

# المجال الأول : التطورات الرتبية

## الوحدة 02 : التحولات النووية Transformations Nucléaires

Prof - Zegrir Derradji

### 1\* - النشاط الإشعاعي :

#### 1-1 - تركيب النواة :

تتكون نواة الذرة من: النويات A ( النيوكلونات ) وهي مجموع البروتونات والنيوترونات:  
أ - البروتونات ( Z ): يحمل كل منها شحنة عنصرية + e .  
ب - النيوترونات ( N ): متعادلة كهربائيا .

ملاحظة : - عدد النويات أو العدد الكتلي (A) يعطى بالعلاقة :  $A = Z + N$   
Z : عدد البروتونات أو العدد الذري أو عدد الشحنة .  
N : عدد النيوترونات .

- نرمز لنواة الذرة بـ :  ${}^A_Z X$  حيث X رمز العنصر الكيميائي .  
- العددين ( A , Z ) يميزان نواة الذرة .

#### 1-2 - النظائر :

الأنوية التي تحتوي على نفس العدد من البروتونات وأعداد مختلفة من النيوترونات تسمى نظائر isotopes .  
أمثلة :

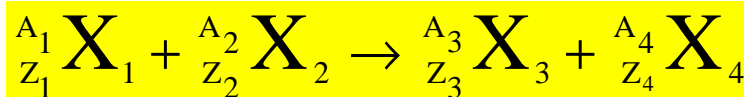
نظائر الكربون	نظائر الهيدروجين
${}^{14}_6 C$	99,985% ${}^1_1 H$
${}^{13}_6 C$	0,015% ${}^2_1 H$ دوتيريوم
${}^{12}_6 C$	$10^{-4} \%$ ${}^3_1 H$ تريتيوم

#### ج : بعض الجسيمات ومميزاتها التي يجب معرفتها :

الرمز	رقم الشحنة	عدد النويات	الرمز	الإسم
${}^1_1 P$	1	1	P	بروتون
${}^1_0 n$	0	1	n	نيوترون
${}^4_2 He$	2	4	$\alpha$	جسيم ( $\alpha$ ) أو نواة هيليوم
${}^0_{-1} e$	-1	0	$e^-$	إلكترون
${}^0_{+1} e$	+1	0	$e^+$	بوزيترون
${}^0_0 \gamma$	0	0	$\gamma$	فوتون

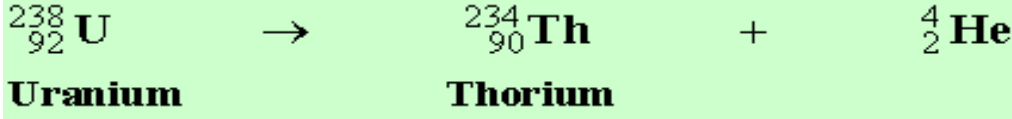
### 2 - النشاط الإشعاعي : La radioactivité

أ - تعريف : النشاط الإشعاعي ظاهرة تفكك نووي طبيعي يكتسي الطابع العشوائي والتلقائي والحتمي أي غير قابل للمراقبة (غير مرتقب في الزمن ) لنواة غير مستقرة ( النواة الأب X ) إلى نواة متولدة أكثر إستقرارا ( النواة الابن Y ) مع انبعاث جسيمات مشحونة أو إشعاع كهرومغناطيسي  $\gamma$  .  
ب - التعبير عن التفاعل النووي : نعبر عن التفاعل النووي بمعادلة نووية كما يلي :



قانون Soddy

في التفاعلات النووية تتحقق قوانين الإنحفاظ التالية :  
 - انحفاظ العدد الإجمالي للنكليونات :  $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$   
 - انحفاظ الشحنة الكهربائية :  $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$



ج - أنواع النشاط الإشعاعي: يوجد أربعة أنواع من التفككات العفوية

معادلة التفكك	طبيعة الجسيمات المنبعثة	النشاط الإشعاعي من نوع
${}_Z^A X \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4} Y + {}_2^4\text{He}$	نواة هيليوم ${}_2^4\text{He}$	$\alpha$
${}_Z^A X \rightarrow {}_{Z+1}^A Y + {}_{-1}^0 e$	إلكترون ${}_{-1}^0 e$ ${}_0^1 n \rightarrow {}_1^1 p + {}_{-1}^0 e$	$\beta^-$
${}_Z^A X \rightarrow {}_{Z-1}^A Y + {}_{+1}^0 e$	بوزيتون ${}_{+1}^0 e$ ${}_1^1 p \rightarrow {}_0^1 n + {}_{+1}^0 e$	$\beta^+$
${}_Z^A X^* \rightarrow {}_Z^A X + {}_0^0 \gamma$ نواة مثارة	في هذا التحول لا يتغير رقم الكتلة A ولا عدد الشحنة Z إلا أن الطاقة الكامنة للنواة تتناقص وذلك بأن ينتقل نوكلليون من مستوى طاقة معين إلى مستوى طاقة أدنى مؤديا إلى تحرر كمية من الطاقة على شكل أشعة جاما.	$\gamma$

د - قانون التناقص في النشاط الإشعاعي:

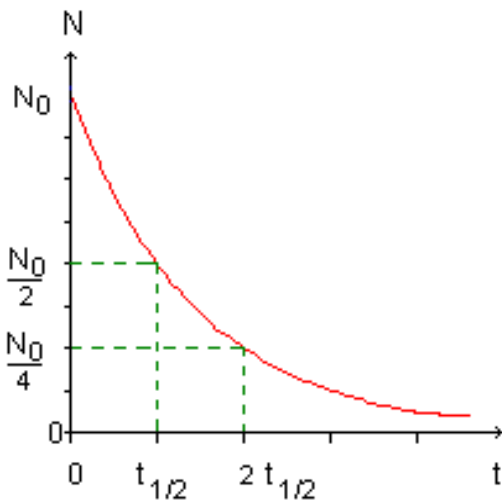
- المعادلة التفاضلية للتطور

لتكن عينة من مادة مشعة تحتوي: في اللحظة (t) على N نواة غير متفككة .  
 في اللحظة (t + dt) على (N + dN) نواة غير متفككة .  
 وبين اللحظتين (t) و (t + dt) يكون عدد النويات المتفككة هو:  $N - (N + dN) = -dN$   
 dN سالبة (dN < 0) لكون N يتناقص مع مرور الزمن .

$$\left. \begin{aligned} -dN &\sim dt \\ -dN &\sim N \end{aligned} \right\} \Leftrightarrow dN = -\lambda N dt \Leftrightarrow \frac{dN}{dt} + \lambda N = 0$$

المعادلة (1) تفاضلية من الرتبة الأولى تقبل حل أسي من الشكل :

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



يدل القانون أن عدد النوى المشعة من عنصر معين يتناقص بشكل أسي مع الزمن.

$N_0$  : عدد الأنوية المشعة في اللحظة الابتدائية t = 0

$\lambda$ : ثابت التفكك الإشعاعي يميز النواة وحدته  $s^{-1}$

- ثابت الزمن  $t = \frac{1}{\lambda}$

\* منحنى تناقص النشاط الإشعاعي  $N = f(t)$

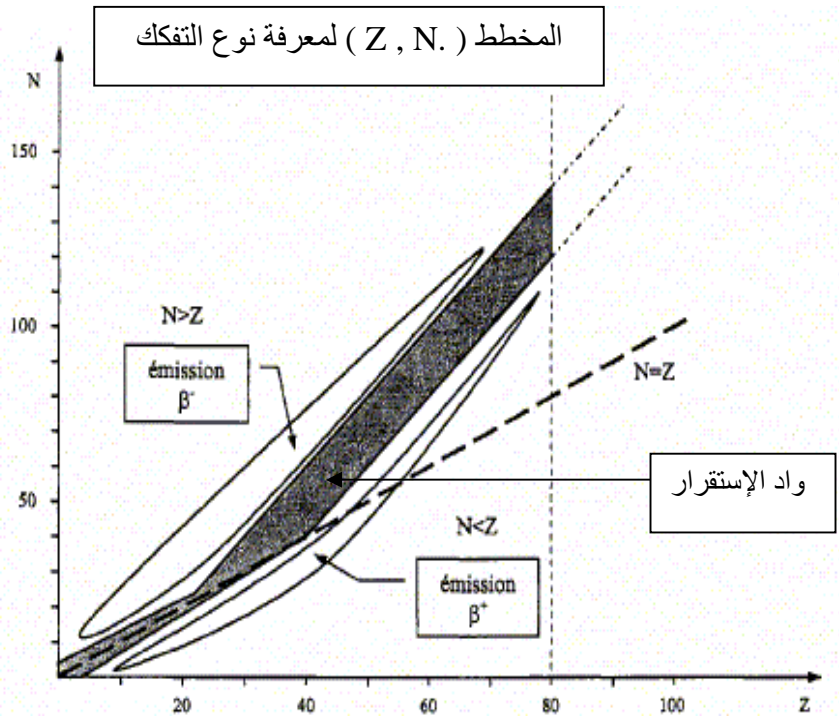
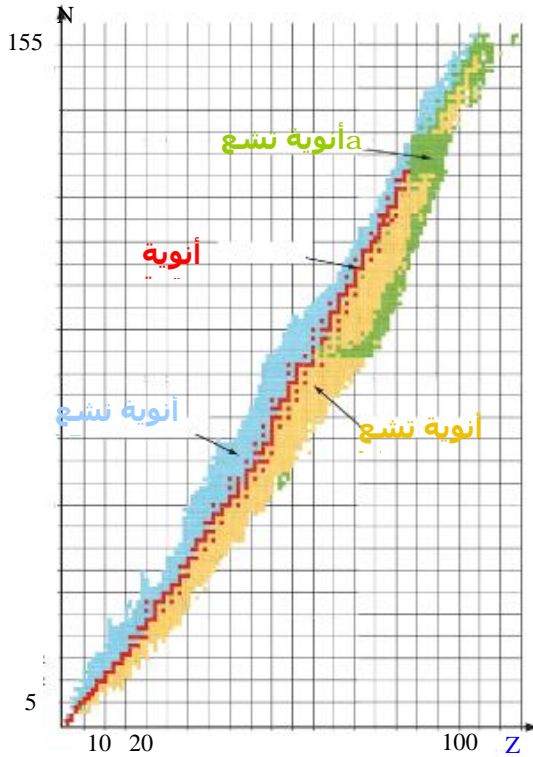
- **نصف العمر** ( $t_{1/2}$ ): هو المدة الزمنية اللازمة لتفكك نصف العدد الأصلي من أنوية العنصر المشع .

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

**نشاط منبع مشع** : نشاط منبع مشع A يمثل متوسط عدد التفككات خلال ثانية .

$$\frac{|\Delta N|}{\Delta t} = A = -\frac{dN}{dt} \Leftrightarrow A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$$

يعبر عن نشاط منبع مشع A بوحدة تسمى : بيكرال حيث  $1 \text{ Bq} = 1$  تفكك خلال ثانية .



مخطط Segrè

$$t_{ans} = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \left( \frac{A(t)}{A_0} \right) : \text{التأريخ بالنشاط الإشعاعي}$$

### I. التكافؤ كتلة - طاقة:

فرضية أنشتاين: كل جملة في حالة السكون كتلتها m تملك طاقة تسمى طاقة الكتلة تعطى بالعلاقة :

$$E = mc^2$$

وحدة الكتل الذرية :  
 E الطاقة بالجول ( J )  
 m الكتلة بـ ( Kg )  
 C سرعة الضوء في الفراغ  $C = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  يوجد تكافؤ بين الكتلة والطاقة .

$$1 \text{ وحدة الكتل الذرية (u- m- a) تعرف كما يلي : } 1 \text{ u} = \frac{1}{12} \times \frac{12 \times 10^{-3}}{N_A} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ Kg} = \frac{1}{12} m({}_{6}^{12}\text{C})$$

وحدات الطاقة	$1 \text{ eV} = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ j}$	$10^{-13} \text{ j} \times 1 \text{ MeV} = 1.60$	$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} / c^2$
--------------	--	--	---

كتلة النواة تكون دوما أقل من مجموع كتل نوياتها وهي معزولة وساكنة.

### النقص الكتلي :

طاقة ارتباط النواة ( طاقة التماسك )  $E_1$  هي الطاقة التي يجب إعطاؤها للنواة في حالة السكون لفصل النويات عن بعضها في حالة السكون .

من أجل النواة  $X$   $^A_Z$  طاقة التماسك  $E_1$  تحسب بالعلاقة التالية :

$$E_1 = [Zm_p + (A - Z)m_n - m_x]C^2$$

$m_p$  كتلة البروتون  
 $m_n$  كتلة النيوترون .  
 $m_x$  كتلة النواة .

طاقة الترابط لكل نوية : هي حاصل قسمة طاقة الترابط النووي على العدد الكتلي للنواة :

$$E = \frac{E_1}{A}$$

تكون النواة أكثر إستقرارا كلما كانت طاقة الربط لكل نوية لها كبيرة .

النواة	$^2_1H$	$^3_1H$	$^3_2He$	$^4_2He$	$^6_3Li$	$^7_3Li$	$^{56}_{26}Fe$	$^{238}_{92}U$
$E_1$ (MeV)	2,30	8,49	6,66	28,28	32,10	38,85	492,24	1801,66
(MeV) $\frac{E_1}{A}$	1,15	2,83	2,22	7,07	5,35	5,55	8,79	7,57

منحنى أستون : يمثل عكس طاقة الربط لكل نوية ( $-\frac{E_1}{A}$ ) بدلالة العدد الكتلي :

50 < A < 75 : نلاحظ على منحنى أستون نهاية صغرى توافق طاقة ارتباط لكل نوكلين قدرها 8,7 MeV

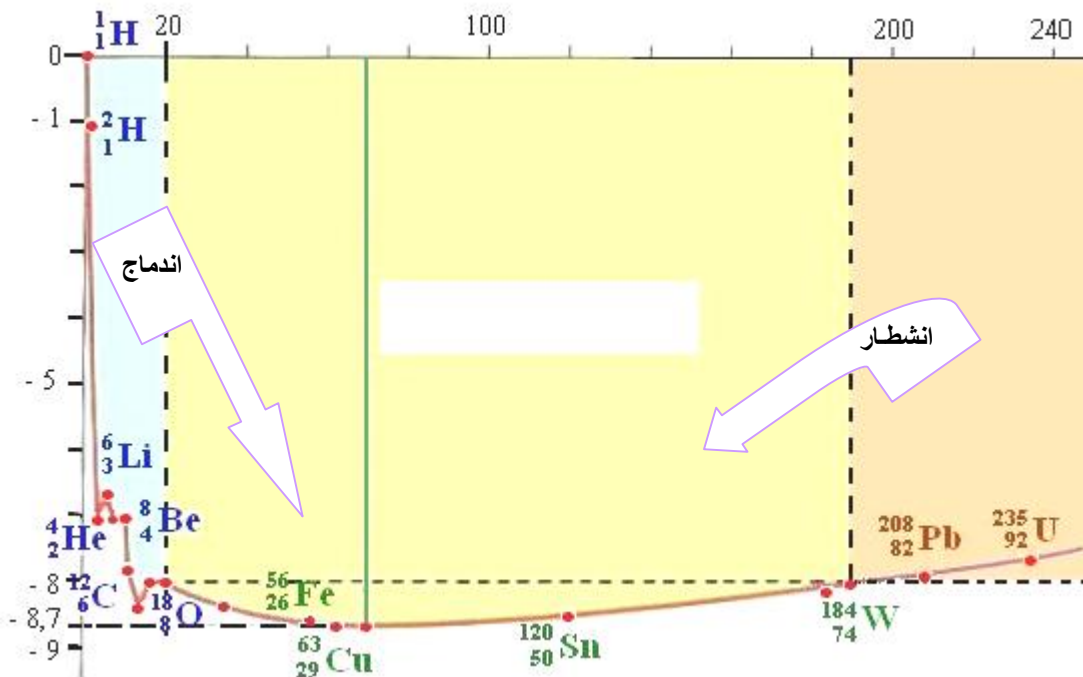
الأنوية المحصورة في هذا المجال تملك طاقة تماسك لكل نوكلين قيمتها المتوسطة حوالي 8,7 MeV . هذه

الأنوية هي الأكثر استقرار من بينها النحاس 63 والحديد 56 .

A > 100 : البيان يتصاعد ببطء عندما تزداد قيم A ، هذا المجال يوافق الأنوية الثقيلة ، وهي أنوية قليلة الاستقرار

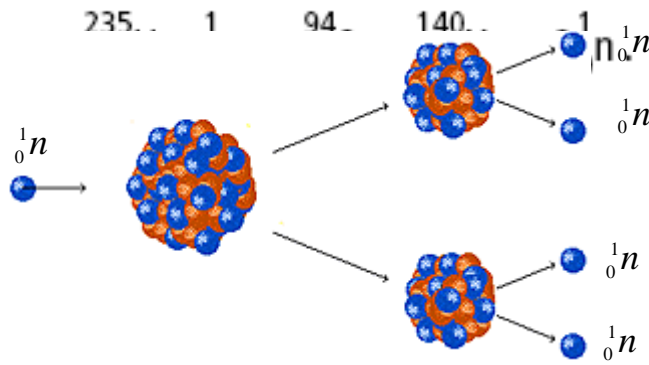
$$\left(\frac{E_1}{A} > 8 \text{ MeV}\right)$$

1 < A < 20 : الأنوية في هذا المجال غير مستقرة (أنوية خفيفة) لأن  $\frac{E_1}{A} > 8 \text{ MeV}$  .

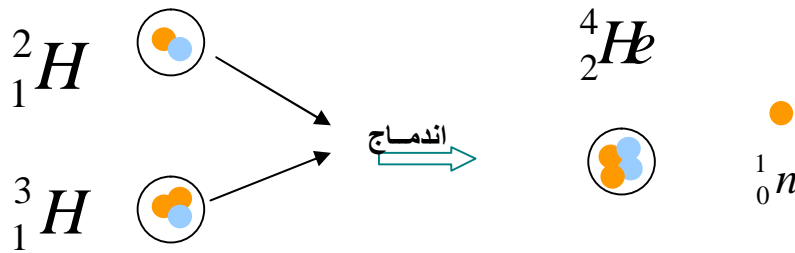
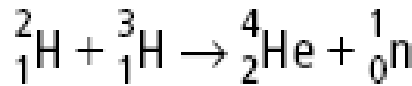


## التفاعلات النووية المفتعلة :

أ - الانشطار النووي : الانشطار هو تفاعل نووي يحدث عند قذف نواة ثقيلة بنيوترون فيحولها إلى نواتين خفيفتين مع تحرير طاقة ونيوترونات مثال :



ب - الاندماج النووي : هو تفاعل نووي يحدث بأن تتحد نواتان خفيفتان أثناء التصادم لتشكيل نواة ثقيلة , يحدث هذا التفاعل في درجات حرارة عالية . ويحرر طاقة كبيرة



## الطاقة المتحررة خلال تفاعل نووي :

هذه الطاقة تساوي إلى الضياع في طاقة الكتلة , نعبر عن الحصيلة الطاقوية خلال تفاعل نووي بالعلاقة

$$Q = (m_i - m_f) c^2$$

**Q** : الطاقة المتحررة بالجول .  **$m_i$**  : مجموع كتل الأنوية قبل التفاعل (Kg)  
 **$m_f$**  : مجموع كتل الأنوية بعد التفاعل (Kg) .

## القوى الأربعة في الطبيعة :

- 1 - قوة التجاذب المادي : هي القوة التي تضمن بقاء الكواكب في مداراتها وتشد الأجسام للأرض .
- 2 - القوة الكهرومغناطيسية : هي القوة التي تشد الإلكترون إلى جوار النواة ، وهي المسؤولة عن الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمادة .
- 3 - القوة النووية الشديدة : هي القوة التي تمسك مكونات النواة .
- 4 - القوة النووية الضعيفة : هي القوة التي تسبب تفكك النواة ( الأنوية المشعة )

Zegrir derradji  
 Lycée Ahmed Cherif  
 mentouri .ain mlila