3-النوى ذات z,n عدد سحري نظائرها البروتونية والنيتروتية كثيرة مقارنتا مع النوى ذات z,n ينقص اويزيد عن العدد السحري..

ان نموذج القشرة هو النموذج الاساسي لدراسة تركيب النواة التي يكون فيها z,n عدد سحري وان حسابات هذا النموذج تعتمد على فرضيتين اساسيتين هما:

1-كل نوية تتحرك بطلاقة وحرية في مجال القوى النووية المعبر عنة بالجهد النووي الذي هو عبارة عن المسافة القطرية من مركز النواة .

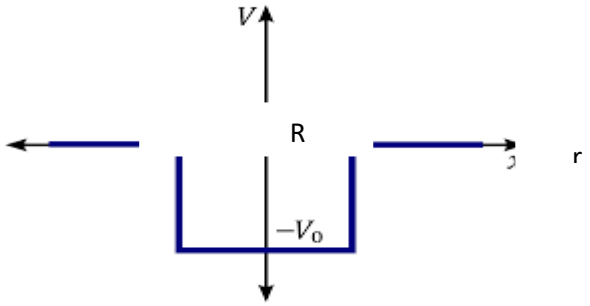
2-مستويات الطاقة تملئ حسب مبداء الانتقاء لباولي .

حسب الميكانيك الكمي ان النموذج التقريبي للجهد النووي هو ان النوية تتحرك بجهد تجاوبي فعال مكون من بقية النويات..

تدرج نموذج القشرة باستخدام انواع مختلفة من الجهود النووية وبالاعتماد على الميكانيك الكمي ومن هذه الجهود :

1-جهد المربع المتناهي والمحدود ويعتبر النواة دائرية : square well potential

والذي يمكن تمثله بالشكل ادناه:

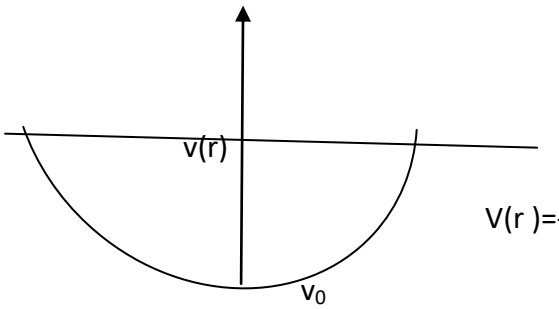


التعبير الرياضي له:

$$V(r) = -V_O \quad r<R$$
$$V(r) = 0 \quad r>R$$
محدود

$$V(r) = 0 \quad r<R$$
$$V(r) = \infty \quad r>R$$
اللامتناهي

2-جهد المتذبذب التوافقي البسيط ويعتبر النواة بيضوية.



التعبير الرياضي له

$$V(r) = -v_o + 1/2\, m_0 w^2 r^2$$

W يمثل تردد الجسيمة التي كتلتها m_0

توصف حالات الطاقة في الفيزياء النووية بالعدد الكمي L,N كما هو الحال في الفيزياء الذرية ولكن N يشير ترتيب المستويات.

L	0	1	2	3	4	5	6	7
وصف الحاله	S	P	D	F	g	H	i	j

عدد النويات التي يحويها كل مستوي يتبع القاعدة 2(2L+1)

مستويات الطاقة الناتجة من هذين الجهدين كما يلي:

الجهد التوافقي البسيط **البئر اللامتناهي**

4S,3D,2g,1i 56 (168) ----------

3p,2f,1h 42(112) ----------

3s,2d, 19 30(70) ----------

2p,1f 20 (40) ----------

2s,1d 10 (20) ----------

1p 6(8) ----------

1s 2 ----------

2 g ---------- ---------- 18
1j---------- 30
138
3p----------6
132
1 I ----------26
2f----------14
92
3s----------2
1h---------- 22

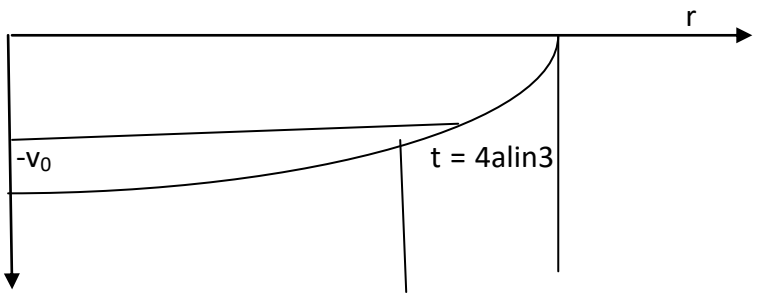
2d----------10
58
1g----------18
2p----------6
34
1f----------14
20
2s----------2
1d----------10
8
1p ---------- 6
2
1s----------2

نلاحظ من الجداول اعلاه ان الجهد اللامتناهي والجهد المتذبذب التوافقي البسيط قد استطاع ان يتوقع بعض الاعداد السحرية المشار اليها ولكن فشل في توقع بقية الاعداد السحرية.

الجهد الواقعي لنوذج القشرة

بالنظر لفشل توقعات نموذج القشرة عند الجهدين الانفين الذكر للاعداد السحرية الاعلى من 20 لذا تم اختيار جهد ثالث يسمى بالجهد الوسيطي الواقعي شكلة اقرب الى توزيع كثافة الشحنة النووية. والذي يتمثل بالعلاقة التالية :

V_0 الجهد النووي $v(r)$ الجهد دالة للمسافة $R=R_0A^{1/3}$



ادناه مستويا ت الطاقة المحسوبة في نموذج القشرة من بئر الجهد الواقعي:حيث ان الفجوة الكبيرة بين المستويات تشير الى القشرة المغلقة

3p---------- (112) 6
2f ---------- 14
92
1h---------- 22

3s ---------- 2
2d ----------10
58

1g ----------18
40

2p ---------- 6
1f ----------14

20
2s ---------- 2
1d ----------10

8
1p----------6
2
1s ----------2

الجهد الواقعي وتفاعل البرم والمدار

ايضا باستخدام الجهد الواقعي فأن نموذج القشرة لم يتمكن من توقع كامل الاعداد السحرية وللتغلب على هذة المشكلة اضيف بنظر الاعتبار تفاعل قوي بين الزخم الزاوي المداري والبرمي ليعطي الزخم الزاوي الكلي للنواة.

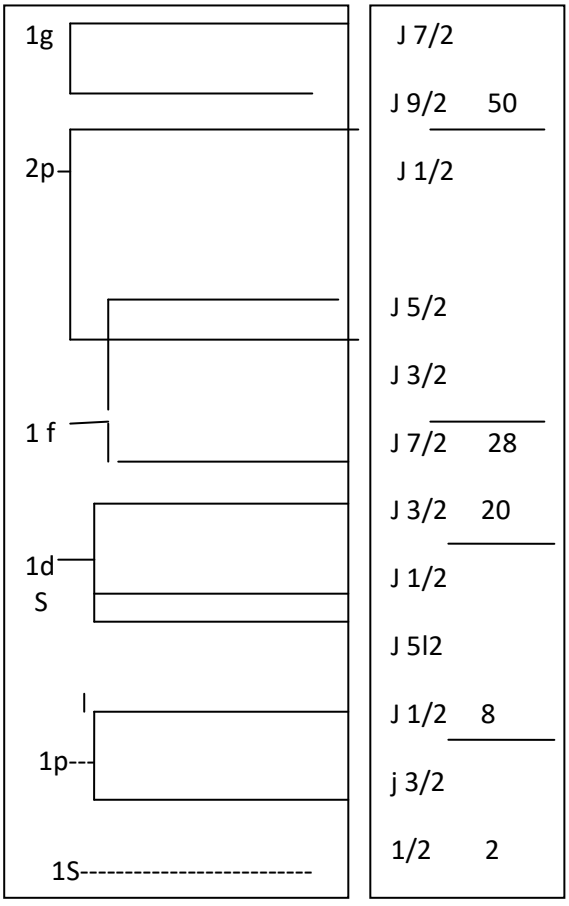
جهد تفاعل البرم –المدار

للتغلب على مشكلة عدم ظهور الاعداد السحرية التي لم تظهر في مستويات الطاقة العليا اجرى تعديل على الجهد الواقعي والذي اقتر ح من قبل ماير وهاكسل وجينس بوجوب وجود تفاعل قوي بين الزخم الزاوي المداري والبرمي كما هو الحال في الحاله الذرية .ان اتفاعل بين البرم والمدار يعطي زخم زاوي كلي J والذي ممكن التعبير عنه بالعلاقة :

$$J=L\pm S$$

قيمة $S=1/2$ دائما لذا فان قيمة $J=1/2$ للمستوي S اي حالة المستوي S فان $L=0$ وعلية $J=1/2$ وللمستوي F فان $L=3$ وقيمة وبسبب تفاعل البرم والمدر سوف ينشطر المستوي F الى مستويين هما $J=7/2$ و $J=5/2$ وهكذا لبقية المستويات اعتمادا على قيمة L

لذا في حالت املاء المستويات بالنيكلونات بعد اخذ الزخم الزاوي الكلي في نظر الاعتبار يتبع القاعدة $2j+1$ وعلية فان سعة المستوي $1f_{5/2}$ هو ست نيكلونات اما سعة المستوي $1f_{7/2}$ فهي ثمانية نيكلونات. ان المستويين الأنفي الذكر يسميان بالثنائي وبينهما طاقة فصل تحسب من حسابات خاصة وطاقة الفصل هذه تزداد بزيادة L .ان مستويات الثنائي الذي له J كبيرة يقع الى اسفل المستوى الاخر الذي له J صغيرة . ان تاثير تفاعل البرم والمدار على المستويات هو انفصالها واشكل التالي يوضح ذلك



الجانب الأيمن من الشكل السابق يوضح تاثير تفاعل البرم والمدار على انفصال مستويات الطاقة لنأخذ المستوي 1f فقد اصبح ثنائي $1f_{7/2}$ و $1f_{5/2}$ المستوي $1f_{7/2}$ أصبح بين القشرتين الثانية والثالثة وان سعته 8 نيكلون قد أعطاها الى النيكلونات الموجودة في المستوي الاسفل منه وعددها 20 فظهر العدد السحري 28 اما التاثير التنائي لتفاعل البرم والمدار للمستو g هو انشطاره الى $1g_{9/2}$ و$1g_{7/2}$ وسعة المستوي الأسفل 10 نيكلون أعطاها للنيكلونات الأسفل منه فظهر العدد السحري 50.وهكذا لبقية الأعداد السحرية.اذن نموذج القشرة توقع الأعداد السحرية نظريا بصورة كاملة باستخدام الجهد الواقعي مع تأثير البرم والمدار.

بأمكاننا ان نعين زخم وتماثل النواة في الحالة الارضية اذا اخذنا بنظر الاعتبار مايلي:

1-في المستوي المملوء /تجمع الزخوم للمدار والبرم بطريقة بحيث يكون الزخم الكلي مساويا للصفر

2-في المستويات الغير مملوءة فان هناك عدة احتمالات تعتمد على عدد البروتونات والنيترونات في حالة الازدواج من عدمه وهذا يقود الى ما يلي:

القاعدة الاولى:

الحالة الارضية لاي نواة زوجية زوجية الزخم الزاوي يساوي صفر والتماثل زوجي بغض عن عدد البروتونات والنيترونات اي ان مجموع $J_N=0$, $J_P=0$

القاعدة الثانية :

في النواة التي تملك n زوجي و p فردي فان $J_N=0$ والزخم الزاوي يعين لاخر بروتون فردي والعكس صحيح.

القاعدة الثالثة:

في النواة الفردية يحسب الزخم لحالة الارضية للنواة من اخر نيكلون منفرد وقيم الزخم النهائية تساوي , J_N-J_P $J_{N+}J_P$

اما التماثل يساوي $(-1)^L$ او $(-1)^{Ln+Lp}$ للنوى الفردية

مثال:باستخدام نموذج القشرة حدد الزخم الزاوي والتماثل للنواتين $^{17}_{8}O$ $^{15}_{8}O$في حالته الارضية.

الحل نستخرج عدد النيترونات وعدد البروتونات ثم نوزعها حسب القواعد نحصل على:

^{15}O $A=N+Z$ $N=7$,$Z=8$

$J_P=0$ $J_N= 1/2$ $\pi(-1)^L =-$ $I= (1/2)^-$

1D ——————— 5/2

1/2 2 1

1P 3/2 4

1S ---------- 1/2 2

$^{17}{}_{8}O$ N=9 J_P=0 J_N =5/2 $\pi = (-1)^L$ =+ $I = 5/2^+$