

Low Lying States in ^{72}Ni

Filippo Angelini

M. L. Cortés, J. J. Valiente Dobón, P. Doornenbal, A. Obertelli

Congresso SIF, 14-18 settembre 2020

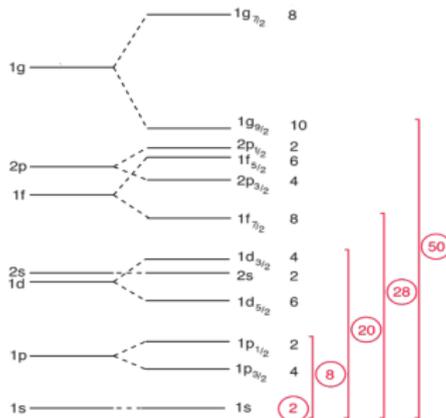


Modello nucleare a shell

- Risoluzione eq. di Schrödinger per singolo nucleone
- Campo medio generato dal *core*
- Interazione spin-orbita

Livelli discreti e shell gaps

Shell chiuse: numeri magici (2, 8, 20, 28, 50, 82, 126)



Shell Evolution

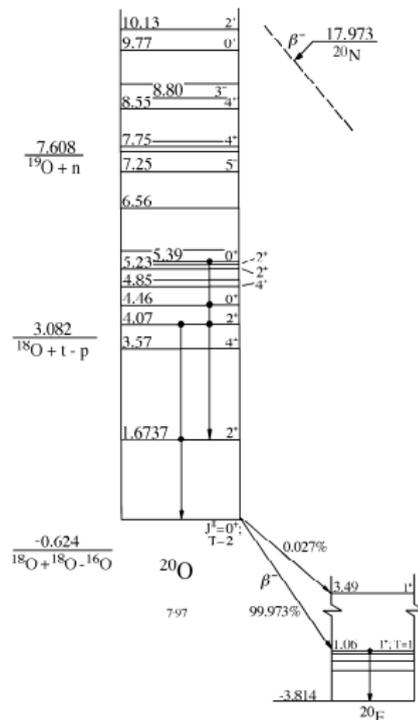
- Modifica nei gap di energia lontano dalla stabilità.
- Evoluzione dei numeri magici. (es.: comparsa $N = 32$, $N = 34$ negli isotopi di Ca)

Schema dei livelli

- Nucleoni si muovono dallo stato fondamentale
- Stati identificati da energia e J^π
- Transizioni γ tra stati eccitati
- Costruzione schema dei livelli energetici

Da sito TUNL:

<https://tunl.duke.edu/sites/tunl.duke.edu/files/nucldata/>



Isotopi di Ni

28 protoni: shell $\pi 1f_{7/2}$ chiusa.

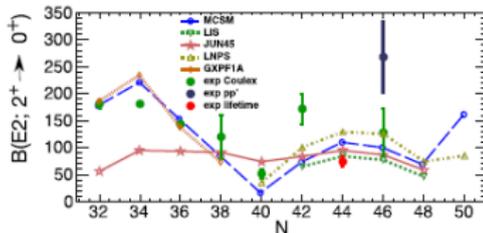
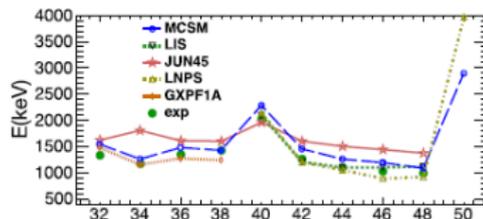
$Z = 28$ rimane magico lontano dalla stabilità?

Comportamenti diversi in funzione di N :

- $E(2^+)$ ha picchi per chiusure di shell ($N=28,40,50$), altrimenti costante \rightarrow sintomo di *magicità*
- $B(E2)$ ha andamento non chiaro dopo $N = 40$

\Rightarrow Si possono esaminare i livelli energetici tramite reazioni

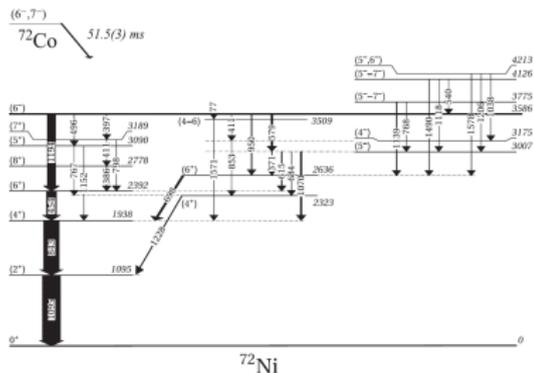
Nel ^{72}Ni e ^{74}Ni scompare **seniority isomer** ($\tau \sim \mu\text{s}$) per stato 8^+ , osservato negli isotopi vicini ^{70}Ni e ^{76}Ni



Da K. Kolos *et al.*, PRL 116, 122502 (2016)

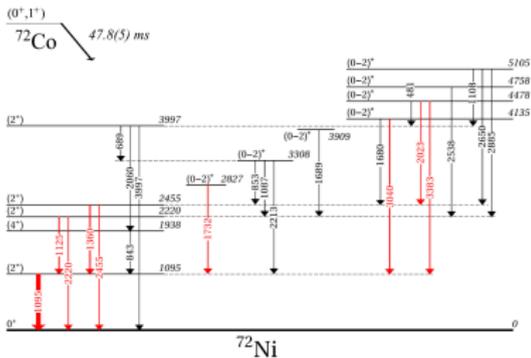
Seniority ν

nucleoni non accoppiati con $J = 0$



Livelli energetici ispezionati con esperimenti di β -decay [1] e inelastic scattering [2].

Vite medie misurate per stati 2_1^+ , 4_1^+ [3] e 6_1^+ [4]



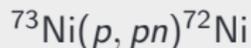
Da [1]

- [1] A. I. Morales *et al.*, Phys. Rev. C 93, 034328 (2016)
- [2] M. L. Cortés, PhD Thesis, TU Darmstadt, 2016
- [3] K. Kolos *et al.*, Phys. Rev. Lett. 116, 122502 (2016)
- [4] A. I. Morales *et al.*, Phys. Lett. B 781 (2018,) 706-712

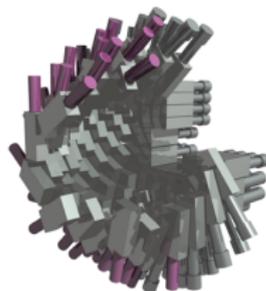
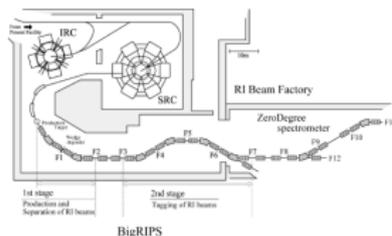
Campagna SEASTAR

- Alla Radioactive Isotope Beam Factory
- Fascio di isotopi radioattivi da fissione indotta di ^{238}U (345 MeV/nucleone)
- Reazioni con target di H_2 liquido (MINOS [1])
- Separazione e identificazione nuclei padri e figli (BigRIPS, ZeroDegree [2])
- Rivelazione γ : array di 186 scintillatori di $\text{NaI}(\text{TI})$ (DALI2 [3])

Neutron knockout



Proton knockout



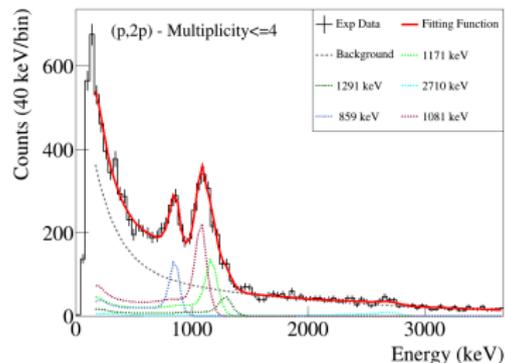
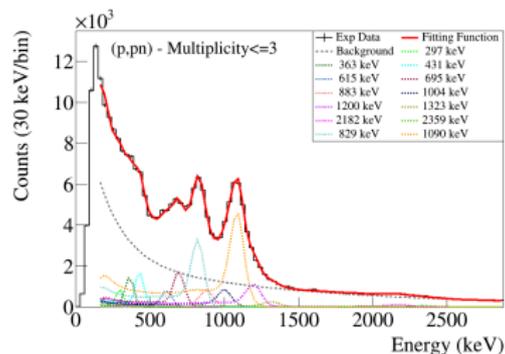
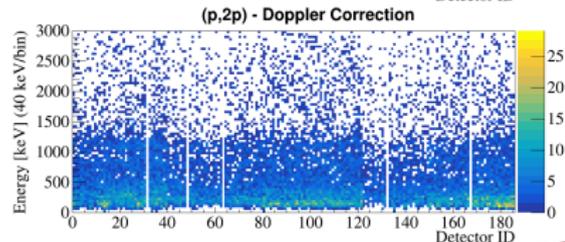
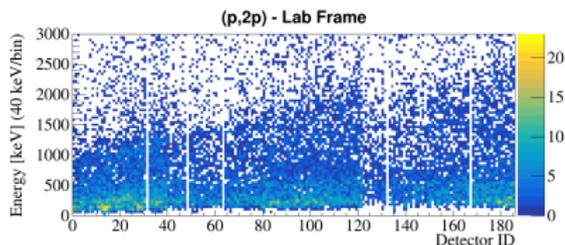
[1] A. Obertelli *et al.*, *Eur. Phys. J. A*, 50(1), 2014

[2] T. Kubo *et al.*, *Prog. Theor. Exp. Phys.*, 2012(1), 2012

[3] S. Takeuchi *et al.*, *Nucl. Instr. Methods in Phys. Res. Sect. A*, 763:596–603, 2014.

Fitting e analisi degli spettri

- Correzione Doppler degli spettri.
- Risposta di DALI2 simulata tramite software Geant4.
- Fit degli spettri.
- Analisi delle coincidenze.



Schema livelli sperimentale

Dalla analisi delle coincidenze si trova un ordinamento delle transizioni γ .

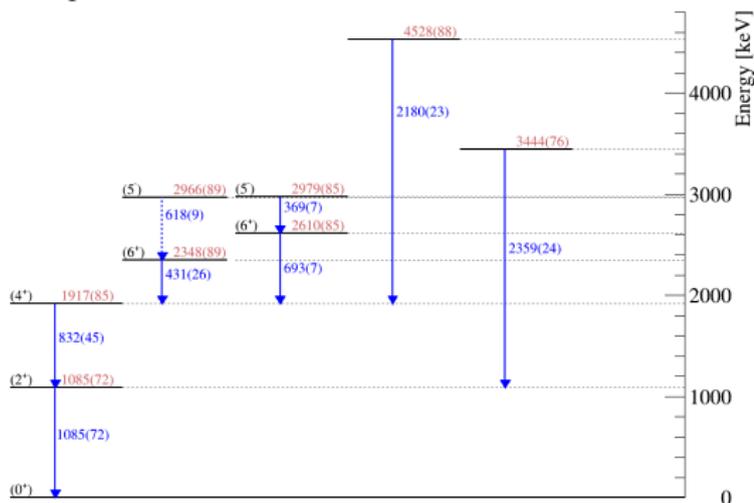
Assegnazione J^π tramite confronto con [1].

Riconosciuti 5 livelli già noti. (2^+ , 4^+ , 6_1^+ , 6_2^+ , 5^-)

Trovate 2 transizioni ad alta energia non identificate. (2180(23), 2359(24) keV)

[1] A. I. Morales et al., Phys. Rev. C 93, 034328 (2016)

Experimental Level Scheme



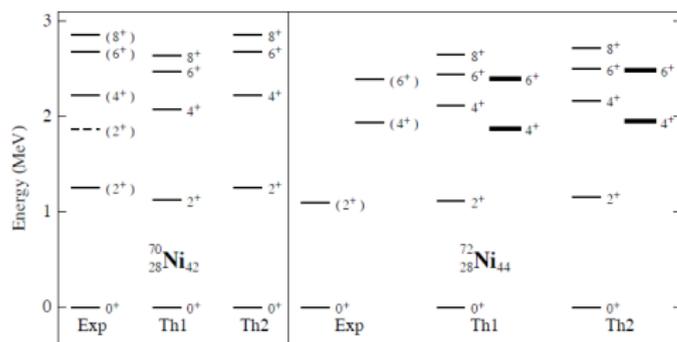
Vite medie e seniority isomers

Neutron knockout:

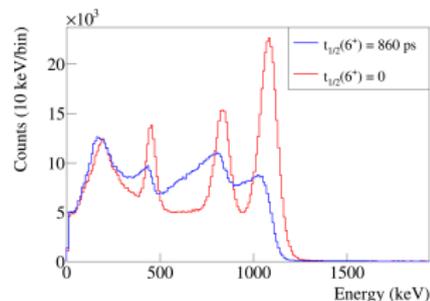
shift sistematico picchi 2^+ , 4^+ , 6_1^+

Per 6_1^+ è stato misurato $t_{1/2} = 860(60)$ ps

(A. I. Morales et al., Phys. Lett. B 781 (2018) 706-712)

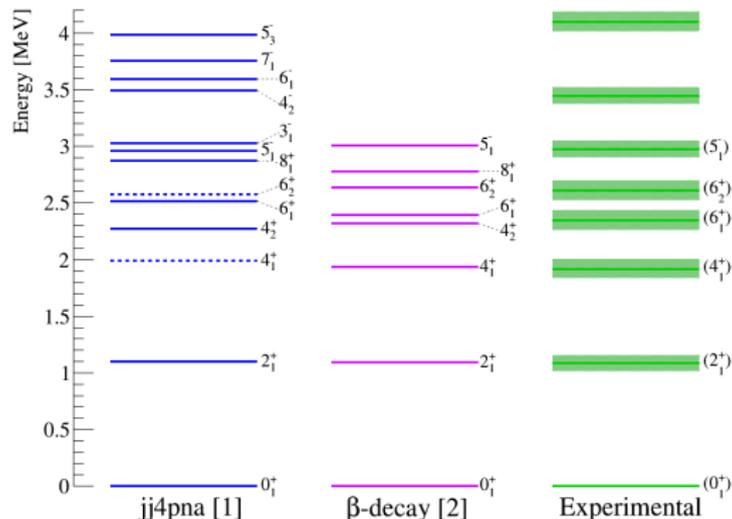


Da P. Van Isacker, 2011 J. Phys.: Conf. Ser., 322, 012003



Scomparsa seniority isomer (8^+)
nel ^{72}Ni : stato 6^+ con $\nu = 4$ si
manifesta a energia più bassa

Confronto con modello



Calcoli di shell model per livelli energetici e J^π di ^{72}Ni eseguiti con il codice KSHELL, usando l'interazione $jj4pna$ [1]. Le linee continue blu indicano gli stati popolati piÙ probabilmente nel canale (p, pn) .

Confronto con lavoro su decadimento β [2]

[1] A. F. Lisetskiy *et al.*, Phys. Rev. C 70, 044314 (2004)

[2] A. I. Morales *et al.*, Phys. Rev. C 93, 034328 (2016)

Conclusioni e prospettive

Conclusioni:

- Schema dei livelli concorda con dati precedenti e aggiunge 2 transizioni.
- Si osserva l'effetto della vita media dello stato 6_1^+ del ^{72}Ni .
- Modello è in buon accordo con dati (energie e fattori spettroscopici)
→ indizio a favore della magicità di $Z = 28$.

Prospettive:

- Misura della vita media dello stato 6_1^+ con DALI2.
- Dallo stesso dataset possibile analisi su isotopo vicino ^{74}Ni .