

1- التكافؤ " كتلة - طاقة "

1-1: وحدة الكتلة الذرية (u.m.a)

$$1u = \frac{1}{12} \cdot \frac{12 \cdot 10^{-3}}{6,03 \cdot 10^{23}} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

وحدة الكتلة الذرية هي 1/12 من كتلة ذرة الكربون 12 :
 $1\mu = \frac{1}{12} \cdot \frac{M}{N_A} \Leftrightarrow m = \frac{M}{N_A}$ أي بالنسبة لـ 1 ذرة

1-2: وحدة الطاقة : الإلكترون- فولط.

$$1eV = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

في الفيزياء النووية يستعمل الإلكترون - الفولط (eV) ومضاعفاته كوحدة للطاقة عوض الجول (J).

$$1MeV = 10^6 eV = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

1-3: الطاقة المكافئة لوحدة الكتلة الذرية:

علاقة التكافؤ " كتلة - طاقة " لأينشتاين: تمتلك كل مجموعة كتلتها m ، في حالة سكون ، طاقة E تسمى طاقة الكتلة : $E = m \cdot c^2$ حيث $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$: سرعة الضوء.
حسب علاقة اينشتاين الطاقة التي تكافئ 1u هي :

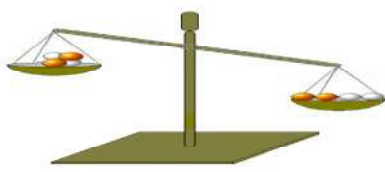
$$E = m_u \cdot c^2 = 1,6605 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 1,49445 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

$$1u = 931,5 \text{ MeV} / c^2 \Leftrightarrow$$

$$E = \frac{1,49445 \cdot 10^{-10}}{1,6 \cdot 10^{-13}} = 931,5 \text{ MeV}$$

2- طاقة الربط - Energie de liaison

2-1: النقص الكتلي - Défaut de masse



نسمي النقص الكتلي Δm لنواة ${}^A_Z X$ الفرق بين مجموع كتل النويات منفصلة و كتلة

$$\text{النواة متماسكة} : \Delta m = (Z \cdot m_p + (A - Z) m_n) - m({}^A_Z X) \text{ مع } (\Delta m > 0)$$

ملحوظة

" كتلة النواة تكون دائما أقل من مجموع كتل النويات المكونة لها"

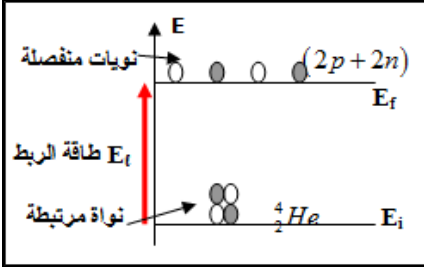
2-2: طاقة الربط

نسمي طاقة الربط E_l لنواة ${}^A_Z X$ ، الطاقة اللازم منحها للنواة في حالة سكون لفصل نوياتها و تبقى في حالة سكون "

$$E_l = E_f - E_i$$

$$E_l = [Z \cdot m_p + (A - Z) m_n - m({}^A_Z X)] \cdot c^2$$

$$E_l = \Delta m \cdot c^2 > 0$$



ملحوظة: عندما تتغير كتلة المجموعة بالمقدار Δm ، يصاحب هذا التغير تغير في الطاقة الكتلية $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$.
* $\Delta m < 0$ (تتقص كتلة المجموعة في سكون) ؛ $\Delta E < 0$: تفقد المجموعة طاقة .

2-3: طاقة الربط بالنسبة لنوية - Energie de liaison par nucléon

تعرف طاقة الربط بالنسبة لنوية بالعلاقة : $\xi = \frac{E_l}{A}$ وحدتها هي : MeV/nucléon

حيث E_l طاقة الربط للنواة و A عدد النويات .

ملحوظة: أهمية طاقة الربط بالنسبة لنوية ؟

تعطي فكرة عن مدى استقرار النواة : كلما كانت E كبيرة كلما كانت النواة أكثر استقرارا

حسب منحنى يسمى منحنى أستون $-\frac{E_l}{A} = f(A)$ و يستعمل لمقارنة استقرار مختلف النوى .

في المجال $20 < A < 195$: $+\frac{E_l}{A} \approx 8 \text{ MeV} / \text{nucléon}$

تضم هذه المنطقة الأنوية الأكثر استقرارا

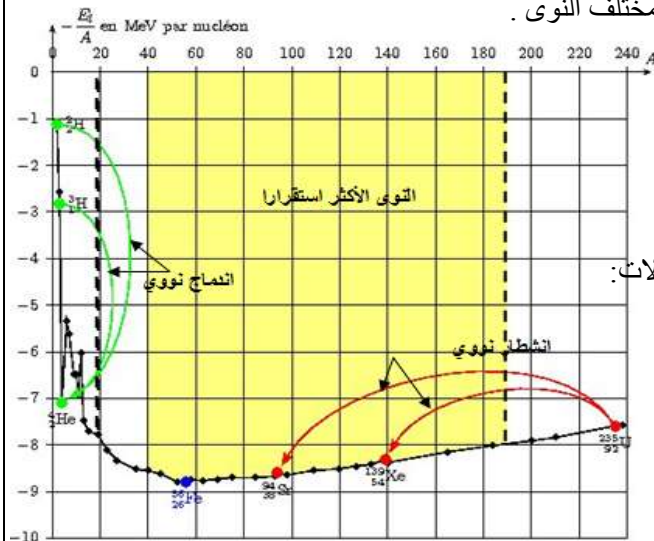
في المجال $A < 20$ و $A > 195$: $\frac{E_l}{A}$ ضعيفة جدا أي أن هذه النوى غير

مستقرة و بذلك تسعى لكي تتحول إلى نوى أكثر استقرارا ، وفق نوعين من التحولات:

- الإندماج النووي: ($A < 20$) نوى خفيفة تتحد فيما بينها لتعطي نواة أكثر ثقلًا .

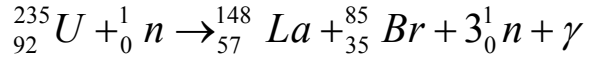
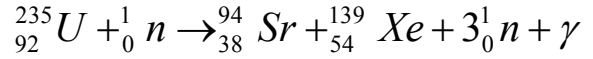
- الإنشطار النووي : ($A > 195$) نواة ثقيلة تنشط إلى نواتين خفيفتين .

ملحوظة: الإندماج و الإنشطار النوويين تفاعلا مَحْرَضَان.



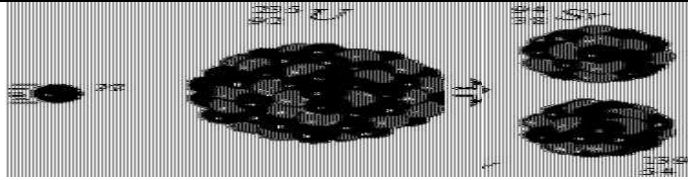
3-1: الإنشطار النووي – Fission nucléaire

تفاعل نووي تنقسم خلاله نواة ثقيلة " شظيرة Fissile " ، بعد قذفها بنوترون حراري إلى نواتين خفيفتين .
أمثلة:

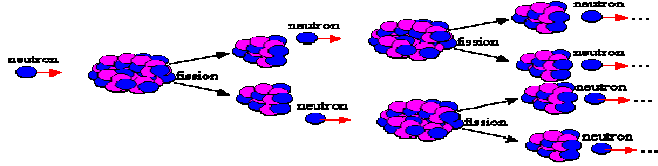


- تفاعل متسلسل:

" انشطارات متتالية لنويدات شظيرة تُسببه النوترونات الناتجة عن الإنشطار النووي ، مبدأ القنبلة النووية A



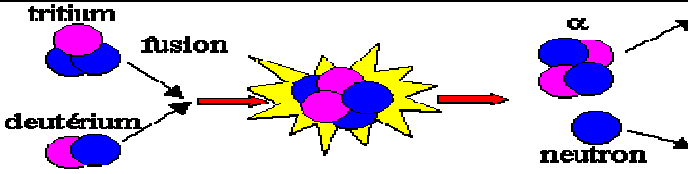
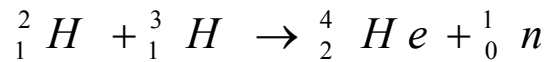
انشطار نووي



تفاعل متسلسل

3-2: الاندماج النووي- Fusion

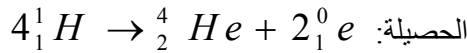
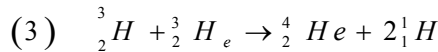
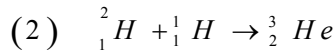
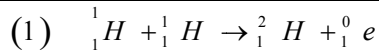
- تفاعل نووي يتم خلاله انضمام نواتين خفيفتين لتكوين نواة أكثر ثقلاً ، محررا الطاقة.
مثال: معادلة تفاعل الاندماج النووي الذي تمثله الوثيقة المقابلة :



- شروط تحقيق الاندماج النووي :

لتحقيق الاندماج النووي ينبغي للنواتين المندمجتين ، أن تكون لهما طاقة تُمكنهما من التغلب على قوى التأثيرات البينية التنافرية ؛ و لا تتوفر هذه الطاقة إلا بدرجة حرارة عالية ، و لهذا ، تسمى تفاعلات الاندماج بالتفاعلات النووية الحرارية .

ملحوظة: أصل الطاقة الشمسية ، تفاعلات اندماج داخل الشمس



حيث في كل ثانية ، يتحول أكثر من 600 مليون طن من ذرات

الهيدروجين إلى ذرات الهيليوم و ذلك وفق ثلاث مراحل :

4- الحصلة ، الكتلة و الطاقة لتفاعل نووي

نعتبر معادلة تفاعل نووي : ${}_{Z_1}^{A_1}\text{X}_1 + {}_{Z_2}^{A_2}\text{X}_2 \rightarrow {}_{Z_3}^{A_3}\text{X}_3 + {}_{Z_4}^{A_4}\text{X}_4$

ينتج عن هذا التفاعل تغير في الطاقة تعبيرها .
بدلالة طاقة الربط للنوى

$$\Delta E = [E_f(\text{نواتج})] - [E_f(\text{متفاعلات})]$$

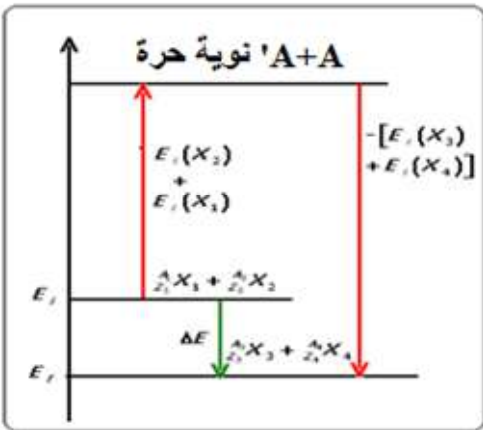
$$\Delta E = \sum E_f(\text{نواتج}) - \sum E_f(\text{متفاعلات})$$

بدلالة كتل النوى

$$\Delta E = [(m_3 + m_4) - (m_1 + m_2)] \cdot c^2$$

$$\Delta E = [\sum m(\text{نواتج}) - \sum m(\text{متفاعلات})] \cdot c^2$$

مخطط الطاقة لتفاعل نووي عام



5: التأثير البيولوجية للنشاط الإشعاعي

للإشعاعات النووية تأثير على جسم الإنسان و ذلك حسب طبيعتها و الكمية التي يمتصها الجسم.

• الإشعاعات α ، تخترق المادة بصعوبة ، إذ تكفي ورقة لإيقافها ، و تحدث حروقا سطحية على الجلد .

• الإشعاعات β ، أكثر نفاذية من α ، بعض المليمترات من الألومنيوم توقفها . تستعمل الإشعاعات β لعلاج الخلايا السرطانية.

• الإشعاعات γ ، نافذة بقدر كبير ، بعض السنتمترات من الرصاص توقفها . تستعمل في تشخيص الأمراض بالصور .

- تستعمل الإشعاعات النووية في الطب بكميات ضئيلة جدا كعنصر لاستشفاء و لتشخيص الأمراض أو لمعالجتها

- كيف تؤثر الإشعاعات النووية على الإنسان ؟

تتفاعل الإشعاعات النووية ذات الطاقة العالية مع المادة المكونة للجسم ؛ إذ يمكنها انتزاع إلكترونات ذرات خلايا بعض الأعضاء محدثة بعض التشوهات بيوكيميائية .

