التناقص الاشعاعي

I -معطيات حول النواة

1- مكونات النواة:

تتكون النواة من نوعين من الدقائق تسمى نويات وهي :**البروتونات** و**النوترونات**.

يرمز للبروتون ب $^{1}_{1}P$ ولعددها Z ويسمى العدد الذري أو عدد الشحنة.

يرمز للنوترون ب $^{1}_{0}n$ ولعددها ب N.

النوية	كتلتها(kg)m	شحنتها q(C)
البروتون	$m_P=1,6726.10^{-27}kg$	$+e=1,6.10^{-19}C$
النوترون	$m_n=1,6749.10^{-27}kg$	0

2- النويدة :

يطلق اسم النويدة على مجموعة من النوى التي تتميز بعدد معين من البروتونات والنوترونات.

تمثل النواة بالرمز: $^{A}_{Z}X$

X : رمز العنصر الكيميائي X ذي العدد الذري Z .

A :عدد النويات ويسمى كذلك عدد الكتلة.

3- النظائر:

نسمي نظائر مجموع النوى التي لها نفس العدد الذري Z وتختلف من حيث عدد الكتلة.

مثال لعنصر الهيدروجين ثلاث نظائر: $^{1}_{1}H$ $^{2}_{1}H$ $^{3}_{1}H$

4 -أبعاد النواة:

نماثل النواة بكرية شعاعها r يتعلق بعدد النويات التي يحتوي عليهامع : $r=r_0A^{1/3}$ $r_0 = 1,2.10^{-15}m$

حجم النواة : $V=\frac{4}{3}\pi r^3$

5-الكتلة الحجمية:

الكتلة الحجمية للنواة : $\mu = \frac{m(\text{نواة})}{V(\text{نواة})}$ $\Leftarrow$ $\mu = \frac{Zmp+(A-Z)m}{{}^{4}/_{3}\,\pi r^3}$

الكتلة الحجمية للنواة مرتفعة جدا.

II- النشاط الاشعاعي:

1- التحولات النووية التلقائية:

خلال النشاط الاشعاعي تتحول نواة غير مستقرة $^{A}_{Z}X$ تلقائيا الى نواة متولدة $^{A1}_{Z1}Y$ مع انبعاث احدى الدقائق α ، β ، γ .

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A1}_{Z1}Y + {}^{A2}_{Z2}P$$

2- قانون الانحفاظ أو قانون سودي: SODDY :

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

حيث:$Z=Z_1+Z_2$

و $A=A_1+A_2$

مثال :

$$^{227}_{90}Th \rightarrow {}^{223}_{88}Ra + {}^{4}_{2}He$$

3- مختلف الأنشطة الاشعاعية التلقائية:

❖ النشاط الاشعاعي α:

هو تفتت طبيعي وتلقائي تتحول خلاله نواة أصلية غير مستقرة ${}^{A}_{Z}X$ الى نواة متولدة ${}^{A1}_{Z1}Y$ مع انبعاث نواة الهيليوم ${}^{4}_{2}He$ وهو نشاط خاص بالنوى الثقيلة A> 200 .

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A1}_{Z1}Y + {}^{4}_{2}He$$

انحفاظ الشحنة $Z=Z_1+2 \Leftarrow Z_1=Z-2$

انحفاظ العدد الاجمالي للنويات: $A=A_1+4 \Leftarrow A_1=A-4$

مثال: تفتت البولونيوم:

$${}^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$$

❖ النشاط الاشعاعي β^- :

هوتفتت طبيعي وتلقائي تتحول خلاله نواة اصلية ${}^{A}_{Z}X$ الى نواة متولدة ${}^{A}_{Z+1}Y$ مع بعث الكترون ${}^{0}_{-1}e$.

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$$

مثال: تفتت الكوبالت ${}^{60}_{27}Co$:

$${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e$$

ميكانيزم النشاط الاشعاعي β^- :

هو تحول في النواة لبروتون الى نوترون مع انبعاث الكترون .

المعادلة الظاهراتية للنشاط β^-: ${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$

❖ النشاط الاشعاعي β^+ :

هو تفتت طبيعي وتلقائي تتحول خلاله نواة أصلية ${}^{A}_{Z}X$ الى نواة متولدة ${}^{A}_{Z-1}Y$ مع انبعاث دقيقة البوزيترون ${}^{0}_{+1}e$.

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e$$

مثال:

$${}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{13}_{6}C + {}^{0}_{+1}e$$

ميكانيزم النشاط β^+ :

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

المعادلة الظاهراتية: ${}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e$

❖ النشاط الاشعاعي γ :

عندما تكون النواة المتولدة أثناء التفتتات α وβ^- و β^+ في حالة اثارة فانها تعود الى حالتها الاساسية عندما تفقد اثارتها مع انبعاث اشعاع γ .(هو اشعاع كهرمغناطيسي على شكل فوتون منعدم الشحنة والكتلة).

$${}^{A}_{Z}X^* \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$$

مثال :

$${}^{137}_{56}Ba^* \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + \gamma$$

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

1- مخطط سيغري :

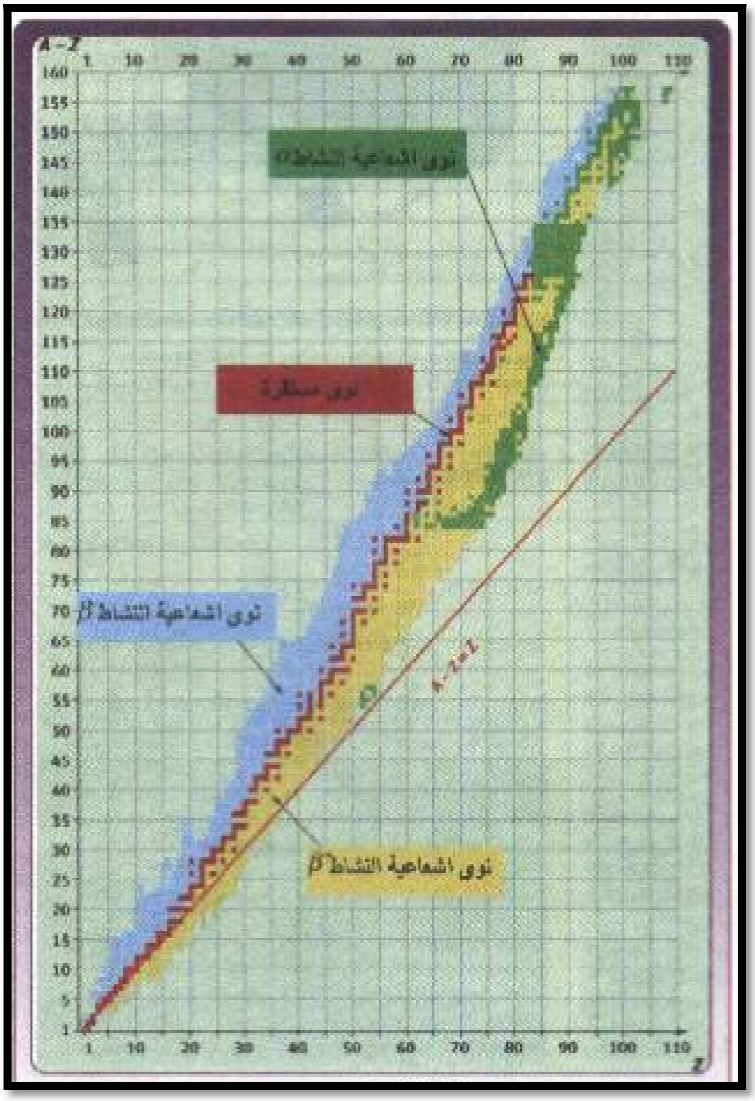
هو عبارة عن محورين متعامدين محور الاراتيب يمثل N والافاصيل يمثل Z .

المربعات السوداء تمثل النوى المستقرة والاخرى تمثل النوى غير المستقرة أي المشعة.

تكون النواة المستقرة في ما بينها منطقة لاستقرار.

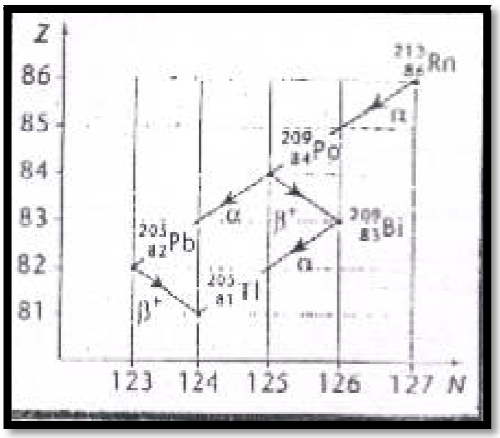
منطقة الاستقرار:

- 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:

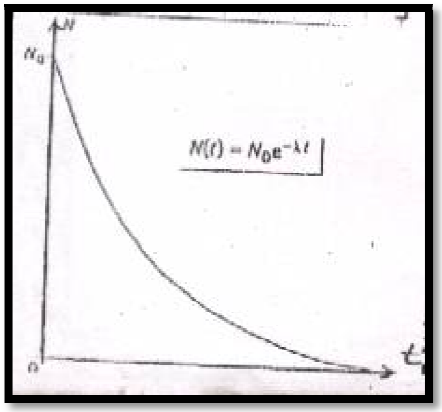
نسمي الفصيلة المشعة مجموع النويدات المنحدرة من نفس النويدة المشعة.



3- التناقص الاشعاعي:

3-1 قانون التناقص الاشعاعي:

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



تخضع هذه الظاهرة لقانون احصائي يسمى : قانون التناقص الاشعاعي .

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

N_0 : عدد النوى البدئي عند t=0.

N : عدد النوى النوى المتبقية عند اللحظة t (أي عدد النوى التي لم تتفتت بعد).

t : المدة الزمنية المستغرقة لانجاز النشاط الاشعاعي.

λ : ثابتة النشاط الاشعاعي ، مقدار يميز المادة المشعة.

3-2 ثابتة الزمن τ لعينة مشعة :

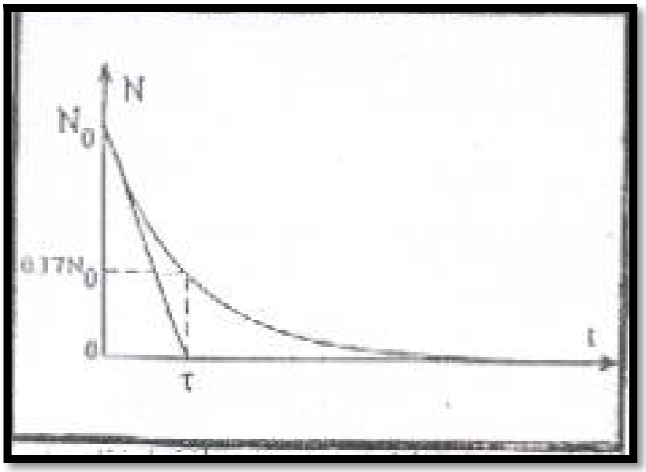
ثابتة الزمن τ هي مقلوب ثابتة النشاط الاشعاعي λ .

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

ان مماس المنحنى عند t=0 يتقاطع مع محور الزمن عند t=τ .

ملحوظة :

τ هي المدة الزمنية لتفتت 63% من عدد النوى المشعة أي 37% من النوى المتبقية.



البرهنة :

عند اللحظة t=τ لدينا:

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

$N(\tau) = N_0 \frac{1}{e} = 0{,}37No = \frac{37}{100}No$ مع e=2,7

3-3 عمر النصف لعينة مشعة:

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

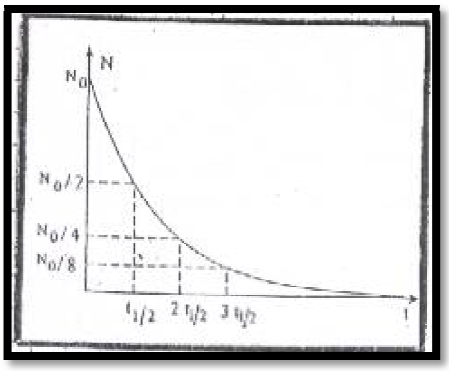
$N=N_0 e^{-\lambda t}$

عند $t = t_{1/2}$ يتفتت النصف ويبقى النصف أي $N(t_{1/2})=\frac{No}{2}$

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

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

$t_{1/2}=\frac{ln2}{\lambda} = \tau ln2$



4-3 نشاط عينة مشعة:

النشاط a لعينة مشعة يساوي عدد التفتتات في وحدة الزمن (s) . وحدته البيكريل Bq .

ويقاس نشاط عينة بواسطة عداد جيجر Geiger

تعبيره : $a=-\frac{dN}{dt}$

المشتقة الأولى بالنسبة للزمن: $a(t)=-\frac{d}{dt}N_0e^{-\lambda t}$ $\Leftarrow$ $a(t) = +\lambda N_0e^{-\lambda t}$

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

عند اللحظة t لدينا $a(t)=\lambda N_0e^{-\lambda t} = \lambda N(t)$

نستنتج: $a(t)=a_0e^{-\lambda t}$ مع $a_0=\lambda N_0$

5-3 التأريخ بالنشاط الاشعاعي:

يعتمد علماء الآثار والجيولوجيون على النشاط الاشعاعي غالبا لتحديد عمر الحفريات والصخور مثال التأريخ بالكربون 14 بالنسبة للكائنات الحية والتأريخ بالأورانيوم بالنسبة للصخور وذلك بمقارنة عدد النويدات البدئية بعدد النويدات المتبقية .