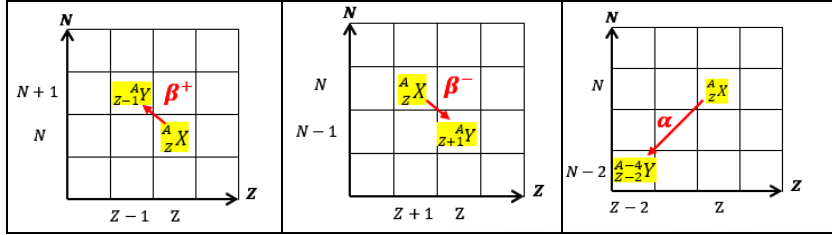


أنواع التفككات:

معادلة التحول النووي	النشاط الإشعاعي
${}^A_ZX = {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He$	النشاط الإشعاعي α يمز الأنوية الثقيلة $A > 200$ وينتج عنه إصدار نواة الهيليوم 4_2He
${}^A_ZX = {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$	النشاط الإشعاعي β^- يمز الأنوية الغنية بالنيوترونات وينتج عنه انبعاث إلكترون ${}^0_{-1}e$
${}^A_ZX = {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}e$	النشاط الإشعاعي β^+ يمز الأنوية الغنية بالبروتونات وينتج عنه انبعاث البوزيترون ${}^0_{+1}e$
${}^A_ZX^* = {}^A_ZX + {}^0_0\gamma$	النشاط الإشعاعي γ هو إشعاع غير مشحون ذو طبيعة كهرومغناطيسية وينتج عنه انتقال النواة من حالة مثارة إلى حالة أقل طاقة



المخطط (N-Z) مخطط سيغري (Segré)

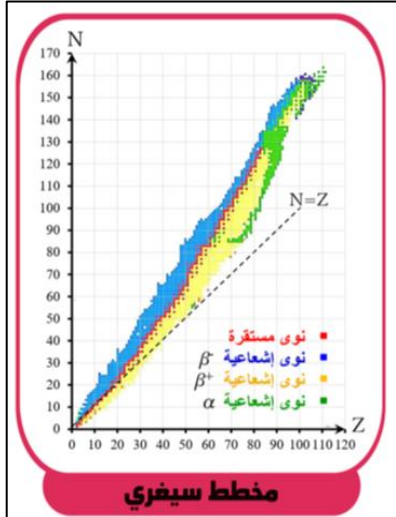
يمكننا المنحنى من معرفة الأنوية المستقرة والأنوية الغير مستقرة ونوع النشاط الإشعاعي الصادر.

الأنوية المستقرة:

- $Z < 20$ الأنوية المستقرة تقع على المستقيم $N \approx Z$
- $20 < Z < 82$ الأنوية المستقرة تحقق النسبة $\frac{N}{Z} \approx 1.5$

الأنوية الغير مستقرة:

- $Z > 82$ أنوية ثقيلة تصدر الإشعاع α
- الأنوية الغير مستقرة تقع تحت واد الاستقرار تصدر الإشعاع β^+
- الأنوية الغير مستقرة تقع فوق واد الاستقرار تصدر الإشعاع β^-



مخطط سيغري

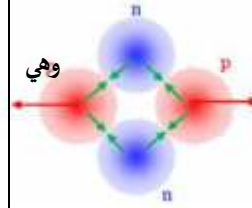
البنية النووية

تركيب النواة: تتكون النواة من نواة تدور حولها الكترونات في مدارات. وتتكون النواة من جسيمات تدعى النيكيونات وهي نوعان: البروتونات والنيوترونات

تعريف النظائر: هي ذرات لنفس العنصر الكيميائي لها نفس العدد الشحني Z وتختلف في العدد الكتلي A

مثال: للهيدروجين 3 نظائر (3_1H ; 2_1H ; 1_1H) ذرة الكلور (${}^{35}_{17}Cl$, ${}^{37}_{17}Cl$)

القوة النووية القوية: هي القوة المسؤولة عن تماسك النواة، أقوى بكثير من قوة التنافر الكهربائي المتبادل بين البروتونات.



النشاط الإشعاعي:

تعريفه: هو ظاهرة تتحول خلالها نواة غير مستقرة إلى نواة أكثر استقرارا بإصدار الإشعاعات (γ, β, α) من خصائصه:

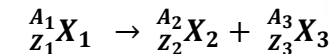
- 1/ تلقائي (عفوي): يحدث دون تدخل عامل خارجي
- 2/ عشوائي: لا يمكن توقع لحظة حدوثه.
- 3/ حتمي: النواة الغير مستقرة تتفكك عاجلا أم آجلا. // 4/ لا يتأثر بالعوامل الخارجية: ضغط ودرجة الحرارة

تعريف النواة المشعة: هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتعطي نواة أكثر استقرارا مع إصدار إشعاعات (γ, β, α)

تعريف النواة المستقرة: هي نواة تحافظ على تركيبها وتماسكها دوما.

تعريف العائلة المشعة: هي مجموعة الانوية البنت الناتجة عن تفككات متسلسلة لنواة ام اصلية مشعة

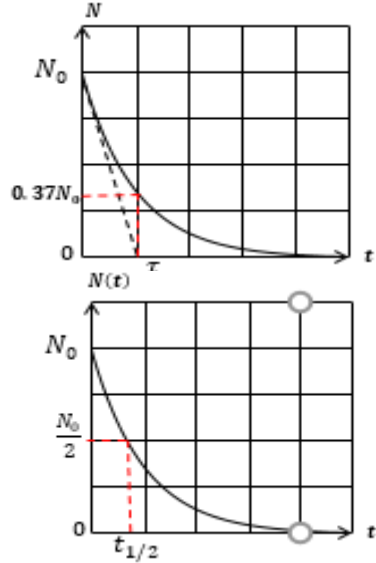
قانونا الانحفاظ (قانون صودي): خلال تحول نووي يحدث انحفاظ العدد الكتلي A والعدد الشحني Z



انحفاظ العدد الكتلي A: $A_1 = A_2 + A_3$ // **انحفاظ العدد الشحني Z:** $Z_1 = Z_2 + Z_3$

ملخص الوحدة 02: التحولات النووية

التحضير الجيد لبيكالوريا 2021



❖ **ثابت التفكك λ** : هو احتمال تفكك نواة مشعة في ثانية واحدة،

وهو يتعلق **بالنواة** ولا يتعلق بالزمن وحدته s^{-1}

❖ **ثابت الزمن τ** : هو متوسط عمر نواة أو الزمن اللازم

لتفكك 63% من الأنوية الابتدائية أو لبقاء 37% من N_0

* يمثل τ هندسياً بتقاطع مماس البيان $N = f(t)$ عند t_0

❖ **زمن نصف العمر $t_{1/2}$** : هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد

الأنوية المشعة الابتدائية.

■ **عبارة ثابت التفكك**: $\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

■ **عبارة ثابت الزمن**: $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{t_{1/2}}{\ln 2}$

■ **عبارة زمن نصف العمر**: $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

← **البرهان على العلاقة** $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

$$N\left(\frac{t_1}{2}\right) = \frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot \frac{t_1}{2}} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot \frac{t_1}{2}} \Rightarrow \ln \frac{1}{2} = -\lambda \cdot \frac{t_1}{2}$$

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

❖ **التأريخ بالكربون 14**

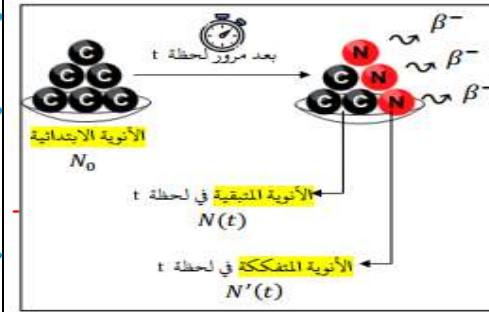
نستطيع تحديد عمر المواد العضوية (بقايا الأعضاء النباتية - البقايا الحيوانية) وذلك باستعمال الكربون 14 المشع بمقارنة نشاط العينة A مع نشاط عينة جديدة مماثلة A_0 . حيث يتواجد الكربون في كل المركبات

العضوية زمن نصف عمره $t_{1/2} = 5730 \text{ ans}$

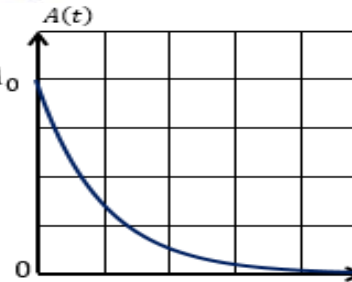
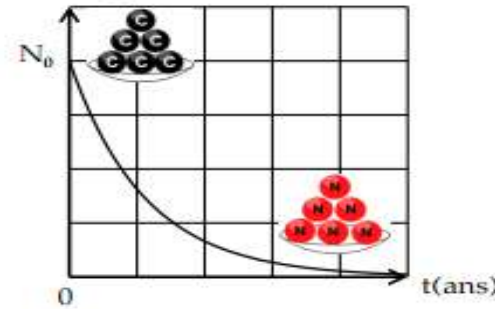
$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \ln \frac{A(t)}{A_0} = -\lambda \cdot t$$

$$\Rightarrow \ln \frac{A_0}{A(t)} = \lambda \cdot t \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{A_0}{A(t)}$$

$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln \frac{N_0}{N(t)} \text{ أو } t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln \frac{m_0}{m(t)} \text{ أو } t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln \frac{A_0}{A(t)}$$



الأنوية المتبقية $N(t)$: نواة (N)

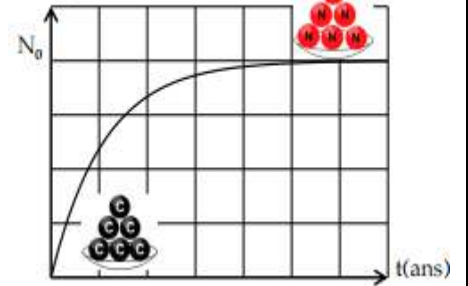


$$A(t) = \lambda \cdot N(t)$$

$$A_0 = \lambda \cdot N_0$$

إجباري تحويل
إلى s^{-1}

الأنوية المتفككة $N'(t)$: نواة (N')



❖ **قانون النشاط الإشعاعي**

يعرف بأنه عدد التفككات التي تحدث لعينة مشعة في وحدة واحدة، يرمز له بـ $A(t)$ ، وحدته في جملة الوحدات

البيكرل (Bq) عبارته: $A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

النشاط الإشعاعي في لحظة t.	$A(t)$
النشاط الإشعاعي الابتدائي في لحظة t=0.	A_0
الزمن بوحدة s أو h أوans	t
ثابت التفكك بوحدة s^{-1} أو h^{-1} أوans ⁻¹	λ

■ لقياس النشاط الإشعاعي نستعمل جهاز يسمى عداد جيجر مولر.

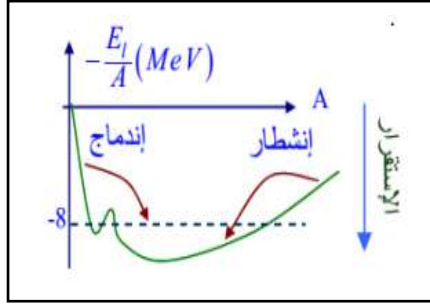
■ **1Bq**: يمثل تفكك واحد خلال ثانية واحدة.

■ علاقة الكتلة m بعدد الأنوية N: $N = \frac{m}{M} N_A$

4- منحنى أستون: هو المنحنى الممثل لتغيرات طاقة الربط لكل نكليون بدلالة العدد الكتلي (A) حيث

تظهر الانوية الأكثر استقرارا على أسفل جزء من المنحنى. ويوضح لنا أيضا البيتا الاستقرار المفتعلة الانشطار

والاندماج النوويين.



✓ $A < 20$ منطقة تضم الأنوية الخفيفة الغير مستقرة

التي تسعى إلى الاندماج لتعطي نواة أثقل أكثر استقرارا.

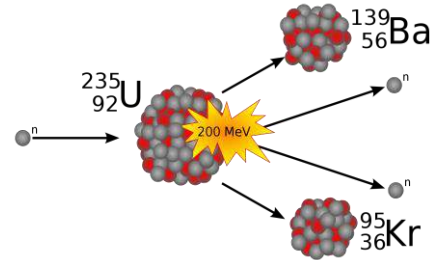
✓ $20 < A < 190$ منطقة تضم معظم الأنوية المستقرة

حيث $\frac{E_l}{A} = -8$. ويصبح الاستقرار أكبر من أجل

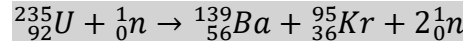
$50 < A < 75$ فتصبح $\frac{E_l}{A} = 8.7 \text{ MeV/Nucléon}$

✓ $A > 190$ منطقة تضم الأنوية الثقيلة الغير مستقرة التي يمكنها أن تنشط لتعطي نواتين خفيفتين أكثر

الانشطار النووي:



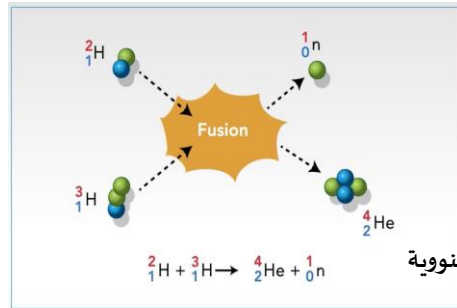
هو تفاعل نووي مفتعل يحدث عند قذف نواة ثقيلة انشطارية بنوترون بطيء فيؤدي إلى انقسامها إلى نواتين أخف أكثر استقرارا مع إصدار نوترونات وتحرير طاقة كبيرة.



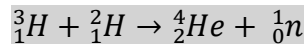
❖ الانشطار النووي يحرن نوترونات التي بدورها تؤدي إلى انشطار أنوية أخرى فيكون التفاعل تسلسلي مغذى ذاتيا.

❖ سبب قذفه بالنيترون لانه متعادل كهربائيا وذلك لتفادي الطاقة الكهربائية (تجاذب وتنافر)

الاندماج النووي:



هو تفاعل نووي مفتعل يتم خلاله التحام نواتين خفيفتين لتشكيل نواة واحدة أثقل وتحرير كمية هائلة من الطاقة، يتم الاندماج في درجة حرارة عالية جدا وضغط كبير للتغلب على التنافر الكهربائي.



الطاقة المنحررة من تفاعل نووي E_{lib} : في التفاعلات النووية

تكون دوما كتلة المتفاعلات أكبر من كتلة النواتج.

$$E_{lib} = \Delta m \cdot C^2 = [m(\text{المتفاعلات}) - m(\text{النواتج})] \cdot C^2$$

III. التفاعلات النووية:

علاقة التكافؤ (كتلة - طاقة) علاقة أينشتاين: إن الكتلة والطاقة متكافئتان فالكثلة يمكن تحويلها إلى طاقة

والطاقة يمكن تحويلها إلى كتلة. تعطى علاقة التكافؤ لأينشتاين:

$$E = m \cdot C^2$$

C: سرعة الضوء في الفراغ $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

m: الكتلة وحدتها (kg) // E: طاقة الكتلة وحدتها (J)

نستنتج أن كل تغير في الكتلة Δm لجملة ساكنة يو افقه تغير في طاقة كتلتها ΔE بحيث:

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

وحدات الطاقة والكتلة:

تعرف وحدة الكتلة الذرية على أنها $\frac{1}{12}$ من كتلة الكربون 12 والتي نسميها m_c ويكون:	وحدة الكتلة الذرية u
$1u = \frac{1}{12} m_c = \frac{1}{12} \cdot \frac{M_c}{N_A} = \frac{1}{12} \cdot \frac{12}{N_A} = \frac{1}{6.023 \times 10^{23}} = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$	
$1 \text{ Mev} = 10^6 \text{ ev}$	$1 \text{ Mev} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ Jeul}$
$1 \text{ ev} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ Jeul}$	وحدة الطاقة (Jeul)
$1u \leftrightarrow 931.5 \text{ Mev}/C^2$	تكافؤ كتلة - طاقة

طاقة الربط النووية:

1- النقص الكتلي (Δm): هو الفرق بين مجموع كتلة النكليونات وكتلة النواة (${}^A_Z X$)، وتعطي عبارته

كما يلي:

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

2- طاقة الربط النووي E_l هي الطاقة التي يوفرها الوسط الخارجي

لتحطيم نواة في حالة سكون إلى نيوكليونات منفصلة وساكنة تعطى بالعلاقة:

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

3- طاقة الربط لكل نوية (نكليون) ξ : تسمح طاقة الربط لكل نوية بمقارنة الأنوية من حيث الاستقرار كلما

كانت طاقة الربط لكل نوية أكبر كلما كانت النواة أكثر استقرارا. $\xi = \frac{E_l}{A} \text{ (MeV/Nucléon)}$

التحويلات:

الخاصة بالكتلة: $1u = 1,66.10^{-27} Kg$

الخاصة بالطاقة: $1eV = 1,6 \times 10^{-19} J$

$1MeV = 1,6 \times 10^{-13} J$

$1u = 931.5 MeV/c^2$

الخاصة بالزمن: 1 سنة = 365.25 يوم 1/// يوم = 24 ساعة = 1440 دقيقة = 86400 ثانية

العالم بين منافع ومخاطر النشاط النووي

بعض مجالات استخدام المواد المشعة:

- 1- التأريخ بالنشاط الإشعاعي: تتمثل هذه التقنية في استغلال بعض المواد المشعة من أجل تحديد عمر الأشياء القديمة، وتطبيق هذه التقنية كثيرا في ميدان علم الآثار والجيولوجيا وعند علماء التاريخ.
- 2- تعقيم المواد الطبية والعلاج.
- 3- التطبيب بالإشعاع.
- 4- الاستخدام الصناعي للمواد المشعة.
- 5- الطبع بالنشاط الإشعاعي.
- 6- المحطات النووية لإنتاج الطاقة الكهربائية.

المخاطر:

- 1- الفضلات النووية المشعة
- 2- التسبب في الأمراض الوراثية
- 3- عاهات وتشوهات خلقية (أسلحة الدمار الشامل)

البرهان على بعض العلاقات: من خلال قانون التناقص الإشعاعي يمكن إيجاد العلاقات التالية:

لدينا عدد الأنوية عند اللحظة t يعطى ب $N(t) = \frac{m_t}{M} \times N_A$ حيث $N_A = 6,023.10^{23}$ نواة

البرهان على العلاقة: $n(t) = n_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

نجد $\begin{cases} N_t = n(t) \cdot N_A \\ N_0 = n_0 \cdot N_A \end{cases} \xrightarrow{\text{بالتعويض في}} N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow n(t) \cdot N_A = n_0 \cdot N_A \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow n(t) = n_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

البرهان على العلاقة: $m(t) = m_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

نجد $\begin{cases} N_t = \frac{m_t}{M} \cdot N_A \\ N_0 = \frac{m_0}{M} \cdot N_A \end{cases} \xrightarrow{\text{بالتعويض في}} N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \frac{m_t}{M} \cdot N_A = \frac{m_0}{M} \cdot N_A \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow m(t) = m_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

البرهان على العلاقة: $N_d = N_0(1 - e^{-\lambda \cdot t})$

$\begin{cases} N_0 = N_d + N(t) \\ N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N(t) = N_0 - N_d \\ N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \end{cases} \Rightarrow N_0 - N_d = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow N_d = N_0(1 - e^{-\lambda \cdot t})$

العلاقة المستخدمة في التاريخ:

$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \ln \frac{A(t)}{A_0} = -\lambda \cdot t$
 $\Rightarrow \ln \frac{A_0}{A(t)} = \lambda \cdot t \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{A_0}{A(t)}$
 $t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln \frac{A_0}{A(t)}$

التحليل البعدي لثابت التفكك:

$[\lambda] = \frac{[ln2]}{[t_{1/2}]} = \frac{1}{[T]} \dots \dots (s^{-1})$