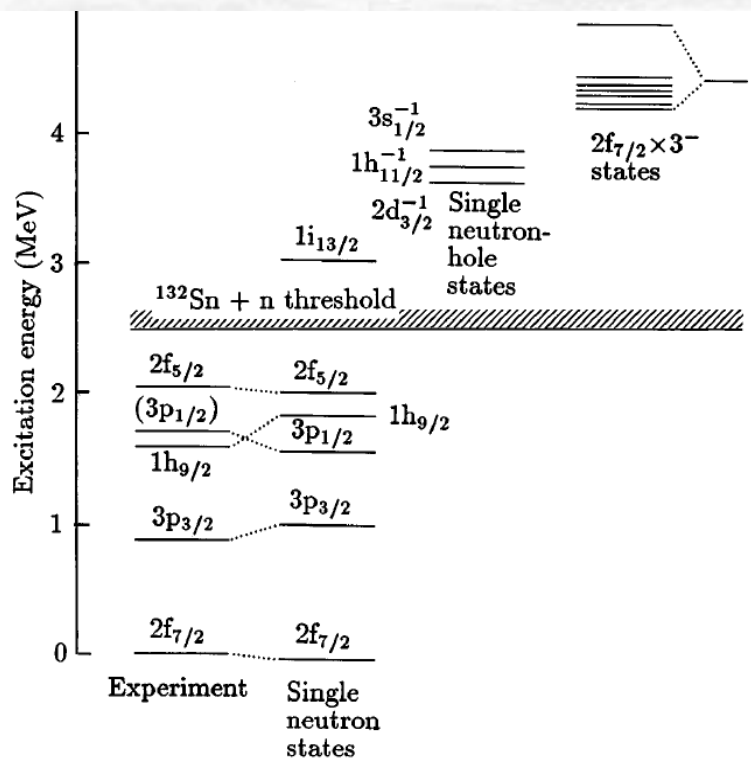
A.K. et al. Eur. Phys. J. A 32, 25 (2007).

Obszar ^{132}Sn

- migracja poziomów jednocząstkowych
- brak znajomości wszystkich energii jednocząstkowych



^{132}Sn – status badań

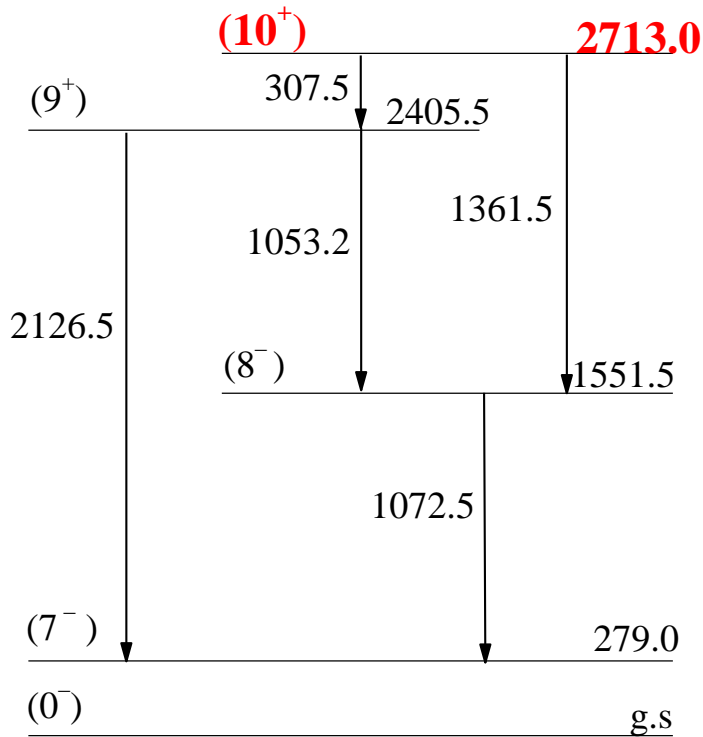


P. Hoff et al., PRL 77, 1020 (1996).

K. Jones et al. Nature 465, 454-457 (2010)

energia $\nu i_{13/2}$ - nieznaną

^{134}Sb – neutron + proton walencyjny

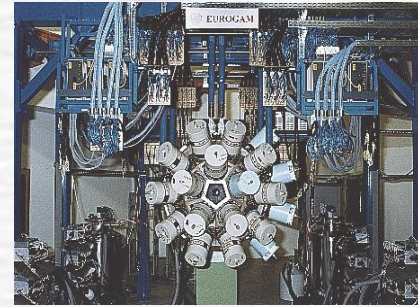


^{134}Sb

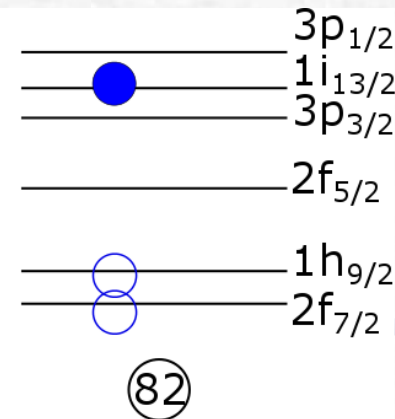
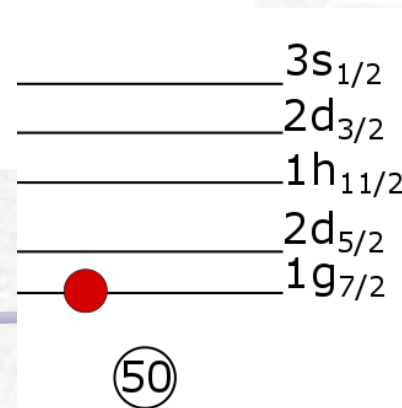
$$(\pi g_{7/2} \nu i_{13/2})_{10^+}$$

$$(\pi g_{7/2} \nu h_{9/2})_{8^-}$$

$$(\pi g_{7/2} \nu f_{7/2})_{0, \dots, 7}$$

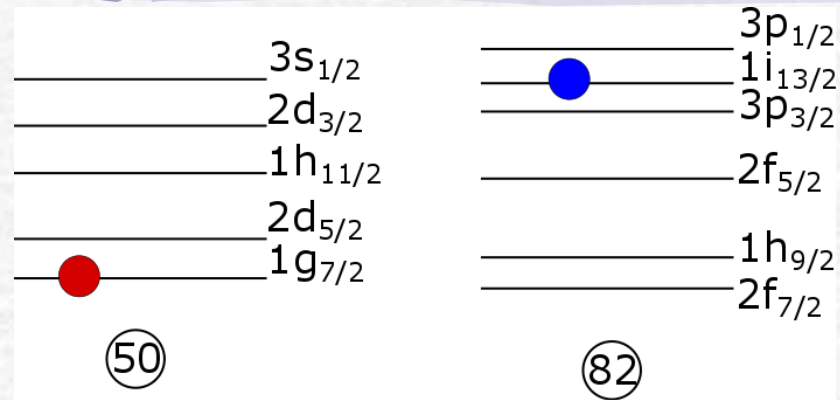


rozszcepienie ^{248}Cm



^{134}Sb – energia jednocząstkowa $\nu i_{13/2}$

$$E(10^+) = E(\pi g_{7/2}) + E(\nu i_{13/2}) + E_{\text{int}}$$



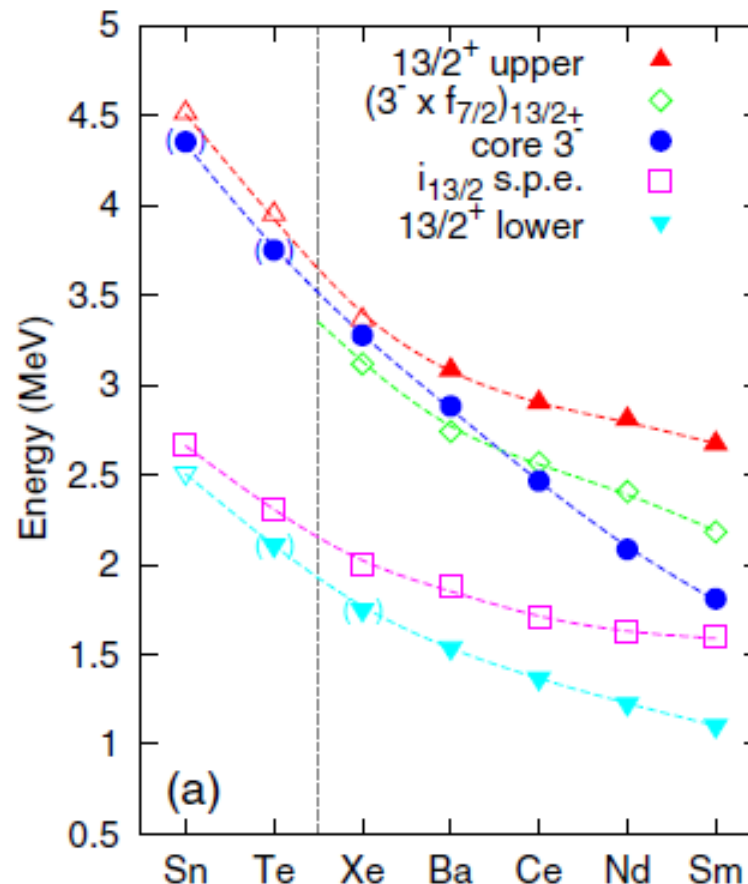
E_{int} – skalujemy z obszaru ^{208}Pb

$^{208}\text{Pb} \rightarrow ^{132}\text{Sn}$			^{132}Sn		
Configuration	V_0	V_1	Configuration	V_2	ΔV
$(\pi h_{9/2} \nu j_{15/2})_{12+}$	-621	-723	$(\pi g_{7/2} \nu i_{13/2})_{10+}$		
$(\pi h_{9/2} \nu g_{9/2})_{9-}$	-396	-461	$(\pi g_{7/2} \nu f_{7/2})_{7-}$	-488	-27
$(\pi h_{9/2} \nu i_{11/2})_{10-}$	-776	-903	$(\pi g_{7/2} \nu h_{9/2})_{8-}$	-976	-73
$(\pi i_{13/2} \nu g_{9/2})_{11+}$	-960	-1117	$(\pi h_{11/2} \nu f_{7/2})_{9+}$	-1154	-37
$(\nu g_{9/2} \nu i_{11/2})_{10+}$	-221	-257	$(\nu f_{7/2} \nu h_{9/2})_{8+}$	-280	-23
$(\pi h_{9/2} \pi f_{7/2})_{8+}$	+107	+125	$(\pi g_{7/2} \pi d_{5/2})_{6+}$	+201	+76

^{133}Sn – energia jednocząstkowa $\nu i_{13/2}$

$$E(\nu i_{13/2}) = 2669(70) \text{ keV}$$

$13/2^+$	$3^- \times 2f_{7/2}$
$13/2^+$	$i_{13/2}$



A.K. , P. Bączyk, W. Urban et al. *Phys. Rev. C* 91, 027303 (2015)

Propozycja nowego pomiaru – stany w ^{133}Sn

^{132}Sb	^{133}Sb	^{134}Sb	^{135}Sb	^{136}Sb	
^{131}Sn	^{132}Sn	^{133}Sn	^{134}Sn	^{135}Sn	N=82
^{130}In	^{131}In	^{132}In	^{133}In	^{134}In	
Z=50					

- przemiana β ^{133}In

$I^\pi = (9/2)^+$ stan podstawowy

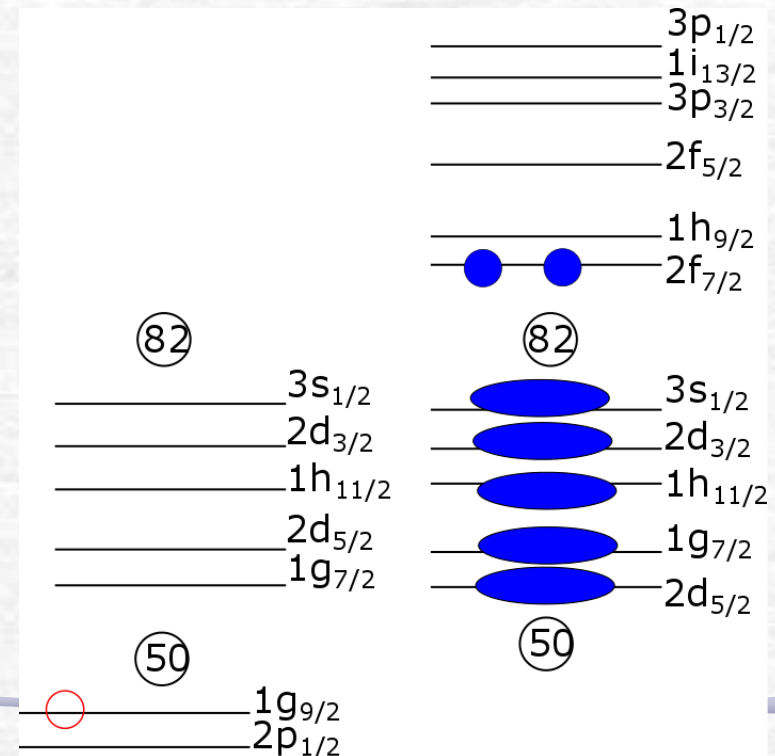
$I^\pi = (1/2)^-$ stan izomer.

- przemiana β_n ^{134}In

$I^\pi = (4 \text{ do } 7)^-$

$I^\pi = (9/2)^+ \Rightarrow 7/2, 9/2, 11/2$

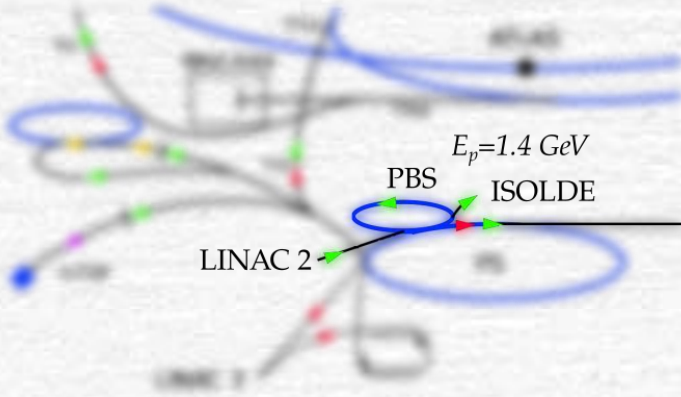
$I^\pi = (1/2)^- \Rightarrow 1/2, 3/2$



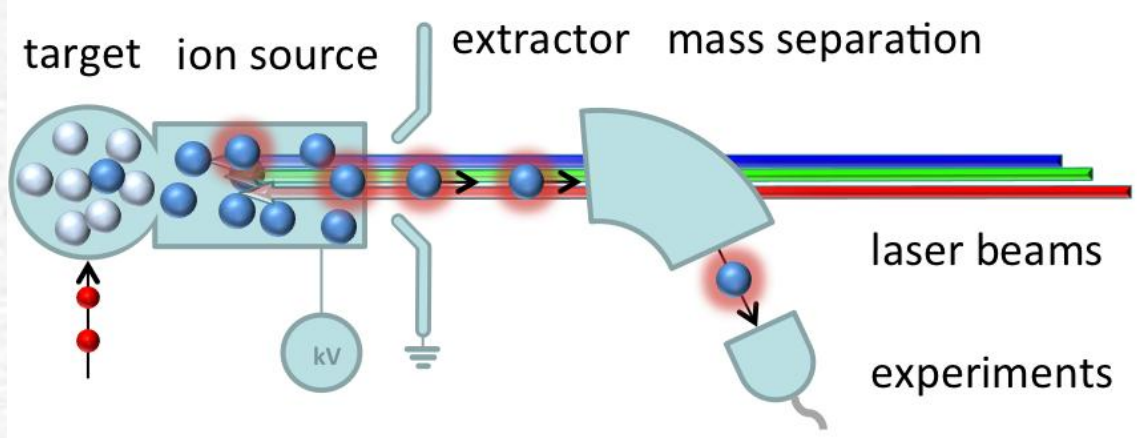
Eksperyment - CERN, ISOLDE

protony 1.4 GeV, $\sim 2 \mu\text{A}$

tarcza UC_x



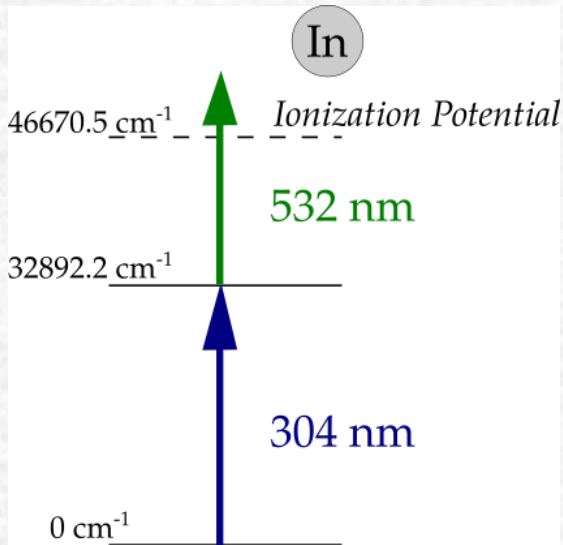
RILIS The Resonance Ionization Laser Ion Source



<http://rilis.web.cern.ch>

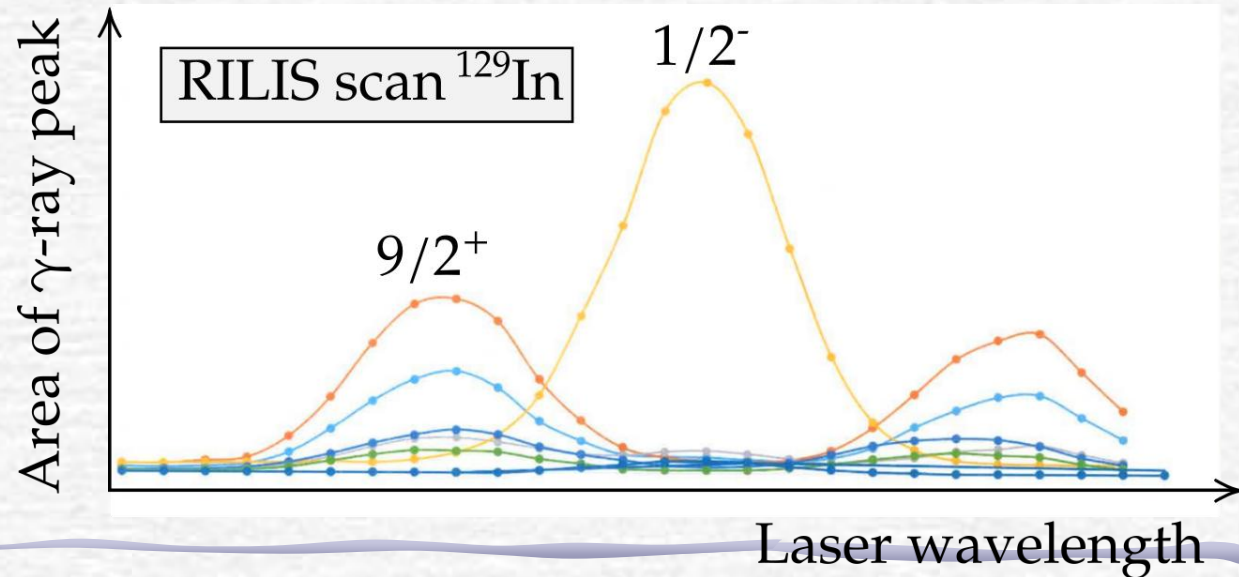
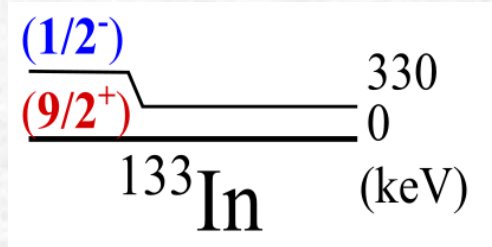
Eksperyment - CERN, ISOLDE

RILIS The Resonance Ionization Laser Ion Source

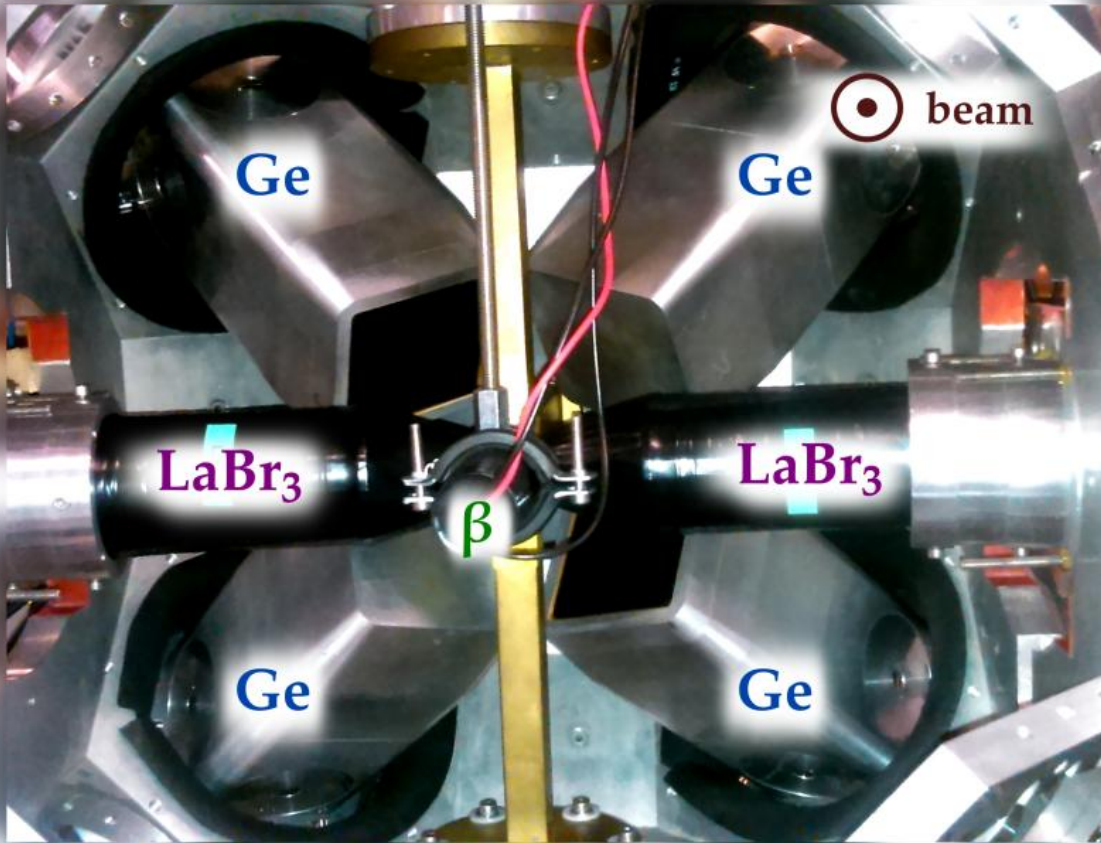


Separator masowy - A

Laser – selekcja Z

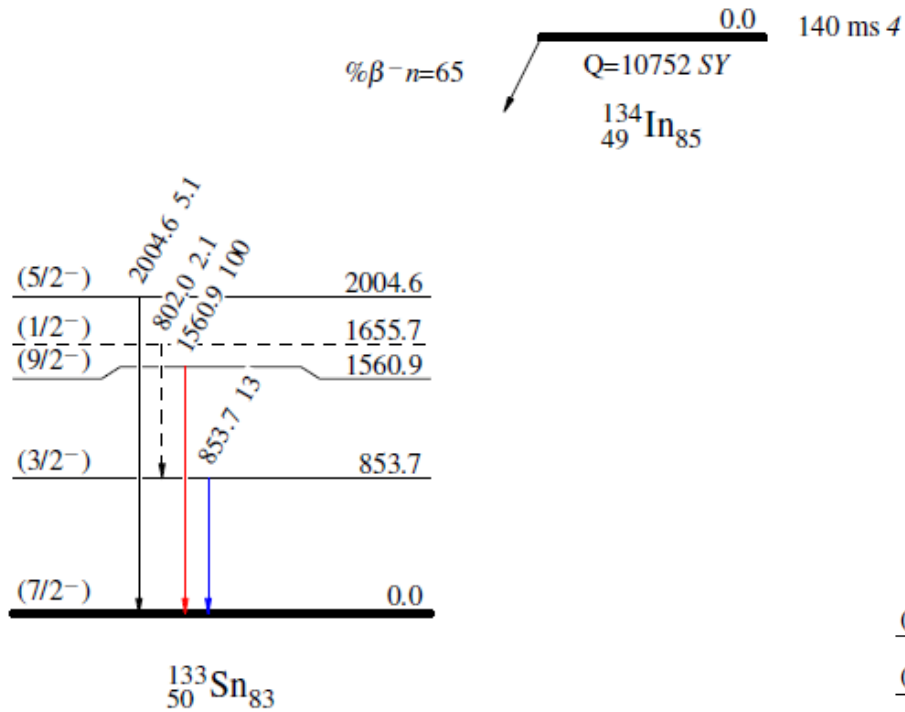


Eksperyment – układ detekcji



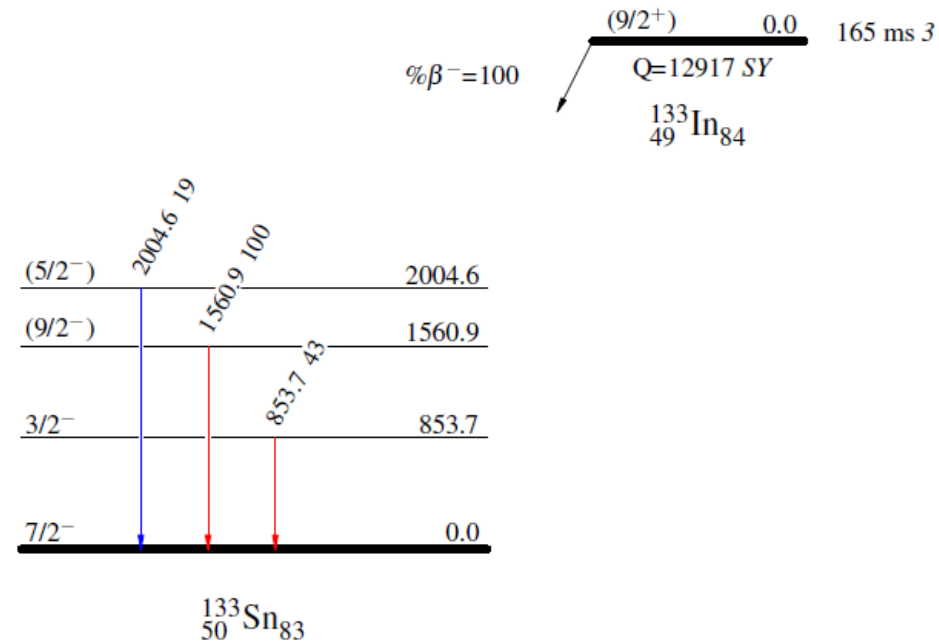
- Ge:
 - 1.2 MeV – 3.7 %
 - 4.3 MeV – 1.3 %
- korelacja z protonem
- elektronika cyfrowa

Status badań: przemiana β $^{133, 134}\text{In}$



P. Hoff:

- problem: bardzo duże P_n ,
- $A=134$ – stany w ^{133}Sn ,
- $A=133$ niska statystyka



P. Hoff et al., PRL 77, 1020 (1996).

<http://www.nndc.bnl.gov>

Podsumowanie

- ISOLDE, CERN: przemiana β $^{133,134}\text{In}$
- po raz pierwszy osobno zbadano przemianę β stanu podstawowego $I^\pi = (9/2)^+$ i izomerycznego ^{133}In $I^\pi = (1/2)^-$