

ملخص الوحدة 2

التحويلات النووية

education-onec-dz.blogspot.com

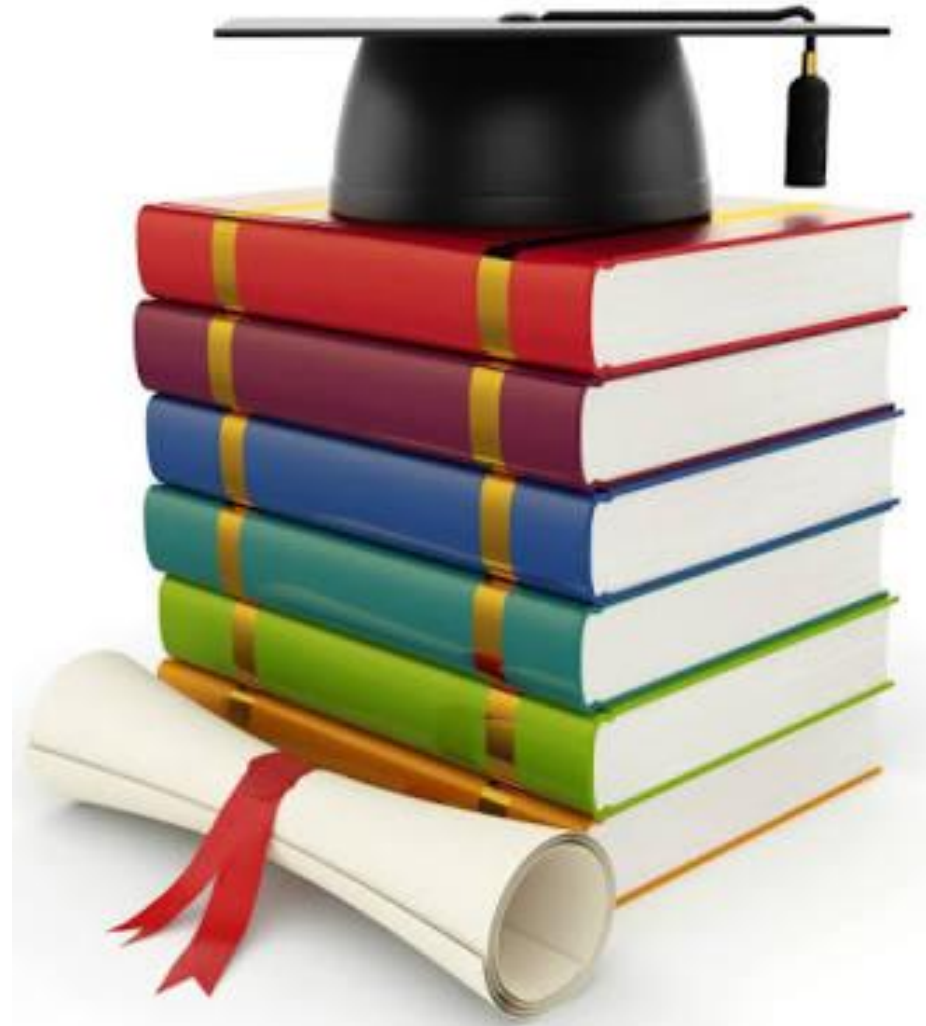
من إعداد الأستاذ : حجري علاء الدين



صفحة الأستاذ
حجري علاء الدين
للعلوم الفيزيائية



0663420739

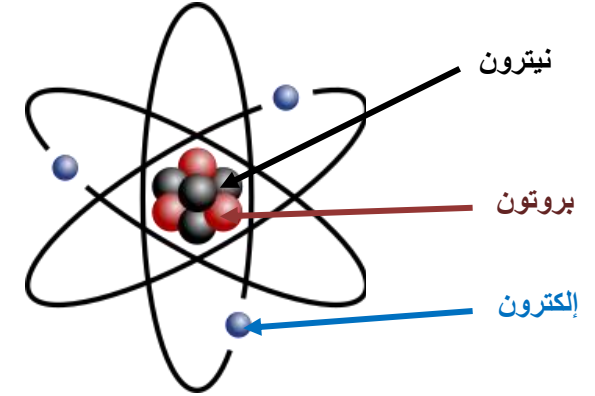


ملخص الوحدة 2

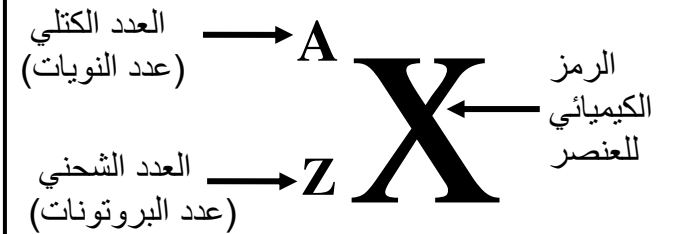
التحولات النووية

بنية النواة:

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



التمثيل الرمزي للنواة:



مثال:
أعط تركيب النواة التالية ${}_{84}^{210}\text{Po}$
الحل:

تتركب هذه النواة من:
بروتون $Z = 84$
نيوترون $A - Z = 126$

النظائر:

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

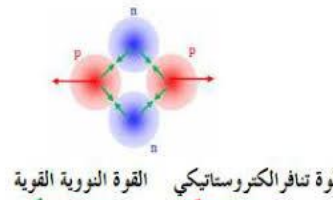
أمثلة:

بعض نظائر الكربون :

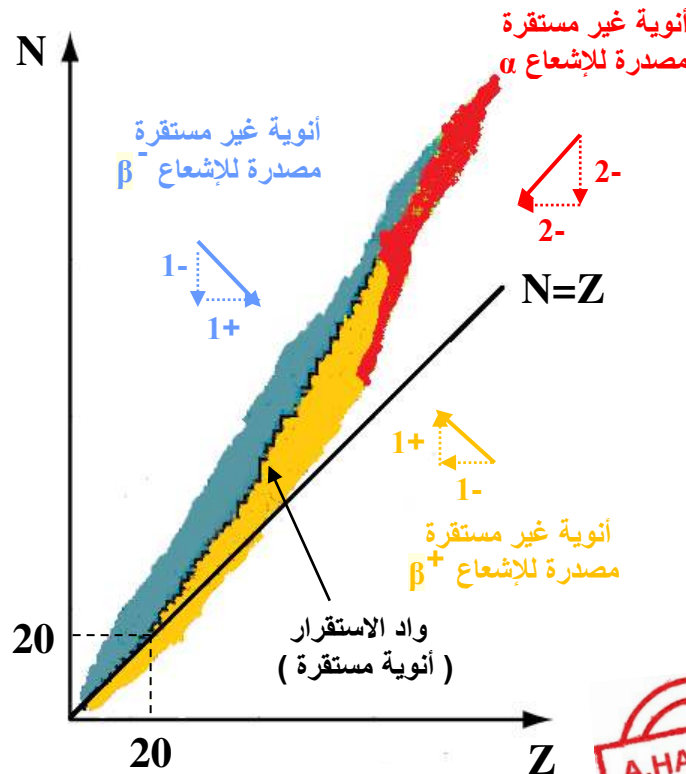


القوة النووية القوية:

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 النيوترونات فكلما كان عدد البروتونات كبير تطالب ذلك وجود عدد كبير من النيوترونات .



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

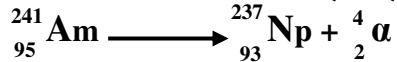


تعليق على المخطط:

- الأنوية الممتلئة 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 النيوترونات .
- الأنوية التي بها أكثر من 20 بروتون تكون مستقرة إذا كان عدد البروتونات > عدد النيوترونات .
- 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 ${}_{2}^4\text{He}$ منبعثة من أنوية مشعة و ناتجة عن تفكك الأنوية الثقيلة .

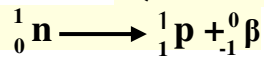


ملاحظة:

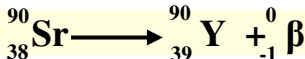
نلاحظ تساوي الأعداد الكتلية و الشحنة بين طرفي المعادلة حيث:
 $241 = 237 + 4$ / $95 = 93 + 2$
و هذا ما يسمى بقانون **الإحفاظ الكتلي و الشحني** .

2/ تفكك β^- :

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

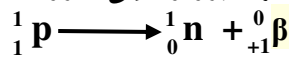


مثال:

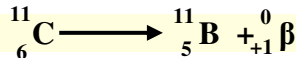


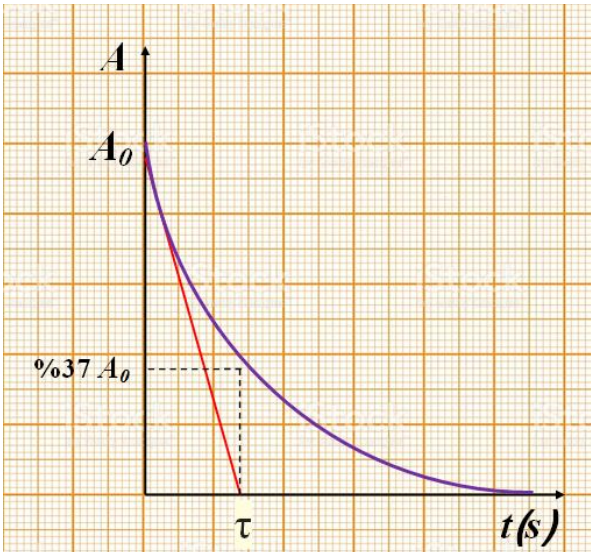
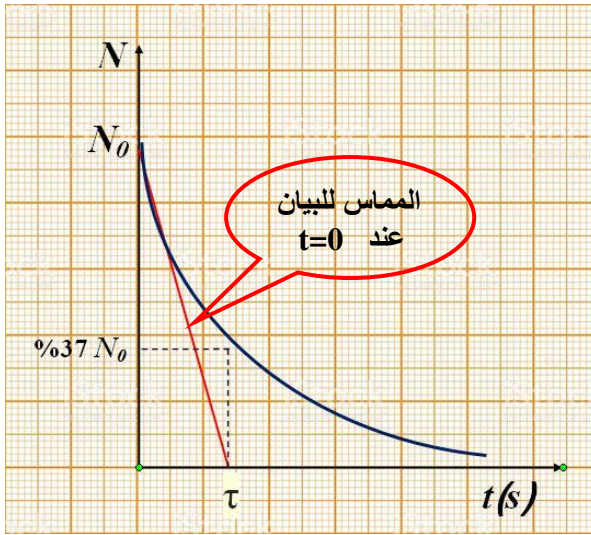
3/ تفكك β^+ :

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



مثال:





1/2 زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

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

$$N(t_{1/2}) = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{N_0}{2} \quad \text{لدينا :}$$

$$e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2} \quad \text{ومنه :}$$

تنتج في الثانية الواحدة يقاس بوحدة تسمى البيكرل (Bq) حيث 1 (Bq) يمثل تناقص إشعاعي واحد في الثانية وحدته s^{-1}
قانون التناقص الإشعاعي :

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

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

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى بالنسبة لـ $N(t)$ حلها من

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{الشكل الأسّي التالي :}$$

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

حيث :

N_0 عدد الأنوية المشعة الابتدائية عند $t=0$

A_0 النشاط الإشعاعي الابتدائي عند $t=0$

النواة تتميز بزمنين :

حيث عند $t = \tau$ نجد :

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

1/ ثابت الزمن τ :

$$N(\tau) = N_0 e^{-\lambda \tau}$$

$$= N_0 e^{-\lambda \frac{1}{\lambda}} = N_0 e^{-1} \approx 0.37 N_0$$

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 :

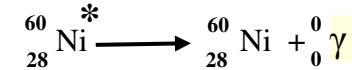
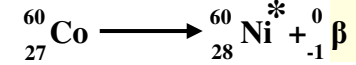
$$A = f(t) \quad \text{أو} \quad N = f(t)$$



3/ إشعاع γ :

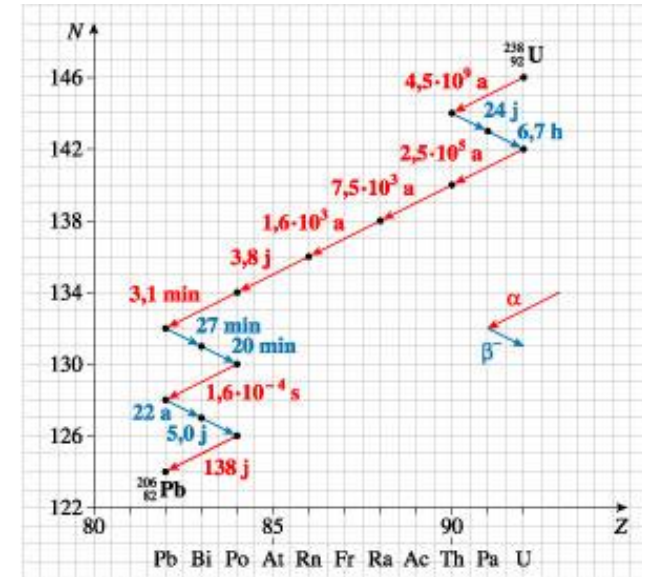
هي أشعة تنتمي إلى الطيف الكهرومغناطيسي عند انبعاثها يبقى العدد الكتلي A و العدد الشحني Z بدون تغيير و إنما تنتقل النواة الإبن من حالة مثارة إلى حالة مستقرة (أقل طاقة) .

مثال :



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 :

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

حيث λ ثابت التفكك

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

- يعرف النشاط الإشعاعي لعينة مشعة بأنه عدد التفككات التي

بإدخال اللوغاريتم للطرفين نجد :

$$-\lambda t_{1/2} = -\ln 2$$

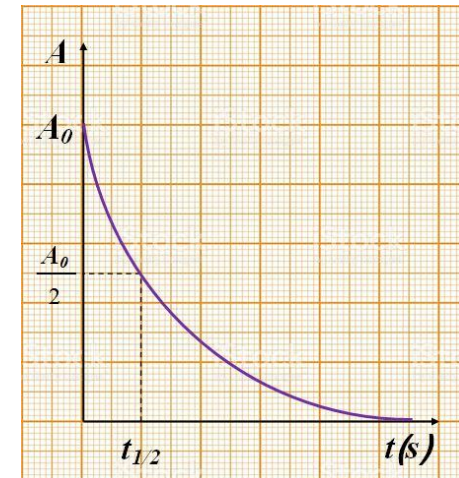
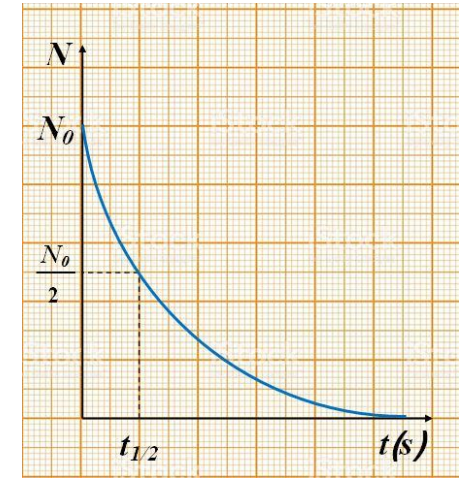
$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$\frac{1}{t_{1/2}} = \ln 2 \tau$$

إذا :

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 :

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

أو :

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

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 :

$$\Delta m = [Z m_p + (A - Z) m_n] - m_{Z}^A X$$

مثلا يبرزه الرسم التالي :



تفسير النقص الكتلي :

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

علاقة أينشتاين :

$$E = mc^2$$

E الطاقة
بالجول (J)

M الكتلة
بالكغ (Kg)

C سرعة الضوء
في الفراغ
C = 3.10⁸ m/s

وحدة الكتلة الموحدة :

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

$$m_p = 1.00728 \text{ U}$$

حيث :

$$m_n = 1.00866 \text{ U}$$

ملاحظة :

حسب علاقة أينشتاين فإن :

$$1 \text{ U} \longleftrightarrow 931.5 \text{ MeV}$$

حيث :

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

$$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$$

طاقة الارتباط النووي :

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

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

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

A.HADJARI

A.HADJARI

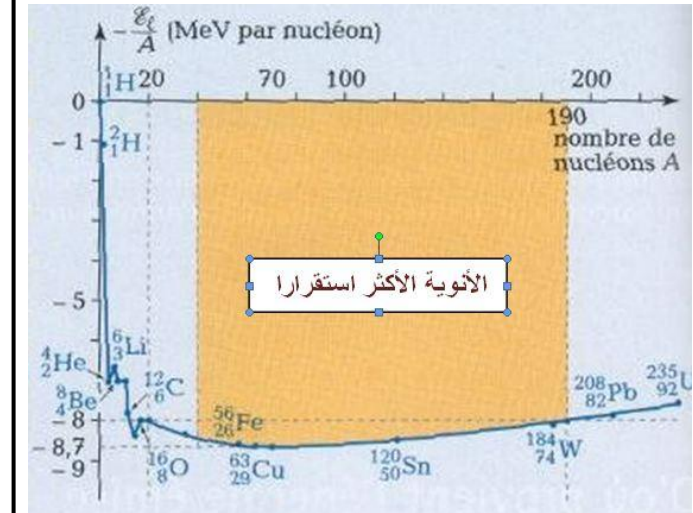
طاقة الارتباط لكل نوية :

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 :

$$\begin{aligned} & \text{- لليورانيوم} && 1800/235=7.5 \text{ MeV/nucleon} \\ & \text{- للحديد} && 490/56=8.8 \text{ MeV/nucleon} \end{aligned}$$

منحنى استون :

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

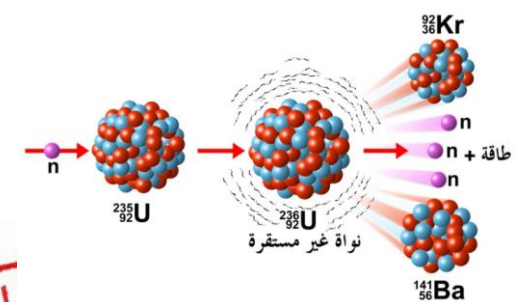


يمكن للذرات قليلة الاستقرار (ضعيفة طاقة الربط لكل نوية) أن تتحول إلى ذرات أكثر استقرار و ذلك وفق احدى الاليتين :

1/ الانشطار :

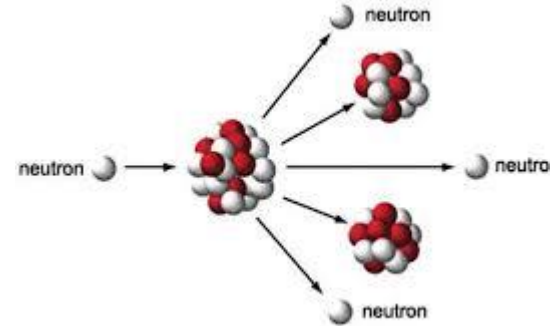
و هو تفاعل نووي مفتعل ناتج عن انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين أخف إثر قذفها بنيوترون أو بنوية أخرى .

مثال :



ملاحظة :

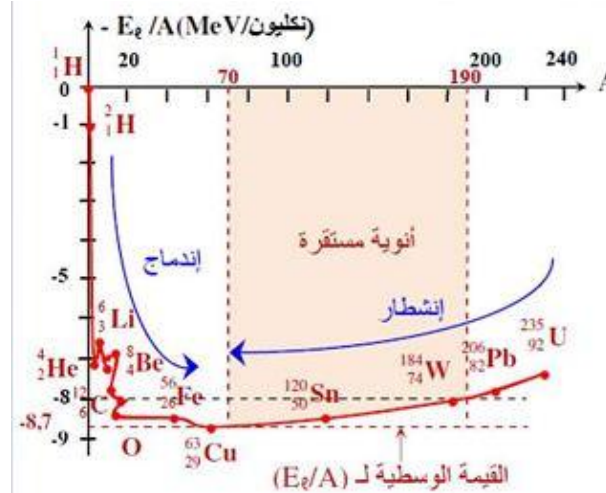
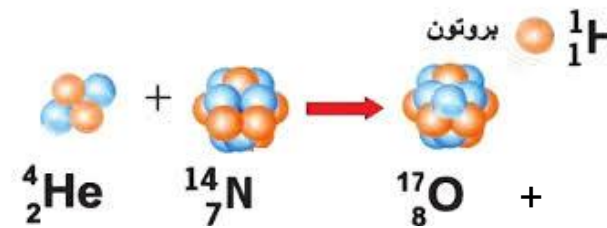
بما أن تفاعل الانشطار يحرر نيوترونات فيمكنه بذلك الاستمرار لإعطاء تفاعل متسلسل (مغذى ذاتيا) .



2/ الاندماج :

هو تفاعل نووي مفتعل (اصطناعي) ناتج عن التحام نواتين خفيفتين لتشكل 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 :

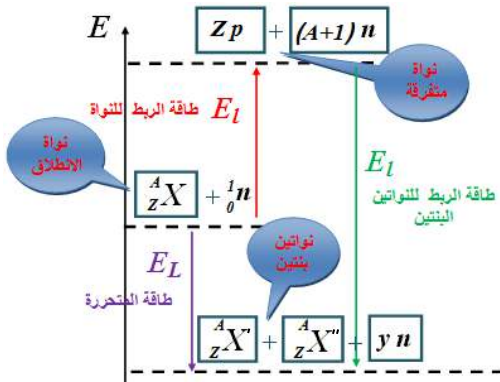
نطرح أولا مجموع كتل الأنوية الابتدائية من مجموع الكتل النهائية حسب العلاقة :

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

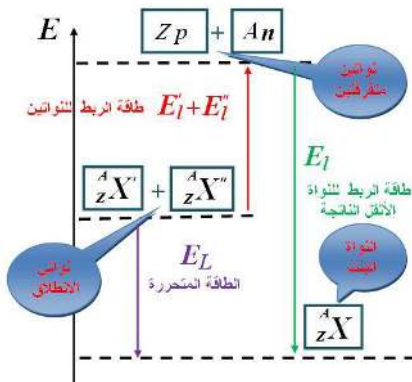
ثم نطبق علاقة أينشتاين أو علاقة 931.5 MeV

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

مخطط الحصيلة الطاقوية لتفاعل الانشطار :



مخطط الحصيلة الطاقوية لتفاعل الاندماج :



A.HADJARI

A.HADJARI