التناقص الإشعاعي

I. نواة الذرة

- تركيبة النواة

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

رمز نواة الذرة هو: $^{A}_{Z}X$

- X رمز العنصر الكيميائي ذي العدد الذري Z
- Z عدد البروتونات (عدد الشحنة)
- A عدد النويات (عدد الكتلة)
- N=A-Z عدد النوترونات

- العنصر الكيميائي

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

- النويدة

تعريف النويدة مجموعة النوى التي لها نفس العدد A من النويات و نفس العدد Z من البروتونات.
تمثل نويدة برمز النواة: $^{A}_{Z}X$

- مثال: النويدة $^{14}_{6}C$ 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: $^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$ هما نظيران للكلور.

II. استقرار أو عدم استقرار النوى

- تماسك النواة

في النواة يوجد نوعان من القوى:

- القوى الكهرساكنة 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 مهملة 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 كهرمغنطيسي 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.

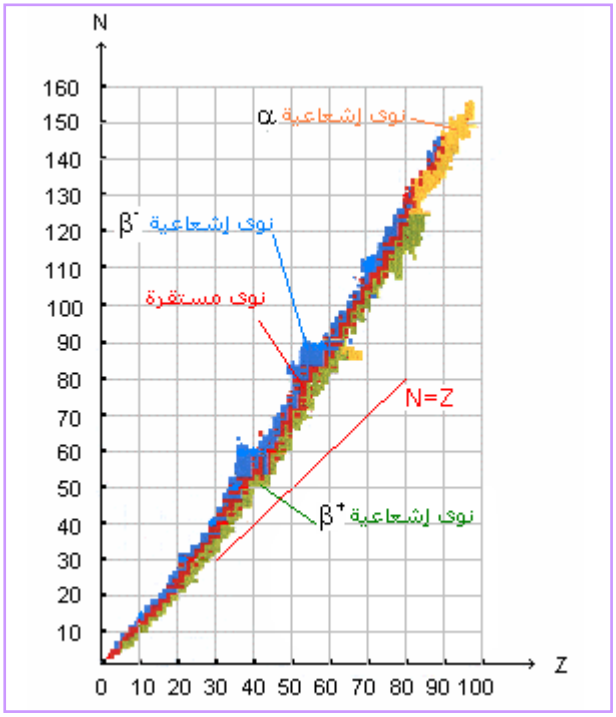
- منطقة الاستقرار

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: النويدة $^{12}_{6}C$ 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: النويدة $^{238}_{92}U$

- 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: النويدة $^{14}_{6}C$

- 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: النويدة $^{13}_{7}N$

III. التفاعلات النووية التلقائية

- **أنواع الانبعاثات الإشعاعية**

- الدقائق α هي نوى الهليوم ^4_2He ،
- الدقائق β^- هي إلكترونات $^0_{-1}e$ ،
- الدقائق β^+ هي بوزيترونات $^0_{+1}e$ ، ويعتبر البوزيترون الجسيم المُضاد 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 للنويدة 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: $^A_ZX \rightarrow {}^{A'}_{Z'}Y + {}^a_zp$

فإن قانون الانحفاظ يفرض العلاقتين التاليتين: $\begin{cases} A = A' + a \\ Z = Z' + z \end{cases}$

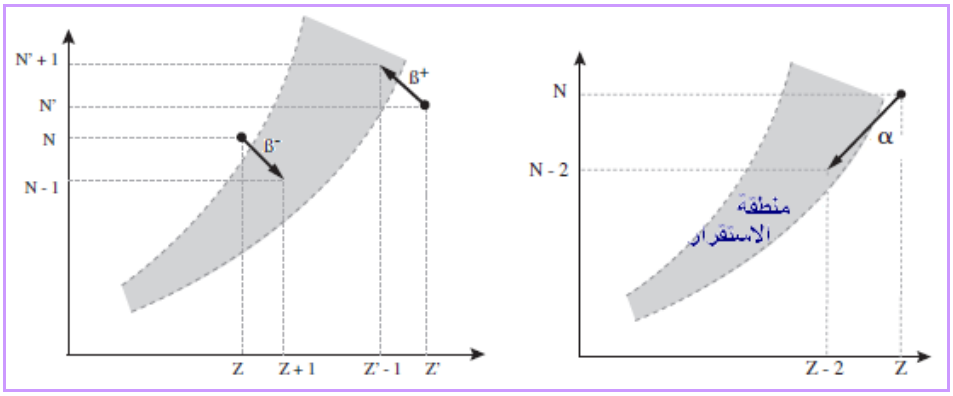
التحول النووي يغير النواة: ليس هناك انحفاظ للعنصر الكيميائي.

- **المعادلات النووية**

النشاط الإشعاعي α	$^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He$	مثال $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^4_2He$
النشاط الإشعاعي β^-	$^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$	مثال $^{14}_6C \rightarrow {}^{14}_7N + {}^0_{-1}e$
النشاط الإشعاعي β^+	$^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_1e$	مثال $^{13}_7N \rightarrow {}^{13}_6C + {}^0_1e$
الانبعاث γ	$^A_ZY^* \rightarrow {}^A_ZY + \gamma$	

الرمز * يمثل حالة الإثارة للنويدة 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: $dN = -\lambda N dt$ λ ثابتة تميز النواة المتفتتة و تسمى الثابتة الإشعاعية وحدتها s^{-1}.	يتناقص عدد النوى المشعة المتبقية في عينة بدلالة الزمن حسب دالة أسية : $N = N_0 e^{-\lambda t}$ N_0 العدد البدئي للنوى في العينة.

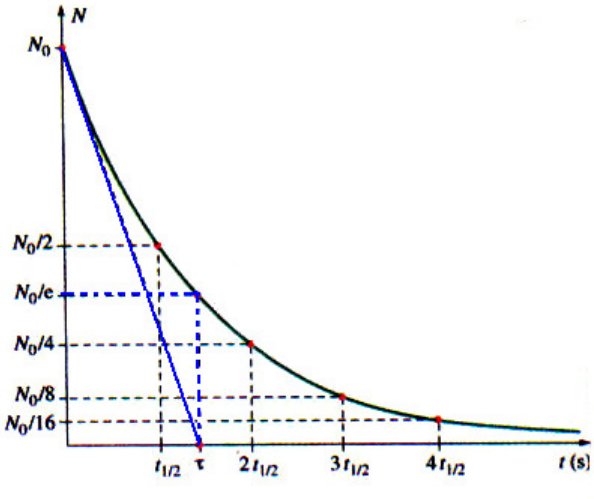
- ثابتة الزمن

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

تعريف

عمر النصف لنويدة يساوي المدة $t_{1/2}$ اللازمة لتفتت نصف العدد البدئي للنوى المشعة المكونة لعينة من هذه النويدة يعني أن: $N(t+t_{1/2}) = \frac{N(t)}{2}$

و تعبيره: $t_{1/2} = \frac{Ln2}{\lambda} = \tau Ln2$

$t_{1/2}$ تميز النويدة.

- نشاط عينة مشعة

تعريف

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

سرعة التفتتات: $a = -\frac{dN}{dt}$

وحدته في النظام العالمي تسمى "البيكريل" $Becquerel$ و رمزها Bq بحيث:

$1\,Bq = 1\,dés/s$ (تفتت واحد في الثانية)

و هو مقدار يمكن قياسه بواسطة عداد.

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

- بدلالة عدد النوى: $a = \lambda N$

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

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 $4{,}5.10^9$ سنة) في تأريخ الصخور المعدنية القديمة.

عمر عينة يحدد بالعلاقة التالية: $t = \frac{Ln\frac{a_0}{a}}{Ln2} \cdot t_{1/2}$

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