

## مجله

ملكي للعلوم الفيزيائية

## العدد الثاني:

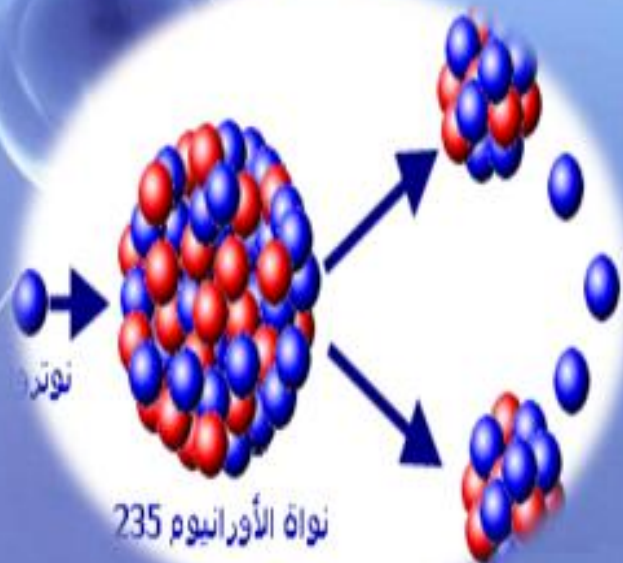
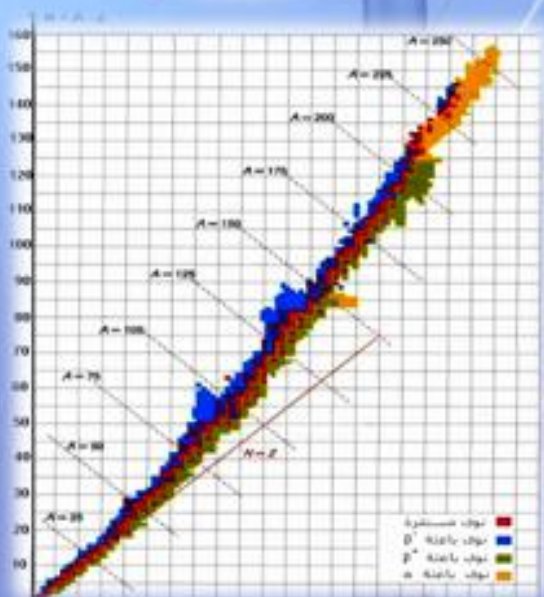
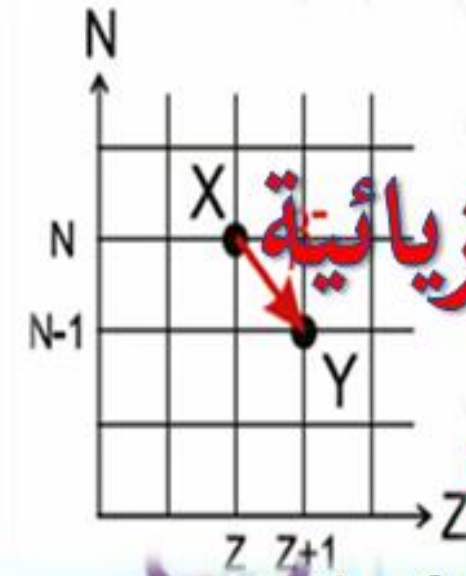
## دراسة التحولات النووية

السنة الثالثة علوم تجريبية ، رياضيات و تقني رياضي

✓ ملخص شامل

✓ تمارين مرفقة بحلولها النموذجية وفق البرنامج

## الوزاري المعدل



من إعداد الأستاذ ملكي علي

# كلمة ترحيب

زوار مجلتنا السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

- ✓ يسرني أن أقدم بهذه المجلة لطلبتنا الأعزاء في المرحلة الثانوية لكل الشعب العلمية منها و التكنولوجيا.
- ✓ محتوى هذه المجلة ينطبق على البرنامج الرسمي الجديد المقرر من طرف وزارة التربية الوطنية.
- ✓ يشمل هذا الجزء من المجلة على الوحدة الثاني من البرنامج دراسة التحولات النووية
- ✓ تعالج المجلة حيثيات هذه الوحدة الأولى حتى يتمكن الطالب من فهمها بشكل جيد.
- ✓ كما حرصت فيها إلى تقديم ملخص مبسط للوحدة مدعم بمجموعة تمارين مرفقة بحلولها لكي تعطي فكرة شاملة عن الدرس من أجل تقويم شامل و إن شاء الله تساعدكم في نيل مبتغاكم.

### ❖ ما يجب أن يعرفه التلميذ في هذه الوحدة:

- يعرف و يوظف الرمز  ${}^A_ZX$ .
- يوظف المخطط (N,Z) في تحديد مجالات استقرار و عدم استقرار الأنوية.
- يعرف و يميز بين النشاطات الإشعاعية  $\alpha, \beta^+, \beta^-, \gamma$ .
- يعرف مميزات النشاط الإشعاعي.
- يتعرف على قانون التناقص الإشعاعي.
- يتعرف على ثابت الزمن و زمن نصف العمر و يميز بينهما.
- يطبق مبدأ التناقص الإشعاعي في مجال التأريخ.
- يعرف علاقة التكافؤ بين الكتلة و الطاقة.
- يحسب النقص الكتلي و طاقة الترابط.
- يعبر عن الطاقة بالجول و بالإلكترون فولط.
- يميز بين الانشطار و الاندماج النوويين و يعبر عن كل منهما بمعادلة.
- ينجز الحصيلة الطاقوية لتفاعل نووي.
- يعرف مبدأ مفاعل نووي.

### ❖ النموذج النووي:

- يرمز للنواة بالرمز  ${}^A_ZX$ .
- Z : عدد البروتونات.
- A : عدد النويات = عدد البروتونات (Z) + عدد النيوترونات (N) :  $A = Z + N$
- A : يسمى العدد الكتلي ، Z يسمى العدد الذري.

### ❖ النشاط الإشعاعي:

- النشاط الإشعاعي هو الإصدار التلقائي المستمر للجسيمات  $\alpha, \beta^+, \beta^-, \gamma$ .
- النشاط الإشعاعي هو ظاهرة نووية بحتة و عشوائية، لا علاقة لها بالبنية الإلكترونية للعنصر المشع.
- النشاط الإشعاعي لا يتعلق بالحالة الفيزيائية للمواد المشعة.

### ❖ معادلات التفكك:

- التفكك  $\alpha$  : هو إصدار جسيمات ، كل جسيم منها يشبه نواة الهيليوم ( ${}^4_2He$ ) :  ${}^A_ZX \rightarrow {}^4_2He(\alpha) + {}^{A-4}_{Z-2}X$
- التفكك  $\beta^-$  : هو إصدار إلكترونات سريعة ( ${}^0_{-1}e$ ) من النواة :  ${}^A_ZX \rightarrow {}^0_{-1}e(\beta^-) + {}^A_{Z+1}X$
- التفكك  $\beta^+$  : هو إصدار بوزيترونات سريعة ( ${}^0_{+1}e$ ) من النواة :  ${}^A_ZX \rightarrow {}^0_{+1}e(\beta^+) + {}^A_{Z-1}X$
- إصدار  $\gamma$  : هو إصدار إشعاع كهرومغناطيسي ذي طاقة عالية عادة ما يكون مصاحباً للإشعاعات السابقة بحيث تكون النواة الناتجة في حالة مثارة :  ${}^A_ZX^* \rightarrow {}^A_ZX + \gamma$

### ❖ استقرار و عدم استقرار النواة:

- ارتباط النواة : تساهم القوة النووية في ربط النويات و بالتالي في استقرار النواة أما القوة الكهروستاتيكية فهي تساهم في عدم استقرارها لأنها قوة تنافرية.

### ❖ مجالات استقرار و عدم استقرار النواة:

### ❖ المخطط (N, Z):

يسمح المخطط (N,Z) بتحديد مجالات الاستقرار . كل الأنوية المستقرة محددة في مجال الاستقرار أو واد الاستقرار .

\* إذا كان  $Z < 20$  الأنوية المستقرة تحقق الشرط :  $N \approx Z$  .

\* إذا كان  $20 < Z \leq 82$  : الأنوية المستقرة تحقق الشرط :  $\frac{N}{Z} \approx 1.5$  .

\* إذا كان  $Z \leq 83$  : كل الأنوية غير مستقرة .

### ❖ قانون التناقص الإشعاعي:

يعطى بالعلاقة:  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  حيث  $N_0$  عدد أنوية العنصر المشع في اللحظة :  $t = 0$  ،  $N$  عدد الأنوية المتبقية بعد

التفكك في اللحظة  $t$  ،  $\lambda$  ثابت الإشعاعية حيث:  $\lambda = 1/\tau$  يقاس بـ:  $(S^{-1})$  .

$\tau$  هو العمر المتوسط ( أو ثابت الزمن ) و يقاس بالثانية  $(S)$  .

زمن نصف العمر  $t_{1/2}$  : هو الزمن الذي يستغرقه العنصر المشع لتفكك نصف عدد أنويته الابتدائي :

$$N[t_{1/2}] = \frac{N_0}{2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

### ❖ قانونا الانحفاظ في التفاعلات النووية : " قانونا صودي "

عند كتابة أي تفاعل نووي يجب يتحقق ما يلي :

\* قانون انحفاظ الشحنة الكهربائية ( العدد الكتلي ) :  $\sum Z (\text{النواتج}) = \sum Z (\text{المتفاعلات})$

\* قانون انحفاظ عدد النويات ( العدد الكتلي ) :  $\sum A (\text{النواتج}) = \sum A (\text{المتفاعلات})$

تعيين  $t_{1/2}, \lambda, \tau$  ببيانها :

• من أجل  $t = t_{1/2}$  تتفكك  $\frac{N_0}{2}$  نواة .

• من أجل  $t = \tau$  تتفكك  $0.37 N_0$  نواة .

مماس البيان عند المبدأ يعين  $\tau$  .

### ❖ النشاط الإشعاعي A

A عدد التفككات في ثانية واحدة :  $A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$  .

A يقاس بالبيكريل (Bq) ، و لدينا أيضا :  $A = A_0 e^{-\lambda t}$  حيث  $A_0$  النشاط الإشعاعي الابتدائي .

منحنى أسطون : يمثل منحنى أستون تغير طاقة الربط لكل نيوكلليون  $\frac{-E_b}{A}$  بدلالة عدد النيوكليونات (A)

" كلما كانت طاقة الربط لكل نيوكلليون ذات قيمة كبيرة كلما كانت النواة أكثر استقرارا "

### ❖ الحصيلة الطاقوية :

\* علاقة أينشتاين :

كل مادة كتلتها  $m$  إذا تحولت إلى طاقة فإنها تعطي طاقة كتلتها  $E$  تعطى بالعلاقة :  $E = m.C^2$

$m$  : الكتلة بـ (kg) ،  $C$  : سرعة الضوء في الخلاء :  $C \approx 3.10^8 m.S^{-1}$

\* النقص الكتلي ( $\Delta m$ ) : كتلة أي نواة أصغر دوما من مجموع كتل مكوناتها و هي متفرقة . ندعو النقص الكتلي  $\Delta m$

لنواة  ${}^A_Z X$  الفرق بين مجموع كتل النيكلونات و كتلة النواة حيث أن :

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m({}^A_Z X)$$

### ❖ طاقة الربط النووي ( $E_l$ ):

النقص الكتلي  $\Delta m$  يتحول إلى طاقة تعمل على ربط النويات ببعضها تسمى طاقة الربط  $E_l$  و هي الطاقة التي يجب توفيرها لنواة في حالة سكون لفصل نيكليوناتها و تبقى في حالة سكون حيث أن :  $E_l = \Delta m.C^2$   
\* طاقة الربط لكل نوية أو نيكليون  $E$  :

$$E = \frac{E_l}{A} \quad \text{تحدد مدى ارتباط النويات ( النيكليونات ) ببعضها داخل النواة و تعطى بالعلاقة :}$$

- " كلما كانت طاقة الربط لكل نيكليون ذات قيمة كبيرة كلما كانت النواة أكثر استقرارا "  
\* الطاقة الناتجة من تفاعل الانشطار أو الاندماج : تعطى الطاقة المتحررة من تفاعل الانشطار أو الاندماج بعلاقة أينشتاين :  $\Delta E = \Delta m.C^2$  حيث  $\Delta m$  هي النقص في الكتلة و تحسب كما يلي :

$$\Delta m = \sum m \text{ (النواتج)} - \sum m \text{ (المتفاعلات)}$$

$$\Delta m : \text{تقاس بـ } kg, C : \text{تقاس بـ } mS^{-1}$$

ملاحظة: في حالة حساب  $\Delta m$  بوحدة الكتل الذرية يمكن حساب طاقة التفاعل بوحدة  $MeV$  مباشرة بالعلاقة:

$$\Delta E = \Delta m.931.5$$

\* وحدات خاصة:

$$1u = 1.66 \times 10^{-27} kg \quad 1MeV = 1.6 \times 10^{-13} J \quad 1MeV = 10^6 eV \quad 1eV = 1.6 \times 10^{-19} J$$

$$1u \text{ يحرر طاقة تقدر بـ } 931.5 MeV$$

### ❖ التفاعلات النووية التلقائية و التفاعلات النووية المفتعلة:

#### ❖ التفاعلات النووية التلقائية:

و هي التفاعلات النووية الطبيعية التي تحدث تلقائيا للعناصر المشعة و يصدر عنها التفكك  $\alpha, \beta^-$  و إصدار  $\gamma$  التفاعلات

#### ❖ النووية المفتعلة ( المصنعة ):

1 – الانشطار النووي : هو تفاعل نووي يُحدثه نيوترون بطيء عند قذفه على نواة ثقيلة انشطارية مثل  $^{235}_{92}U$  أو  $^{235}_{94}Pu$

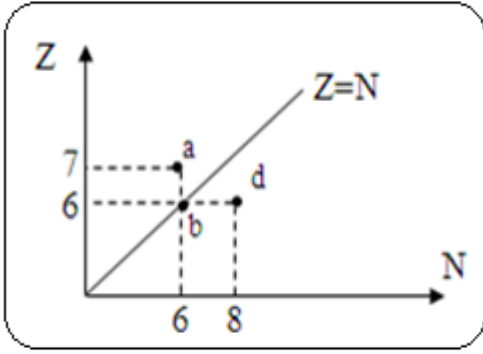
فينتج نواتان متوسطتان و تتحرر بعض النيوترونات ( من 2 إلى 3 نيوترونات ) ، كما تتحرر طاقة كبيرة .

$$\text{مثال:} \quad {}^1_0n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{85}_{35}Br + {}^{148}_{57}La + 3{}_^1_0n + \gamma + \text{طاقة}$$

2 – الاندماج النووي : هو تفاعل نووي تندمج فيه نواتان خفيفتان لتشكلا نواة أكبر منهما و تتحرر طاقة نووية كبيرة.

$$\text{مثال:} \quad {}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n + \text{طاقة}$$

## التمرين الأول:



في المخطط (Z, N) المقابل لدينا العناصر a, b, d.

العنصر	Li	B	C	N	O
Z	3	5	6	7	8

- 1 - عين تركيب نواة كل عنصر واكتبها على الشكل  ${}^A_ZX$  مستعينا بالجدول المستخرج من الجدول الدوري المرافق.
- 2 - من بين هذه الأنوية حدد النواة المستقرة مع التعليل.
- 3 - أكتب معادلة التفاعل المعبر عن النشاط الإشعاعي الذي يمكن أن يحدث لكل نواة غير مستقرة.
- 4 - نأخذ عينة من الأزوت  ${}^{13}_7N$  كتلتها 1,5g ما هي كتلة الأزوت الباقية بعد ساعة علما بأن زمن نصف عمر العمر  $t_{1/2}=10 \text{ min}$

## حل التمرين الأول:

- 1- نعين تركيب نواة كل عنصر وكتابتها على الشكل  ${}^A_ZX$ 
  - \* نواة العنصر a :  $Z=7, N=6$  ومنه  $A=13$  إذن العنصر هو :  ${}^{13}_7N$
  - \* نواة العنصر b :  $Z=6, N=6$  ومنه  $A=12$  إذن العنصر هو :  ${}^{12}_6C$
  - \* نواة العنصر d :  $Z=6, N=8$  ومنه  $A=14$  إذن العنصر هو :  ${}^{14}_6C$
- 2- من بين هذه الأنوية ، النواة المستقرة هي نواة  ${}^{12}_6C$  وذلك لأنها تقع على خط الاستقرار  $Z=N$  و  $Z < 20$
- 3- كتابة معادلة التفاعل المعبر عن النشاط الإشعاعي الذي يمكن أن يحدث لكل نواة غير مستقرة
  - \* نواة العنصر a: بما أن  $Z > N$  فإنها تقوم بتفكك  $\beta^+$  و عليه تكون معادلة تفككها  ${}^{13}_7N \rightarrow {}^0_{+1}e + {}^{13}_6C$
  - \* نواة العنصر d: بما أن  $Z < N$  فإنها تقوم بتفكك  $\beta^-$  و عليه تكون معادلة تفككها  ${}^{14}_6C \rightarrow {}^0_{-1}e + {}^{14}_7N$
- 4- كتلة الأزوت الباقية بعد ساعة  
لدينا:  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

من جهة أخرى نعبر عن عدد الأنوية بدلالة الكتلة :  $N(t) = \frac{m(t)}{M} \cdot N_A$  و منه :  $\frac{m(t)}{M} \cdot N_A = \frac{m_0}{M} \cdot N_A \cdot e^{-\lambda t}$   
 $m(t) = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$

و لدينا :  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$  ينتج :  $m(60 \text{ min}) = 1,5 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{10} \cdot 60} = 2,3 \times 10^{-2} \text{ g}$



## التمرين الثاني :

نعطي في الجدول التالي مختارات من الجدول الدوري:

$^{20}_{20}\text{Ca}$	$^{21}_{21}\text{Sc}$	$^{22}_{22}\text{Ti}$	$^{23}_{23}\text{V}$	$^{24}_{24}\text{Cr}$	$^{25}_{25}\text{Mn}$
-----------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------

يقوم نظير الفاناديوم  $(^{52}_{23}\text{V})$  بنشاط إشعاعي  $\beta^-$  ويرافقه نشاط إشعاعي  $\gamma$ .

1 - أكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول التلقائي الحادث للفاناديوم.

2 - لدينا عينة من الفاناديوم 52 عدد نوياتها  $N(t)$  عند اللحظة  $t$ .

أ - عبر عن  $N(t)$  بدلالة الزمن  $t$  و  $N_0$  (عدد الأنوية عند  $t=0$ ) وثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$ .

ب- نعتبر أن الفاناديوم هو العنصر الوحيد في العينة الذي يقوم بنشاط إشعاعي وعبارته بدلالة الزمن هي  $A(t) = -\frac{dN}{dt}$ .

عبر عن  $\ln A(t)$  بدلالة  $\lambda$  ،  $N_0$  ،  $t$  ؟

3- نبحث عن تحقيق تجريبي للنتيجة سابقة الذكر بواسطة عداد يمكن تحديد عدد التفككات  $\Delta N$  - الحاصلة خلال زمن

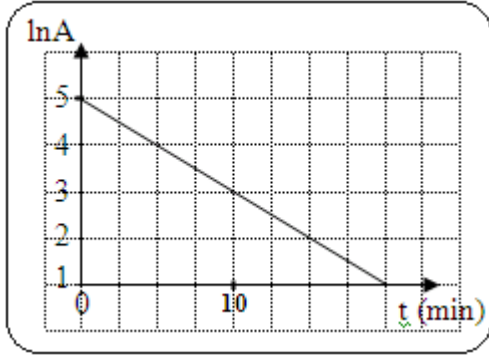
قصير  $\Delta t$  ، يدعى هذا العدد بالنشاط الإشعاعي  $A(t)$  المعروف بالعلاقة :  $A(t) \approx -\frac{\Delta N}{\Delta t}$

بواسطة برنامج خاص تم رسم البيان  $\ln A = f(t)$

أ - بين أن شكل البيان المتحصل عليه يسمح بالتحقق تجريبيا من العبارة  $N(t)$  المذكورة سابقا.

ب- استنتج من البيان قيمة ثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$  للفاناديوم 52 .

ج- عرف نصف حياة العنصر المشع ثم أحسبه بالنسبة للفاناديوم 52 .



## حل التمرين الثاني :

1- كتابة المعادلة النووية المعبرة عن التحول التلقائي الحادث للفاناديوم  $^{52}_{23}\text{V} \rightarrow ^0_{-1}\text{e} + ^{52}_{24}\text{Cr} + \gamma$

2- أ- التعبير عن  $N(t)$  بدلالة الزمن  $t$  و  $N_0$  وثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$ .

ب- التعبير عن  $\ln A(t)$  بدلالة  $\lambda$  ،  $N_0$  ،  $t$  :  $A(t) = -\frac{dN}{dt} \Rightarrow A(t) = -(-\lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t})$

و منه :  $A(t) = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$  ينتج :  $\ln A(t) = -\lambda \cdot t + \ln \lambda \cdot N_0$

3- أ- نبين أن شكل البيان المتحصل عليه يسمح بالتحقق تجريبيا من العبارة  $N(t)$  المذكورة سابقا المنحى البياني خط

مستقيم معادلته من الشكل  $\ln A = -a \cdot t + b$  و هي مطابقة للعلاقة السابقة  $\ln A(t) = -\lambda \cdot t + \ln \lambda \cdot N_0$

و منه هذا البيان يسمح بالتحقق من عبارة  $N(t)$  المذكورة سابقا.

ب- استنتج من البيان قيمة ثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$  للفاناديوم 52

بمطابقة العبارة البيانية و النظرية ينتج :  $\lambda = a$  حيث  $a$  ميل المنحى  $\lambda = a = \frac{5}{20} = 0,25 \text{ min}^{-1}$

ج- تعريف زمن نصف حياة العنصر المشع « هو المدة الزمنية لتفكك نصف عدد الأنوية الموجودة في العينة »

حساب قيمة زمن نصف حياة الفاناديوم 52 :  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 2,77 \text{ min}$

### التمرين الثالث:

يستخدم اليود المشع  $^{131}_{53}\text{I}$  أساسا في معالجة سرطان الغدة الدرقية حيث يقوم بإتلاف خلايا الغدة الدرقية المتبقية بعد بترها ويقوم بمعالجة المضاعفات. زمن نصف حياته هو ( 8 أيام).

1 - تكلم باختصار عن بعض فوائد وبعض مضار النشاط الإشعاعي .

2 - أحسب قيمة  $\lambda$  ثابت التفكك .

3 - إذا كانت قيمة النشاط عند اللحظة  $t = 0$  هي  $A(0) = 3,2 \times 10^7 \text{ Bq}$  .

أ- أكمل الجدول التالي :

t(j)	8	16	24	32	40
A(Bq) × 10 <sup>7</sup>					
ln A					

ب- أرسم البيان  $A=f(t)$  .

ج- استنتج من البيان قيمة ثابت الزمن  $\tau$  .

د- أرسم البيان  $\ln A$  بدلالة الزمن  $t$  واستنتج منه قيمة ثابت التفكك  $\lambda$  .

هـ- في أي لحظة تصبح قيمة النشاط الإشعاعي تساوي 1 Bq (ماذا توافق هذه اللحظة على البيان؟)

4- أوجد عدد الأنوية المشعة الابتدائية  $N_0$  .

### حل التمرين الثالث :

1- بعض مضار النشاط الإشعاعي:

\* التسبب في أمراض خطيرة معظمها أمراض سرطانية

\* تلوث البيئة مما يسبب أخطار على المنتجات الفلاحية

بعض فوائد النشاط الإشعاعي:

\* توليد الطاقة.

\* الاستعمال الطبي.

2- حساب قيمة  $\lambda$  ثابت التفكك  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{8} = 8,66 \times 10^{-2} \text{ j}^{-1}$

3- ملء الجدول  $A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

مثال : لما  $t = 8 \text{ j}$  فإن  $A(8) = 3,2 \times 10^7 \cdot e^{-8,66 \times 10^{-2} \cdot 8} = 1,6 \times 10^7 \text{ Bq}$

t(j)	8	16	24	32	40
A(Bq) × 10 <sup>7</sup>	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1
ln A	16,58	15,89	15,2	14,5	13,8

ب- رسم البيان  $A = f(t)$  (البيان موجود في الكتاب المدرسي يمكنك الطلاع عليه)

ج- استنتج قيمة ثابت الزمن  $\tau$  من البيان

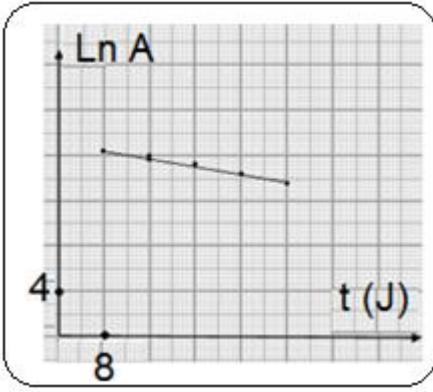
نرسم المماس للمنحنى في اللحظة  $t = 0$  ،

تمثل  $\tau$  اللحظة التي يقطع فيها المماس محور الأزمنة  $t \approx 11 \text{ j}$

د- رسم البيان  $\ln A$  بدلالة الزمن  $t$  .

استنتج قيمة  $\lambda$  تمثل  $\lambda$  ميل المستقيم  $\lambda = 8,7 \times 10^{-2} \text{ j}^{-1}$





هـ- اللحظة التي تصبح فيها قيمة النشاط الإشعاعي تساوي 1Bq هي تقريبا  $\tau$   
 4- عدد الأنوية المشعة الابتدائية  $N_0$ .

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{3,2 \cdot 10^7}{8,7 \cdot 10^{-2} \cdot 24 \cdot 3600} = 4,26 \cdot 10^3$$

### التمرين الرابع:

أثناء عملية ترميم بالثانوية عثر العمال على قطعة خشبية تحت البناء، فأستغلها تلاميذ القسم النهائي لمعرفة عمر الثانوية.

1 - الكربون  $^{14}_6\text{C}$  نظير إشعاعي لعنصر الكربون ينتج عنه الإشعاع  $\beta^-$

- أكتب معادلة التحول النووي . يعطى الجدول التالي :

$^4_2\text{He}$	$^5_3\text{B}$	$^6_6\text{C}$	$^7_7\text{N}$	$^8_8\text{O}$
-----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

2 - إن نسبة الكربون في الكائنات الحية ثابتة  $a_0 = N(^{14}\text{C}) / N(^{12}\text{C}) = 10^{-12}$  وتتناقص في جسم ميت بسبب تفكك

$^{14}\text{C}$ ، و أن نصف عمر الكربون هو  $T = 5600 \text{ ans}$ .

نسمي  $a(t)$  نسبة  $N(^{14}\text{C}) / N(^{12}\text{C})$  في اللحظة  $t$ .

t ( ans)	0	2800	5600	8400	11200	14000	16800
a(t)/ $a_0$		0.71		0.35		0.18	

بطريقة معينة قمنا بقياس النسبة  $a(t)/a_0$  في لحظات معينة فتحصلنا على الجدول التالي:

أ - أكمل الجدول .

ب - أرسم  $a(t)/a_0 = f(t)$

ج - لاحظ التلاميذ أن نسبة  $a(t)/a_0$  هي 0.99 ما هو عمر الثانوية. تأكد من ذلك حسابيا

### حل التمرين الرابع :

1 - كتابة معادلة التحول النووي  $^{14}_6\text{C} \rightarrow ^{14}_7\text{N} + ^0_{-1}\text{e}$

2 - أ - اكمل الجدول : أ/ حساب  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{5600} = 1.20 \cdot 10^{-4} \text{ ans}^{-1}$  ولدينا  $\frac{a(t)}{a_0} = e^{-\lambda t}$

t (ans)	0	5600	11200	16800
a(t)/ $a_0$	1	0.51	0.26	0.13

ب - من خلال المنحني البياني عمر الثانوية 80 سنة

ج - تأكيد بالحساب  $\ln \frac{a(t)}{a_0} = -\lambda t \Rightarrow t = \frac{-1}{\lambda} \ln \frac{a(t)}{a_0}$

T=83ans هو عمر الثانوية

### التمرين الخامس:

المنبه القلبي جهاز كهربائي يزرع في الجسم ، يعمل على تنشيط العضلات المسترخية في قلب المريض ولضمان الطاقة اللازمة لتشغيله - تقاديا لتكرار عملية استبدال البطاريات الكهروكيميائية - تستخدم بطاريات من نوع خاص تعمل بنظير البلوتونيوم  $^{238}\text{Pu}$  الباعث للإشعاع ( $\alpha$ ) وهي (أي البطارية) عبارة عن وعاء مغلق بإحكام يحتوي على كتلة ( $m_0$ ) من المادة المشعة .

1- ا- ماذا تعني العبارات : نظير البلوتونيوم ( $^{238}\text{Pu}$ ) - مادة مشعة - الإشعاع ( $\alpha$ ) ؟

ب- ما هو العدد الذي يميز نواة الذرة ؟

ج- في نظرك كيف تنتج الطاقة من المادة المشعة كي تضمن اشتغال الجهاز؟

2- ا- اكتب معادلة تفكك البلوتونيوم مع توضيح قوانين الانحفاظ المستعملة .

ب- احسب الطاقة المحررة من تفكك نواة من المادة المشعة.

3- يعطى المنحنى البياني للتناقص الإشعاعي  $A(t)$  باعتبار بداية الزمن ( $t=0$ ) لنشاط العينة .

ا- احسب النشاط الابتدائي ( $A_0$ ) .

ب- احسب ثابت التفكك ( $\lambda$ ) ، ثم استنتج عدد الانوية الابتدائية ( $N_0$ ) .

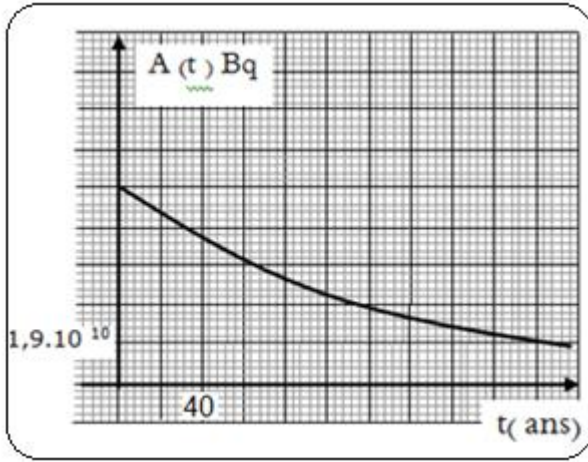
ج- احسب قيمة الكتلة ( $m_0$ ) .

4- عمليا الجهاز يعمل بشكل جيد إلى أن يتناقص نشاط

العينة بـ 30% ، احسب عندئذ عدد انوية البلوتونيوم المتبقية .

5- المريض الذي زرع له هذا الجهاز وهو في الخمسين من عمره متى

المعطيات : طاقة وحدة الكتل الذرية :  $1u = 931.5 \text{ MeV} / c^2$  ،  $1\text{ans} = 365 \text{ j}$  ، عدد افوغادرو  $N_A = 6.023 \cdot 10^{23}$



الجسيم	$_{91}\text{Pa}$	$_{92}\text{U}$	$_{93}\text{Np}$	$_{94}\text{Pu}$	$_{95}\text{Am}$	$_{96}\text{Cm}$	$^4_2\text{He}$
الكتلة ( $u$ )	233.99338	233.99048	233.99189	237.99799	233.9957	233.9975	4.00151

### حل التمرين الخامس:

1. ا- نظير البلوتونيوم : هي نواة لها نفس العدد الذري ( $Z$ ) و تختلف في ( $A$ ) .

- مادة مشعة : هي انوية غير مستقرة تتفكك تلقائيا .

- الإشعاع ( $\alpha$ ) : هي انوية الهليوم خاص بالانوية الثقيلة .

1. ب النواة يميزها العدد الذري ( $Z$ ) عدد البروتونات .

1. ج عندما تتفكك النواة جزء من طاقة تماسكها يأخذها الجهاز بآلية مناسبة لتشغيل الجهاز.

2. ا معادلة التفكك:  $^{238}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^{234}_{92}\text{U} + ^4_2\text{He}$

علما أن قوانين الانحفاظ :  $A_1 = A_2 + A_3 \Rightarrow 238 = 234 + 4$  العدد الكتلي

$Z_1 = Z_2 + Z_3 \Rightarrow 94 = 92 + 2$  العدد الذري

2. ب الطاقة المحررة:

$$E_{Lib} = (m_f - m_i)C^2 = (233,99048 + 4,00151 - 237,99799) \times 931,5 = -5,589 \text{ Mev}$$

3. ا حساب ( $A_0$ ) : بياننا نجد  $A_0 = 5 \times 1,9 \times 10^{10} = 9,5 \times 10^{10} \text{ Bq}$

3. ب حساب  $(\lambda)$  : بياننا نجد :  $t_{1/2} \approx 88 \text{ans} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 2,486 \times 10^{-10} \text{S}^{-1}$

- حساب  $N_0$  :  $A_0 = \lambda \cdot N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda} \approx 3,82 \times 10^{20}$

3. ج حساب  $(m_0)$  :  $N_0 = N_A \cdot \frac{m_0}{M(A)} \Rightarrow m_0 = \frac{N_0 \cdot M}{N_A} = \frac{3,82 \times 10^{20} \times 238}{6,023 \times 10^{23}} \approx 1,51 \times 10^{-1} \text{g} = 151 \text{mg}$

4. حساب الانوية المتبقية :  $N = \frac{N_0 \cdot 70}{100} = 2,67 \times 10^{20}$

5. موعد استبدال الجهاز : بياننا  $A = \frac{A_0 \times 70}{100} = 6,65 \times 10^{10} \text{Bq}$  و منه  $t(70\%) \approx 48 \text{ans}$   
يستبدل الجهاز عندما يصبح عمره في حدود :  $50 + 48 = 100 \text{ans}$

### التمرين السادس:

1- يوجد في مخبر عند لحظة  $t = 0$  عينة من الآزوت 13 المشع النقي كتلتها  $1.49 \mu\text{g}$  و الذي نصف حياته 10 دقائق (600 ثانية) . أوجد :

أ- عدد أنوية الآزوت الموجودة عند اللحظة  $t = 0$  . ( يعطى  $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$  )

ب- النشاط الابتدائي عند اللحظة  $t = 0$  .

ج- النشاط بعد ساعة .

د- الزمن اللازم لكي ينقص النشاط إلى واحد بكريل (  $A = 1 \text{Bq}$  ) .

2- تحتوي صخور القمر على البوتاسيوم  $^{40}_{19}\text{K}$  المشع و الذي يتحول إلى الأرجون  $^{40}_{18}\text{Ar}$  .

أ- أكتب معادلة التحول النووي الحادث .

ب- ما نوع التفكك الحادث ، أذكر بعض خائص الجسم المنبعث .

ج- من أجل تعيين تاريخ تشكيل صخور من القمر التي أتى بها رواد الفضاء أعطى التحليل لعينة منها حجمها

$8.1 \cdot 10^{-3} \text{cm}^3$  من غاز الأرجون في شروط النظامية و  $1.67 \cdot 10^{-6} \text{g}$  من البوتاسيوم.

\* أحسب عدد أنوية غاز الأرجون الناتجة عن تحليل العينة و كذا عدد أنوية  $^{40}_{19}\text{K}$  ، ثم إستنتج عدد أنوية  $^{40}_{19}\text{K}$  الابتدائية

عند اللحظة  $t = 0$  بإعتبار أن العينة المأخوذة تتكون فقط من الأرجون  $\text{Ar}$  و البوتاسيوم  $\text{K}$  .

\* أوجد عمر الصخر . علما أن : حيث :  $t_{1/2} = 1.3 \cdot 10^9 \text{ans}$  .

## حل التمرين السادس :

1.1 عدد انوية الأزوت :  $N_0 = \frac{m_0 \times N_A}{M} = 6,9 \times 10^{16} \text{ noyaux}$

ب حساب ( $A_0$ ) : تحويل الزمن لـ (s) ضروري  $A_0 = \lambda_1 \cdot N_0 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot N_0 = 7,9 \times 10^{13} \text{ Bq}$

ج حساب النشاط بعد ساعة :  $A = A_0 e^{-\lambda_1 t} = 7,9 \times 10^{13} e^{-1,15 \times 10^{-3} \times 3600} \approx 1,26 \times 10^{12} \text{ Bq}$

د حساب زمن نقصان النشاط إلى ( $1 \text{ Bq}$ ) :  $A = A_0 e^{-\lambda_1 t} \Rightarrow t = -\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{A}{A_0} = 27830 \text{ s} \approx 7.7 \text{ h}$

1.2 معادلة التحول:  ${}^{40}_{19}\text{K} \rightarrow {}^{40}_{18}\text{Ar} + {}^0_{+1}\text{e}(\beta^+)$

ب الإشعاع الحادث هو ( $\beta^+$ ) .

هو إلكترون شحنته موجبة ينتج بتحول بروتون إلى نيوترون ويحرر الكترون موجب (بوزيترون)  ${}^1_0\text{p} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^0_{+1}\text{e}$

ج حساب عدد انوية البوتاسيوم :  $N_1 = \frac{m \cdot N_A}{M} \approx 2.51 \times 10^{16} \text{ noyaux}$

- حساب عدد انوية الأرجون :  $N_2 = \frac{V_g}{V_M} \times N_A = 2.18 \times 10^{17} \text{ noyaux}$

- حساب عدد الانوية الابتدائية للبوتاسيوم :  $N_0 = N_1 + N_2 \approx 2.43 \times 10^{17} \text{ noyaux}$

- حساب عمر الصخرة:

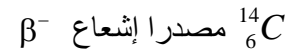
$$N = N_0 e^{-\lambda_2 t} \quad , \quad \lambda_2 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 5.3 \times 10^{-10} \text{ ans}^{-1}$$

$$\left. \begin{array}{l} N_0 = 2.43 \times 10^{17} \text{ noyaux} \\ N(t) = 2.51 \times 10^{16} \text{ noyaux} \end{array} \right\} \Rightarrow t = -\frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{N}{N_0} = 4.27 \times 10^9 \text{ ans}$$

## التمرين السابع:

يتواجد الكربون في الغلاف الجوي، وفي النباتات والحيوانات الحية على شكل نظيرين  ${}^{14}\text{C}$  و  ${}^{12}\text{C}$  حيث أن  ${}^{12}\text{C}$  نظير مستقر بينما  ${}^{14}\text{C}$  نظير مشع . يمكننا اعتبار نسبة تواجد  ${}^{14}\text{C}$  إلى  ${}^{12}\text{C}$  ثابتة خلال (100000) سنة الماضية .

ينتج الكربون  ${}^{14}\text{C}$  في الغلاف الجوي عن اصطدام النترونات الآتية من الفضاء بأنوية الأزوت  ${}^{14}_7\text{N}$  كما يتفكك الكربون



1- ما الفرق بين النواة المشعة والنواة المستقرة ؟

2- أكتب معادلة تشكل  ${}^{14}_6\text{C}$  انطلاقا من  ${}^{14}_7\text{N}$  .

3- ما الفرق بين الإشعاعات  $\alpha$  ،  $\beta^+$  و  $\beta^-$  ؟

4- أكتب معادلة تفكك  ${}^{14}_6\text{C}$  .

للكربون  ${}^{14}_6\text{C}$  نصف عمر قدره (5570ans) .

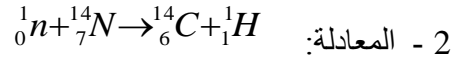
5- ماذا نعني بنصف العمر ؟

نستخدم للتأريخ عدة طرق من بينها التأريخ بالكربون  $^{14}_6C$  . وجدت في مغارة ما قبل التاريخ قطعة من خشب قيست عدد تفككاتها في الدقيقة بـ (1.6) بينما عدد التفككات في الدقيقة لقطعة خشب مماثلة لها نفس الكتلة مقطوعة حديثا قيست بـ (11.5)

- 6- أ- أحسب النشاط (A) للقطعة المعثور عليها و النشاط ( $A_0$ ) للقطعة المقطوعة حديثا .  
ب- أحسب عمر قطعة الخشب المعثور عليها .

### حل التمرين السابع:

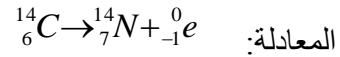
1 - النواة المشعة تتفكك تلقائيا لتكوين نواة أكبر خفة . النواة المستقرة هي النواة التي لا تتفكك.



3 - الإشعاع  $\alpha$  عبارة عن نواة الهيليوم  $He^{2+}$

الإشعاع  $\beta^+$  عبارة عن بوزيتون  $^0_{+1}e$

الإشعاع  $\beta^-$  عبارة عن إلكترون  $^0_{-1}e$



4 - نصف العمر  $t_{1/2}$  لعينة هو المدة التي تتفكك خلالها نصف الأنوية المشعة .

5 - طريقة التأريخ بالكربون 14 تصلح لتأريخ لا يتجاوز 35000ans تقريبا .

الطريقة  $^{40}P - ^{39}Ar$  وهي تصلح لتأريخ الصخور ذات المصدر البركاني، التي لا يتجاوز عمرها عدة مئات آلاف السنين.  
الطريقة  $^{87}Rb - ^{87}Sr$  وهي تصلح لتأريخ الصخور التي لا يتجاوز عمرها مليارات السنين .

أ-  $A = -\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{1.6}{60} = 0.0267 Bq$

$A_0 = -\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{11.5}{60} = 0.1917 Bq$

ب - العمر:  $t = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{A}{A_0} = -\frac{5570}{\ln 2} \ln \frac{0.0267}{0.1917} = 15841 ans$

### التمرين الثامن:

تتفكك نواة البولونيوم  $^{210}_{84}Po$  معطية نواة الرصاص  $^{206}_{82}Pb$  في حالة غير مثارة .

1 - عرف النواة المشعة.

2 - أكتب معادلة التفكك مع تحديد نوع التفكك.

t (jours)	0	30	60	90	120	150
$\frac{N}{N_0}$	1	0.86	0.74	0.64	0.55	0.47

3 - تحصلنا على الجدول السابق وذلك بحساب النسبة بين عدد النوبة المتبقية (الغير متفككة) وعدد الأنوية الابتدائية  $\frac{N}{N_0}$  .

أ- ارسم المنحنى البياني :  $-\ln \left( \frac{N}{N_0} \right) = f(t)$  باستعمال سلم رسم مناسب .

ب- عين بيانيا كل من:

- ثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$
- ثابت الزمن  $\tau$
- زمن نصف العمر  $t_{1/2}$
- جـ- أحسب عدد الأنوية الغير متفككة في اللحظة  $t = 140$  jours مع العلم أننا استعملنا كتلة قدرها  $m = 10$  g في اللحظة  $t = 0$ . تعطى :  $M(\text{Po}) = 210 \text{ g.mol}^{-1}$  ، عدد أفوغادرو  $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$

### حل التمرين الثامن:

1- النواة المشعة: هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا معطية نواة أكثر استقرارا و إشعاعات  $\alpha$  ،  $\beta$  ،  $\gamma$  ...

2- معادلة التفكك:  ${}^{210}_{84}\text{Po} \longrightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + {}^4_2\text{He}$  ، نمط الإشعاع هو اشعاع  $\alpha$

3- أ- رسم البيان :

ب - البيان مستقيم يمر من المبدأ معادلته من الشكل  $Y = a.t$  حيث  $a$  يمثل الميل

من الدراسة النظرية لدينا : (2)  $\ln \frac{N}{N_0} = \lambda.t$  .....

من (1) و (2) نجد أن:  $a = \lambda = \frac{0.15}{30} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ j}^{-1}$

لدينا  $\tau = \frac{0.693}{\lambda} = 200 \text{ jours}$

جـ- لدينا عند  $t = 0$  كتلة  $m = 10$  g ، نحسب عدد الأنوية الابتدائية  $N_0$  حيث :

$$N_A = \frac{m}{M} N_0 = \frac{10}{210} \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 2.87 \cdot 10^{22} \text{ Noyoux}$$

وحسب قانون التناقص الإشعاعي  $N = 2.87 \cdot 10^{22} e^{-\lambda t}$  نجد  $N = 1.42 \cdot 10^{22} \text{ Noyoux}$  حيث  $t = 140 \text{ jours}$

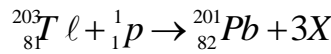
### التمرين التاسع:

هناك سببان لآلام القلب: إما أن تكون الخلايا التي تشكل عضلة القلب ميتة، أو أن تعاني من نقص الأكسجين.

لمعرفة السبب آلام القلب نستعمل الثاليوم 201 الذي يحقن للمريض عن طريق الوريد. هذا النظير المشع و الذي يصدر

أشعة  $\gamma$  لا يتثبت إلا على الخلايا الحية للقلب. يتم التقاط الأشعة بكاميرا تسمى كاميرا  $\gamma$ .

لإنتاج الثاليوم 201 نقذف أنوية الثاليوم 203 بسيل من البروتونات فيحدث التفاعل التالي:



1 - تعرف على الجسيم  $X$  مع توضيح القوانين المستعملة

2 - الرصاص 201 الناتج يتفكك تلقائيا ليشكل الثاليوم 201. أكتب معادلة تفكك نواة الرصاص 201، و ما هو نمط التفكك

3 - خلال عملية التصوير بأشعة  $\gamma$  ، نحقن لمريض محلول كلور الثاليوم المشع نشاطه  $A_0 = 78 \text{ MBq}$  لشخص كتلته  $70 \text{ kg}$

1.3/ أحسب حجم المحلول الذي حقن للمريض علما أن النشاط الحجمي  $A_v = 37 \text{ MBq.mL}^{-1}$

2.3/ إذا علمت أن ثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda_{Tl} = 2,6 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$  أحسب:

1.2.3/ عدد الأنوية الابتدائية  $N_0$  للثاليوم 201 الموجودة في العينة لحظة الحقن.

2.2.3/ أحسب زمن نصف العمر  $t_{1/2}$ .

3.2.3/ استنتج الكتلة  $m_0$  الموافقة لذلك.

4.2.3/ الثاليوم هو مادة سامة ، و ينبغي ألا تتجاوز الجرعة المحقونة  $15 \text{ mg}$  لكل  $1 \text{ kg}$  من كتلة المريض. تأكد بالحساب بأن العينة المحقونة لا تشكل خطرا على المريض.

5.2.3/ تكون نتائج الفحص قابلة للاستغلال مادام النشاط  $A$  أكبر من  $3 \text{ MBq}$ .



استنتج بعد أي مدة  $t$  يصبح من الضروري إجراء حقنة جديدة.

المعطيات:  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ،  $M(^{201}\text{Tl}) = 201,1 \text{ g/mol}$

### حل التمرين التاسع:

1/ التعرف على الجسيم  $X$  : من قانوني الانحفاظ :  $203 + 1 = 201 + 3A$  و منه :  $A = 1$

و  $81 + 1 = 82 + 3Z$  و منه :  $Z = 0$  و عليه فإن الجسيم  $X$  هو نوترون :  ${}_0^1n$

2/ معادلة تفكك نواة الرصاص  $^{201}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^{201}_{81}\text{Tl} + {}^A_ZX$  :

من قانوني الانحفاظ:  $201 = 201 + A'$  و منه:  $A' = 0$

$82 = 81 + Z'$  و منه:  $Z' = 1$  و عليه  ${}_Z^A X = {}^0_{+1}e$  و عليه تصبح المعادلة:  $^{201}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^{201}_{81}\text{Tl} + {}^0_{+1}e$

نمط التفكك هو  $\beta^+$ .

1.3/ حساب حجم المحلول الذي حقن للمريض:

النشاط الحجمي :  $A_v = \frac{A}{V}$  و منه :  $V = \frac{A}{A_v} = \frac{78}{37} = 2,1 \text{ mL}$

1.2.3/ عدد الأنوية الابتدائية  $N_0$  للثاليوم  $^{201}$  الموجودة في العينة لحظة الحقن:

لدينا:  $A_0 = \lambda \cdot N_0$  و منه: نواة  $N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{78 \times 10^6}{2,6 \times 10^{-6}} = 3 \times 10^{13}$

2.2.3/ حساب زمن نصف العمر  $t_{1/2}$  : لدينا:  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$  و منه:  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{2,6 \times 10^{-6}} = 2,67 \times 10^5 \text{ s}$

3.2.3/ استنتاج الكتلة  $m_0$  الموافقة لذلك:

لدينا:  $n = \frac{m_0}{M} = \frac{N_0}{N_A}$  و منه :  $m_0 = M \times \frac{N_0}{N_A} = 201 \times \frac{3 \times 10^{13}}{6,02 \times 10^{23}} = 1,00 \times 10^{-8} \text{ g}$

4.2.3/ التأكد من أن العينة المحقونة لا تشكل خطرا على المريض:

حساب الكتلة القصوى التي يمكن أن يتحملها المريض:  $m_{\max} = 15 \times 70 = 1050 \text{ mg} = 1,05 \text{ g}$

نلاحظ أن الكتلة المحقونة  $m_0 = 1,00 \cdot 10^{-8} \text{ g}$  هي أقل بكثير من الكتلة القصوى  $1,05 \text{ g}$  و بالتالي فهي لا تشكل خطرا على المريض.

5.2.3/ استنتاج المدة  $t$  التي يصبح من الضروري إجراء حقنة جديدة بعدها:

لدينا:  $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$  و منه:  $t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln\left(\frac{A_0}{A}\right)$  نجد  $t = \frac{1}{2,6 \cdot 10^{-6}} \ln\left(\frac{78}{3}\right) = 1,25 \times 10^6 \text{ s} = 14,5 \text{ jours}$

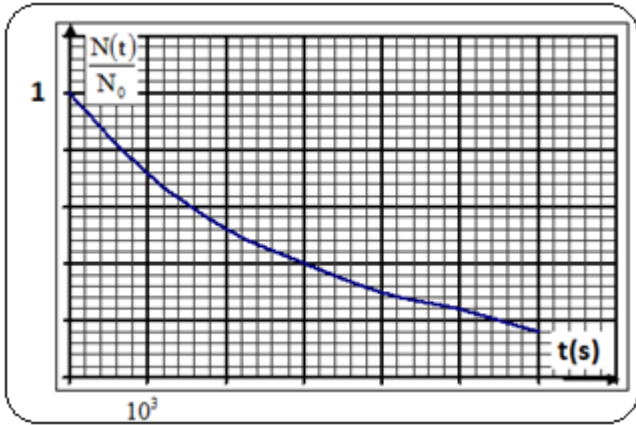
## التمرين العاشر:

تقذف عينة من نظير الكلور  $^{35}_{17}\text{Cl}$  المستقر بالنيوترونات. تلتقط النواة  $^{35}_{17}\text{Cl}$  نيوترونات لتتحول إلى نواة مشعة  $^A_Z\text{X}$  توجد ضمن قائمة الأنوية المدونة في الجدول التالي:

النواة	$^{38}_{17}\text{Cl}$	$^{39}_{17}\text{Cl}$	$^{31}_{14}\text{Si}$	$^{18}_9\text{F}$	$^{13}_7\text{N}$
زمن نصف العمر $t_{1/2} (s)$	2200	3300	9430	6740	594

سمحت متابعة النشاط الإشعاعي لعينة من  $^A_Z\text{X}$  برسم المنحنى  $\frac{N(t)}{N_0} = f(t)$  الموضح بالشكل أدناه.

حيث:  $N_0$  عدد الأنوية المشعة الموجودة في العينة في اللحظة  $t = 0$ .



$N(t)$  عدد الأنوية المشعة الموجودة في العينة في اللحظة  $t$ .

(1) أ- عرف زمن نصف العمر  $(t_{1/2})$

ب- عين قيمة زمن نصف العمر للنواة  $^A_Z\text{X}$  ببيانها.

(2) أ- أوجد العبارة الحرفية التي تربط  $t_{1/2}$  بثابت التفكك  $\lambda$

ب- أحسب قيمة  $\lambda$  ثابت التفكك للنواة  $^A_Z\text{X}$ .

(3) بالاعتماد على النتائج المتحصل عليها و القائمة الموجودة

في الجدول عين النواة  $^A_Z\text{X}$

(4) أكتب معادلة التفاعل المنمذج لتحول النواة  $^{35}_{17}\text{Cl}$  إلى النواة  $^A_Z\text{X}$ .

(5) عرف طاقة الربط النووي

(6) أحسب بالإلكترون فولط و بالميجا إلكترون فولط :

أ- طاقة الربط للنواة  $^A_Z\text{X}$

ب- طاقة الربط لكل نوية.

$$1u = 1,66 \cdot 10^{-27} (\text{kg}) \quad m_p = 1,00728 (u) \quad m_n = 1,00866 (u)$$

المعطيات:

$$m_x = 37,96011 (u) \quad C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad 1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

## حل التمرين العاشر:

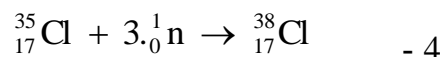
1 - زمن نصف العمر هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية من البيان نجد:  $t_{1/2} \approx 2,2 \cdot 10^3 \text{ s}$

$$\text{أ- } N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{و من أجل } t = t_{1/2} \text{ فإن } N(t) = \frac{N_0}{2} \quad \text{بالتعويض } \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t} \quad - 2$$

$$\text{بأخذ لوغاريتم الطرفين نجد: } t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$\text{ب- } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{2,2 \cdot 10^3} \approx 3,1 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

3 - من البيان و القائمة فإن:  $^A_Z\text{X} \Leftrightarrow ^{38}_{17}\text{Cl}$



5 - تعريف طاقة الربط

$$E_1 = ([Zm_p + (A - Z)m_n] - m_{\frac{A}{2}X})C^2 \quad \text{أ - 6}$$

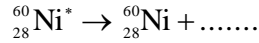
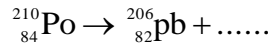
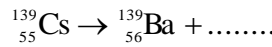
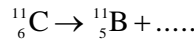
$$E_1 = ([17 \times 1,00728 + (38 - 17) \times 1,00866] - 37,96011) \times 1,66 \cdot 10^{-27} (3 \cdot 10^8)^2$$

$$E_1 \approx 5,162 \cdot 10^{-11} \text{ J} = \frac{5,162 \cdot 10^{-11}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 322 \cdot 10^6 \text{ eV} = 322 \text{ MeV}$$

$$\frac{E_1}{A} = \frac{322}{38} \approx 8,5 \text{ MeV} \quad \text{ب-}$$

### التمرين الحادي عشر:

1- أتمم المعادلات التالية وحدد النمط الإشعاعي الحادث في كل منها.



2- أحسب طاقة الربط لنواة البولونيوم  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  ثم أحسب طاقة الربط لكل نوية .

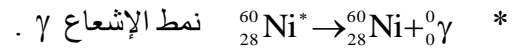
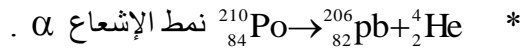
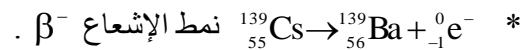
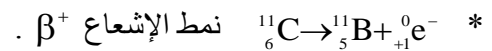
قارن بين نواة البولونيوم ونواة الراديوم  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  من حيث استقرارهما علما أن طاقة الربط لكل نوية في الراديوم هي

$$7,66 \text{ MeV}$$

$$m({}^{210}_{84}\text{Po}) = 209,982 \text{ u} , m_N = 1,009 \text{ u} , m_p = 1,007 \text{ u} , c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \text{ يعطى:}$$

### حل التمرين الحادي عشر:

1- موازنة المعادلات وتحديد النمط الإشعاعي الحادث في كل منها



2- حساب طاقة الربط لنواة البولونيوم  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  من علاقة أينشتاين نكتب

$$\Delta m = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_N) - m_{Po}$$

$$\Delta m = (84 \times 1,007 + 126 \times 1,009) - 209,982 = 1,74 \text{ u}$$

$$\text{و لدينا: } 1 \text{ u} = 931,5 \cdot \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$\text{و منه: } E_\ell = 1,74 \times 931,5 = 1620,81 \text{ MeV}$$

\* حساب طاقة الربط لكل نوية

$$\frac{E_\ell}{A} = \frac{1620,81}{210} = 7,718 \text{ MeV}$$

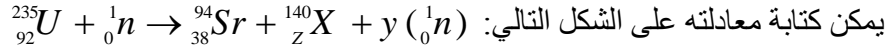
\* مقارنة استقرار نواة البولونيوم ونواة الراديوم  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  .

$$\left(\frac{E_\ell}{A}\right)_{Po} > \left(\frac{E_\ell}{A}\right)_{Ra}$$

و منه فإن نواة البولونيوم أكثر استقرارا من نواة الراديوم.

### التمرين الثاني عشر :

تستعمل غواصة نووية الطاقة المتحررة من تفاعل نووي. من بين التفاعلات التي يمكن أن تحدث التفاعل الذي



- 1 - ما إسم هذا التفاعل ؟
- 2 - أحسب كلا من العددين Z و y ، مبينا القوانين المستعملة ، ثم تعرف على العنصر X من بين العناصر التالية:
- 3 -

العنصر	اليود I	الكسينون Xe	السيوم Cs	الباريوم Ba
Z	53	54	55	56

4 - أحسب الطاقة المتحررة من تفاعل نواة اليورانيوم 235 بالـ MeV و الجول.

$$1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2, 1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$$

الجسيم	نواة ${}^{235}\text{U}$	نواة ${}^{94}\text{Sr}$	نواة X	النيوترون ${}^1_0\text{n}$
الكتلة (u)	235,0439	93,9154	139,9252	1,0087

- 5 - ما هو عدد أنوية اليورانيوم المتفككة خلال 1 s إذا كان مفاعل الغواصة ينتج استطاعة حرارية قدرها 150 MW.
- 6 - استنتج كتلة اليورانيوم 235 المتفاعلة خلال نفس المدة ؟
- 7 - ما هي كتلة اليورانيوم 235 إذا كان من المتوقع أن تبحر الغواصة لمدة شهرين ؟

### حل التمرين الثاني عشر:

- 1 - إسم هذا التفاعل : انشطار.
- 2 - أحسب كلا من العددين Z و y : من قانوني الانحفاظ :  
 $235 + 1 = 94 + 140 + y \Rightarrow y = 2$   
 $92 + 0 = 38 + Z \Rightarrow Z = 54 \Rightarrow X = \text{Xe}$   
 التعرف على العنصر X :  $X = \text{Xe}$  :  
 إسم العنصر هو الكسينون Xe.
- 3 - حساب الطاقة المتحررة من تفاعل نواة اليورانيوم 235:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

$$\Delta m = [m(\text{Sr}) + m(\text{Xe}) + 2m_n] - [m(\text{U}) + m_n]$$

$$\Delta m = [93,9154 + 139,9252 + 2 \times 1,0087] - [235,0439 + 1,0087]$$

$$\Delta m = -0,1946 \text{ u}$$

$$\Delta m = -0,1946 \times 931,5 = -181,27 \text{ MeV}/c^2 \Rightarrow \Delta E = -181,27 \text{ MeV}$$

$$E_{\text{lib}} = 181,27 \text{ MeV}$$

$$E_{\text{lib}} = 181,27 \times 1,6 \times 10^{-13} = 2,90 \times 10^{-11} \text{ J}$$

- 4 - عدد أنوية اليورانيوم المتفككة خلال 1 s :

$$P = \frac{N \times E_{lib}}{\Delta t} \Rightarrow N = \frac{P \cdot \Delta t}{E_{lib}} = \frac{150 \times 10^6 \times 1}{2,9 \times 10^{-11}} = 5,17 \times 10^{18} \text{ noyaux / s}$$

5 - استنتاج كتلة اليورانيوم 235 المتفاعلة خلال نفس المدة:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow m = M \times \frac{N}{N_A} = 235 \times \frac{5,17 \times 10^{18}}{6,02 \times 10^{23}} = 2 \times 10^{-3} \text{ g}$$

6 - كتلة اليورانيوم 235 إذا كان من المتوقع أن تبحر الغواصة لمدة شهرين:

$$m' = m \times \Delta t = 2 \times 10^{-3} \times 2 \times 30 \times 24 \times 3600 = 10368 \text{ g} = 10,368 \text{ kg}$$

### التمرين الثالث عشر:

توجد ثلاثة أنواع من المياه، يتعلق كل نوع بنواة الهيدروجين الداخلة في تكوين الجزيء  $\text{H}_2\text{O}$ . يتكون الماء العادي من الأنوية  $1^1\text{H}$  و  $1^2\text{H}$  والماء الثقيل من الأنوية  $1^2\text{H}$  الذي يستعمل في المفاعلات النووية، و أخيرا الماء المشع الذي يتكون من الأنوية  $1^3\text{H}$ .

1 - ماذا تدعي النوتان  $1^2\text{H}$ ،  $1^3\text{H}$  ؟

2 - لماذا يسمى الماء المتكون من الأنوية  $1^2\text{H}$  ماء ثقيل ؟

3 - النواة  $1^3\text{H}$  مشعة و باعثة  $\beta^-$

أ - ما هي الجسيمة الصادرة؟ أعط رمزها؟ اكتب معادلة هذا التفكك النووي، علما انه تنتج نواة الهليوم  $2^4\text{He}$ .

ب - احسب طاقة ربط نواة  $1^3\text{H}$  مقدرة ب ( MeV ) و طاقة ربط كل نوية.

4 - نصف عمر النواة  $1^3\text{H}$ ،  $t_{1/2} = 12 \text{ ans}$ .

أ - عرف نصف العمر.

ب - استنتج ثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$  لهذه النواة، ثم احسب قيمته.

ت - احسب عند  $t = 60 \text{ ans}$  النشاط الإشعاعي لعينة من  $1^3\text{H}$  تحتوي على مليار  $(10^9)$  نواة، علما أنها تحتوي على

مليار نواة عند الزمن 0

5 - بين أن عدد الأنوية المشعة الحاضرة في عينة عند لحظة  $t$  يحقق المعادلة التفاضلية:  $\frac{dN(t)}{dt} + \frac{1}{\alpha} N(t) = 0$  حيث  $\alpha$

ثابت يطلب تحديد عبارته ووحدته.

المعطيات:  $m(1^1\text{H}) = 1,0073 \text{ (u)}$ ،  $m(1^2\text{H}) = 2,0141 \text{ (u)}$ ،  $m(1^3\text{H}) = 3,0155 \text{ (u)}$ ،  $m(2^4\text{He}) = 4,0015 \text{ (u)}$

$$1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}, 1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

## حل التمرين الثالث عشر:

- 1 - النوتان هما نظيرتا عنصر الهيدروجين  $H$  ( ${}^2_1H$ : الدوتوريوم،  ${}^3_1H$ : التريسيوم)
- 2- يدعى الماء  $D_2O$  (يمثل  $D$  نواة الدوتوريوم  ${}^2_1H$ ) ماء ثقيل بسبب احتواء نواة الهيدروجين على بروتون و نيوترون، أي عددها الكتلي  $A=2$ .
- 3 أ - الجسيمات الصادرة هي إلكترون، رمزه  ${}^0_{-1}e$ .  
بمعادلة التفاعل النووي:  ${}^3_1H \rightarrow {}^0_{-1}e + {}^4_2He$  بتطبيق قانون صودي:  $Z=2$  و  $A=3$   
معادلة التفاعل النووي المطلوبة:  ${}^3_1H \rightarrow {}^0_{-1}e + {}^3_2He$
- ب- طاقة الربط نواة ( ${}^{139}_{57}La$ ):  $E_l = \Delta m.c^2 = [(m_p + 2m_n - m({}^3_1H)].c^2 \approx 0,137.10^{-11} J \approx 8,56 MeV$   
طاقة الربط لكل نوية  $\frac{E_l}{A} \approx \frac{8,56}{3} \approx 2,85 MeV$
- 4- أ- تعريف نصف العمر: نصف العمر لعينة من الانوية هي المدة التي تتفكك خلالها نصف الانوية الحاضرة في هذه العينة.  
ب - استنتاج عبارة ثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$ .  
ننطلق من عبارة التناقص الإشعاعي:  $N = N_0 e^{-\lambda t}$   
- عند اللحظة  $t=0$  عدد الانوية الحاضرة في العينة،  $N = N_0$   
- عند اللحظة  $t = t_{1/2}$  عدد الانوية المتبقية في العينة  $N' = \frac{N_0}{2}$   
بالتعويض في عبارة التناقص الإشعاعي:  $\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t}$  ومنه  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$   
- قيمة ثابت النشاط الإشعاعي:  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0,69}{12} = 5,78.10^{-2} ans^{-1}$   
ج - النشاط الإشعاعي لعينة التريسيوم نحسب أولا النشاط الإشعاعي الابتدائي  $A_0$  باستعمال العلاقة:  
 $A_0 = \lambda N_0$   
 $\lambda = 5,78.10^{-2} ans^{-1} = \frac{5,78.10^{-2}}{365.24.3600} = 1,83.10^{-9} s^{-1}$   $A_0 = 1,83.10^{-9} . 10^9 = 1,83 Bq$   
- النشاط الإشعاعي عند اللحظة  $t=60 ans$   $A = A_0 e^{-\lambda t} = 1,83.e^{-(5,78.10^{-2})(60)} = 0,057 Bq$
- 5 - إيجاد المعادلة التفاضلية: بتعويض العبارة  $A(t) = \lambda N(t)$  في المعادلة  $A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$  نجد:  $\frac{dN(t)}{dt} + \lambda N(t) = 0$   
عبارة  $\alpha$  و وحدته:  $\frac{1}{\alpha} = \tau$  نعلم ان:  $\lambda = \frac{1}{\tau}$  ومنه:  $\alpha = \tau$  : يمثل ثابت الزمن و وحدته الثانية (s)



## التمرين الرابع عشر:

يتواجد الإشعاع في كل الكون يمكن استخدام العناصر المشعة كساعات تبعا لطبيعتها و مدة حياتها باستطاعتها التعريف بعمر الكون، عمر الأرض الآليات الجيولوجية و حتى تاريخ البشرية. يقترح هنا تحديد الهزات الأرضية التي وقعت بالقرب من فجوة سان أندرياس بكاليفورنيا خلال قرون. إن زمن نصف عمر الكربون 14 هو  $5,7.10^3$  سنة.

- 1 - أعط التركيب بالبروتونات و النوترونات للنواتين  $^{12}_6\text{C}$  و  $^{14}_6\text{C}$
- 2 - تشكل النواتين المذكورتين في السؤال السابق نظيرين علل هذا التأكيد بتعريف كلمة نظير.
- 3 - إن الكربون 14 هو نواة مشعة تصدر جسيمات  $\beta^-$  أكتب معادلة التفاعل النووي قبل أن النواة الابن لم تنتج في الحالة المثارة.

4 - أحسب بالرجوع طاقة الربط للكربون 14. نعطي:  $C = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$  سرعة الضوء في الفراغ

5 - أحسب بالرجوع الطاقة المحررة بواسطة التفاعل 3. المعطيات

الجسيم	الإلكترون	النيترون	البروتون	النواة $^{14}_6\text{N}$	النواة $^{14}_6\text{C}$
الكتلة ب Kg	$9,109381.10^{-31}$	$1,674927.10^{-27}$	$1,672621.10^{-27}$	$2,32527.10^{-26}$	$2,32584.10^{-26}$

6 - يعطى النشاط الإشعاعي لعينة مشعة في اللحظة t بالعلاقة:  $A(t) = \lambda N(t)$  عرف النشاط الإشعاعي و أعط وحدته في النظام الدولي .

7 - في عام 1989 بالقرب من فجوة سان أندرياس بكاليفورنيا تم استخراج عينات متساوية الكتلة لنباتات متشابهة غمرت أثناء زلازل قديمة تم قياس نشاط كل من العينات فكانت نتائج القياسات هي

العينة	1	2	3
نشاط العينة	0.233	0.215	0.223

إذا كان نشاط عينة من نفس النبات الحي و نفس الكتلة هو  $A_0 = 0.255$  نرمز لـ t الفترة التي مضت من الزمن ذي التاريخ  $t_0 = 0 \text{ s}$  للزلازل و لحظة القياس حدد قيمة  $t_3$  المطابقة للعينة 3 ( زمن حدوث الزلازل)

## حل التمرين الرابع عشر:

1 - تركيب النواتين

6 نوترون و 6 بروتون :  $^{12}_6\text{C}$

8 نوترون و 6 بروتون :  $^{14}_6\text{C}$

2 -  $^{12}_6\text{C}$  و  $^{14}_6\text{C}$  هما نظيران لان لهما نفس عدد البروتونات و تختلف في عدد النوترونات أى العدد الكتلي

3 -  $^{14}_6\text{C} \rightarrow ^{14}_7\text{N} + ^0_{-1}\text{e}$

4 - حساب طاقة الربط

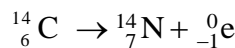
$$E_\ell(^{14}\text{C}) = \{Z.m_p + (A - Z).m_n - m(^{14}_6\text{C})\} . c^2 \quad \Delta m > 0 \quad E_\ell(^{14}\text{C}) = \Delta m . c^2$$

$$E_\ell(^{14}\text{C}) = \{6 \times 1,672\,621 \times 10^{-27} + 8 \times 1,674\,927 \times 10^{-27} - 2,325\,84 \times 10^{-26}\} \times (2,998 \times 10^8)^2$$

$$E_\ell(^{14}\text{C}) = 1,589 \times 10^{-11} \text{ J}$$

5 - حساب الطاقة المحررة بواسطة التفاعل

$$E(^{14}\text{C})/A = \frac{1,589 \times 10^{-11}}{14} = 1,135.10^{-12} \text{ J / nucléon}$$



$$E_{\text{libérée}} = (m_{\text{e}^-} + m(^{14}_7\text{N}) - m(^{14}_6\text{C})).c^2$$

$$E_{\text{libérée}} = (9,109\,381 \times 10^{-31} + 2,325\,27 \times 10^{-26} - 2,325\,84 \times 10^{-26}) \times (2,998 \times 10^8)^2$$

$$- 5 \quad E_{\text{libérée}} = - 4,304 \times 10^{-13} \text{ J}$$

الاشارة - تعني ان التفاعل يفقد ( يعطي ) طاقة للوسط الخارجي

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

زمن نصف العمر هو المدة اللازمة لتفكك نصف الأنوية الابتدائية

$$\lambda = \frac{\ln 2}{5,70 \times 10^3} = 1,22 \times 10^{-4} \text{ an}^{-1} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \quad t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

6 - النشاط الاشعاعي هو عدد التفككات في ثانية واحدة و يقدر بالبكريل (Bq)

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad \frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda \cdot t} \quad \frac{A(t)}{A_0} = \frac{\lambda \times N(t)}{\lambda \times N_0} = \frac{N(t)}{N_0}$$

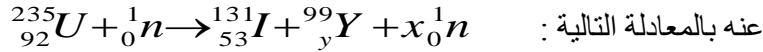
$$\ln \frac{A_0}{A(t)} = \lambda \cdot t \quad \ln \frac{A(t)}{A_0} = \ln(e^{-\lambda \cdot t}) = -\lambda \cdot t \quad \frac{A(t)}{A_0} = \frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda \cdot t}$$

- 7

$$t_3 = \frac{5,70 \times 10^3}{\ln 2} \times \ln \frac{0,255}{0,223} = 1103 \text{ ans} \quad t_3 = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \frac{A_0}{A(t_3)}$$

### التمرين الخامس عشر:

احد تفاعلات الانشطار الممكنة لنواة اليورانيوم  $^{235}_{92}\text{U}$  عند قذفه بنيوترون في مفاعل نووي يعمل بالماء المضغوط ، نعبر



عنه بالمعادلة التالية :

1. عين العدد الشحني y للإيتريوم Y و العدد x عدد النيوترونات السريعة الناتجة عن الانشطار.

2. ماذا نتوقع حدوثه لو لا يتم مراقبة التحول بفصل او توقيف النيوترونات المحررة ؟

3.

أ - احسب نقص الكتلة  $|\Delta m|$  المرافق لهذا التحول ، ثم احسب الطاقة المحررة

$E_{\text{lib}}$  من هذا الانشطار

ب - استنتج الطاقة الكلية  $E_T$  المتحررة من اجل انشطار 1Kg من  $^{235}_{92}\text{U}$

ت - ماهي كتلة البترول التي تكافئ طاقتها، الطاقة المتحررة من انشطار 1Kg من  $^{235}_{92}\text{U}$  .

4. كارثة المفاعل تشيرنوبيل في 26-04-1986 (مفاعل نووي بجمهورية أوكرانيا في الاتحاد السوفيتي سابقا )

ادت الى تلوث الارض و المياه لزيادة تركيز العناصر المشعة ببعض النباتات من بين نواتج الحادثة العنصرين

المشعين:  $^{137}_{55}\text{Cs}$  و  $^{134}_{55}\text{Cs}$  .

أ - ما الفرق بين النواتين السابقتين ؟ ماذا نقول عنهما ؟

ب - إن  $^{137}_{55}\text{Cs}$  مشع بالنمط  $\beta^-$  و ينتج الباريوم  $^{137}_{56}\text{Ba}$  .

اكتب معادلة التفاعل و عين كل من A و Z

5. زمن نصف العمر لـ  $^{134}_{55}\text{Cs}$  هو  $t_{1/2}=2\text{ans}$  و زمن نصف العمر لـ  $^{137}_{55}\text{Cs}$  هو  $t_{1/2}=30\text{ans}$

أ - عرف زمن نصف العمر ، هل يوجد  $^{134}_{55}\text{Cs}$  الآن الذي نتج عن كارثة تشيرنوبيل ؟

ب - ماهي نسبة  $^{137}_{55}\text{Cs}$  المتبقية على سطح الارض في نطاق الحادثة .

6. السيزيوم  $^{137}_{55}\text{Cs}$  المنبعث لحظة الكارثة كان له نشاط اشعاعي  $A_0 = 2,80 \times 10^{17} \text{ Bq}$  .

أ - ماذا يقصد بالنشاط الاشعاعي ؟

ب - ماهو عدد أنوية  $^{137}_{55}\text{Cs}$  المتشكلة اثر الحادث ؟ ما هي كتلة  $^{137}_{55}\text{Cs}$  المتشكلة ؟

$$m(^{235}\text{U}) = 234,9935u; m(^{131}\text{I}) = 130,8770u$$

$$m(^{99}\text{Y}) = 98,9032u; m_n = 1,0087u$$

$$1\text{Kg}(\text{PETROL}) \Leftrightarrow E_p = 42\text{MJ}$$

$$1u = 931,5\text{MeV} / c^2; 1\text{MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}$$

المعطيات :

### حل التمرين الخامس عشر:

$$y=39, \quad x=6-1$$

2 - يحدث تفاعلات انشطار متسلسلة سريعة محدثة انفجار هائل و خطير

$$|\Delta m| = (6 \times 1,0087 + 98,9032 + 130,8770) - (1,0087 + 234,9935) \quad \text{أ - 3}$$

$$|\Delta m| = 0,1698u$$

الطاقة المتحررة :

$$E_{lib} = 0,1698 \times 931,5 = 158,1687\text{MeV}$$

ب . الطاقة التي يحررها انشطار 1Kg من اليورانيوم :

$$E_T = \frac{m}{M} N_A \cdot E_{lib}$$

$$E_T = \frac{1000}{235} 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 158,1687 = 4,05 \cdot 10^{26} \text{ MeV}$$

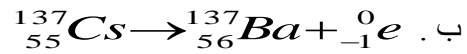
$$E_T = 6,48 \cdot 10^{13} \text{ J}$$

ت . الكتلة المكافئة من البترول :

$$E_p = 42\text{MJ} \rightarrow 1\text{Kg}$$

$$E_T = 6,48 \cdot 10^{13} \text{ J} \rightarrow m \Rightarrow m = 1,54 \cdot 10^6 \text{ Kg} \approx 1543\text{tonnes}$$

4 - أ . الفرق في العدد الكتلي ، نقول عنهما انهما نظيران لنفس العنصر .



5 - أ . زمن نصف العمر هو المدة اللازمة لتفكك نصف عدد الانوية الابتدائية.

- نصف العمر للسيزيوم 134 هو 2ans وبعد  $t=10t_{1/2}$  يمكننا اعتبار ان كل انوية السيزيوم 134 قد تفككت

ومن 1986 الى غاية يومنا هذا قد مرت 27 سنة اي  $t > 10t_{1/2}$

$$\text{ب . } N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\frac{t \ln 2}{t_{1/2}}} = e^{-\frac{27 \times 0,69}{30}} = 0,537 = 53,7\%$$

6 - أ . النشاط الاشعاعي هو عدد التفككات في العينة المشعة في وحدة الزمن .

$$A_0 = \lambda N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{A_0 \cdot t_{1/2}}{\ln 2} = \frac{2,8 \cdot 10^{17} \cdot 30,365 \cdot 25,24 \cdot 3600}{0,69}$$

ب . عدد الانوية المتشكلة

$$N_0 = 3,84 \times 10^{26} \text{ noyaux}$$

$$m = \frac{N_0}{N_A} M = \frac{3,84 \cdot 10^{26} \cdot 137}{6,02 \cdot 10^{23}} = 87,4\text{Kg} \quad \text{كتلة السيزيوم 137 المتشكلة :}$$

### التمرين السادس عشر:

أجريت أبحاث على أحد المعالم التاريخية الشاهدة على قصر قديم في منطقة تاغيت السياحية سنة 2010 لمعرفة الفترة التاريخية التي يعود إليها هذا القصر. أخذت قطعة خشب من جذع نخلة بني بها سقف أحد منازل القصر ثم قيس نشاطها الإشعاعي فكان  $A = 95\text{Bq}$  ثم أخذت قطعة مماثلة لها من جذع نخلة حديثة وقيس نشاطها الإشعاعي فكان  $A_0 = 102\text{Bq}$ . باعتبار أن هذا النشاط ناتج عن تفكك أنوية الكربون  $^{14}_6\text{C}$  المشع إلى أزوت  $^{14}_7\text{N}$  وأن زمن نصف عمر الكربون 14 هو  $t_{1/2} = 5570\text{ans}$ .

- 1 - اكتب معادلة تفكك الكربون 14 وما طبيعة الإشعاع المنبعث ؟ .
- 2 - عرف زمن نصف العمر  $t_{1/2}$  وثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$ .
- 3 - أوجد العلاقة بين نصف العمر  $t_{1/2}$  وثابت النشاط الإشعاعي  $\lambda$ .
- 4 - أحسب قيمة الثابت  $\lambda$ .
- 5 - عبر عن الزمن  $t$  تاريخ بناء المنزل بدلالة المقادير  $A$  و  $A_0$ .
- 6 - أحسب عمر القصر ثم حدد تاريخ بنائه وفي أي قرن ميلادي حدث ذلك ؟.

### حل التمرين السادس عشر:

- 1 - معادلة التفكك :  $^{12}_6\text{C} \rightarrow ^{14}_7\text{N} + ^0_{-1}e$  طبيعة الإشعاع :  $\beta^-$
  - 2 - تعريف زمن نصف العمر : هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية المشعة الابتدائية . حيث أن : 
$$t = t_{1/2} \Rightarrow N = \frac{N_0}{2}$$
 تعريف ثابت الإشعاع : هو احتمال تفكك نوية واحدة خلال ثانية واحدة .
  - 3 - إيجاد العلاقة لدينا : 
$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$
 و لدينا عند : 
$$t = t_{1/2}; \quad N = \frac{N_0}{2} \Rightarrow \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda t}$$
 بأخذ لوغاريتم الطرفين نجد :  $\ln \frac{1}{2} = -\lambda t$  و منه : 
$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$
  - 4 - حساب  $\lambda$  : 
$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0.69}{5570} \Rightarrow \lambda = 1.24 \times 10^{-4} \text{ans}^{-1}$$
  - 5 - التعبير عن العمر : 
$$A = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow t = -\frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{A}{A_0}$$
  - 6 - حساب العمر : 
$$t = -\frac{1}{1.24 \times 10^{-4}} \times \ln \frac{95}{102} \Rightarrow t \approx 572\text{ans}$$
- \* تاريخ البناء :  $\Delta t = 2010 - 572 \Rightarrow \Delta t = 1438\text{ans}$  حدث هذا البناء في القرن الرابع عشر بعد الميلاد

## التمرين السابع عشر:

- 1 - يحتوي عنصر اليورانيوم على نظيرين  $^{238}_{92}U$  و  $^{235}_{92}U$  ذات نصف عمر  $4.5 \times 10^9 \text{ ans}$  و  $0.73 \times 10^9 \text{ ans}$  على الترتيب حدد مكونات النواتين  $^{238}_{92}U$  و  $^{235}_{92}U$
- 2 - توجد دراسة تؤكد أن اليورانيوم تكون في نفس الوقت مع نشأة الأرض أي منذ 4.5 مليار سنة. كيف تفسر تواجد اليورانيوم على قشرة الأرض إلى يومنا هذا .
- 3 - في المفاعلات النووية يستعمل  $^{235}_{92}U$  في تفاعل الإنشطار ، حيث يقذف ببترون بطيء .  
1-3 عرف تفاعل الإنشطار .
- نحصل على النيوترون الذي نقذف به  $^{235}_{92}U$  من البيريليوم 9 ( Be ) ، هذا الأخير يقذف بجسيمة  $\alpha$  ليعطي نواة  $^A_Z X$  ونيوترون ؟
- 2-3 اكتب معادلة هذا التفاعل وتعرف على النواة  $^A_Z X$  ، هل هذا التفاعل اندماج أم انشطار .
- 3-3 احسب الطاقة المحررة من هذا التفاعل .
- 4-3 إحدى تفاعلات الإنشطار لليورانيوم ينمذج في المعادلة التالية:  
$$^{235}_{92}U + {}^1_0n \rightarrow {}^{93}_{Z}Rb + {}^{141}_{55}Cs + 3{}^1_0n$$
أوجد كل من A و Z
- 5-3 احسب الطاقة المحررة من هذا التفاعل النووي ، على أي شكل تظهر الطاقة .
- 6-3 أوجد الطاقة المحررة من 1Kg من اليورانيوم 235
- 4 - للمفاعل النووي استطاعة ثابتة قدرها 100MW
- أوجد المدة الزمنية اللازمة لإستهلاك 1Kg من اليورانيوم 235
- المعطيات:  $1 \text{ Mev} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ j}$  ،  $1u = 931.5 \text{ Mev} / c^2$  ،  $C = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$

رمز النواة	$^{235}_{92}U$	$^A_{55}A$	$^{93}_{Z}Rb$	${}^1_0n$	$^9_4Be$	$^4_2He(\alpha)$	$^{12}_6C$
كتلة النواة(u)	234.993	139.887	92.901	1.0086	9.009	4.001	11.996

## حل التمرين السابع عشر :

- (1) مكونات النواتين:
- أ) نواة  $^{235}_{92}U$  : عدد النكليونات ( $A = 235$ ) ، عدد البروتونات ( $Z = 92$ ) ، عدد النيوترونات ( $N = A - Z = 143$ )
- ب) نواة  $^{238}_{92}U$  : عدد النكليونات ( $A = 238$ ) ، عدد البروتونات ( $Z = 92$ ) ، عدد النيوترونات ( $N = A - Z = 146$ )
- (2) تفسير سبب تواجد اليورانيوم إلى يومنا هذا راجع لكون زمن نصف عمره كبير جدا في حدود 4 مليارات سنة .
- 1-3 تعريف تفاعل الإنشطار: هو تفاعل مصطنع يتم عن طريق قذف نواة ثقيلة ببترون ، وينتج عنه أنوية أخف ونيوترونات وتحرر طاقة .
- 2-3 معادلة التفاعل :  ${}^9_4Be + {}^4_2He \rightarrow {}^A_Z X + {}^1_0n$
- حسب قانونا الانحفاظ نجد:  $A = 12$  ،  $Z = 6$  وبالتالي : النواة الناتجة هي الكربون  $^{12}_6C$  .
- هذا التفاعل يعتبر تفاعل اندماج لأنه تم عن طريق التحام نواتين خفيفتين.
- 3-3 إيجاد الطاقة المحررة:  $E = \Delta m(931.5)$   $\Leftarrow \Delta m = [m(Be) + m(He)] - [m(C) + m(n)]$
- $\Delta m = 5.4 \times 10^{-3} u$   $\Leftarrow$

$$E = 5.03 \text{ Mev} \quad \Leftarrow$$

3-4 إيجاد A و Z حسب قانونا الإنحفاظ نجد :  $A = 140$  و  $Z = 37$

3-5 حساب الطاقة المحررة من التفاعل :  $E = \Delta m(931.5)$

$$E = 174.93578 \text{ Mev} \quad \text{بعد الحساب نجد :}$$

تظهر الطاقة على عدة أشكال منها : حرارية ، حركية ، إشعاعية ،

3-6 إيجاد الطاقة المحررة من 1kg من اليورانيوم 235:

$$\Delta E = NE \Rightarrow \Delta E = \frac{m}{M} N_A E \Rightarrow \Delta E = 4.48 \times 10^{26} \text{ Mev}$$

(4) إيجاد المدة الزمنية (t):

$$\Leftarrow t = \frac{4.48 \times 10^{26} (1.6 \times 10^{-13})}{10^8} \quad \Leftarrow t = \frac{\Delta E}{P} \quad \Leftarrow \Delta E = P.t \quad \text{لدينا :}$$

$$t = 7.168 \times 10^5 \text{ s} = 199.11 \text{ h}$$

## التمرين الثامن عشر :

- I

1 - أعط تركيب نواة الراديوم  $^{226}_{88}\text{Ra}$

2 - أحسب بالكولوم كمية الكهرباء التي تحملها النواة .

3 - الراديوم مشع لـ  $\alpha$  ، أكتب معادلة تفكك  $^{226}_{88}\text{Ra}$  ،

تعرف على موقع النواة المتولدة  $^A_Z\text{X}$

على جزء المخطط (N-Z) المقابل . (يعاد الرسم)

$$|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ c}$$

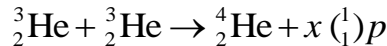
- II

1 - أحسب طاقة التماسك  $E_l$  لنواة الهيليوم  $^3_2\text{He}$

2 - علل مايلي : نواة الهيليوم  $^4_2\text{He}$  أكثر استقرارا من نواة الهيليوم  $^3_2\text{He}$  ، تعطى طاقة تماسك النواة  $^3_2\text{He}$

$$E_l (^4_2\text{He}) = 28,32 \text{ Mev}$$

3 - من بين التفاعلات التي النووية التي يمكن أن تحدث التفاعل التالي :



أ/ حدد قيمة العدد x . كيف يسمى هذا التفاعل ؟

ب/ أحسب قيمة الطاقة  $\Delta E$  المتحررة عن هذا التفاعل النووي بـ Mev . (الإستعانة بمخطط الطاقة) .

يعطى :

$1u = 931,5$ $\text{Mev}/c^2$	$m(^3_2\text{He})$	$m_n$	$m_p$
	3,0149 u	1,00866 u	1,00728 u



## حل التمرين الثامن عشر :

- I

1 - تركيب نواة الراديوم  $^{226}_{88}\text{Ra}$

عدد البروتونات  $Z = 88$

عدد النيوترونات  $N = A - Z = 226 - 88 = 138$

2 - شحنة النواة :

$$q = Z \cdot |e| = 88 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,41 \cdot 10^{-17} \text{C}$$

3 - معادلة تفكك الراديوم :  $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ({}^4_2\text{He}) + ({}^A_Z\text{X})$

من قانوني الإنحفاظ :  $A = 226 - 4 = 222$

$Z = 88 - 2 = 86$

من الجدول هي نواة عنصر الرادون:  $^{222}_{86}\text{Rn}$

II

1 - طاقة التماسك لنواة الهيليوم :

$$E_l({}^3_2\text{He}) = ((2m_p + 1m_n) - m({}^3_2\text{He})) \cdot C^2$$

$$E_l({}^3_2\text{He}) = 0,00832 \cdot 931,5 = 7,75 \text{ Mev}$$

1 -  ${}^4_2\text{He}$  أكثر استقرارا من  ${}^3_2\text{He}$  لأن :

$$\begin{aligned} \frac{E_l({}^4_2\text{He})}{A_2} &> \frac{E_l({}^3_2\text{He})}{A_1} \\ \frac{28,32}{4} &> \frac{7,75}{3} \\ 7,08 \text{ Mev} &> 2,58 \text{ Mev} \end{aligned}$$

ط الربط لكل نوية لـ  ${}^4_2\text{He}$  أكبر من ط الربط لكل نوية  ${}^3_2\text{He}$

أ / من قانون إنحفاظ العدد الكتلي :

$$x = 2 \quad \text{ومنه} \quad 3 + 3 = 4 + x$$

الطاقة المتحررة عن التفاعل النووي:

$$|\Delta E| = E_l({}^4_2\text{He}) - 2 \cdot E_l({}^3_2\text{He}) - 2$$

$$|\Delta E| = 28,32 - 2 \cdot 7,75 = 12,82 \text{ Mev}$$

## التمرين التاسع عشر :

النواة  $^{14}_6\text{C}$  إشعاعية النشاط، زمن نصف عمرها  $t_{1/2} = 5580 \text{ans}$  تبقى نسبة هذه الأنوية ثابتة عند الكائنات الحية و

لكن بعد وفاتها تتفكك لتتحول تلقائيا إلى أنوية الأزوت  $^{14}_7\text{N}$  ويمكن بذلك تحديد تاريخ وفاتها . اكتشف قبر

الفرعون توت غنج أمون سليما بوادي الملوك ، نريد تحديد الحقبة التي حكم فيها هذا الفرعون

1 - أكتب المعادلة النووية لتفكك نواة الكربون  $^{14}_6\text{C}$  ، ما نوع النشاط الإشعاعي المميز لها ؟

2 - أكتب عبارة قانون التناقص الإشعاعي ، و استنتج العلاقة بين نصف العمر  $t_{1/2}$  و الثابت الإشعاعي  $\lambda$  .

3 - قياس النشاط الإشعاعي للكربون  $^{14}_6\text{C}$  الموجود في قطعة جلدية نُزعت من جسم الفرعون أعطى 0.138 تفكك في

الثانية لكل 1g بينما تلك القيمة تساوي 0.209 تفكك في الثانية بالنسبة لكائن حي .

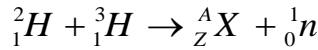
- أ / أكتب عبارة النشاط الإشعاعي  $A(t)$  بدلالة  $\lambda$  ،  $t$  ،  $A_0$  (النشاط الابتدائي عند  $t=0$ ) .  
 ب / حدّد بالسنوات عمر قطعة الجلد .  
 ج / علما أن القياسات تمت سنة 1995 ، في أية حقبة عاش الفرعون توت غنج امون ؟

### حل التمرين التاسع عشر :

- 1 -  ${}_6^{14}\text{C} \longrightarrow {}_7^{14}\text{N} + {}_Z^A\text{X}$   
 من قانوني انحفاظ العدد الشحني و العدد الكتلي :  
 $\beta^-$  ،  $A=0$  ،  $Z=-1$  النشاط المميز هو :  
 2 - قانون التناقص الإشعاعي :  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$  عند  $t = t_{1/2}$  ،  $N = N_0 / 2$  بالتعويض في القانون نجد :  
 $t_{1/2} = \ln 2 / \lambda$   
 3 - أ / قانون النشاط الإشعاعي :  $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$   
 ب / عمر قطعة الجلد :  $t = \ln (A / A_0) / (-1/\lambda)$   
 $t = 3357 \text{ ans}$   
 ج / عمر العينة = لحظة القياس (الاكتشاف) - لحظة الموت  
 عاش الفرعون في :  $t_1 = 1995 - 3357 = -1362$  اي في السنة 1362 قبل الميلاد

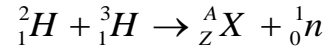
### التمرين العشرون:

- يتنبأ علماء الذرة حاليا أن وقود المفاعلات النووية المستقبلية في تفاعلات الاندماج هو خليط مكوّن من الدوتيريوم (D) نواته  ${}_1^2\text{H}$  والتريتيوم (T) نواته  ${}_1^3\text{H}$  وفق معادلة التفاعل النووي:



1. باستعمال قوانين الانحفاظ اوجد قيمة العددين  $A$  و  $Z$  ثم تعرف على اسم النواة  ${}_Z^A\text{X}$
  2. عرّف تفاعل الاندماج و ما هي الأسباب التي تجعله صعب التحقيق في المفاعلات النووية ؟
  3. رتب الأنوية الآتية  ${}_1^2\text{H}$  و  ${}_1^3\text{H}$  و  ${}_Z^A\text{X}$  من الأقل إلى الأكثر استقرارا علّل.
  4. أحسب ب  $\text{Mev}$  الطاقة المحررة عند اندماج نواتي  ${}_1^3\text{H}$  و  ${}_1^2\text{H}$ .
  5. وضّح بمخطط الحويلة الطاقوية لهذا التفاعل .
  6. أحسب الطاقة المحررة من تشكل  $1 \text{ mol}$  من النواة  ${}_Z^A\text{X}$ .
- تعطى :  $E_I({}_1^2\text{H}) = 2.23 \text{ Mev}$  ،  $E_I({}_1^3\text{H}) = 8.57 \text{ Mev}$  ،  $E_I({}_Z^A\text{X}) = 28.41 \text{ Mev}$  /  $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

## حل التمرين العشريون :



ق.إ.ك:  $2 + 3 = A + 1 \Rightarrow A = 4$

ق.إ.ش:  $1 + 1 = Z + 0 \Rightarrow Z = 2$

النواة الناتجة  ${}^4_2X$  هي نواة الهيليوم  ${}^4_2He$

هو تفاعل نووي مفتعل يحدث عند التحام نواتين خفيفتين قليلتي الإستقرار نتيجة تصادم بينهما لتنتج نواة أثقل وأكثر استقرار مع تحرير طاقة.

الأسباب التي تجعل هذا التفاعل صعب التحقيق هي

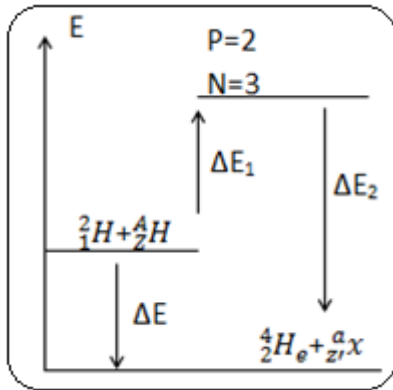
- النواتين الملتحمتين موجبتى الشحنة وهذا يحدث تنافر يعيق التصادم.
- النواتين الملتحمتين خفيفتين (كتلتهما صغيرة جدا) وهذا يجعل التصادم صعب.

$$\frac{E_l}{A}({}^2_1H) = \frac{2.23}{2} = 1.115 \text{ Mev/nuc}$$

$$\frac{E_l}{A}({}^3_1H) = \frac{8.57}{3} = 2.857 \text{ Mev/nuc} \quad \text{حساب طاقة الربط لكل نوية :}$$

$$\frac{E_l}{A}({}^4_2He) = \frac{28.41}{4} = 7.103 \text{ Mev/nuc}$$

ومنه النواة الأقل استقرار هي  ${}^2_1H$  تليها نواة  ${}^3_1H$  ثم نواة  ${}^4_2He$  الأكثر استقرار.



$$E_L = |E_l({}^2_1H) + E_l({}^3_1H) - E_l({}^4_2He)|$$

$$E_L = |2.23 + 8.57 - 28.41| = 17.61 \text{ Mev}$$

$$\square E_1 = E_l({}^2_1H) + E_l({}^3_1H) = 10.8 \text{ Mev}$$

$$\square E_2 = -E_l({}^4_2He) = -28.41 \text{ Mev}$$

$$\square E = E_l({}^2_1H) + E_l({}^3_1H) - E_l({}^4_2He) = -E_L = -17.6 \text{ Mev}$$

الطاقة المحررة من تشكل 1mol من نواة الهيليوم :

$$E_{Lr} = E_L \times N_A = 17.6 \times 6.02 \times 10^{23} = 105.952 \times 10^{23} \text{ Mev} = 169.523 \times 10^{10} \text{ J}$$