خصائص النوى السحرية :

١-انغلاق كامل القشرة (إمتلاء القشرة النووية) .

٢-عدد الايزوتونات والايزوتوبات والايزوبارات عالية جدا .

٣-طاقة فصل النيوترونات فيها عالية جدا .

٤-بسبب طاقة الارتباط العالية فانها تحتاج الى طاقات كبيرة من اجل تهيجها .

٥-احتمالية حدوث تفاعل نووي لهذه النوى قليل جدا لان الفواصل بين مستويات الطاقة كبيرة .

٦-تكون هذه النوى ذات استقرارية عالية ووفرة كبيرة جدا .

مثال١ / جد الزخم الزاوي الكلي للنواة $^{14}_{7}N_{7}$

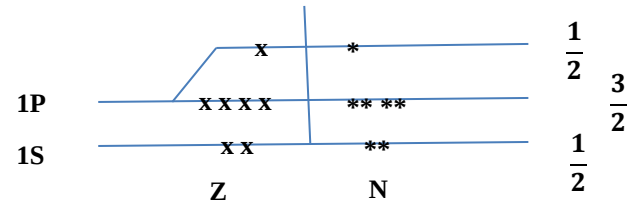
الحل / النواة لها N=7 , P=7 فيكون توزيعها كالاتي :

$J_p = \frac{1}{2}$, $J_N = \frac{1}{2}$

$J_{total} = |\frac{1}{2} - \frac{1}{2}| \rightarrow \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$

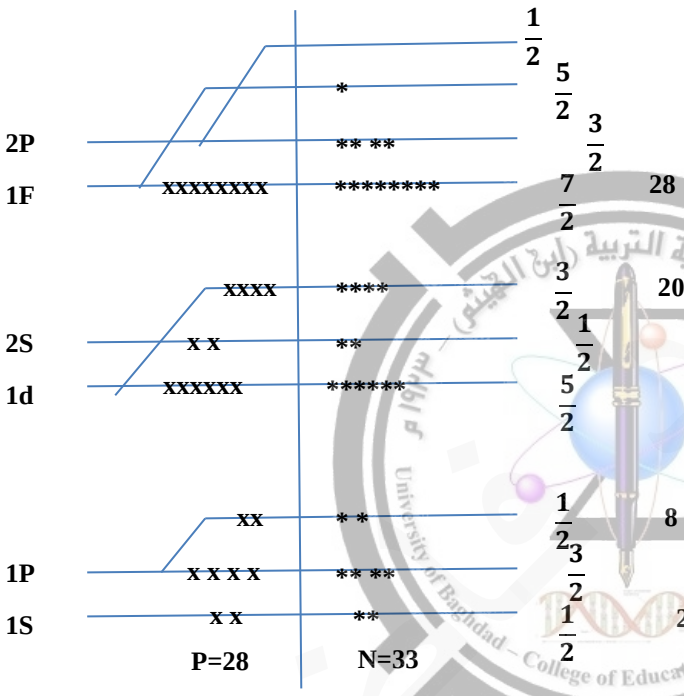
$J_{total} = 0 \rightarrow 1$

$J_{total} = 0,1$



مثال ٢/ جد قيمة $(J)^{\pi}$ للنواة $^{61}_{28}Ni$ ؟

الحل/ نواة النيكل لها $P=28\ ,\ N=33$



$J_p=0$

في هذا المثال يحدث انتقال نيوترون من المستوى $2P_{3/2}$ الى المستوى $1F_{5/2}$ وذلك لان قيمة (ℓ) للمستوى (1F) *اكبر من قيمة* (ℓ) للمستوى *2P* وأيضاً ان المستويين متقاربين ، فيحصل ازدواج نووي فيبقى هنا النيوترون المنفرد في المستوى $2P_{3/2}$.

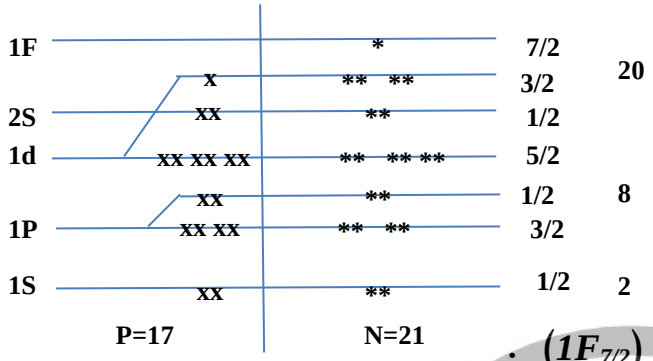
$J_N=\frac{3}{2} \rightarrow J_{total}=\frac{3}{2} \rightarrow (J)^{\pi}=(\frac{3}{2})^{-}$

مثال٣/ على اساس نموذج القشرة ذات النيوكليون الواحد وباعتبار شد البرم بالمدار ، ما هي التسمية الطيفية لنواة $^{38}_{17}Cl$؟

الحل/

For $^{38}_{17}Cl$: P=17 , N=21

فتكون التسمية الطيفية كالاتي :



آخر نيوترون له $J_N=\frac{7}{2}$ ويقع في المستوى $(1F_{7/2})$.

اما آخر برتون منفرد فيكون في المستوى $1d_{3/2}$ الذي قيمة (ℓ) له اعلى من قيمة (ℓ) للمستوى $2S_{1/2}$ فيحصل انتقال من $2s$ الى $1d$ لتحقيق شرط الازدواج بين المستويين المتقاربين.

اذن آخر بروتون منفرد يقع في المستوى $2S_{1/2}$

$$J_{tot}=|\frac{1}{2}-\frac{7}{2}| \rightarrow \frac{1}{2}+\frac{7}{2}$$

$$= |-3| \rightarrow 4 \quad \rightarrow J_{tot}=3\ ,4$$

<u>تنبؤات نموذج القشرة :</u>

١-ان تنبؤات نموذج القشرة للزخم الزاوي الكلي للنوى تتفق بشكل جيد جدا مع النتائج العملية ، حيث ان الزخم الزاوي لنيوكليونين يساوي صفرا ولقشرة مغلقة يساوي صفرا أيضاً . الزخم الزاوي الكلي للنواة سيساوي الزخم الزاوي الكلي للنيوكليونات خارج القشرات المغلقة .

٢-يتنبأ نموذج القشرة بوجود حالات شبه مستقرة في النوى التي فيها قشرات غير ممتلئة ، اي النوى ذات Z , N او كلاهما قريبا من عدد سحري .

٣-يتوقع نموذج القشرة ان يكون عزم رباعي الاقطاب (عزم رباعي الاقطاب هو مقياس لانحراف النواة عن الشكل الكروي) صفراً او قريباً من الصفر للاعداد السحرية.

نماذج نووية اخرى :

١-نموذج الحركة الجماعية Collective motion model :

ان النوى التي تكون بعيدة عن الاعداد السحرية هي ليست كروية ولكن تبدي لان تكون متطاولة باتجاه القطبين (رأسياً) او متطاولة باتجاه الاستواء (أفقياً) . في هذه النوى المشوهة فان المحور الرئيسي يدور في الفضاء وينتج عن ذلك حركة جماعية والتي يشارك فيها كل النيوكليونات .

٢-النموذج الاحصائي Statistical Model :

يفترض هذا النموذج ان هناك ترابطاً نووياً قوياً بين النيوكليونات بحيث لا يمكن دراستها انفرادياً وانما يمكن معاملتها احصائيا . هذا النموذج يعطي معدلات للكميات الفيزيائية لكل نيوكليون . ان النتيجة الجيدة لهذا النموذج هي تفسيره لطاقة الترابط النووية.

٣-النموذج العنقودي Cluster Model :

ويسمى نموذج جسيم α . يفترض ان جسيم α هو وحدة بناء النواة ، اي ان النوى تتكون من عدد صحيح من العدد الكتلي لجسيم α (اي مضاعفات ٤) . يطبق هذا النموذج في النوى ذات (A=4n) مثل :

$$^{12}_{6}C \cong 3 \propto , \; ^{16}_{8}O = 4 \propto$$

3-2-2 نموذج البوزونات المتفاعلة Interacting Boson Model (IBM)

اقترح هذا النموذج الباحثان Iachello and Arima [81,29,28,25] لوصف التركيب النووي التجميعي للنوى المتوسطة والثقيلة $A \geq 100$ ماعدا النوى المغلقة أو القريبة من القشرات المغلقة، إن هذا النموذج يفترض أن النوى الزوجية – الزوجية تمثّل على شكل قلب (core) من الأعداد السحرية، أما النيوكليونات خارج القشرات المغلقة فتزدوج مع بعضها مكونة ما يسمى البوزونات (bosons)، هذه البوزونات تشغل إحدى المستويين المستوى الأرضي والمستوى المتهيج، أما المستوى الأرضي والذي زخمه الزاوي يساوي صفرا فتكون بوزناته من نوع s $(s-boson)$ في حين أن المستوى المتهيج والذي يأخذ زخما زاويا مقداره 2 تكون البوزونات من نوع d $(d-boson)$. وهذان المستويان لهما الطاقات ε_s و ε_d على التوالي

والفرق بين طاقة البوزونين $\varepsilon = \varepsilon_d - \varepsilon_s$ وغالبا ما تكون طاقة البوزونات من نوع s مساوية إلى الصفر $(\varepsilon_s = 0)$. أن البوزونات التي لها نفس الزخم الزاوي والمتشابهة تتفاعل مع بعضها وسمي هذا النموذج بنموذج البوزونات المتفاعلة (Interacting Boson Model (IBM)) .

العدد الكلي للبوزونات N يساوي عدد البوزونات من نوع s زائدا عدد البوزونات من نوع d $(N = n_d + n_s)$ وهو عدد ثابت يمثل عدد لزوج النيوكليونات خارج القشرات المغلقة، على سبيل المثال $^{116}_{48}Cd_{68}$ يوصف بأن له 10 (عشرة بوزونات) تعود إلى 2 بروتون (1 بوزون البروتون) و 18 نيوترون (9 بوزون النيوترون).

إن هذا النموذج في البداية لا يفرق بين بوزونات البروتونات والنيوترونات لذلك سمي بنموذج البوزونات المتفاعلة –1 $(IBM-1)$. ومعادلة الطاقة تعطي بالشكل الآتي [28]:

$$H = \varepsilon_s s^+ s^- + \varepsilon_d \sum_m d_m^+ d + V \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (27\text{-}2)$$