$R^3 = 1.2\ A^{1/3}\ F$

كذلك يمكن حساب الكثاقه من خلال حساب الكتلة /الحجم لذا فان الكثافة النووية تساوي تقريبا $10^4$ gm/cm. لقد اظهرت التجارب ان كثافة النوة لا تنتهي قطعيا عند نصف القطر R وانما تمثل سمك سطح النواة تقريبا (0.55F).

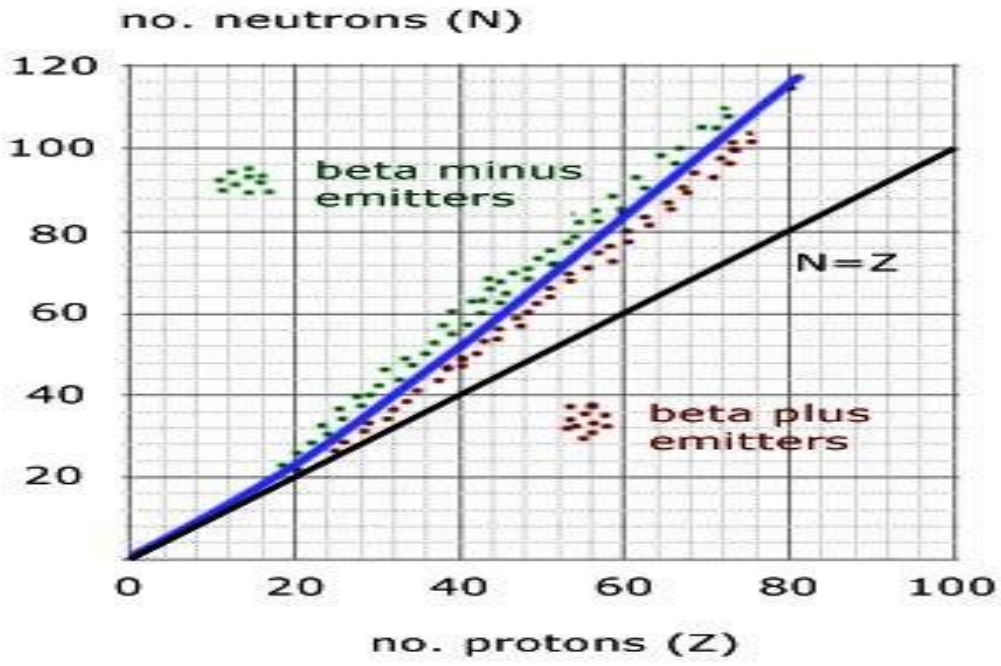
أ- الزخم الزاوي: وضع العالم باولي فرضيته القائله بان النواة الذره تبرم حول محور لها, وهذا البرم ناتج عن برم مكوناتها. حيث تملك البروتونات والنيترونات برما ذاتيا(intrinsic spin) له نفس العدد الكمي للالكترون ($\frac{1}{2}$) وبرم الزخم الزاوي

$I = \sqrt{i(i+1)}\ \hbar$

حيث ان i= ½ عباره عن مجموع الاعداد الكميه النوويه والتي تسمى بالبرم النووي. ان قيم iاما ان تكون اعداد صحيحه او مضاعفات النصف الفرديه, ووجد بالتجربه ان قيم i للعناصر التي عددهاالذري زوجي او فردي وعددها الكتلي فرديا يكون احد مضاعفات النصف الفرديه. اما للعناصر التي عددها الذري فردي(3/2,3/1, وهاكذا) وعددها الكتلي زوجي تكون قيمة i اما صفر او عدد صحيح , $\hbar = h/2\pi$ ويمثل ثابت بلانك.

1- **استقرار النوى**

ان استقرار النوى يتغير مع تغير قيم Z,N كما يظهر بالشكل ادناه. يظهر من الشكل ان عدد البروتونات يكون مساويا لعدد النيترونات في النوى المستقره. ففي النوى الخفيفه تتجمع النوى حول الخط النظري للنوى المستقره والذي يمثل Z=N . اما في حالة النوى الثقيله فيكون تجمع النوى فوق الخط النظري. نلاحظ ان الوفره للنوى المستقره تكون عندما تكون زوجيه_ زوجيه اي البروتونات عدد زوجي وكذلك النيترونات اكثر من النوى الفرديه – زوجيه او الفرديه_ فرديه. وهذا ناتج من طبيعة القوى النوويه والتي تؤدي الى ترابط اقوى بين ازواج النويات المماثله الموجوده في نفس الحاله. وهذ السبب في الترابط القوي والفريد لجسيمة الفا. ان حالة الاستقرار العالي والوفره العاليه للنوى تحدث بصوره خاصه عندما يكون فيها N,Z مساويا للاعدا الصحيحه ( 2,4,20,28,50,82,126) وتسمى هذه الاعداد بالسحريه (Magic Numbers).




---

## الفصل الثاني

### التركيب النووي (Nuclear Structure):

1- طاقة الربط النووي (Nuclear Binding Energy): ان الفرق بين الكتله النوويه M(A,Z) ومجموع كتل مكونات النواة بصورة منفرده يطلق عليها بطاقة الربط الكليه للنواة ويرمز لها $B_{total}$ (A,Z) .وتعرف بانها (الشغل اللازم بذله لتفكيك النواة الى مكوناتها او هي الطاقه المتحرره عند تجميع نويات منفرده مع بعضها). وتحسب طاقة الربط النووية من المعادلة التاليه:

$$B\ (A, Z) = [\ Zm_p + Nm_n - M(A, Z)]\ c^2$$

وجد من العلاقه ان طاقة الربط الكليه تعتمد بصوره مباشره على العدد الكتلي والذري وهذا يدل ان قيمتها تتغير من نواة الى اخرى , يمكن حساب معدل طاقة الربط النووية $B_{(average)}$ والتي تعرف بانها: الشغل اللازم بذله لفصل نيترون او بروتون واحد من النواة من خلال المعادلة التاليه:

$$B_{(average)} = \frac{Btotal}{A}$$

لقد وجد بان معدل طاقة الربط النوويه هي اقل تغيرا من طاقة الربط الكليه , اما العلاقه بين معدل طاقة الربط والعدد الكتلي للنوى فقد درست عمليا كما في الشكل ادناه ووجد ان اهم ما يتصف به المنحني كما ياتي:

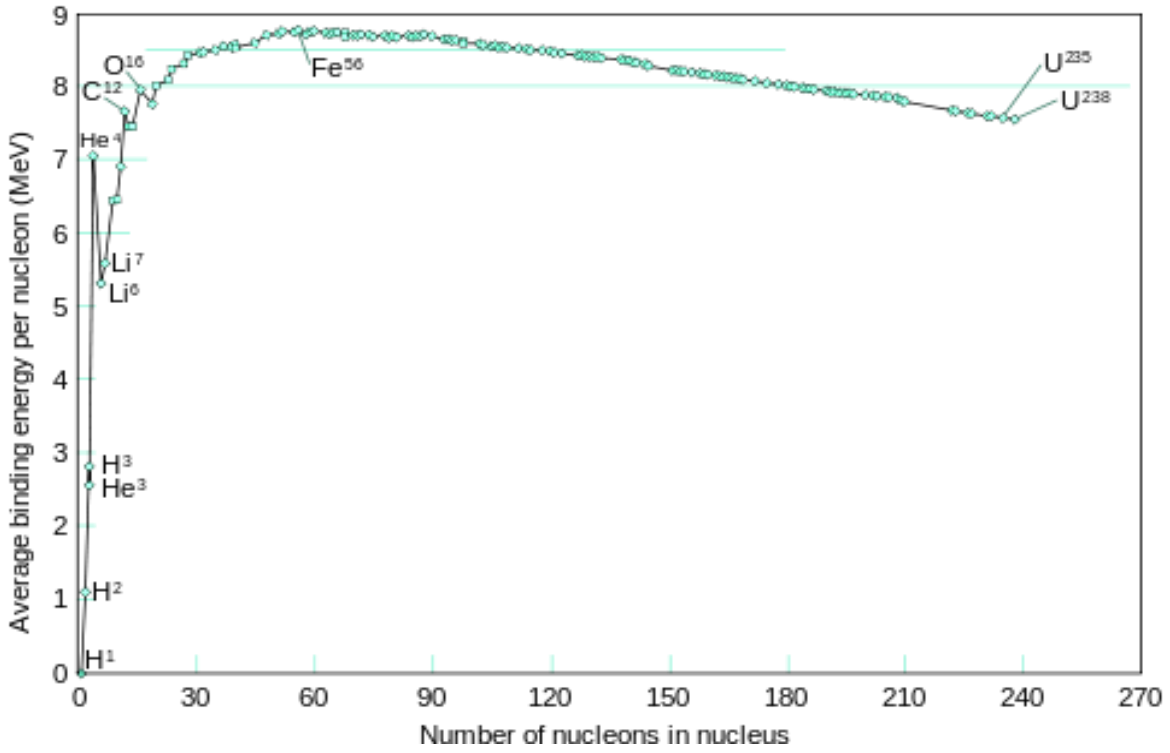
1- معدل طاقة الربط النوويه لا يعتمد اعتمادا كبيرا على العدد الكتلي. فيما عدا النوى الخفيفه , حيث ان معدل طاقة الربط النوويه تكون واطئه ثم تزداد بصوره سريعه مع العدد الكتلي.

2- النوى ذات العدد الكتلي المتوسط والتي تقع في وسط الجدول الدوري هي الاكثر استقرار من تلك التي تقع على جانبيها وتمتلك هذه اعلى معدل طاقة ربط للنويات بحدود 8.5 (Mev).

3- التغير الحاصل في المنحني يتميز بتوءات واضحه عندما تكون قيمة A اقل من 20 وهذا يعني النوى $Be^8$, $C^{12}$, $O^{16}$ وتملك طاقة ربط لنويه اعلى من تلك التي تجاوره.

4- ان الثبوت التقريبي لمعدل طاقة الربط النوويه, يدل على ان النوية في النواة غير مرتبطه بالتساوي بالنويات الاخرى . وهذا يدل على القوة النوويه هي قوة قصيرة المدى ومشبعه.

5- ان التناقص الملاحظ في قيمة معدل طاقة الربط للنوى الثقيله (A>140) تاتي من زيادة تاثير قوة كولوم التنافريه داخل هذه النوى.



مثال/ احسب طاقة الربط الكلية ومعدل طاقة الربط لنويات نواة ذرة $_8O^{16}$. علما ان $m_p$ = 1.00759 (amu), $m_n$ = 1.00899 (amu) and $M_O(A,Z)$ = 16.000 (amu)

/ج

$$B(A, Z) = [Zmp + Nm_n - M(A, Z)]\, c^2$$

$$B(A, Z) = [8(1.00759) + 8(1.00899) - 16.000]\, c^2$$

$$= 0.137\ C^2\ (amu) \times 931.14\ Mev/amu.\ C^2 = 127.57\ Mev$$

$$B_{(average)} = \frac{Btotal}{A}$$

$$B_{(average)} = \frac{127.5}{16} = 7.97\ Mev/\ Nucleon$$

س/ احسب طاقة الربط الكليه ومعدل طاقة الربط لنويات $_2H^3$ . علما ان $M_H(A,Z)$ = 3.016977 (amu) ؟

2- طاقة الفصل Nuclear Separation Energy: تعرف طاقة الفصل النوويه ب الشغل اللازم بذله لفصل بروتون واحد او نيترون او جسيم الفا من نواة ذرة ما. ويمكن حساب طاقة الفصل النووي لكل من النيترونات والبروتونات وجسيمات الفا.

$$S_p = [M(A-1, Z-1) + Mp - M(A, Z)]\, c^2$$

$$S_n = [M(A-1, Z) + Mn - M(A, Z)]\, c^2$$

$$S\alpha = [M(A-4, Z-2) + M\alpha - M(A, Z)]\, c^2$$

وكذلك يمكن كتابة معادلات الفصل بدلالة طاقة الربط الكليه كما ياتي:

$$S_n = B_{total}(A, Z) - B_{total}(A-1, Z)$$

$$S_p = B_{total}(A, Z) - B_{total}(A-1, Z-1)$$

$$S\alpha = B_{total}(A, Z) - B_{total}(A-4, Z-2) - B_{total}(4, 2)$$