الوحدة 5: التحولات النووية

1 – النشاط الإشعاعي:

- **نواة الذرة:** تتكون النواة من Z بروتون N نوترون و نرمز لها بـ ${}^{A}_{Z}X$ حيث A يمثل عدد النويات (العدد الكتلي) : $A = Z + N$.

النظائر: هي أنوية لها نفس عدد البروتونات Z و تختلف من حيث العدد الكتلي A (مثال ${}^{12}_{6}C$ و ${}^{13}_{6}C$ و ${}^{14}_{6}C$).

النشاط الإشعاعي:تفكك نووي طبيعي (تلقائي) لنواة غير مستقرة – تسمى نواة مشعة - إلى نواة متولدة أكثر استقراراً مع انبعاث عدة دقائق تسمى إشعاعات α ، β^+ ، β^-

قانونا صودي للإنحفاظ: خلال تحول نووي ينحفظ العدد الشحني Z والعدد الكتلي A .

$${}^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \longrightarrow {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$$

$$\begin{cases} Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4 \\ A_1 + A_2 = A_3 + A_4 \end{cases}$$

النشاط الإشعاعي α : هو انبعاث نواة الهيليوم حسب المعادلة:

$${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

النشاط الإشعاعي β^+ : هو انبعاث بوزيترون حسب المعادلة:

$${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e$$

النشاط الإشعاعي β^- : هو انبعاث إلكترون حسب المعادلة:

$${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$$

الاصدار γ: هو انبعاث موجات كهرمغنطيسية ترافق غالبا التفككات

$${}^{A}_{Z}X^{*} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$$

قانون التناقص الإشعاعي:

ثابت النشاط الإشعاعي

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

عدد الأنوية المشعة — عدد الأنوية المشعة المتبقية عند اللحظة t

و نبين أن : $m(t) = m_0 e^{-\lambda . t}$

ثابت الزمن $\tau = \frac{1}{\lambda}$ وحدة τ هي الثانية (s) و وحدة λ هي (s^{-1}) .

زمن نصف العمر : المدة الزمنية اللازمة لتفكك نصف عدد الأنوية الإبتدائية

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

نشاط عينة مشعة: هو عدد التفككات الحادثة في وحدة الزمن

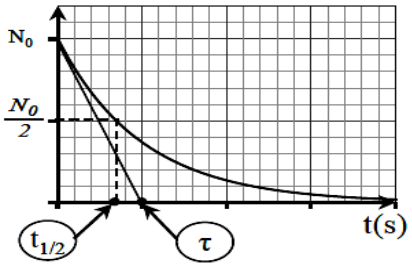
$$A(t) = -\frac{dN}{dt} \longrightarrow \boxed{A(t) = \lambda . N = A_0 e^{-\lambda . t}} \longrightarrow A_0 = \lambda . N_0$$

وحدة النشاط الإشعاعي هي البيكريل (Bq) بحيث:

1Bq يمثل 1 تفكك خلال ثانية.

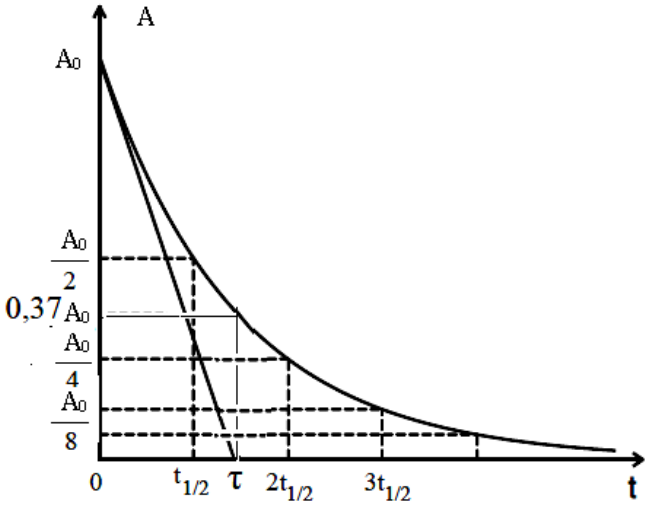
العائلة **المشعة**: مجموعة من النوى ناتجة عن تفككات متسلسلة لنواة أصل.

طرق تحديد $t_{1/2}$ و τ



$N(\tau) = 0,37 N_0$

$A(\tau) = 0,37 A_0$



التأريخ بالنشاط الإشعاعي (مثال بالكربون - 14)

بقياس نشاط الكربون - 14 عينة مستحثات A(t) ، ومقارنته مع نشاطه في عينة مرجعية حديثة مشابهة A_0 ، يمكن تحديد عمره.

لدينا: $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ ومنه: $e^{-\lambda t} = \frac{A(t)}{A_0}$ يعني: $-\lambda t = \ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right)$

وبالتالي: $t = \frac{-\ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right)}{\lambda}$

2 –التفاعلات النووية المفتعلة

الكتلة و الطاقة

■ **علاقة أينشتاين (التكافؤ كتلة-طاقة):**

جملة كتلتها m توجد في حالة سكون، تملك طاقة E تسمى طاقة الكتلة

يعبر عنها بالعلاقة : $E = m.c^2$ حيث : $c=3.10^8$ m/s .

■ **النقص الكتلي** Δm **للنواة** هو الفرق بين مجموع كتل النويات و كتلة النواة:

$$\Delta m = [Zm_p + (A-Z)m_n] - m(^A_ZX)$$

- m_p كتلة البروتون
- m_n كتلة النوترون
- $m(X)$ كتلة النواة.

■ **طاقة الربط** E_ℓ **للنواة** : هي الطاقة التي يجب إعطاؤها للنواة في حالة سكون لفصل نوياتها و تبقى هذه النويات في حالة سكون.

$$E_\ell = \Delta m.c^2 = [Zm_p + (A-Z)m_n - m(^A_ZX)].c^2$$

■ **طاقة الربط لكل نوية** $E_{l/A}$: تعطى فكرة عن مدى استقرار النواة يعبر عنها بالعلاقة: $E_{l/A} = \frac{E_\ell}{A}$ ← $E_{l/A}$. MeV/nucléon

■ **علاقة أينشتاين (التكافؤ كتلة-طاقة):**

جملة كتلتها m توجد في حالة سكون، تملك طاقة E تسمى طاقة الكتلة

يعبر عنها بالعلاقة : $E = m.c^2$ حيث : $c=3.10^8$ m/s .

■ **النقص الكتلي** Δm **للنواة** هو الفرق بين مجموع كتل النويات و كتلة النواة:

$$\Delta m = [Zm_p + (A-Z)m_n] - m(^A_ZX)$$

- m_p كتلة البروتون
- m_n كتلة النوترون
- $m(X)$ كتلة النواة.

■ **طاقة الربط** E_ℓ **للنواة** : هي الطاقة التي يجب إعطاؤها للنواة في حالة سكون لفصل نوياتها و تبقى هذه النويات في حالة سكون.

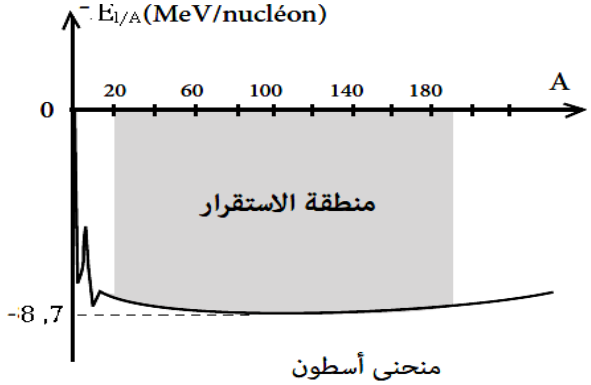
$$E_\ell = \Delta m.c^2 = [Zm_p + (A-Z)m_n - m(^A_ZX)].c^2$$

■ **طاقة الربط لكل نوية** $E_{l/A}$: تعطى فكرة عن مدى استقرار النواة يعبر عنها بالعلاقة: $E_{l/A} = \frac{E_\ell}{A}$ ← $E_{l/A}$. MeV/nucléon

← كلما كانت $E_{l/A}$ كبيرة تكون النواة الموافقة أكثر استقرارا.

الانشطار : تفاعل نووي مفتعل يتم خلاله انقسام نواة ثقيلة شطورة إلى نواتين خفيفتين و أكثر إستفرارا عند قذفها بنوترون.

الاندماج : تفاعل نووي مفتعل يتم خلاله اتحاد (اندماج) نواتين خفيفتين لتكوين نواة أكثر ثقلا و أكثر إستقرارا



منحنى أسطون

– يظهر من منحنى أستون أن : القيمة الوسطية لـ (E_ℓ/A) هي : نكليون/8,7 MeV .

– يمكن للذرات قليلة الإستقرار (E_ℓ/A : ضعيفة) أن تتحول الى ذرات أكثر إستقرارًا عن طريق تحرير الطاقة ، توجد آليتان مختلفتان ممكنتان لأجل ذلك هما :

- الإنشطار النووي الذي يؤدي الى إنقسام النواة الثقيلة غير المستقرة ، بقذفها بجسيمات مثل النيترونات .
- الإندماج النووي الذي يقود الى تشكل أنوية أكثر ثقلاً بسبب التصادم بين أنوية خفيفة أقل إستقرارًا .

الطاقة المحررة من تفاعل نووي E_{lib} : نعتبر تحولا نوويا معادلته :

$$^{A_1}_{Z_1}X_1 + ^{A_2}_{Z_2}X_2 \longrightarrow ^{A_3}_{Z_3}X_3 + ^{A_4}_{Z_4}X_4$$

الطاقة المحررة E_{lib} **هي:**

أو: $E_{lib} = \Delta m.c^2 = [m_{(reactifs)} - m_{(produits)}].c^2$

المتفاعلات ↑ ↑ النواتج

$$E_{lib} = [m(X_1) + m(X_2) - m(X_3) - m(X_4)].c^2$$

المخطط الطاقوي

الحالة العامة

نعتبر تحولا نوويا معادلته: $^{A_1}_{Z_1}X_1 + ^{A_2}_{Z_2}X_2 \longrightarrow ^{A_3}_{Z_3}X_3 + ^{A_4}_{Z_4}X_4$

حيث X رمز نواة أو جسيمة

خلال هذا التحول، تغيرت كتلة المجموعة بالمقدار:

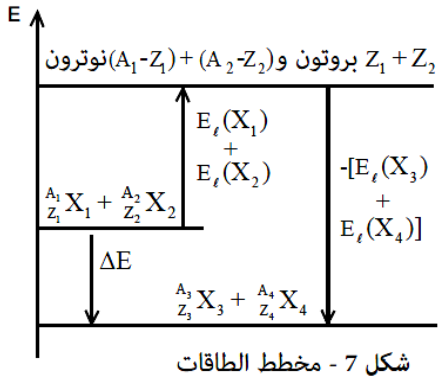
$$\Delta m = m_i - m_f = [m(X_1) + m(X_2)] - [m(X_3) + m(X_4)]$$

وتكون بذلك **الطاقة المحررة** هي:

$$E_{lib} = \Delta m.c^2 = [m(X_1) + m(X_2) - m(X_3) - m(X_4)].c^2$$

بالاستعانة بالمخطط يمكن تبيان أن

$$E_{lib} = [E_\ell(X_3) + E_\ell(X_4)] - [E_\ell(X_1) + E_\ell(X_2)]$$



شكل 7 - مخطط الطاقات