

# التناقص الإشعاعي

## 1- معطيات حول النواة

### 1- مكونات النواة:

تتكون النواة من نوعين من الدقائق تسمى نويات وهي: البروتونات والنيوترونات.  
يرمز للبروتون ب  ${}^1_1P$  ولعدها  $Z$  ويسمى العدد الذري أو عدد الشحنة.  
يرمز للنيوترون ب  ${}^1_0n$  ولعدها  $N$ .

النوية	كتلتها $m(\text{kg})$	شحنتها $q(\text{C})$
البروتون	$m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{kg}$	$+e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$
النيوترون	$m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{kg}$	0

### 2- النوييدة :

يطلق اسم النوييدة على مجموعة من النوى التي تتميز بعدد معين من البروتونات والنيوترونات.  
تمثل النواة بالرمز:  ${}^A_ZX$   
 $X$ : رمز العنصر الكيميائي  $X$  ذي العدد الذري  $Z$ .  
 $A$ : عدد النويات ويسمى كذلك عدد الكتلة.

### 3- النظائر:

تسمى نظائر مجموع النوى التي لها نفس العدد الذري  $Z$  وتختلف من حيث عدد الكتلة.  
مثال لعنصر الهيدروجين ثلاث نظائر:  ${}^3_1H$   ${}^2_1H$   ${}^1_1H$

### 4- أبعاد النواة:

نماثل النواة بكرة شعاعها  $r$  يتعلق بعدد النويات التي يحتوي عليها:  $r = r_0 A^{1/3}$   $r_0 = 1,2 \cdot 10^{-15} \text{m}$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \text{ : حجم النواة}$$

### 5- الكتلة الحجمية:

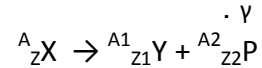
$$\mu = \frac{Zm_p + (A-Z)m_n}{\frac{4}{3} \pi r^3} \Leftrightarrow \mu = \frac{m(\text{نواة})}{V(\text{نواة})}$$

الكتلة الحجمية للنواة مرتفعة جدا.

## II- النشاط الإشعاعي:

### 1- التحولات النووية التلقائية:

خلال النشاط الإشعاعي تتحول نواة غير مستقرة  ${}^A_ZX$  تلقائيا إلى نواة متولدة  ${}^{A_1}_{Z_1}Y$  مع انبعاث إحدى الدقائق  $\alpha$  ،  $\beta$  ،  $\gamma$



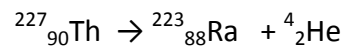
### 2- قانون الانحفاظ أو قانون سودي: SODDY :

جميع التحولات النووية تتم بانحفاظ الشحنة الكهربائية  $Z$  وبانحفاظ  $A$  العدد الاجمالي للنواة .

$$\text{حيث: } Z = Z_1 + Z_2$$

$$\text{و } A = A_1 + A_2$$

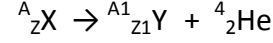
مثال :



### 3- مختلف الأنشطة الإشعاعية التلقائية:

#### ❖ النشاط الإشعاعي $\alpha$ :

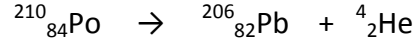
هو تفتت طبيعي وتلقائي تتحول خلاله نواة أصلية غير مستقرة  ${}^A_ZX$  الى نواة متولدة  ${}^{A-4}_{Z-2}Y$  مع انبعاث نواة الهيليوم  ${}^4_2He$  وهو نشاط خاص بالنوى الثقيلة  $A > 200$ .



$$Z_1 = Z - 2 \quad \Leftarrow \quad Z = Z_1 + 2$$

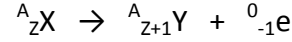
$$A_1 = A - 4 \quad \Leftarrow \quad A = A_1 + 4$$

مثال: تفتت البولونيوم:

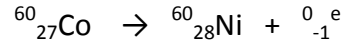


#### ❖ النشاط الإشعاعي $\beta^-$ :

هو تفتت طبيعي وتلقائي تتحول خلاله نواة أصلية  ${}^A_ZX$  الى نواة متولدة  ${}^A_{Z+1}Y$  مع بعث إلكترون  ${}^0_{-1}e$ .

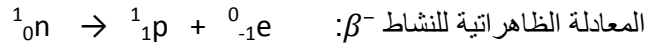


مثال: تفتت الكوبالت  ${}^{60}_{27}Co$ :



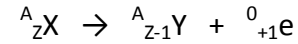
ميكانيزم النشاط الإشعاعي  $\beta^-$ :

هو تحول في النواة لبروتون الى نوترون مع انبعاث إلكترون.

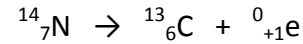


#### ❖ النشاط الإشعاعي $\beta^+$ :

هو تفتت طبيعي وتلقائي تتحول خلاله نواة أصلية  ${}^A_ZX$  الى نواة متولدة  ${}^A_{Z-1}Y$  مع انبعاث ذرّة بوزيترون  ${}^0_{+1}e$ .

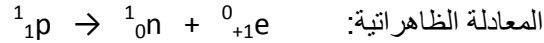


مثال:



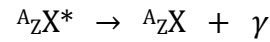
ميكانيزم النشاط  $\beta^+$ :

هو تحول في النواة لبروتون الى نوترون ويرافق ذلك انبعاث بوزيترون.

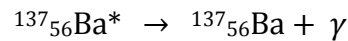


#### ❖ النشاط الإشعاعي $\gamma$ :

عندما تكون النواة المتولدة أثناء التفتتات  $\alpha$  و  $\beta^-$  و  $\beta^+$  في حالة إثارة فانها تعود الى حالتها الأساسية عندما تفقد اثارها مع انبعاث اشعاع  $\gamma$ . (هو اشعاع كهرومغناطيسي على شكل فوتون منعدم الشحنة والكتلة).



مثال:



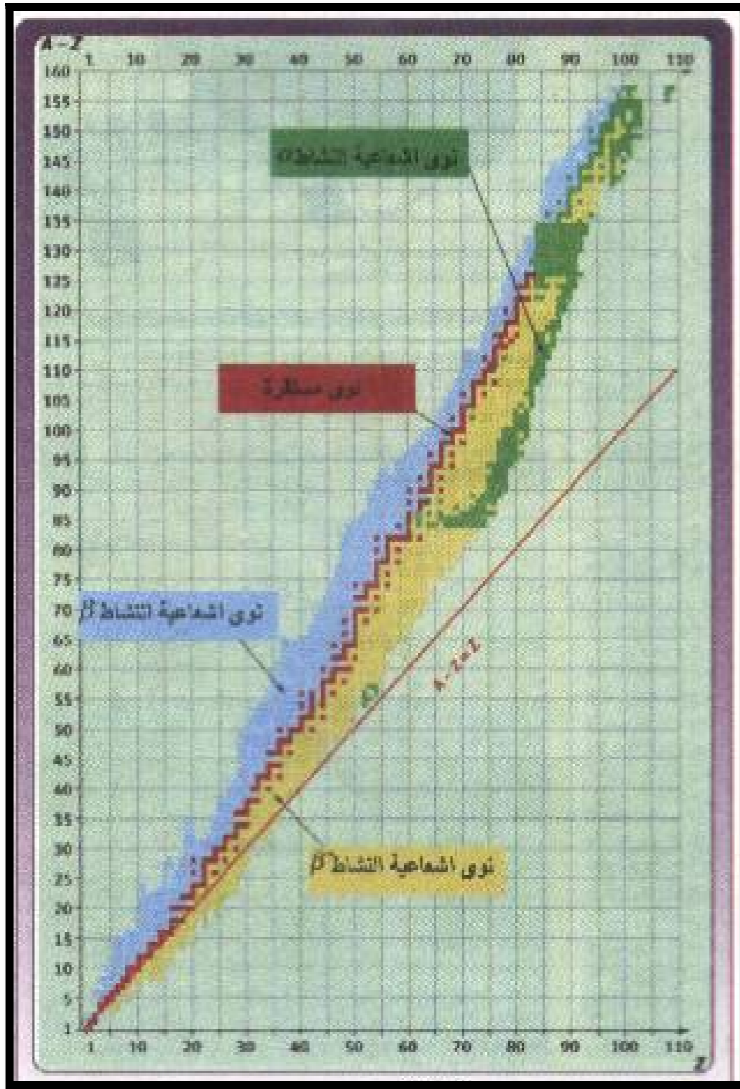
### III – استقرار وعدم استقرار النواة (مخطط سيغري (Segré):

#### 1- مخطط سيغري:

هو عبارة عن محورين متعامدين محور الارتفاع يمثل N والافاصل يمثل Z. المربعات السوداء تمثل النوى المستقرة والاخرى تمثل النوى غير المستقرة أي المشعة. تكون النواة المستقرة في ما بينها منطقة لاستقرار.

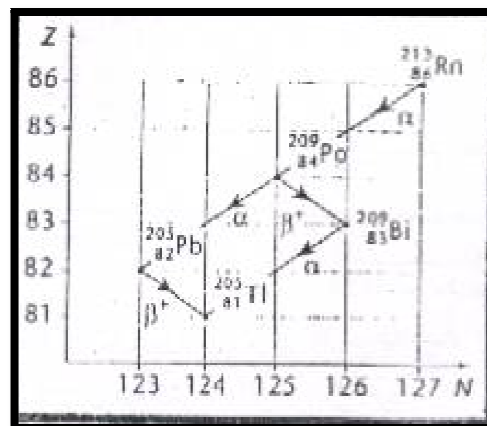
منطقة الاستقرار:

- بالنسبة  $Z < 20$  منطقة الاستقرار تطابق المحور ذو المعادلة  $Z=N$  حيث عدد البروتونات تساوي عدد النوترونات.
- عندما تكون  $Z > 20$  منطقة الاستقرار تمتد فوق المستقيم  $Z=N$  أي بالنسبة للنوى الثقيلة المستقرة تكون  $N > Z$ .



## 2- الفصيلة المشعة:

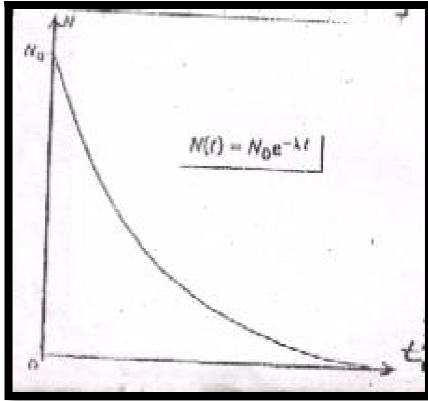
نسمي الفصيلة المشعة مجموع النويدات المنحدرة من نفس النويذة المشعة.



### 3- التناقص الإشعاعي:

1-3 قانون التناقص الإشعاعي:

النشاط الإشعاعي ظاهرة تلقائية وعشوائية بحيث لا يم كن التنبؤ المسبق بلحظة التفتت ، ولا يمكن تغيير خاصيات



تخضع هذه الظاهرة لقانون احصائي يسمى : قانون التناقص الإشعاعي .

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

$N_0$  : عدد النوى البدئي عند  $t=0$ .

$N$  : عدد النوى المتبقية عند اللحظة  $t$  (أي عدد النوى

التي لم تتفتت بعد).

$t$  : المدة الزمنية المستغرقة لانجاز النشاط الإشعاعي.

$\lambda$  : ثابتة النشاط الإشعاعي ، مقدار يميز المادة المشعة.

2-3 ثابتة الزمن  $\tau$  لعينة مشعة :

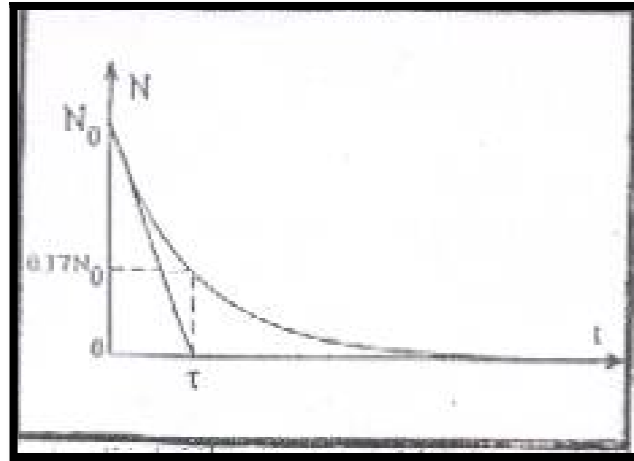
ثابتة الزمن  $\tau$  هي مقلوب ثابتة النشاط الإشعاعي  $\lambda$  .

قانون التناقص الإشعاعي يصير :  $N(t) = N_0 e^{-t/\tau}$

ان مماس المنحنى عند  $t=0$  يتقاطع مع محور الزمن عند  $t=\tau$  .

ملحوظة :

$\tau$  هي المدة الزمنية لتفتت 63% من عدد النوى المشعة أي 37% من النوى المتبقية.



البرهنة :

عند اللحظة  $t=\tau$  لدينا:

$$N(\tau) = N_0 e^{-\frac{\tau}{\tau}} = N_0 e^{-1}$$

$$N(\tau) = N_0 \frac{1}{e} = 0,37 N_0 = \frac{37}{100} N_0$$

مع  $e=2,7$

3-3 عمر النصف لعينة مشعة:

نسمي عمر النصف أو الدور الإشعاعي المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف عدد نوى العينة المشعة .

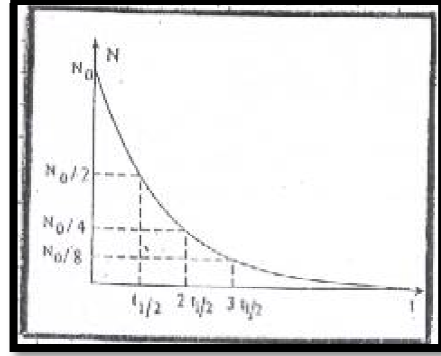
$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

عند  $t = t_{1/2}$  يتفتت النصف ويبقى النصف أي  $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$

$$e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2} \text{ أي } \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$-\lambda t_{1/2} = -\ln 2 \quad \text{أي} \quad -\lambda t_{1/2} = \ln \frac{1}{2}$$

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



3-4 نشاط عينة مشعة:

النشاط  $a$  لعينة مشعة يساوي عدد التفككات في وحدة الزمن (s) . وحدته البيكريل Bq .  
ويقاس نشاط عينة بواسطة عداد جيجر Geiger

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

$$a(t) = +\lambda N_0 e^{-\lambda t} \Leftrightarrow a(t) = -\frac{d}{dt} N_0 e^{-\lambda t}$$

عند  $t=0$  لدينا نشاط العينة هو  $a_0$  مع  $a_0 = \lambda N_0$

$$a(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N(t) \quad \text{لدينا}$$

$$a_0 = \lambda N_0 \quad \text{مع} \quad a(t) = a_0 e^{-\lambda t} \quad \text{نستنتج:}$$

3-5 التأريخ بالنشاط الإشعاعي:

يعتمد علماء الآثار والجيولوجيون على النشاط الإشعاعي غالباً لتحديد عمر الحفريات والصخور مثال

التأريخ بالكربون 14 بالنسبة للكائنات الحية والتأريخ بالأورانيوم بالنسبة للصخور وذلك بمقارنة عدد النويدات البدئية بعدد النويدات المتبقية .