1- التكافؤ " كتلة – طاقة"

1-1: وحدة الكتلة الذرية $(u.m.a)$

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

بالنسبة لـ 1 ذرة m= $\frac{M}{N_A}$ ⇐ 1µ= $\frac{1}{12}.\frac{M}{N_A}$

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

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 :

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

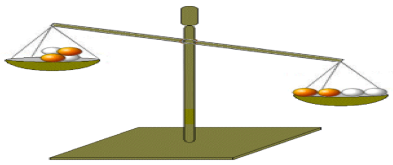
$$1u=931,5MeV/c^2 \Leftarrow$$

2- طاقة الربط - *Energie de liaison*

2-1: النقص الكتلي- Défaut de masse

نسمي النقص الكتلي Δm لنواة $^A_Z X$ الفرق بين مجموع كتل النويات منفصلة و كتلة النواة متماسكة :

$$\Delta m=\left(Z.m_p+(A-Z)m_n\right)-m(^A_Z X) \quad (\Delta m > 0)$$ مع :



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 "

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

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

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

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

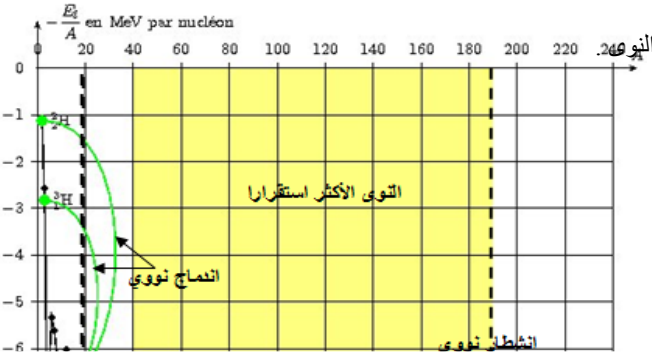
تعرف طاقة الربط بالنسبة لنوية بالعلاقة : $\xi=\frac{E_l}{A}$ وحدتها هي : MeV/nucléon

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

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 بذالك تسعى لكي تتحول إلى نوى أكثر استقرارا ، وفق نوعين من التحولات:

- الإندماج النووي: $(A \leq 20)$ نوى خفيفة تتحد فيما بينها لتعطي نواة أكثر ثقلا .

- الإنشطار النووي : $(A \geq 195)$ نواة ثقيلة تنشطر إلى نواتين خفيفتين .

ملحوظة: الإندماج و الإنشطار النوويين تفاعلان مُحَرَّضان.

Www.AdrarPhysic.Com

3- الإنشطار و الإندماج النوويان

3-1: الإنشطار النووي – Fission nucléaire

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

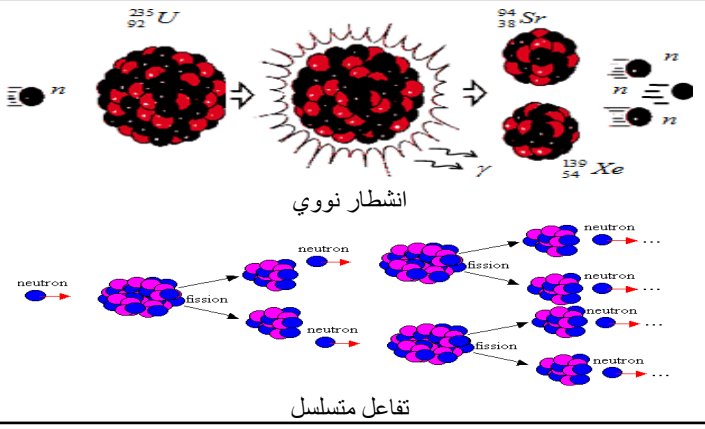
أمثلة:

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

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

- تفاعل متسلسل:

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

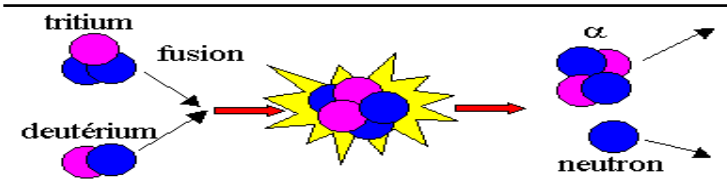


3-2: الإندماج النووي- Fusion

- 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

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

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

بدلالة كتل النـــــــوى

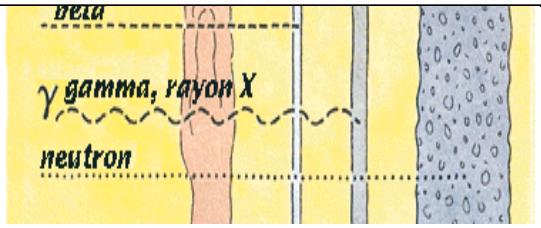
$$\Delta E = \left[(m_3 + m_4) - (m_1 + m_2)\right].c^2$$

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

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 .

Www.AdrarPhysic.Com