

المادة : الفيزياء والكيمياء	المستوى : 2 علوم تجريبية مسلك علوم الحياة والأرض
المحور : التفاعلات النووية	الدرس : (IV) التناقص الإشعاعي
أستاذ المادة : مصطفى قشيش المؤسسة : ثانوية بلال بن رباح التأهيلية - تمارة	

1) استقرار وعدم استقرار النوى:

1.1) تركيب النواة:

** بنية النواة:

تتكون نواة ذرة من بروتونات ونوترونات، وهي دقائق تسمى

النوية	الكتلة (Kg)	الشحنة (C)
البروتون p	$1,673.10^{-27}$	$1,6.10^{-19}$
النوترون n	$1,675.10^{-27}$	0

نويات nucleons، التي تحقق تماسك النواة بفضل قوى التأثيرات البينية القوية.

** التمثيل الرمزي للنواة:

نمثل نواة ذرة للعنصر X بالرمز ${}_Z^AX$ ، حيث:

Z : عدد البروتونات، ويسمى عدد الشحنة أو العدد الذري.

A : عدد النويات، ويسمى عدد الكتلة $A = Z + N$.

مثال: النواة الممثلة بالرمز التالي ${}_{29}^{63}\text{Cu}$ تمثل نواة النحاس وتركيبها هو 29 بروتونا و $63-29=34$ نوترونا.

2.1) النظائرية:

* تعريف:

النظائر هي النوى التي لها نفس العدد الذري وتختلف باختلاف عدد نوياتها.

* أمثلة:

- بعض نظائر عنصر الأورانيوم ${}_{92}^{238}\text{U}$ و ${}_{92}^{235}\text{U}$

- بعض نظائر عنصر الكربون ${}_{6}^{12}\text{C}$ و ${}_{6}^{14}\text{C}$ انظر الجدول 9 ص 70 (المسار)

3.1) استقرار وعدم استقرار النوى:

انظر الشكل 11 ص 71 مخطط سيغري Segré

* رغم التأثيرات البينية القوية، ضمن 1500 نواة معروفة (طبيعية

و اصطناعية) نجد فقط من بينها 260 نواة مستقرة، أما الباقي يتفكك تلقائيا.

* للتعرف على مجالات استقرار وعدم استقرار النوى

نستعمل المخطط (N,Z).

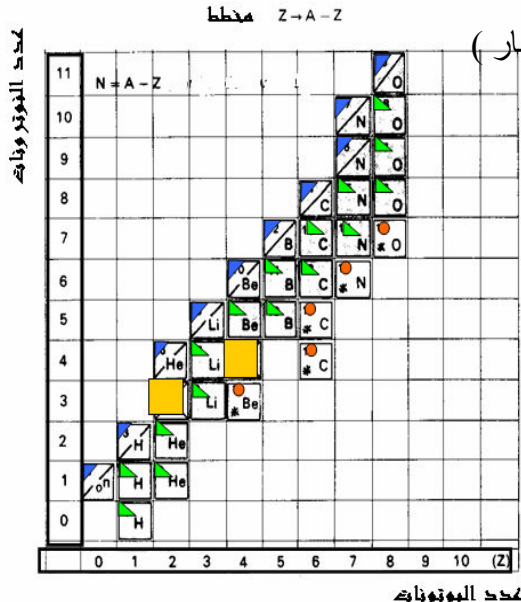
+ $Z < 20$ توجد النوى المستقرة على المستقيم (N=Z).

+ بعد ذلك لا يتحقق الاستقرار إلا إذا كان عدد النوترونات

أكبر من عدد البروتونات (لو كانت Z كبيرة، ستهيمن

التأثيرات الكهروساكنة وتنفكك النواة).

+ $Z > 83$ لا توجد أي نواة مستقرة.



2) النشاط الإشعاعي:

1.2) تعريف:

النشاط الإشعاعي هو التفكك التلقائي لنواة غير مستقرة تتحول على إثره إلى نواة متولدة أكثر استقرارا مع انبعاث دقيقة أو أكثر.

يتبع ...

المادة : الفيزياء والكيمياء	المستوى : 2 علوم تجريبية مسلك علوم الحياة والأرض
المحور : التحويلات النووية	الدرس : (IV) التناقص الإشعاعي
أستاذ المادة : مصطفى قشيش المؤسسة : ثانوية بلال بن رباح التأهيلية - تمارة	

2.2) قانونا التحولات النووية:

قانون سودي SODDY : يخضع التحول النووي ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z_1}^{A_1}X_1 + {}_{Z_2}^{A_2}X_2$ للقانونين التاليين:

+ **انحفاظ الشحنة الكهربائية:** $Z = Z_1 + Z_2$

+ **انحفاظ عدد النويات:** $A = A_1 + A_2$

3.2) أنواع النشاط الإشعاعي:

أ. **النشاط الإشعاعي α :**

- تنبعث خلاله نواة الهيليوم ${}_2^4\text{He}$ تسمى بالدقيقة α : ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4\text{He}$

يميز هذا الإشعاع النوى الثقيلة $A > 200$.

- مثال: نواة البولونيوم ${}_{84}^{210}\text{Po}$ إشعاعية النشاط α إذ تتحول إلى نواة الرصاص ${}_{82}^{206}\text{Pb}$.

أكتب معادلة التحول وحدد كل من Z و A .

- خاصية : الأشعة α قليلة الاختراق، يمكن لقطعة ورق صغيرة أو طبقة رقيقة من الهواء توقيفها، وهي كثيرة التأين بحيث تكون خطيرة إذا تم بلعها.

ب. **النشاط الإشعاعي β^- :**

- ينبعث خلاله إلكترون ${}_{-1}^0e$ يسمى الدقيقة β^- : ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}_{-1}^0e$

- يتم داخل النواة تحول نوترون إلى بروتون وإلكترون وفق المعادلة الظاهرية: ${}_0^1n \rightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^0e$

- مثال: الكوبالت ${}_{27}^{60}\text{Co}$ إشعاعي النشاط β^- يتولد عن تفتته النيكل ${}_{28}^{60}\text{Ni}$. أكتب معادلة التفتت.

- خاصية : الأشعة β^- أكثر اختراقاً من α ولكن يمكن توقيفها بقطعة من الألومنيوم سمكها بعض المليمترات.

ج. **النشاط الإشعاعي β^+ :**

- تنبعث خلاله بوزيترون ${}_1^0e$ تسمى الدقيقة β^+ : ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}_1^0e$

- يتم داخل النواة تحول بروتون إلى نوترون وبوزيترون وفق المعادلة الظاهرية: ${}_1^1p \rightarrow {}_0^1n + {}_1^0e$

- مثال: تم صنع الفوسفور ${}_{15}^{30}\text{P}$ ، من طرف إرين وفريدريك خوليو- كوري في 1934، وهو إشعاعي النشاط β^+ إذ يتحول

إلى السيليسيوم Si . أكتب معادلة التفتت.

- خاصية: مدة العيش للدقائق β^+ صغيرة جداً لهذا يتم استغلالها في ميدان الطب.

د. **النشاط الإشعاعي γ :**

- ينبعث خلاله فوتون γ (أشعة كهرومغناطيسية)، عندما تفقد النواة المشعة إثارتها . وهذا النشاط غالباً ما يواكب الأنشطة الإشعاعية السابقة.

- معادلة التحول: ${}_Z^AY^* \rightarrow {}_Z^AY + \gamma$

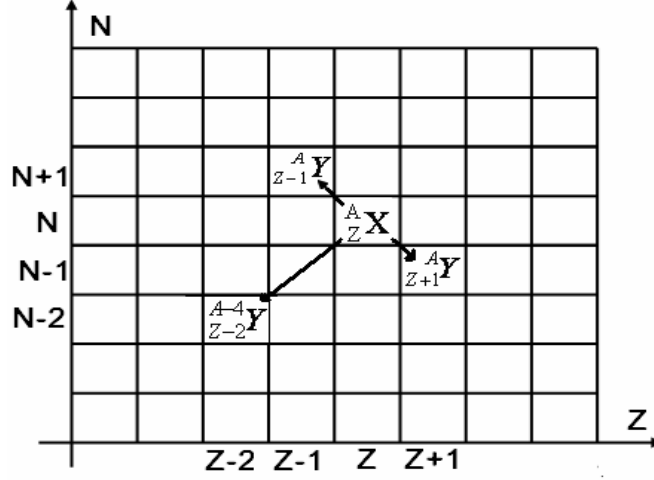
نواة متولدة في حالة إثارة نواة متولدة في حالة استقرار

مثال: النيوتروجين ${}_{7}^{16}\text{N}$ إشعاعي النشاط β^- ، يتولد عن تفتته نواة في حالة إثارة ${}_{8}^{16}\text{O}^*$. أكتب معادلتها التفتت.

يتبع ...

المادة : الفيزياء والكيمياء	المستوى : 2 علوم تجريبية مسلك علوم الحياة والأرض
المحور : التفاعلات النووية	الدرس : (IV) التناقص الإشعاعي
أستاذ المادة : مصطفى قشيش المؤسسة : ثانوية بلال بن رباح التأهيلية - تمارة	

- خاصية : الأشعة γ كثيرة الاختراق يمكن توقيفها بقطعة من الرصاص سمكها بعض العشرات السنتيمترات.
* تمثيل مختلف الأنشطة الإشعاعية على المخطط (N,Z)



(3) قانون التناقص الإشعاعي:

1.3 قانون التناقص الأسّي:

على المستوى الميكروسكوبي يكون تفتت النوى الإشعاعية عشوائيا ، بينما على المستوى الماكروسكوبي، يخضع العدد المتوسط N للنوى المتبقية في عينة لقانون محدد يسمى **قانون التناقص الإشعاعي**.

+ على شكل تفاضلي : $dN / dt = -\lambda \cdot N$

+ على شكل تكاملي : $N(t) = N_0 e^{-\lambda \cdot t} = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$

مع N_0 عدد النوى عند اللحظة ($t = 0$) و λ تسمى **الثابتة الإشعاعية** تميز النواة المعينة و $\tau = \frac{1}{\lambda}$ تسمى **ثابتة الزمن**.

2.3 عمر النصف $t_{1/2}$:

أ- تعريف :

عمر النصف $t_{1/2}$ هو المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف نوى عينة ما، أي : $N(t_0 + t_{1/2}) = \frac{N(t_0)}{2}$

ب- تعبير عمر النصف :

$$N(t_0 + t_{1/2}) = \frac{N(t_0)}{2} \Rightarrow N_0 e^{-\lambda(t_0 + t_{1/2})} = \frac{N_0 e^{-\lambda t_0}}{2} \Rightarrow e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau \cdot \ln 2$$

لا يتعلق عمر النصف إلا بالثابتة الإشعاعية λ . (وليس بـ N_0)

ج- التحديد المبياني للثابتين $t_{1/2}$ و τ :

* بالنسبة لعمر النصف : نعين الأرتوب $N_0/2$ ، ونسقط على محور الأفاصيل لتحديد $t_{1/2}$.

* بالنسبة لثابتة الزمن: هي نقطة التقاطع بين محور الأفاصيل والمماس للمنحني عند $N = N_0$.

3.3 النشاط الإشعاعي:

أ- تعريف :

- النشاط الإشعاعي هو عدد تفتتات عينة في الثانية الواحدة.

وحدته هي البيكورييل، أي : 1Bq يمثل تفتتا واحدا في الثانية.

يتبع ...

المادة : الفيزياء والكيمياء	المستوى : 2 علوم تجريبية مسلك علوم الحياة والأرض
المحور : التفاعلات النووية	الدرس : (IV) التناقص الإشعاعي
أستاذ المادة : مصطفى قشيش المؤسسة : ثانوية بلال بن رباح التأهيلية - تمارة	

ب - تعبير : $a(t) = -dN / dt \Rightarrow \underline{a(t) = \lambda N(t)} \Rightarrow \underline{a(t) = a_0 e^{-\lambda \cdot t}} \text{ avec } \underline{a_0 = \lambda \cdot N_0}$

ب - أمثلة :

النشاط الإشعاعي Bq	المنبع
10	لتر من ماء معدني أو ماء البحر
80	لتر من الحليب
100	1Kg من الحوت
10000	رجل كتلته 70Kg
$25 \cdot 10^6$	1Kg من الأورانيوم
$100\,000 \cdot 10^9$	منبع إشعاعي طبي

- كلما كان نشاط عينة مهما كانت هذه العينة خطيرة.

- يتعلق نشاط عينة ما بعمر النصف وبعدد النوى الإشعاعية : $a(t) = \lambda \cdot N = (\ln 2 / t_{1/2}) \cdot N$

(4) تطبيق على التأريخ بالنشاط الإشعاعي: التأريخ بالكربون 14

يتحول الآزوت $^{14}_7N$ إلى كربون $^{14}_6C$ إشعاعي النشاط في الغلاف الجوي تحت تأثير قذف نوتروني، وينتج عن تفتت الكربون 14، الآزوت 14.

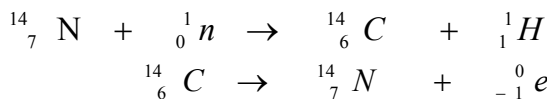
(1) اكتب المعادلتين للتفتتتين النوويتين.
 (2) تمتص النباتات الحية الكربون الموجود في الغلاف الجوي. وعند موتها يتوقف تطور هذا الامتصاص. تعطي عينة من خشب قديم 212 تفتت في الدقيقة، وتعطي عينة من خشب حديث لها نفس كتلة العينة السابقة 1350 تفتت في الدقيقة.
 حدد عمر الخشب القديم. نعطي عمر النصف لنواة الكربون 14 $t_{1/2} = 5590 \text{ ans}$

(3) تكون النسبة $r = \frac{\text{nombre d'atomes de carbone 14}}{\text{nombre d'atomes de carbone 12}}$ ثابتة ومساوية لـ 10^{-12} عند الكائنات الحية. عند موت هذه الكائنات تتناقص هذه النسبة لأن الكربون المشع يتفتت دون أن يعوض عن طريق ظاهرة الامتصاص. نجد في حالة دراسية أن $r = 0,25 \cdot 10^{-12}$.

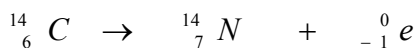
حدد المدة t' التي مضت على موت هذا الكائن الحي المتعلق بهذه الحالة.

الحل:

(1) * المعادلة الحصيلة للقذف النوتروني:



* معادلة تفتت الكربون 14 إشعاعي النشاط β^- :



(2) تحديد عمر الخشب القديم:

$$a(t) = a_0 e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \ell n \frac{a(t)}{a_0} = -\lambda \cdot t = -\frac{\ell n 2}{t_{1/2}} \cdot t$$

$$t = \frac{t_{1/2}}{\ell n 2} \cdot \ell n \left(\frac{a_0}{a(t)} \right) \quad \text{نحصل على :}$$

يتبع ...

المادة : الفيزياء والكيمياء	المستوى : 2 علوم تجريبية مسلك علوم الحياة والأرض
المحور : التحويلات النووية	الدرس : (IV) التناقص الإشعاعي
أستاذ المادة : مصطفى قشيش المؤسسة : ثانوية بلال بن رباح التأهيلية - تمارة	

تطبيق عددي : $t = \frac{5590}{\ln 2} \cdot \ln \left(\frac{1350}{212} \right) = 14930 \text{ ans}$

(3) تحديد المدة t' :

قبل موت الكائن $r_0 = 10^{-12}$ ، بعد موته تتناقص r حسب علاقة التناقص الإشعاعي. $r(t) = r_0 e^{-\lambda \cdot t}$.
قيمة $r(t')$ عند المدة t' التي نبحث عنها:

$$r(t') = r_0 e^{-\lambda \cdot t'} \Rightarrow \frac{r_0}{4} = r_0 e^{-\lambda \cdot t'} \Rightarrow t' = \frac{\ln 4}{\lambda} = \frac{t_{1/2} \ln 4}{\ln 2}$$

تطبيق عددي : $t' = 2 \cdot t_{1/2} = 11180 \text{ ans}$