الفصل الثالث

النماذج النوويه : Nuclear Models

1- نموذج قطرة السائل ومعادلة الكتله شبه التجريبيه:-Liquid drop model and semi-empirical mass of formula.

لوحظ ان هناك تشابها بين نواة الذرة وقطرة السائل يمكن تلخيصه كالآتي:

1- كثافة النواة ثابتة كما هو الحال في قطرة السائل، فهي لا تعتمد على الحجم وغير قابلة للإنضغاط.
2- ظاهرة التبخر في السائل تشبه ظاهرة النشاط الإشعاعي في النواة.

لكن النجاح الاهم في حساب الطاقة الرابطة للنواة, ومن ثم حساب كتلتها باستخدام ما يسمى بمعادلة الكتلة شبه التجريبيه والتي تساوي مجموع كتل مكوناتها تقريبا وان هذا الفرق فسر نتيجة طاقة الربط لمكونات النواة لذا يمكن كتابة كتلة النواة

$$M(A, Z) = Zm_p + Nm_n - B(A, Z) *$$

حيث تمثل B(A,z) طاقة الربط .

الفرضيات الأساسية لهذا النموذج هي:

1- النواة تتكون من مادة غير قابلة للانكباس.
2- القوة النووية هي متطابقة (نفسها ،متماثلة) لكل نيوكليون وبالذات فإنها لا تعتمد على كونه بروتون أو نيوترون .
3- القوة النووية تتشبع.

ان تصور النواة كقطرة سائل متجانسة الشكل وغير قابلة للانكباس هو من أكثر النماذج شمولاً وتطبيقاً وتفسيراً خاصة لظاهرة الانشطار النووي. لقد استطاع فون وايسكر (Von Weizsacker) عام ١٩٣٥ اشتقاق معادلة الكتلة شبه التجريبيه لحساب قيمة الطاقة الرابطة للنواة (B) حيث افترض إن قيمة (B) تحددها عوامل عديدة مؤثرة أي إن (B) يمكن كتابتها بالشكل التالي

$B = B1 + B2 + B3 + \ldots\ldots\ldots$

واهم هذه العوامل هي :

ا–الطاقه الحجميه Volume Energy: بما ان طاقة الربط تتناسب مع العدد الكتلي ومن ثم تتناسب مع حجم النواة

$B_v \alpha A$

$B_v = a_v A$

حيث ان a_v ثابت = 14.1 Mev

ان الطاقه الحجميه تمثل اكبر مشاركه لقيمة طاقة الربط وهي بذلك تزيد من طلقة الربط الكليه للنواة اي انها تزيد من استقراريه النواة لذا فهي ذات قيمه موجبه.

ب– الطاقه السطحيه Surface Energy: طاقة الربط تتناسب مع المساحه السطحيه للنواة ومن ثم مع نصف القطر للنواة (R^2)

$B_s \alpha R^2 \alpha R^2_0 A^{2/3}$
$B_s = - a_s A^{2/3}$

اي ان النويات القريبه من السطح تكون محاطه بعدد اقل من النويات وبذلك تكون ضعيفه بعكس تلك التي تكون بالدخل هذا يعني ان الطاقة السطحيه تسبب نقصلنا بطاقة الربط. اما قيمة a_s تساوي 13Mev

ت– طاقه كولوم Coulomb Energy: إن التنافر الكهروستاتيكي أو الالكتروستاتيكية الكهربائي بين كل زوج من البروتونات داخل النواة تعمل على نقصان طاقة ترابط النواة، وطاقة كولوم الكهروستاتيكية (B_C) لنواة عددها الذري (Z) يساوي الشغل اللازم لجلب البروتونات من المالانهاية إلى حجم يساوي حجم النواة لذلك فان (B_C) تتناسب طرديا مع ($Z(Z-1)/2$) التي تمثل عدد ألازواج المتناظرة من البروتونات في النواة وتتناسب عكسياً مع نصف قطر النواة $R=R_0A^{1/3}$, لذا فان طاقة كولوم تساوي:

$B_C = ac\ Z(Z-1)\ /A^{1/3}$

حيث ان : ac= constant

ان طاقة الربط في النواة تقل نتيجة التنافر الكولومي بين البروتونات وبذك تكون قيمتها سالبه. وتكون قيمته ac = 0.595 MeV

ث- طاقة عدم التماثل Asymmetry Energy :

عند النظر إلى منحنى الإستقرار النووي، أي العلاقة بين العدد الذري وعدد النيوترونات نجد ان النوى الخفيفه يكون فيها Z=N . اما في النوى الاثقل يكون اقل استقرارا نسبيا عندما يكون N ≠ Z ان هذه الزياده الحاصله بعد النيترونات يشر الى محاولة النواة لثبوت استقراريتها والتغلب على قوة كولوم فيها.

ان الفرق بين النيترونات والبروتونات في النواة يساوي (A-2Z) . وهذا الفرق يتناسب مع عدد النيترونات ومع العدد الكتلي.

$$B_a \alpha \ \frac{(A-2Z)^2}{A}$$

$$B_a = -a_a \ \frac{(A-2Z)^2}{A}$$

حيث a_a ثابت التناسب. معامل التماثل ذو قيمه سالبه لانه يسبب نقصانا في الطاقه الترابط للنواة. ويساوي قيمته 19Mev.

ح- طاقة الازدواج Coupling Energy : ان النوى الاكثر استقرارا واكثرها وفرة في الطبيعه هي التي تحتوي على اعداد زوجيه بالنسبه الى قيم Z and N. ويرجع تفسير وجود عدد كبير من النوى المستقرة عندما يكون كلا من Z and N زوجيا, إلى إقتران الأزواج المتشابهة من النويات في مستويات الإستقرار الأرضية مما يترتب عليه تضاد إتجاه اللف الذاتي لهذه الأزواج المتشابهة وبالتالي تصبح محصلة اللف للزوج صفراً، وكذلك الزخم الزاوي الكلي للنواة مساوياً للصفر وعليه فان النوى الزوجيه – الزوجيه هي اكثر النوى وفرة واستقرارا وهذا يعود الى طبيعة القوة النوويه التي تؤدي الى ترابط اقوى بين ازواج متماثلة من النويات. لذلك يمكن اضافة او طرح قيمة تصحيحيه لطاقة الربط النوويه في حالة النوى زوجيه – زوجيه والنوى الفرديه – فرديه ويرمز لمعامل الازدواج ب (σ). تكون قيمة عامل الازدواج موجبه اذا النوى زوجيه – زوجية وتكون سالبه في حالة النوى الفرديه – الفرديه.