

# التناقص الإشعاعي

## I. نواة الذرة

### • تركيب النواة

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

$X$ رمز العنصر الكيميائي ذي العدد الذري $Z$	}	$\begin{matrix} A \\ Z \\ X \end{matrix}$
$Z$ 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.

### • النويذة

**تعريف** النويذة مجموعة النوى التي لها نفس العدد  $A$  من النويات و نفس العدد  $Z$  من البروتونات.  
تمثل نويذة برمز النواة:  $\begin{matrix} A \\ Z \\ X \end{matrix}$

**مثال:** النويذة  $^{14}_6\text{C}$  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:**  $^{37}_{17}\text{Cl}$  و  $^{35}_{17}\text{Cl}$  هما نظيران للكور.

## 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

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

- تكون نواة جديدة تسمى النواة المتولدة،
- انبعاث دقيقة رمزها  $\alpha$  أو  $\beta^-$  أو  $\beta^+$  ،
- انبعاث إشعاع كهرومغناطيسي رمزها  $\gamma$  .

### تعريف

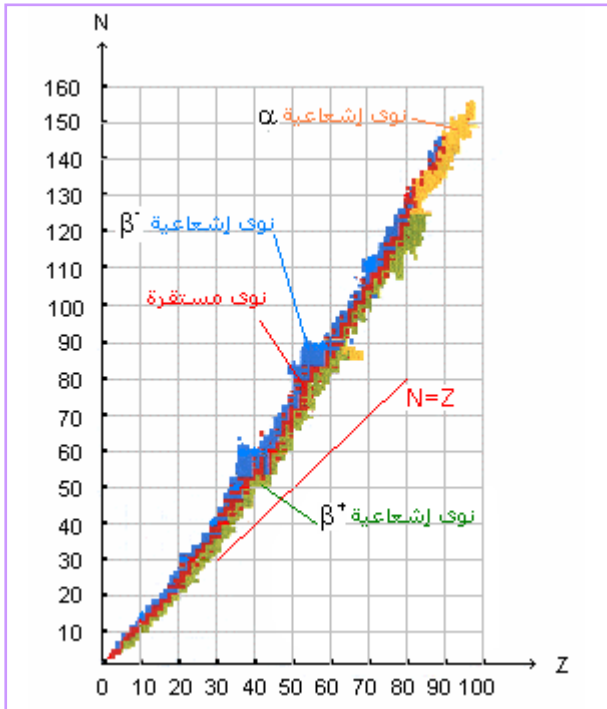
النشاط الإشعاعي تحول نووي:

- 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  $\alpha$  و هي نوى ثقيلة ذات عدد كتلة يفوق 200.  
**مثال:** النوية  $^{238}_{92}\text{U}$
- مجموعة النوى التي لها نشاط إشعاعي من نوع  $\beta^-$  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  $\beta^+$  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  $\alpha$  هي نوى الهليوم  ${}^4_2\text{He}$  ،
- الدقائق  $\beta^-$  هي إلكترونات  ${}^0_{-1}e$  ،
- الدقائق  $\beta^+$  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  $\gamma$  و هو إشعاع كالموجات الضوئية لكنه يتميز بطول موجة قصير و طاقة عالية. ينتج عن فقدان الإثارة للنوية المتولدة عن تفتت.

#### • قانون الانحفاظ (قانون صودي)

خلال تفتت  $\alpha$  أو  $\beta$  ينحفظ عدد الشحنة  $Z$  و عدد النويات  $A$  .  
 إذا كانت معادلة التفتت هي:  ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_Z Y + {}^a_z p$   
 فإن قانون الانحفاظ يفرض العلاقتين التاليتين:  
 $A = A' + a$   
 $Z = Z' + z$

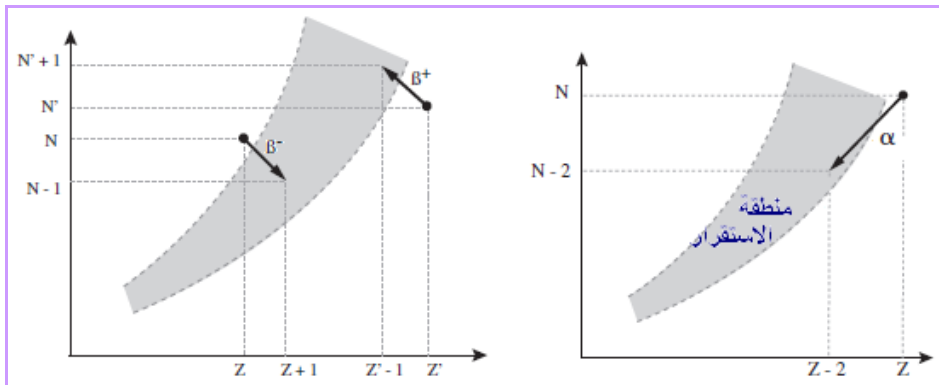
التحول النووي يغير النواة: ليس هناك انحفاظ للعنصر الكيميائي.

#### • المعادلات النووية

مثال ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$	${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2\text{He}$	النشاط الإشعاعي $\alpha$
مثال ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}e$	${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1}e$	النشاط الإشعاعي $\beta^-$
مثال ${}^{13}_7\text{N} \rightarrow {}^{13}_6\text{C} + {}^0_1e$	${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + {}^0_1e$	النشاط الإشعاعي $\beta^+$
	${}^A_Z Y^* \rightarrow {}^A_Z Y + \gamma$	الانبعاث $\gamma$

الرمز \* يمثل حالة الإثارة للنوية المتولدة.

#### • التمثيل المبياني للتفتتات



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

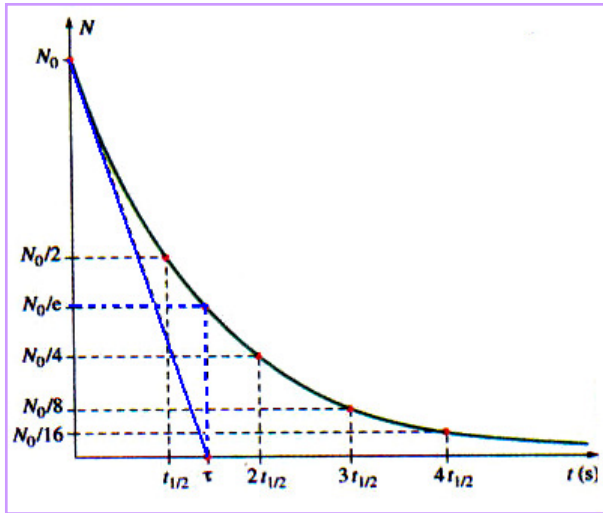
## IV. التناقص الإشعاعي

### • 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 :
$dN = -\lambda N dt$	$N = N_0 e^{-\lambda t}$
$\lambda$ ثابتة تميز النواة المتفتتة و تسمى الثابتة الإشعاعية و 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) $\tau$ تميز النواة المتفتتة. كلما كانت $\tau$ صغيرة كلما كان التناقص سريعا.



تحدد ثابتة الزمن مبيانيا باستعمال منحنى

التناقص الإشعاعي:

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

### • عمر النصف

تعريف
عمر النصف لنويده يساوي المدة $t_{1/2}$ اللازمة لتفتت نصف العدد البدئي للنوى المشعة المكونة لعينة من هذه النويده يعني أن: $N(t+t_{1/2}) = \frac{N(t)}{2}$
و تعبیره: $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau \ln 2$

$t_{1/2}$  تميز النويده.

## • 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 "البيكريل" *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  $\beta^-$  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  $\alpha$  و عمر نصف يساوي  $4,5 \cdot 10^9$  سنة) في تأريخ الصخور المعدنية القديمة.

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

عمر عينة يحدد بالعلاقة التالية:

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