ملخص الوحدة 2

التحولات النووية

education-onec-dz.blogspot.com

من إعداد الأستاذ : حجاري علاء الدين

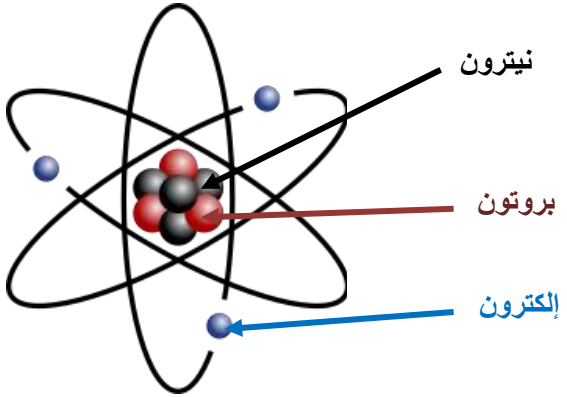
صفحة الأستاذ
حجاري علاء الدين
للعلوم الفيزيائية

0663420739

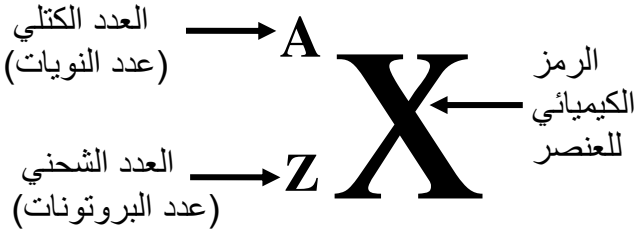
ملخص الوحدة 2
التحولات النووية

بنية النواة :

تتكون النواة من نويات (بروتونات و نيترونات) مرتبطة بقوى جذب قوية حيث البروتون شحنته موجب و النيترون لا شحنة له .



التمثيل الرمزي للنواة :



مثال :

أعط تركيب النواة التالية $^{210}_{84}Po$

الحل :

تتركب هذه النواة من:

بروتون z= 84

نيترون A-Z= 126

النظائر :

هي أنوية ذرات تنتمي لنفس العنصر الكيميائي لها نفس العدد من البروتونات لكنها تختلف في عدد النيترونات .

أمثلة :

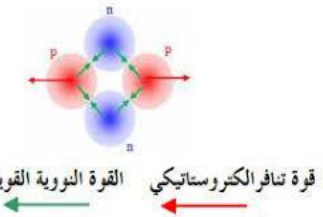
بعض نظائر الكربون :

$^{11}_{6}C^{*}$ $^{12}_{6}C$ $^{13}_{6}C^{*}$ $^{14}_{6}C^{*}$

القوة النووية القوية :

بما أن البروتونات تحمل شحنة موجبة فإن هذا يؤدي إلى تنافرها و إن سبب تماسك النواة هو وجود القوة النووية القوية و خصائصها :

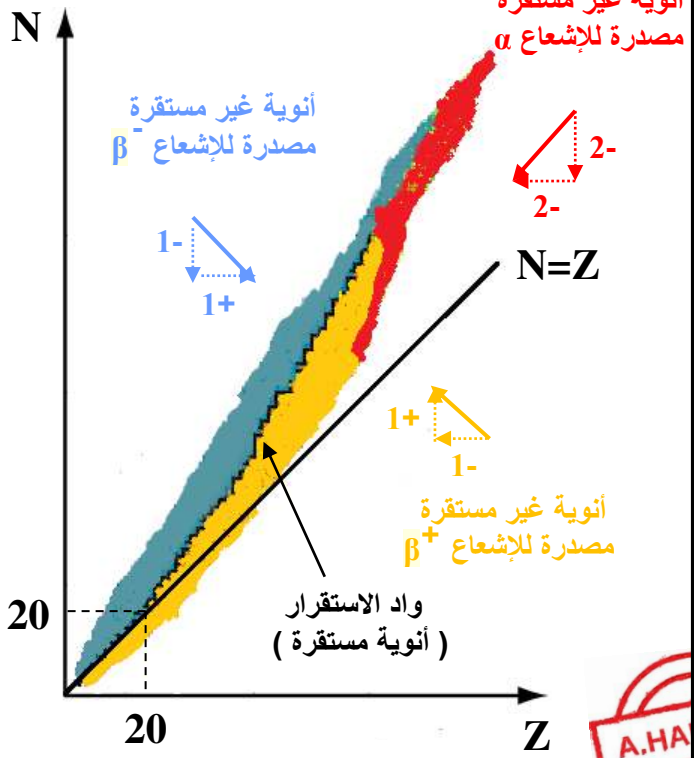
- قوية - مدى تأثيرها قصير - مساهمة النيترونات فكلما كان عدد البروتونات كبير تطلب ذلك وجود عدد كبير من النيترونات .



A.HADJARI

الاستقرار النووي: (مخطط سيغري (N= f(Z))

أنوية غير مستقرة
مصدرة α للإشعاع



A.HADJARI

تعليق على المخطط :

- الأنوية الممثلة بالألوان الصفراء و الزرقاء و الحمراء أنوية غير مستقرة .
- الخط الفاصل باللون الأسود يدعى واد الاستقرار و يمثل الأنوية المستقرة .
- الأنوية التي بها أقل من 20 بروتون و تكون مستقرة إذا كان عدد البروتونات = عدد النيترونات .
- الأنوية التي بها أكثر من 20 بروتون تكون مستقرة إذا كان عدد البروتونات < عدد النيترونات .
- كل الأنوية تميل إلى الاستقرار (الاقتراب من واد الاستقرار) و ذلك من خلال **التفكك الإشعاعي** الذي يصدر عنه إحدى التفككات التالية :

1/ تفكك : α

هي عبارة عن أنوية الهيليوم $^{4}_{2}He$ منبعثة من أنوية مشعة و ناتجة عن تفكك الأنوية الثقيلة .

مثال : $^{241}_{95}Am \longrightarrow {}^{237}_{93}Np + {}^{4}_{2}\alpha$

ملاحظة :

نلاحظ تساوي الأعداد الكتلية و الشحنية بين طرفي المعادلة

حيث : 95=93+2 / 241=237+4

و هذا ما يسمى بقانون **الإنحفاظ الكتلي و الشحني** .

2/ تفكك : β^-

هي عبارة عن إلكترونات منبعثة من أنوية مشعة ناتجة عن تحول النيترون إلى بروتون وفق المعادلة التالية :

$$^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}\beta$$

مثال :

$$^{90}_{38}Sr \longrightarrow {}^{90}_{39}Y + {}^{0}_{-1}\beta$$

3/ تفكك : β^+

هي عبارة عن إلكترونات موجبة الشحنة تسمى بوزيتون منبعثة من أنوية مشعة يتحول فيها البروتون إلى نيترون :

$$^{1}_{1}p \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}\beta$$

مثال :

$$^{11}_{6}C \longrightarrow {}^{11}_{5}B + {}^{0}_{+1}\beta$$

3/ إشعاع γ :

هي أشعة تنتمي إلى الطيف الكهرومغناطيسي عند انبعاثها يبقى العدد الكتلي **A** و العدد الشحني **Z** بدون تغيير و إنما تنتقل النواة الإبن من حالة مثارة إلى حالة مستقرة (أقل طاقة) .

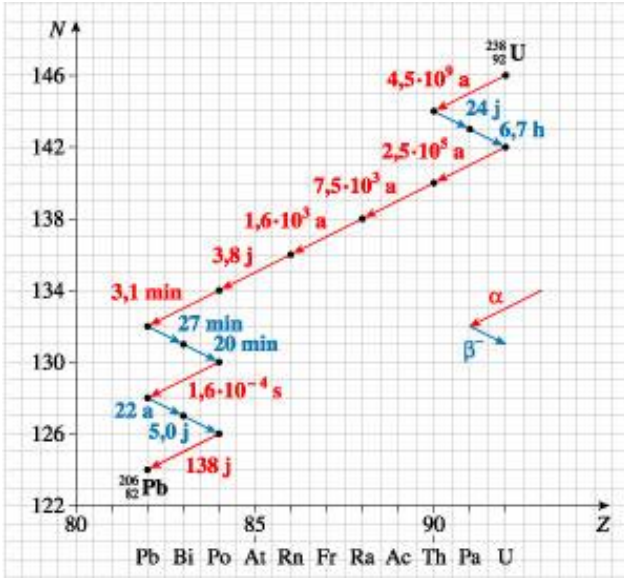
مثال :

$$^{60}_{27}Co \longrightarrow {}^{60}_{28}Ni^{*} + {}^{0}_{-1}\beta$$

$$^{60}_{28}Ni^{*} \longrightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{0}\gamma$$

ملاحظة :

- كل الإشعاعات المدروسة منبعثة من النواة
- يمكن للأنوية الثقيلة أن تتعرض لمجموعة من التفككات حتى تصبح مستقرة مثل عائلة اليورانيوم المشعة



قانون النشاط الإشعاعي :

حيث λ **ثابت التفكك**

و $N(t)$ **عدد الأنوية المشعة** خلال لحظة (t)

$$A(t) = \frac{-dN(t)}{dt} = \lambda N(t)$$

- يعرف النشاط الإشعاعي لعينة مشعة بأنه عدد التفككات التي تنتج في الثانية الواحدة يقاس بوحدة تسمى البيكرل (Bq) حيث 1(Bq) يمثل تناقص إشعاعي واحد في الثانية وحدته s^{-1}

قانون التناقص الإشعاعي :

لدينا عبارة النشاط الإشعاعي : $A(t) = \frac{-dN(t)}{dt} = \lambda N(t)$

إذا : $\frac{dN(t)}{dt} + \lambda N(t) = 0$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى بالنسبة لـ $N(t)$ حلها من الشكل الأسي التالي : $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

يمكن أيضا استنتاج العلاقة التالية : $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

حيث :

N_0 عدد الأنوية المشعة الإبتدائية عند t= 0

A_0 النشاط الإشعاعي الإبتدائي عند t=0

النواة تتميز بزمنين :

1/ ثابت الزمن τ :

$\tau = \frac{1}{\lambda}$ حيث عند $t = \tau$ نجد :

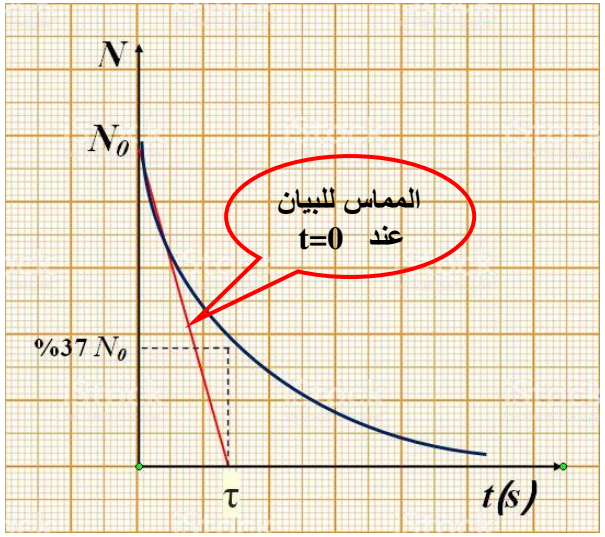
$$N(\tau) = N_0 e^{-\lambda\tau}$$
$$= N_0 e^{-\lambda\frac{1}{\lambda}} = N_0 e^{-1} \simeq 0.37\, N_0$$

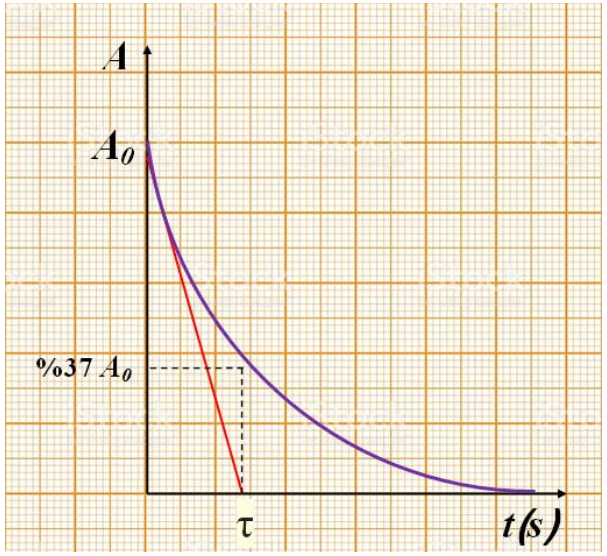
إذا: τ يمثل تناقصا إشعاعيا بنسبة 63% بالنسبة للعدد الأصلي N_0

تعيين τ بيانيا :

يمكن تعيين τ بيانيا إما بطريقة $0.37\, N_0$ أو بطريقة المماس عند **t=0** للبيان :

A= f(t) أو **N=f (t)**





2/ زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

هو الزمن اللازم لتناقص عدد الأنوية الابتدائية إلى النصف أي أنه يمثل تناقصا بنسبة 50% .

لدينا : $N(t1/2) = N_0 e^{-\lambda t1/2} = \frac{N_0}{2}$

و منه : $e^{-\lambda t1/2} = \frac{1}{2}$

A.HADJARI

بإدخال اللوغاريتم للطرفين نجد :

$$-\lambda\, t\,1/2 = -ln\ 2$$

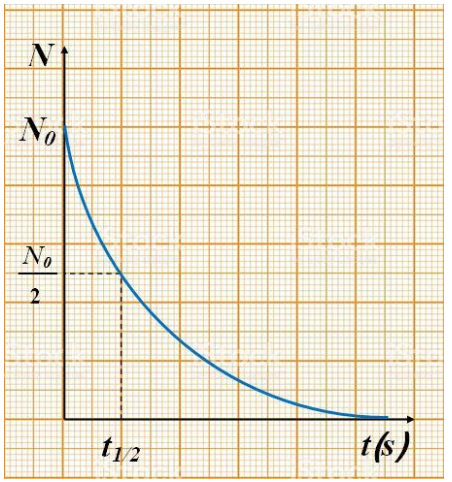
$$t\,1/2 = \frac{ln\ 2}{\lambda}$$

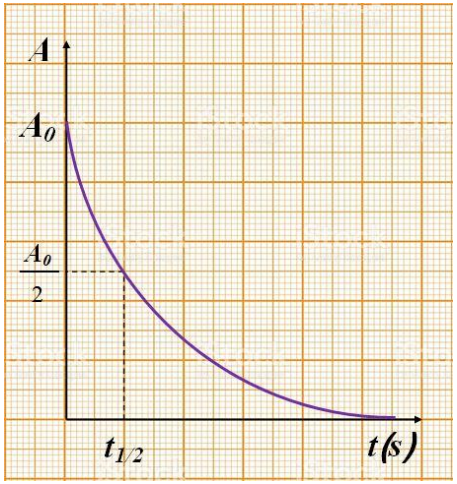
إذا :

$$t\frac{1}{2} = ln2\ \tau$$

تعيين $t_{1/2}$ بيانيا :

يمكن تعيين $t_{1/2}$ بيانيا بتعيين $\frac{N_0}{2}$ أو $\frac{A_0}{2}$ و الإسقاط على محور الأزمنة .





تطبيق الإشعاع للتأريخ :

يمكن بواسطة الإشعاع تقدير عمر المواد العضوية ذات عمر يقارب 40000 سنة باستعمال الكربون 14 الذي يتواجد في كل المركبات العضوية بنصف عمر يقدر ب 5700 سنة .

يرتكز مبدأ التأريخ كون أنه عند موت الكائن الحي فإن الكربون 14 لا يتجدد و عليه يبدأ التناقص الإشعاعي للعينة .

يمكن تحديد عمر العينة من خلال العلاقة التالية :

$$t = \frac{t\frac{1}{2}}{ln2}\ ln\ \frac{A(t)}{A_0}$$

أو :

$$t = \frac{t\frac{1}{2}}{ln2}\ ln\ \frac{N(t)}{N_0}$$

التفاعلات النووية :

تنقسم التفاعلات النووية إلى نوعين :

1/ تفاعلات تلقائية :

تتمثل في التفكك الإشعاعي المدروس سابقا من مميزاته :

- تلقائي - حتمي - عشوائي

2/ تفاعلات مفتعلة (اصطناعية):

تتم في شروط معينة وهي نوعان :

الانشطار - الاندماج

النقص الكتلي :

وجد أن مجموع كتل النويات متفرقة لذرة ما أكبر من كتلة الذرة نفسها حيث :

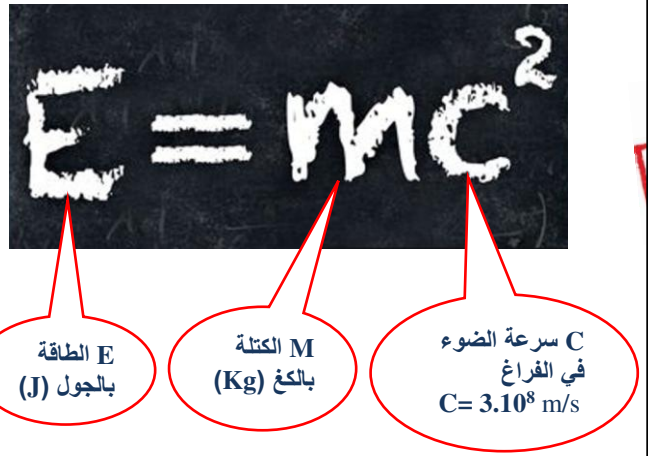
$$\Delta m = [Z\ mp + (A - Z)mn\ ] - m\ {}^{A}_{Z}X$$

مثلما يبرزه الرسم التالي :

تفسير النقص الكتلي :

النقص الكتلي هو الذي يفسر طاقة الارتباط النووي حسب علاقة " أينشتاين " (علاقة التكافؤ كتلة ⟷ طاقة)

علاقة أينشتاين :



وحدة الكتلة الموحدة :

هي جزء من 12 جزء من الكتلة الذرية للكربون 12 رمزها uMa

حيث :

$$mp = 1.00728\ U$$

$$mn = 1.00866\ U$$

ملاحظة :

حسب علاقة أينشتاين فإن :

$$1U \longleftrightarrow 931.5\ MeV$$

حيث :

$$1eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$$

$$1\ MeV = 10^6\ eV$$

طاقة الارتباط النووي :

هي الطاقة التي تربط مكونات النواة مع بعضها البعض و هي ناتجة حسب أينشتاين من النقص الكتلي حسب العلاقة :

$$E_l = \Delta m.\ c^2$$

طاقة الارتباط النووي هي أيضا الطاقة اللازمة لتفريق مكونات النواة إلى بروتونات و نيترونات .

A.HADJARI

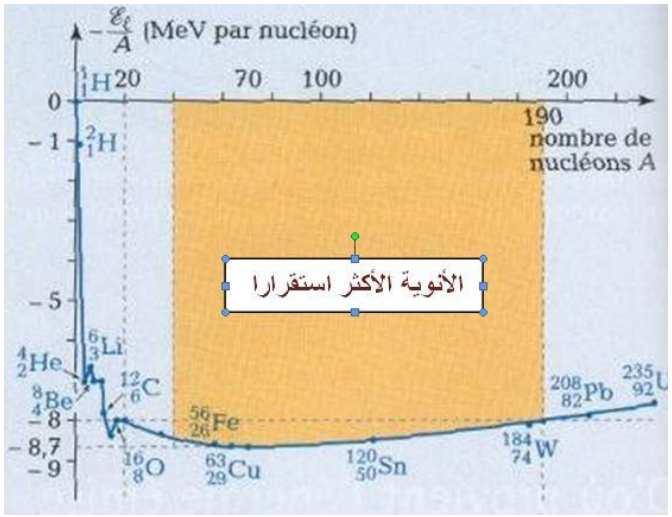
طاقة الارتباط لكل نوية :

هي الطاقة التي يعتمد عليها لمقارنة استقرار الأنوية ، فمثلا طاقة الارتباط لنواة اليورانيوم 235 هي 1800 MeV بينما للحديد 56 هي 490 MeV و مع ذلك فإن الحديد أكثر استقرارا و ذلك أنه عند حساب طاقة الارتباط لكل نوية نجد :

- لليورانيوم 1800/235=7.5 MeV/nucléon
- للحديد 490/56=8.8 MeV/nucléon

منحنى استون :

يمثل سالب طاقة الربط لكل نوية ($\frac{-El}{A}$) بدلالة العدد الكتلي A

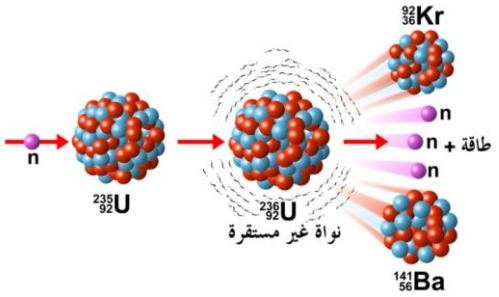


يمكن للذرات قليلة الاستقرار (ضعيفة طاقة الربط لكل نوية) أن تتحول إلى ذرات أكثر استقرار و ذلك وفق احدى الاليتين :

1/ الانشطار :

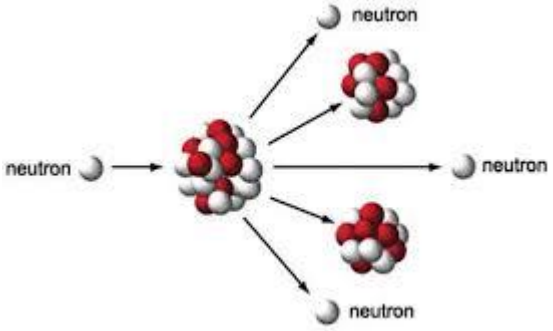
و هو تفاعل نووي مفتعل ناتج عن انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين أخف إثر قذفها بنيترون أو بنوية اخرى .

مثال :



ملاحظة :

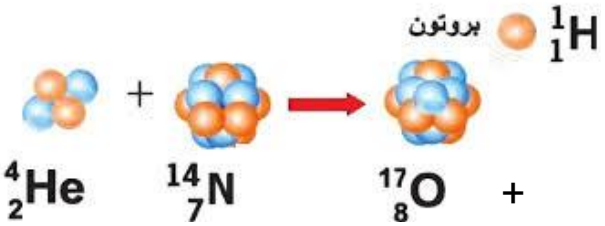
بما أن تفاعل الانشطار يحرر نبترونات فيمكنه بذلك الاستمرار لإعطاء تفاعل متسلسل (مغذى ذاتيا) .

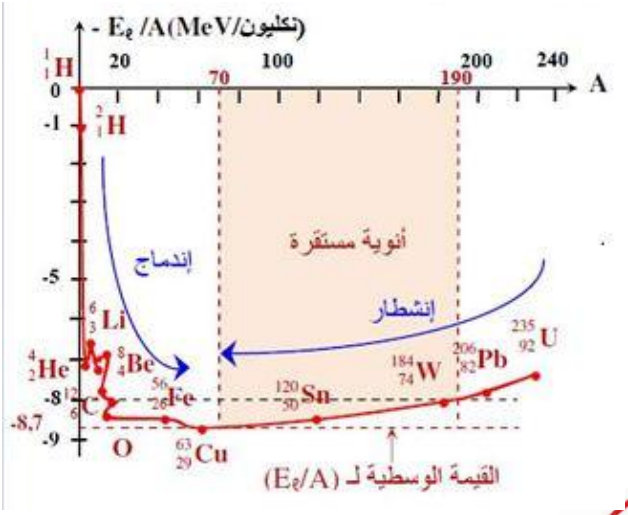


2/ الاندماج :

هو تفاعل نووي مفتعل (اصطناعي) ماتج عن التحام نواتين خفيفتين لتشكيل نواة أثقل مع تحرير طاقة .

مثال :





ملاحظات :

- تفاعلات الانشطار و الاندماج محررة لطاقة على شكل حرارة و طاقة حركية للجسيمات - الطاقة المتحررة من تفاعل الاندماج أكبر بكثير من تفاعل الانشطار -

حساب الطاقة الناتجة من تفاعل الانشطار أو الاندماج :

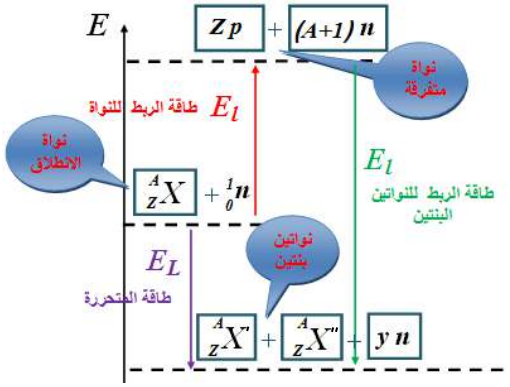
نطرح أولا مجموع كتل الأنوية الابتدائية من مجموع الكتل النهائية حسب العلاقة :

$$\Delta m = | m_i - m_f |$$

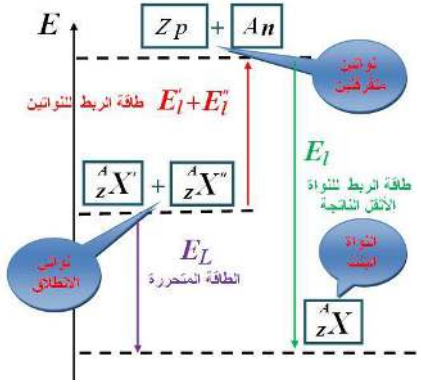
ثم نطبق علاقة أينشتاين أو علاقة MeV 931.5

$$E_L = \Delta m . C^2$$

مخطط الحصيلة الطاقوية لتفاعل الانشطار :



مخطط الحصيلة الطاقوية لتفاعل الاندماج :



A.HADJARI

A.HADJARI