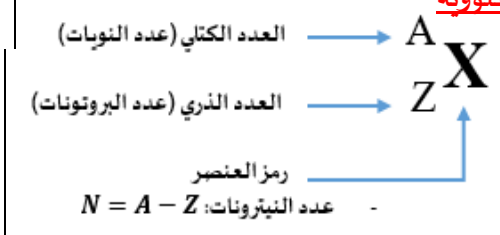
ملخص الوحدة 02: التحولات النووية

I. البنية النووية

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



تعريف النظائر:

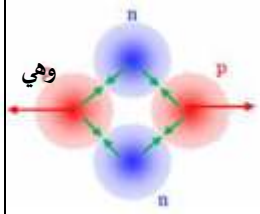
هي ذرات لنفس العنصر الكيميائي لها نفس العدد الشحني Z وتختلف في العدد الكتلي A

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

القوة النووية القوية: هي القوة المسؤولة عن تماسك النواة،

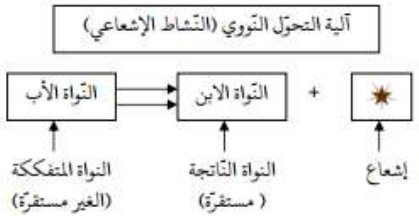
أقوى بكثير من قوة التنافر الكهربائي المتبادل بين البروتونات.

وهي



II. النشاط الاشعاعي:

تعريفه: هو ظاهرة تتحول خلالها نواة غير مستقرة الى نواة اكثر استقرار بإصدار الاشعاعات (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 استقرار مع إصدار إشعاعات (γ, β, α)

تعريف النواة المستقرة: هي نواة تحافظ على تركيبها و تماسكها دوما.

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

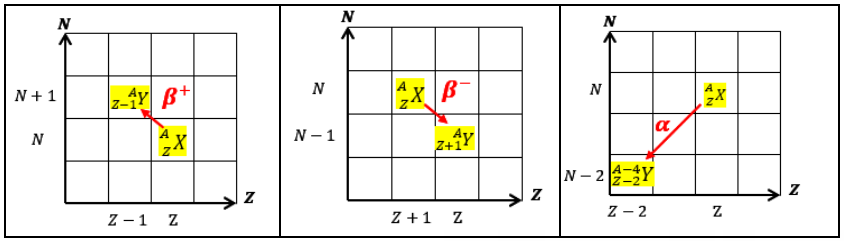
قانونا الإنحفاظ (قانون صودي): خلال تحول نووي يحدث انحفاظ العدد الكتلي A والعدد الشحني Z

$$^{A_1}_{Z_1}X_1 \rightarrow {}^{A_2}_{Z_2}X_2 + {}^{A_3}_{Z_3}X_3$$

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

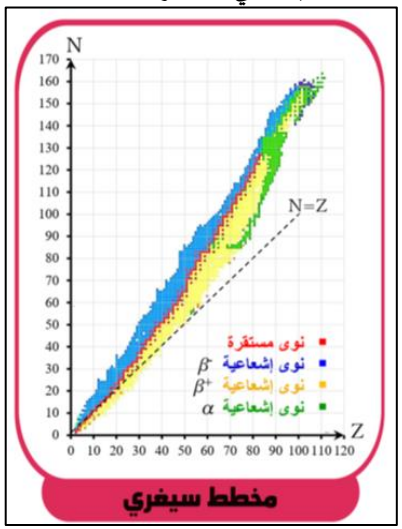
أنواع التفككات:

	النشاط الاشعاعي	معادلة التحول النووي	
النشاط الاشعاعي α	يميز الأنوية الثقيلة $A > 200$ وينتج عنه إصدار نواة الهليوم $^{4}_{2}He$	$^{A}_{Z}X = {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}\alpha$	$^{A}_{Z}X = {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$
النشاط الاشعاعي β^-	يميز الأنوية الغنية بالنيترونات وينتج عنه انبعاث إلكترون $^{0}_{-1}e$	$^{1}_{0}N = {}^{1}_{1}P + {}^{0}_{-1}e$	$^{A}_{Z}X = {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$
النشاط الاشعاعي β^+	يميز الأنوية الغنية بالبروتونات وينتج عنه انبعاث البوزيترون $^{0}_{+1}e$	$^{1}_{1}P = {}^{1}_{0}N + {}^{0}_{+1}e$	$^{A}_{Z}X = {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e$
النشاط الاشعاعي γ	هو إشعاع غير مشحون ذو طبيعة كهرومغناطيسية وينتج عنه إنتقال النواة من حالة مثارة إلى حالة أقل طاقة		$^{A}_{Z}X^{*} = {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{0}\gamma$



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^-

الأستاذ : بن حميدة رياض

ملخص الوحدة 02: التحولات النووية

التحضير الجيد لبكالوريا 2021 ^_^

قانون التناقص الاشعاعي:

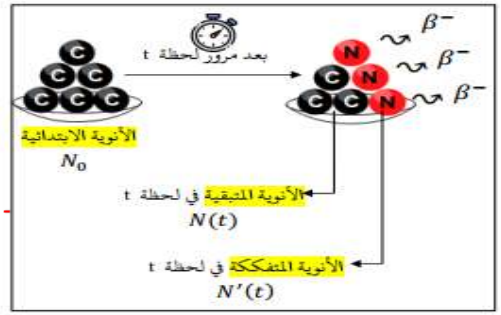
يعطى قانون التناقص الإشعاعي $N(t)$ وفق علاقة أسية من الشكل:

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

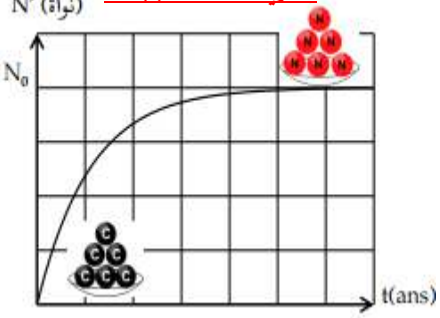
$N(t)$: عدد الأنوية المشعة المتبقية في اللحظة t

N_0: عدد الأنوية المشعة الابتدائية $t = 0$

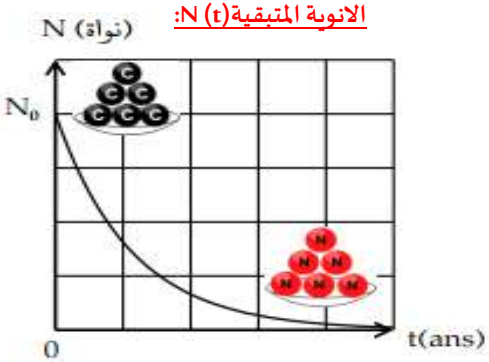
λ : ثابت النشاط الإشعاعي (ثابت التفكك) وحدته s^{-1}



الانوية المتفككة N'(t):

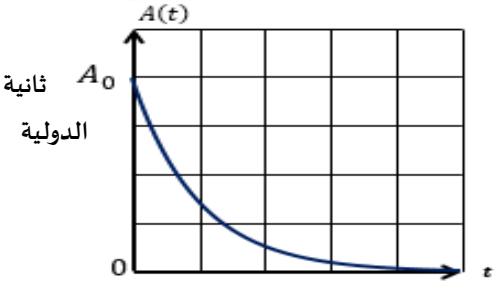


الانوية المتبقية N(t):



قانون النشاط الاشعاعي:

يعرف بأنه عدد التفككات التي تحدث لعينة مشعة في ثانية واحدة, يرمزله بـ $A(t)$ ، وحدته في جملة الوحدات الدولية البيكرل (Bq) عبارته: $A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$



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

$A(t)$	النّشاط الإشعاعي في لحظة t.
A_0	النّشاط الإشعاعي الابتدائي في لحظة t=0.
t	الزمن بوحدة s أو h أو ans.....
λ	ثابت التفكّك بوحدة s^{-1} أو h^{-1} أو ans^{-1}.....

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

$A_0 = \lambda . N_0$

إجباري تحويل λ إلى s^{-1}

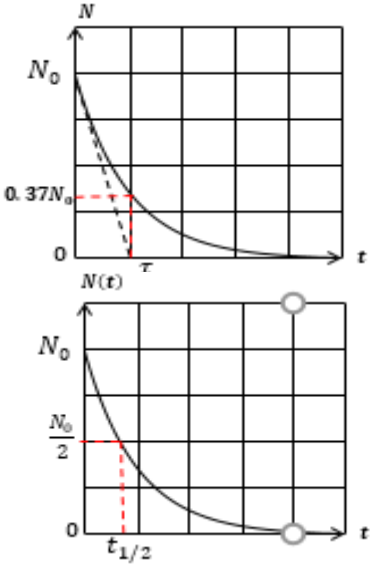
- لقياس النشاط الإشعاعي نستعمل جهازيسمى عداد جيجر مولر.
- $1Bq$: يمثل تفكك واحد خلال ثانية واحدة.
- علاقة الكتلة m بعدد الانوية N: $N = \frac{m}{M} N_A$

❖ ثابت التفكك λ: هو إحتمال 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 او لبقاء 37% من N_0.

* يمثل τ هندسيا 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: $\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{ln2}{t_{1/2}}$
- عبارة ثابت الزمن: $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{t_{1/2}}{ln2}$
- عبارة زمن نصف العمر: $t_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda}$

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

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

$$\Rightarrow ln2 = \lambda . t_{1/2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda}$$

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 $t_{1/2} = 5730\ ans$

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

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

$$t = \frac{t_{1/2}}{ln2} \times \ln\frac{N_0}{N(t)} \text{ او } t = \frac{t_{1/2}}{ln2} \times \ln\frac{m_0}{m(t)} \text{ أو } t = \frac{t_{1/2}}{ln2} \times \ln\frac{A_0}{A(t)}$$

ملخص الوحدة 02: التحولات النووية

III.التفاعلات النووية:

علاقة التكافؤ (كتلة – طاقة) علاقة أينشتاين: إن الكتلة والطاقة متكافئتان فالكتلة يمكن تحويلها إلى طاقة والطاقة يمكن تحويلها إلى كتلة. تعطى علاقة التكافؤ لأينشتاين:

$$E = m.C^2$$

C: سرعة الضوء في الفراغ $C = 3.10^8\ m.s^{-1}$

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:

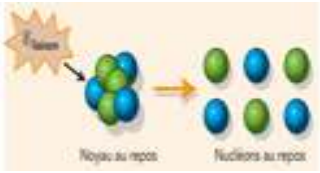
$$\Delta E = \Delta m.c^2$$

وحدات الطاقة والكتلة:

وحدة الكتل الذرية u	تعرف وحدة الكتل الذرية على أنها $\frac{1}{12}$ من كتلة الكربون 12 والتي نعتبرها m_C ويكون : $1u = \frac{1}{12}m_C = \frac{1}{12}.\frac{M_C}{N_A} = \frac{1}{12}.\frac{12}{N_A} = \frac{1}{6.023\times10^{23}} = 1.67\times10^{-27}kg$		
وحدة الطاقة $(Jeul)$	$1ev = 1.6\times10^{-19}Jeul$	$1\ Mev = 1.6x10^{-13}\ Jeul$	$1\ Mev = 10^6\ ev$
تكافؤ كتلة – طاقة	$1u \Leftrightarrow 931.5\ Mev/C^2$		

طاقة الربط النووية:

1- **النقص الكتلي (Δm):** هو الفرق بين مجموع كتلة النكليونات وكتلة النواة $\boldsymbol{m(^A_ZX)}$ ، وتعطى عبارته كما يلي:



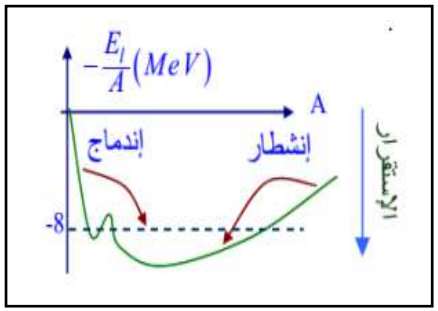
$$\Delta m = \left[Z_{mp} + (A-Z)m_n - m(^A_ZX)\right]$$

2- **طاقة الربط النووي E_l** هي الطاقة التي يوفرها الوسط الخارجي لتحطيم نواة في حالة سكون إلى نيوكليوناتها منفصلة و ساكنة تعطى بالعبارة:

$$E_l = \Delta m.C^2 = \left[Z_{mp} + (A-Z)m_n - m(^A_ZX)\right]C^2$$

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 استقرار. $\xi = \frac{E_l}{A}$ $(\mathrm{MeV}/Nucléon)$

4- **منحنى أستون Aston:** هو المنحنى الممثل لتغيرات طاقة الربط لكل نكليون بدلالة العدد الكتلي (A) حيث تظهر الانوية الأكثر استقرارا على اسفل جزء من المنحنى. ويوضح لنا أيضا الية الاستقرار المفتعلة الانشطار والاندماج النوويين.

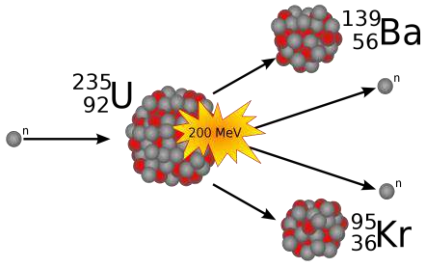


✓ $A < 20$ منطقة تضم الأنوية الخفيفة الغير مستقرة التي تسعى إلى الاندماج لتعطي نواة أثقل أكثر استقرار.

✓ $20 < A < 190$ منطقة تضم معظم الأنوية المستقرة حيث $\frac{E_l}{A} = -8$. ويصبح الاستقرار أكبر من أجل $50 < A < 75$ فتصبح $\frac{E_l}{A} = 8{,}7MeV/Nucléon$

✓ $A > 190$ منطقة تضم الأنوية الثقيلة الغير مستقرة التي يمكنها أن تنشطر لتعطي نو اتين خفيفتين أكثر

الانشطار النووي:



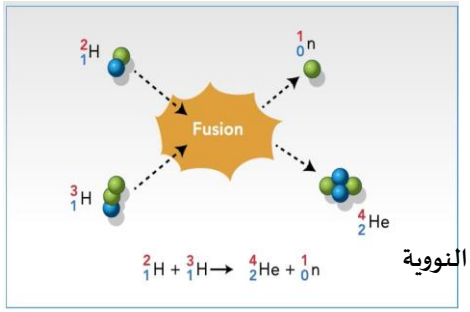
هو تفاعل نووي مفتعل يحدث عند قذف نواة ثقيلة انشطارية بنترون بطيء فيؤدي إلى انقسامها إلى نو اتين أخف أكثر استقرار مع إصدار نترونات وتحرير طاقة كبيرة.

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{139}_{56}Ba + ^{95}_{36}Kr + 2^{1}_{0}n$$

❖ الانشطار النووي يحرر نترونات 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 نو اتين خفيفتين لتشكيل نواة واحدة أثقل وتحرير كمية هائلة من الطاقة، يتم الاندماج في درجة حرارة عالية جدا و ضغط كبير للتغلب على التنافر الكهربائي.

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

الطاقة المتحررة من تفاعل نووي E_{Lib}: في التفاعلات النووية تكون دوما كتلة المتفاعلات أكبر من كتلة النو اتج.

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

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: $n(t) = n_0.e^{-\lambda.t}$

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

$$\Rightarrow n(t) = n_0.e^{-\lambda.t}$$

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

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

$$\Rightarrow m(t) = m_0.e^{-\lambda.t}$$

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

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

$$\Rightarrow N_d = N_0(1 - e^{-\lambda.t})$$

العلاقة المستخدمة في التاريخ:

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

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

$$t = \frac{t_{1/2}}{ln2} \times \ln\frac{A_0}{A(t)}$$

التحليل البعدي لثابت التفكك:

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

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 و مخاطر 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، و تطبق هذه التقنية كثيرا في ميدان علم الآثار و الجيولوجيا و عند علماء التاريخ.

2- تعقيم المواد الطبية و العلاج.

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)