الجمهوريّة العربيّة السوريّة

وزارة التعليم العالي

جامعة البعث ـ كليّة العلوم

قسم الفيزياء

النموذج الطبقي ونَوى الطبقة fp

Shell Model and The fp Shell nuclei

رسالة قُدّمت لنيل درجة الماجستير في الفيزياء الإشعاعيّة

أعدّها الطالب

نورس غازي الهلامي

إشراف

د. فاطمة الحلموشي

أستاذ في قسم الفيزياء ـ جامعة البعث

1435هـ — 2014 م

Syrian of Arab Republic

Ministry of High Education
College of Sciences _ Al-Baath University
Department of Physics

Shell Model and The fp Shell nuclei

A thesis is submitted for the degree of master of Radiations Physics

By

Nawras Ghasy Al houlami

Supervised by

Dr. Fatima AL _ Halmoushi

at Al Baath Univ.

1435 *A.H* – 2014 *A.D*.

النموذج الطبقي ونَوى الطبقة fp

الملخص

أُنجز في هذا البحث اعتماداً على النموذج الطبقي ما يلي:

- ❖ حُسبت السويّات الطاقيّة وطاقات الإثارة الأولى لتسع نَوى هي: نَوى $^{42}_{20}Ca$ ، $^{42}_{22}Ti$ ، $^{42}_{21}Sc$ ، $^{38}_{20}Ca$ ، $^{38}_{18}Ar$ ، $^{38}_{19}K$ ، $^{50}_{20}Ca$ ، $^{50}_{22}Ti$ ، $^{58}_{28}Ni$ تمتلك نيوكلوني تكافؤ تنسب للطبقة fp .أُجريت الحسابات لهذه النَوى باستخدام كمون دلتا السطحي المعدَّل(MSDI) كتفاعل مُتبقي بين نيوكلوني التكافؤ، وذلك في حالتين: حالة كون التَشكيلة النيوكلونيّة نقيّة، وحالة أخذ خلط التَشكيلات النيوكلونيّة بالاعتبار.

  ولقد تَبينَ أنَّ أخذ خلط التَشكيلات النيوكلونيّة بالاعتبار يُعطي نتائج أفضل مُقارنةً مع القيم التجريبيّة.

- ❖ حُسبت السويّات الطاقيّة وطاقات الإثارة لنواتين هما نواة $^{43}_{20}Ca$ ونواة $^{53}_{25}Mn$ تمتلك كل منهما ثلاثة نيوكلونات تكافؤ، وذلكَ في حال كون التَشكيلة النيوكلونيّة نقيّة، وذلك بالاستعانة بتقنيّة مُعاملات الفصل النسبيَّة (CFP) لإنجاز الحسابات.
- ❖ حُسبت طاقات الإثارة للنواتين $^{44}_{20}Ca$ و $^{52}_{24}Cr$ تمتلك كل منهما أربع نيوكلونات تكافؤ وذلك في حال كون التَشكيلة النيوكلونيّة نقيّة. وهنا ظهرَت الحاجة لإدخال عدد كوانتي إضافي جديد "Seniority " " الأسبقيّة" وذلك لتمييز الحالات النيكلونية المؤدية لظهور مختلف السويّات الطاقيّة مُتساوية العزم الكلّي عن بَعضها البَعض.
- ❖ حُسبت الانتقالات الكهرطيسيّة وعمر النصف لسويّة الإثارة الأولى لعدد من النَوى المُختلفة هي:

  ـ نَوى $^{39}_{19}K$ ، $^{49}_{21}Sc$ ، $^{47}_{20}Ca$ ، $^{57}_{28}Ni$ ، $^{55}_{27}Co$ التي تمتلك نيوكلون تكافؤ وحيد.

  ـ نواة $^{40}_{19}K$ ونواة $^{56}_{27}Co$ اللتان تمتلكان جسيم ـ ثقب في حال عدم انحفاظ (تغيُّر) الشحنة.

  ـ نواة $^{40}_{20}Ca_{20}$ التي تَمتلك جسيم ـ ثقب في حال انحفاظ (عدم تغيرها) الشحنة.

  ـ نَوى $^{42}_{22}Ti$ ، $^{42}_{21}Sc$ ، $^{38}_{18}Ar$ ، $^{50}_{22}Ti$ ، $^{50}_{21}Sc$ ، $^{58}_{28}Ni$ ، $^{54}_{26}Fe$ التي تمتلك نيوكلوني تكافؤ.

  ـ طبق مفهوم خلط التَشكيلات النيوكلونيّة على نواتين من النَوى السابقة هما نواة $^{38}_{18}Ar$ ونواة $^{42}_{21}Sc$ فوَجدنا تَحسُّناً في القيم النظريّة عندَ مُقارنتها مع القيم التجريبية.

❖ حُسبت قيمة $\log ft$ وعمر النصف لتفكك بيتا لعدد من النَوى الفضاء fp هي:

ـ نَوى $^{41}_{21}Sc$ ، $^{39}_{20}Ca$ ، $^{57}_{29}Cu$ ، $^{55}_{28}Ni$ تمتلك كل منها نيوكلون تكافؤ وحيد.

ـ نواة القلب المُغلق $^{56}_{28}Ni_{28}$ التي تتفكك من السويّة الأساسيّة لفضاء هارتري ـ فوك إلى سويّة الإثارة 1^+ لنواة $^{56}_{27}Co$ التي تمتلك جسيم من النيوترونات ـ ثقب من البروتونات.

ـ نواة $^{40}_{21}Sc$ التي تمتلك جسيم من البروتونات ـ ثقب من النيوترونات وتتفكك من إحدى سويّات فضاء هارتري ـ فوك إلى سوية إثارة لنواة القلب المُغلق $^{40}_{20}Ca_{20}$.

ـ نَوى $^{42}_{22}Ti$ ، $^{42}_{21}Sc$ ، $^{38}_{19}K$ ، $^{58}_{30}Zn$ ، $^{58}_{29}Cu$ ، $^{54}_{27}Co$ التي تمتلك كل منها نيوكلوني تكافؤ.

ـ طبقت فكرة خلط التَشكيلات النيوكلونيّة على إحدى النَوى السابقة وهي نواة $^{42}_{21}Sc$ فكانت النتيجة أن تَحسّنت القيم النظريّة مُقارنة مع القيم التجريبية.

Shell Model and The fp Shell nuclei

Abstract:

In this thesis, using shell model:

- The energy levels and the first excitation energies for the nine nuclei: $^{42}_{20}Ca$, $^{42}_{22}Ti$, $^{42}_{21}Sc$, $^{38}_{20}Ca$, $^{38}_{18}Ar$, $^{38}_{19}K$, $^{50}_{20}Ca$, $^{50}_{22}Ti$ and $^{58}_{28}Ni$ each of which have two valance nucleons in the fp space, are calculated using MSDI potential as a residual interaction between the two valance nucleons. The calculations have been carried in the two cases: nucleons configuration is pure and by taking the concept of configuration mixing into consideration.

It was found that taking configuration mixing into consideration enhance the results considerably in comparison with the experimental data.

- Energy levels and excitation energies in the case of pure configuration are calculated for the two nuclei $^{43}_{20}Ca$ and $^{53}_{25}Mn$ each of which have three valance nucleons in the fp space. The concept of Coefficients of Fractional Parentage (CFP) was needed.

- Excitation energies in the case of pure configuration are calculated for the two nuclei: $^{44}_{20}Ca$ and $^{52}_{24}Cr$ each of which have four valance nucleons in the fp space. The concept of Seniority quantum number which was added to distinguish between nucleon's states which lead to the same value of angular momentum was used.

- Electromagnetic transition probabilities and the half-life time of the first exited states are calculated for a number of nuclei in the fp space:

- $^{39}_{19}K$ ، $^{49}_{21}Sc$ ، $^{47}_{20}Ca$ ، $^{57}_{28}Ni$ and $^{55}_{27}Co$ each one have one valance nucleons.
- $^{40}_{19}K$ and $^{56}_{27}Co$ have one particle-one hole in Hartree-Fock space in the case of charge changing.
- $^{40}_{20}Ca_{20}$ have one particle-one hole in Hartree-Fock space in the case of charge conserving.
- $^{42}_{22}Ti, ^{42}_{21}Sc, ^{38}_{18}Ar, ^{50}_{22}Ti, ^{50}_{21}Sc, ^{58}_{28}Ni$ and $^{54}_{26}Fe$ each one have two valance nucleons.

Configuration mixing was taken into consideration for the two nuclei:

- $^{38}_{18}Ar$ and $^{42}_{21}Sc$ which enhance the results considerably in comparison with the experimental data.

The value of $\log ft$ and the half-life time in beta decay are calculated for a number of nuclei in the fp space:

- $^{41}_{21}Sc$ ، $^{39}_{20}Ca$ ، $^{57}_{29}Cu$ and $^{55}_{27}Co$ each one have one valance nucleon.
- $^{56}_{28}Ni_{28}$ which decay from Hartree-Fock space to the excited state 1^{+} of $^{56}_{27}Co$ nucleus which have one neutron particle-one proton hole.
- $^{40}_{21}Sc$ have one proton particle-one neutron hole and decays from a state in Hartree-Fock space to an excited states of the core $^{40}_{20}Ca_{20}$
- $^{42}_{22}Ti$ ، $^{42}_{21}Sc$ ، $^{38}_{19}K$ ، $^{58}_{30}Zn$ ، $^{58}_{29}Cu$ and $^{54}_{27}Co$ have two valance nucleons.

Configuration mixing was applied to the nucleus:

- $^{42}_{21}Sc$ and that enhance the results considerably in comparison with experimental data.