1- التكافؤ " كتلة – طاقة"

1-1: وحدة الكتلة الذرية $(u.m.a)$

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

$$1u = \frac{1}{12}.\frac{12.10^{-3}}{6,03.10^{23}} = 1,66.10^{-27}\,kg$$

1-2: وحدة الطاقة : الإلكترون- فولط.

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

$$1eV = 1,602177.10^{-19}\,J$$
$$1MeV = 10^6\,eV = 1,6.10^{-13}\,J$$

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 : $E = m.c^2$

حيث $c = 3.10^8\,m.s^{-1}$: سرعة الضوء.

حسب علاقة اينشتاين الطاقة التي تكافئ $1u$ هي :

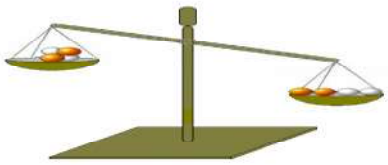
$$E = m_u.c^2 = 1,6605.10^{-27}.(3.10^8)^2 = 1,49445.10^{-10}\,J$$
$$E = \frac{1,49445.10^{-10}}{1,6.10^{-13}} = 931,5MeV$$

$$1u = 931,5MeV/c^2 \Leftarrow$$

2- طاقة الربط - Energie de liaison

2-1: النقص الكتلي- Défaut de masse

نسمي النقص الكتلي Δm لنواة ^A_ZX الفرق بين مجموع كتل النويات منفصلة و كتلة النواة متماسكة : $\Delta m = \left(Z.m_p + (A-Z)m_n\right) - m(^A_ZX)$ مع : $(\Delta m \succ 0)$



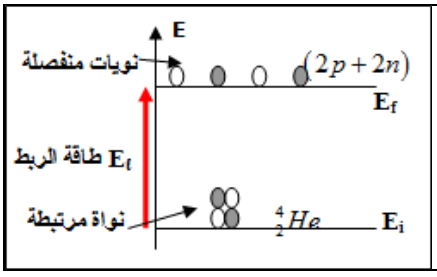
ملحوظة

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

2-2: طاقة الربط

نسمي طاقة الربط E_l لنواة ^A_ZX ، الطاقة اللازم منحها للنواة في حالة سكون لفصل نوياتها و تبقى في حالة سكون "

$$E_l = E_f - E_i$$
$$E_l = \left[Z.m_p + (A-Z)m_n - m(^A_ZX)\right].c^2$$
$$E_l = \Delta m.c^2 \succ 0$$



ملحوظة: عندما تتغير كتلة المجموعة بالمقدار Δm ، يصاحب هذا التغير تغير في الطاقة الكتلية $\Delta E = \Delta m.c^2$.

* $\Delta m \prec 0$ (تنقص كتلة المجموعة في سكون) ؛ $\Delta E \prec 0$: تفقد المجموعة طاقة .

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

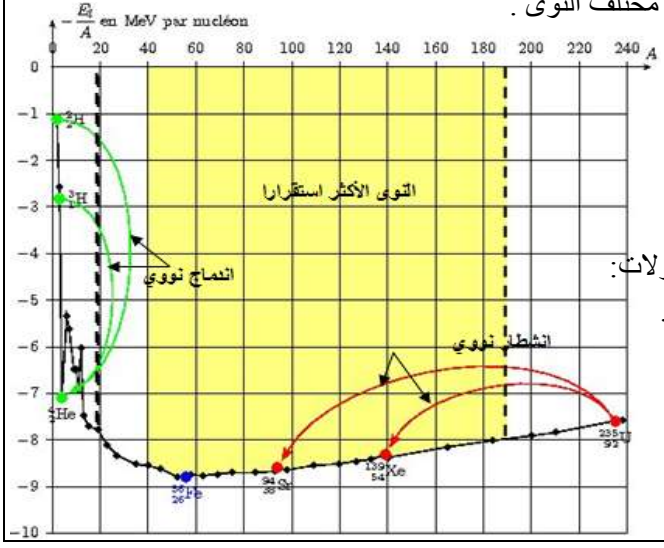
تعرف طاقة الربط بالنسبة لنوية بالعلاقة : $\xi = \frac{E_l}{A}$ وحدتها هي : MeV/nucléon

حيث E_l طاقة الربط للنواة و A عـدد 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 $20 \prec A \prec 195$: $\frac{E_l}{A} \approx 8MeV/nucléon$

تضم هذه المنطقة الأنوية الأكثر استقرارا

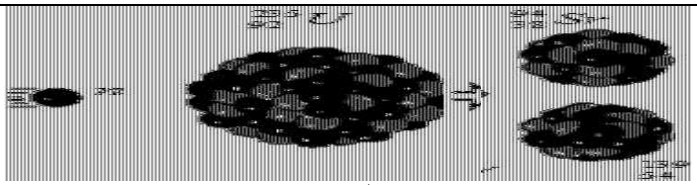
في المجال $A \prec 20$ و $A \succ 195$: $\frac{E_l}{A}$ ضعيفة جدا أي أن هذه النوى غير مستقرة و بذالك تسعى لكي تتحول إلى نوى أكثر استقرارا ، وفق نوعين من التحولات:

- الإندماج النووي: $(A \prec 20)$ نوى خفيفة تتحد فيما بينها لتعطي نواة أكثر ثقلا .
- الإنشطار النووي : $(A \succ 195)$ نواة ثقيلة تنشطر إلى نواتين خفيفتين .

ملحوظة: الإندماج و الإنشطار النوويين تفاعلان مُحَرَّضان.

3- الإنشطار و الإندماج النوويان

3-1: الإنشطار النووي – Fission nucléaire



انشطار نووي

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

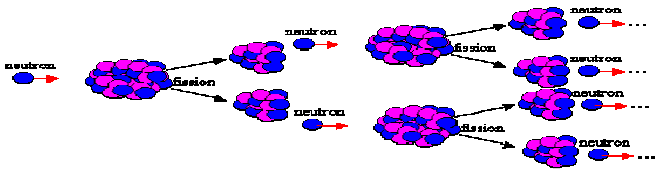
أمثلة:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{139}_{54}Xe + 3^{1}_{0}n + \gamma$$

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{148}_{57}La + ^{85}_{35}Br + 3^{1}_{0}n + \gamma$$

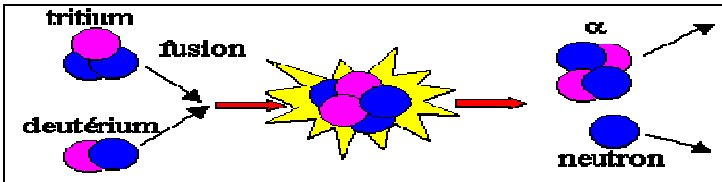
- تفاعل متسلسل:

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



تفاعل متسلسل

3-2: الإندماج النووي- Fusion



- تفاعل نووي يتم خلاله انضمام نواتين خفيفتين لتكوين نواة أكثر ثقلا ، محررا الطاقة.

مثال: معادلة تفاعل الإندماج النووي الذي تمثله الوثيقة المقابلة :

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$$

- شروط تحقيق الإندماج النووي :

لتحقيق الإندماج 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 الإندماج بالتفاعلات النووية الحرارية .

ملحوظة: أصل الطاقة الشمسية ، تفاعلات اندماج داخل الشمس حيث في كل ثانية ، يتحول أكثر من600 مليون طن من ذرات الهيدروجين إلى ذراتالهليوم و ذلك وفق ثلاث مراحل :

$$(1)\quad ^{1}_{1}H + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{2}_{1}H + ^{0}_{1}e$$

$$(2)\quad ^{2}_{1}H + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{3}_{2}He$$

$$(3)\quad ^{3}_{2}H + ^{3}_{2}H_{e} \rightarrow ^{4}_{2}He + 2^{1}_{1}H$$

الحصيلة: $4^{1}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + 2^{0}_{1}e$

4- الحصيلة ، الكتلة و الطاقة لتفاعل نووي

نعتبر معادلة تفاعل نووي : $^{A_1}_{Z_1}X_1 + ^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow ^{A_3}_{Z_3}X_3 + ^{A_4}_{Z_4}X_4$

ينتج عن هذا التفاعل تغير في الطاقة تعبيرها .

بدلالة طاقة الربط للنوى

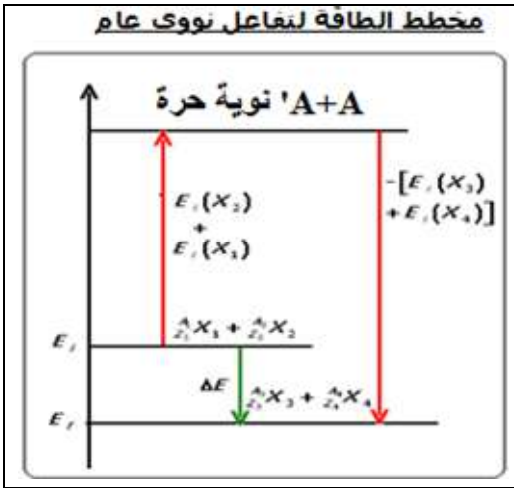
$$\Delta E = [E_l(X_1) + E_l(X_2)] - [E_l(X_3) + E_l(X_4)]$$

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

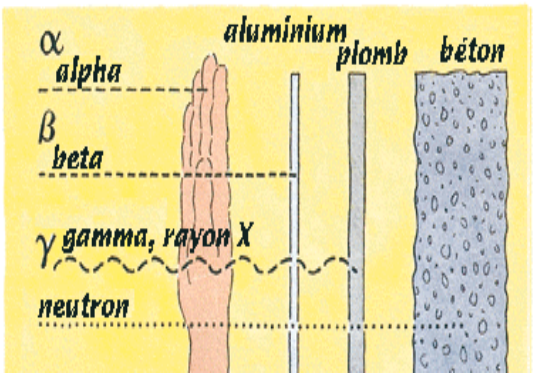
بدلالة كتل النـــــــوى

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

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



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 الألومينيوم توقفها . تستعمل الإشعاعات β لعلاج الخلايا السرطانية.
- الإشعاعات γ ، نافذة بقدر كبير ، بعض السنتيمترات 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 .