

التناقص الإشعاعي

I. نواة الذرة

• تركيبة النواة

الدقائق المكونة لنواة الذرة تسمى نويات و هما نوعان: بروتونات و نوترونات.

رمز نواة الذرة هو:

$$\left. \begin{array}{l} X \text{ رمز العنصر الكيميائي ذي العدد الذري } Z \\ Z \text{ عدد البروتونات (عدد الشحنة)} \\ A \text{ عدد النويات (عدد الكتلة)} \\ N=A-Z \text{ عدد النوترونات} \end{array} \right\} \begin{array}{c} A \\ Z \end{array} X$$

• العنصر الكيميائي

تعريف يتكون عنصر كيميائي من مجموعة الذرات أو الأيونات الأحادية الذرة التي لها نفس عدد الشحنة.

• النوييدة

تعريف النوييدة مجموعة النوى التي لها نفس العدد A من النويات و نفس العدد Z من البروتونات، تمثل نوييدة برمز النواة: A_ZX

مثال: النوييدة ${}^{14}_6C$ مجموعة نوى الكربون التي تتكون من 6 بروتونات و $14-6=8$ نوترونات.

• النظائر

تعريف النظائر هي النويدات التي لها نفس العدد Z (تنتمي لنفس العنصر الكيميائي) لكنها تختلف من حيث العدد A.

مثال: ${}^{37}_{17}Cl$ و ${}^{35}_{17}Cl$ هما نظيران للكلور.

II. استقرار أو عدم استقرار النوى

• تماسك النواة

في النواة يوجد نوعان من القوى:

- القوى الكهروساكنة التنافرية الكائنة بين البروتونات وترجح إلى تفتيت النواة.
 - التأثيرات البينية النووية القوية الكائنة بين النويات و ترجح إلى تحقيق تماسك النواة.
- تحت تأثير هذه القوى بعض النوى تكون مستقرة و البعض الآخر غير مستقر فيحصل لها تفتت تلقائي: نقول أن لها نشاط إشعاعي.

قوى التجاذب الكوني مهمة أمام هذه القوى. 

• النشاط الإشعاعي

تعريف

النواة التي لها نشاط إشعاعي هي نواة غير مستقرة تتفتت تلقائيا. نواتج هذا التفتت هي:

- تكون نواة جديدة تسمى النواة المتولدة،
- انبعاث دقيقة رمزها α أو β^- أو β^+ ،
- انبعاث إشعاع كهرومغناطيسي رمزه γ .

النشاط الإشعاعي تحول نووي:

- تلقائي: يحدث التفتت بدون تدخل أي عامل خارجي،
- عشوائي: لا يمكن معرفة متى سيحدث تفتت نواة،
- مستقل عن التركيبة الكيميائية التي تنتمي إليها النواة،
- مستقل عن العوامل الخارجية مثل الضغط و درجة الحرارة.

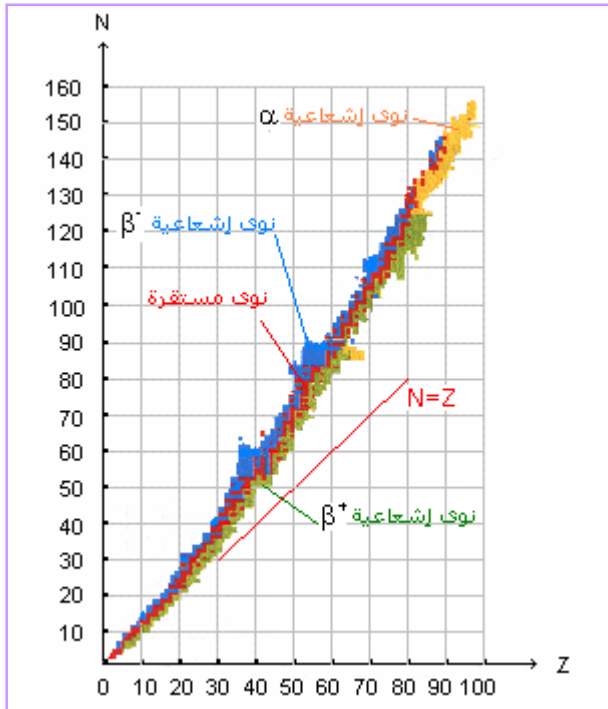
• منطقة الاستقرار

تمثل النوى (النويدات) في المخطط (N,Z) الذي يسمى مخطط "سيغري".

النوى المستقرة تقع في منطقة من المخطط تسمى منطقة الاستقرار.

يبرز هذا المخطط ما يلي:

- بالنسبة ل $Z < 20$ عدد البروتونات يساوي عدد النوترونات .
- بالنسبة ل $Z > 20$ عدد النوترونات يفوق عدد البروتونات، مما يدل على الدور الهام الذي تؤديه النوترونات في استقرار النواة.



في هذا المخطط نميز بين أربع مجموعات:

- مجموعة النوى المستقرة و تقع في المنطقة الوسطى من المخطط (منطقة الاستقرار) .

مثال: النوية $^{12}_6\text{C}$ مستقرة نوويا: ليس لها نشاط إشعاعي.

- مجموعة النوى التي لها نشاط إشعاعي من نوع α و هي نوى ثقيلة ذات عدد كتلة يفوق 200.

مثال: النوية $^{238}_{92}\text{U}$

- مجموعة النوى التي لها نشاط إشعاعي من نوع β^- و هي نوى تمتلك فائضا من النوترونات مقارنة مع نوى مستقرة لها نفس عدد الكتلة.

مثال: النوية $^{14}_6\text{C}$

- مجموعة النوى التي لها نشاط إشعاعي من نوع β^+ و هي نوى تمتلك فائضا في عدد البروتونات مقارنة مع نوى مستقرة لها نفس عدد الكتلة.

مثال: النوية $^{13}_7\text{N}$

III. التفاعلات النووية التلقائية

• أنواع الانبعاثات الإشعاعية

- الدقائق α هي نوى الهليوم ${}^4_2\text{He}$ ،
- الدقائق β^- هي إلكترونات ${}^0_{-1}e$ ،
- الدقائق β^+ هي بوزيترونات ${}^0_{+1}e$ ، ويعتبر البوزيترون الجسيم المضاد للإلكترون أو نقيض الإلكترون (نفس الكتلة لكن شحنة موجبة). تختفي البوزيترونات حال انبعاثها إذ تضمحل مع الإلكترونات التي تصطدم بها فتتحول إلى طاقة.
- الإشعاع γ و هو إشعاع كالموجات الضوئية لكنه يتميز بطول موجة قصير و طاقة عالية. ينتج عن فقدان الإثارة للنوييدة المتولدة عن تفتت.

• قانون الانحفاظ (قانون صودي)

خلال تفتت α أو β ينحفظ عدد الشحنة Z و عدد النويات A .
 إذا كانت معادلة التفتت هي: ${}_Z^AX \rightarrow {}_Z^{A'}Y + {}_z^ap$
 فإن قانون الانحفاظ يفرض العلاقتين التاليتين:
 $A = A' + a$
 $Z = Z' + z$

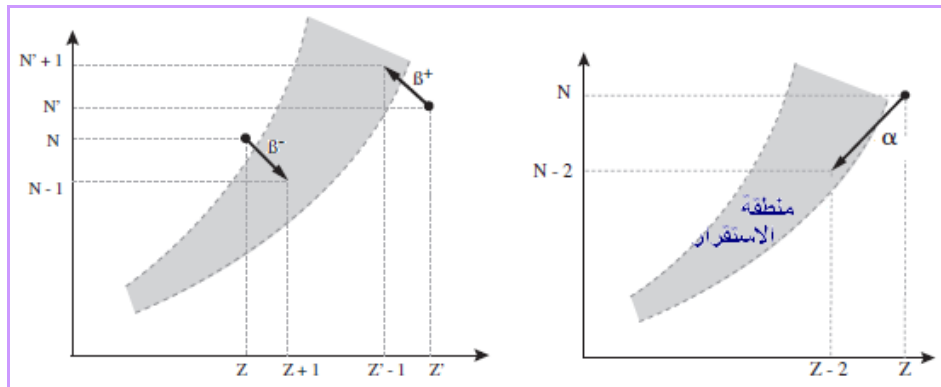
التحول النووي يغير النواة: ليس هناك انحفاظ للعنصر الكيميائي.

• المعادلات النووية

النشاط الإشعاعي α	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4\text{He}$	مثال ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$
النشاط الإشعاعي β^-	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}_{-1}^0e$	مثال ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + {}_{-1}^0e$
النشاط الإشعاعي β^+	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}_{+1}^0e$	مثال ${}_{7}^{13}\text{N} \rightarrow {}_{6}^{13}\text{C} + {}_{+1}^0e$
الانبعاث γ	${}_Z^AY^* \rightarrow {}_Z^AY + \gamma$	

الرمز * يمثل حالة الإثارة للنوييدة المتولدة.

• التمثيل المبياني للتفتتات



يبرز هذا التمثيل المبياني أن النشاط الإشعاعي ينقل النويدات إلى منطقة الاستقرار.

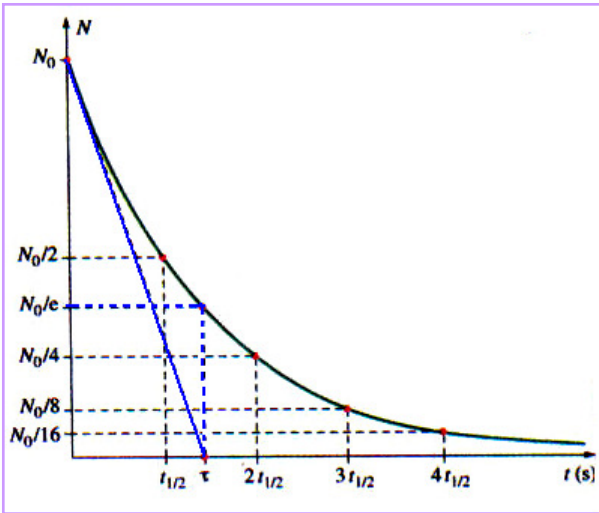
IV. التناقص الإشعاعي

• قانون التناقص الإشعاعي

الصيغة التفاضلية	الصيغة التكاملية
تناقص عدد النوى المشعة في عينة خلال مدة dt يتناسب مع عدد النوى و مع المدة الزمنية:	يتناقص عدد النوى المشعة المتبقية في عينة بدلالة الزمن حسب دالة أسية :
$dN = -\lambda N dt$	$N = N_0 e^{-\lambda t}$
λ ثابتة تميز النواة المتفتتة و تسمى الثابتة الإشعاعية وحدتها s^{-1} .	N_0 العدد البدئي للنوى في العينة.

• ثابتة الزمن

تعريف ثابتة الزمن هي مدة معرفة بالعلاقة التالية: $\tau = \frac{1}{\lambda}$ (s)
 τ تميز النواة المتفتتة. كلما كانت τ صغيرة كلما كان التناقص سريعا.



تحدد ثابتة الزمن مبيانيا باستعمال منحنى التناقص الإشعاعي:

- ✓ τ تمثل المدة اللازمة لتفتت 63% من العدد البدئي N_0 .
- ✓ τ تمثل أفصول نقطة تقاطع المماس للمنحنى في اللحظة $t=0$ مع محور الزمن.

• عمر النصف

عمر النصف لنويدة يساوي المدة $t_{1/2}$ اللازمة لتفتت نصف العدد البدئي للنوى

المشعة المكونة لعينة من هذه النويدة يعني أن: $N(t+t_{1/2}) = \frac{N(t)}{2}$

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

و تعبيرة:

$t_{1/2}$ تميز النويدة.

• نشاط عينة مشعة

نشاط مصدر إشعاعي يساوي عدد التفتتات خلال ثانية في عينة أي تساوي

$$a = - \frac{dN}{dt}$$

سرعة التفتتات:

تعريف

وحدته في النظام العالمي تسمى "البكريل" *Becquerel* ورمزها *Bq* بحيث:

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ dés / s} \quad (\text{تفتت واحد في الثانية})$$

و هو مقدار يمكن قياسه بواسطة عداد.

باعتبار قانون التناقص الإشعاعي يمكن التعبير عن النشاط بإحدى العلاقتين التاليتين:

$$a = \lambda N$$

- بدلالة عدد النوى:

$$a = a_0 e^{-\lambda t}$$

- بدلالة الزمن:

a_0 النشاط البدئي.

• التأريخ بالنشاط الإشعاعي

يستخدم الكربون 14 (نشاط إشعاعي β^- و عمر نصف يساوي 5 600 سنة) كمقياس لتقدير

أعمار الحفريات ذات الأساس البيولوجي والتي قد يصل عمرها 50 000 سنة.

كما يستعمل اليورانيوم 238 (نشاط إشعاعي α و عمر نصف يساوي $4,5 \cdot 10^9$ سنة) في تأريخ الصخور المعدنية القديمة.

$$t = \frac{\ln \frac{a_0}{a}}{\ln 2} \cdot t_{1/2}$$

عمر عينة يحدد بالعلاقة التالية:

بقياس a ومعرفة كل من a_0 و $t_{1/2}$ يمكن تقدير t .