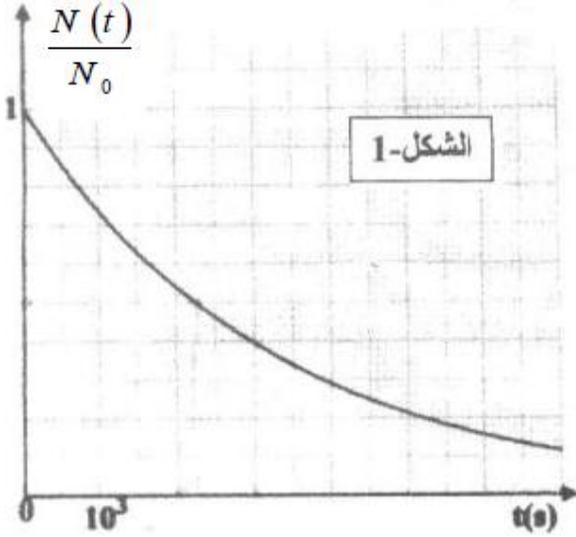


الوحدة الثانية : التحولات النووية	السنة الثالثة ثانوي
تمارين الوحدة الثانية من مواضيع شهادة التعليم الثانوي	شعبة العلوم التجريبية - رياضيات - تقني رياضي

علم تجريبية 2008

التمرين الأول :

تقذف عينة من نظير الكلور  $^{35}_{17}\text{Cl}$  المستقر (غير المشع) بالنيترونات . تلتقط النواة  $^{35}_{17}\text{Cl}$  نيترونات لتتحول إلى نواة مشعة  $^A_Z\text{X}$  توجد ضمن قائمة الأنوية المدونة بالجدول أدناه :



النواة	$^{38}_{17}\text{Cl}$	$^{39}_{17}\text{Cl}$	$^{31}_{14}\text{Si}$	$^{18}_9\text{F}$	$^{13}_7\text{N}$
زمن نصف العمر $t_{1/2}(s)$	2240	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 -1-

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. بالإعتماد على النتائج المتحصل عليها والقائمة 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. أحسب بالإلكترون فولط وبالمليغ إلكترون فولط :

أ- طاقة الربط للنواة  $^A_Z\text{X}$  .  
ب- طاقة الربط لكل نوية .

المعطيات :

كتلة النيوترون	كتلة البروتون	وحدة الكتلة الذرية
$m_n = 1,00866u$	$m_p = 1,00728u$	$1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$
<b>1 إلكترون-فولط</b>	سرعة الضوء في الفراغ	كتلة النواة $^A_Z\text{X}$
$1\text{ev} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$	$C = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$	$m_x = 37,9601 \text{ lu}$

الحل المفصل

1. -أ تعريف زمن نصف العمر : هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية أي  $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$  .

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

من البيان لدينا الزمن الموافق لـ  $\frac{N(t)}{N_0} = 0,5$  هو :  $t_{1/2} = 2,24 \cdot 10^3 = 2240 \text{ s}$  .

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

لدينا :  $N(t_{1/2}) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_{1/2}} = \frac{N_0}{2}$  وبالتالي :  $e^{-\lambda \cdot t_{1/2}} = \frac{1}{2}$  ، بإدخال اللوغاريتم النبيري على الطرفين نجد :  $\lambda \cdot t_{1/2} = \ln 2$  ، ومنه :  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$  .

ب- حساب قيمة / ثابت التفكك للنواة  ${}^A_Z X$  .

$$\text{لدينا : } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \text{ ، وبالتالي : } \lambda = \frac{0,693}{2240} \approx 3,1 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

3. تعين النواة  ${}^A_Z X$  .

حسب النتيجة المحصل عليها  $t_{1/2} = 2240 \text{ s}$  والقائمة الموجودة في الجدول نستنتج أن النواة  ${}^A_Z X$  هي نواة الكلور  ${}^{38}_{17} \text{Cl}$  .

4. كتابة معادلة التفاعل الممنذج للتحويل .  ${}^{35}_{17} \text{Cl} + 3 {}^1_0 \text{n} \rightarrow {}^{38}_{17} \text{Cl}$  .

5. أ- حساب طاقة الربط للنواة  ${}^{38}_{17} \text{Cl}$  .

$$E_l = (17m_p + 21m_n - m_x) \cdot 931,5 = (17 \cdot 1,00728 + 21 \cdot 1,00866 - 37,9601) \cdot 931,5$$

وبالتالي :  $E_l = 321,8 \text{ Mev}$  ومنه :  $E_l = 3,22 \cdot 10^8 \text{ ev}$  .

$$\text{ب- حساب طاقة الربط لكل نوية . } \frac{E_l}{A} = \frac{3,22 \cdot 10^8}{38} = 8,47 \cdot 10^6 \text{ ev}$$

## علوم تجريبية 2008

## التمرين الثاني :

يستوجب إستعمال الأنيوم 192 أو السيزيوم 137 في الطب ، ووضعهما في أنابيب بلاستيكية قبل أن توضع على ورم المريض قصد العلاج .

1. نواة السيزيوم  ${}^{137}_{55} \text{Cs}$  مشعة ، تصدر جسيمات  $b^-$  وإشعاعات  $g$  .

أ- ما المقصود بالعبارة : ( تصدر جسيمات  $b^-$  وإشعاعات  $g$  ) . ما سبب إصدار النواة لإشعاعات  $g$  ؟

ب- أكتب معادلة التفاعل الممنذج للتحويل النووي الذي يحدث للنواة " الأب " مستنتجا النواة " الإبن "  ${}^A_Z Y$  من بين الأنوية التالية :  ${}^{138}_{57} \text{La}$  ،  ${}^{137}_{56} \text{Ba}$  ،  ${}^{131}_{54} \text{Xe}$  .

2. يحتوي أنبوب على عينة من السيزيوم  ${}^{137}_{55} \text{Cs}$  كتلتها  $m = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ g}$  عند اللحظة . أحسب :

أ- عدد الأنوية  $N_0$  الموجودة في العينة .

ب- قيمة النشاط الإشعاعي لهذه العينة .

3. تستعمل هذه العينة بعد ستة (06) أشهر من تحضيرها :

أ- ما مقدر النشاط الإشعاعي للعينة حينئذ ؟

ب- ما هي النسبة المئوية لأنوية السيزيوم المتفككة ؟

4. نعتبر نشاط هذه العينة معدوما عندما يصبح مساويا لـ 1% من قيمته الابتدائية ؟

- أحسب بدلالة ثابت الزمن  $t$  المدة الزمنية اللازمة لانعدام النشاط الإشعاعي للعينة ، وهل يمكن تعميم هذه النتيجة على أي نواة مشعة ؟

يعطى : ثابت أفوغادرو :  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ، ثابت الزمن للسيزيوم  ${}^{137} \text{Cs}$  :  $t = 43,3 \text{ ans}$  ،

$$\text{الكتلة المولية الذرية للسيزيوم } 137 : M({}^{137} \text{Cs}) = 137 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

## الحل المفصل :

1. أ- تحديد المقصود بالعبارة : ( تصدر جسيمات  $b^-$  وإشعاعات  $g$  ) .

تصدر جسيمات  $b^-$  : تفكك النواة بتحريرها لإلكترون ناتج عن تحول نيترون إلى بروتون .

إشعاعات  $g$  : هي عبارة عن إشعاعات كهرو مغناطيسية ليست لها كتلة ولا شحنة وتحمل طاقة .

سبب إصدار النواة لإشعاعات  $g$  : النواة الإبن تكون في حالة مثارة وبإصدارها للإشعاعات  $g$  فتتخلص من الطاقة الزائدة لتنتقل إلى حالتها الأساسية .

ب- كتابة معادلة التفاعل الممنذج للتحويل النووي الحادث .  ${}^{137}_{55} \text{Cs} \rightarrow {}^{137}_{56} \text{Ba} + {}^0_{-1} e + g$  .

2. أ- تحديد عدد الأنوية  $N_0$  الموجودة في العينة .

$$\text{لدينا : } N_0 = n_0 \cdot N_A = \frac{m_0}{M} \cdot N_A \text{ وبالتالي : } N_0 = \frac{10^{-6}}{137} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 4,4 \cdot 10^{15} \text{ noyaux}$$

ب- تحديد قيمة النشاط الإشعاعي لهذه العينة .

$$\text{لدينا : } A_0 = 3,09 \cdot 10^6 \text{ Bq} \text{ ومنه : } A_0 = \lambda \cdot N_0 = \frac{N_0}{t} = \frac{4,4 \cdot 10^{15}}{43,3 \cdot 365 \cdot 25 \cdot 3600}$$

3. أ- حساب النشاط الإشعاعي العينة بعد ستة (06) أشهر من تحضيرها .

$$\text{لدينا : } A(t) = A_0 \cdot e^{-\frac{t}{43,3 \cdot 12}} = 3,05 \cdot 10^6 \text{ Bq} \text{ وبالتالي : } A(6 \text{ mois}) = 3,09 \cdot 10^6 \cdot e^{-\frac{6}{43,3 \cdot 12}}$$

ب- تحديد النسبة المئوية لأنوية السيزيوم المتفككة .

$$\text{لدينا : } r = 1 - \frac{A}{A_0} = \frac{|DN|}{N_0} = \frac{|DA|}{A_0} = \frac{A_0 - A}{A_0} = 1 - \frac{A}{A_0} = 1 - \frac{3,05 \cdot 10^6}{3,09 \cdot 10^6} = 1,3 \cdot 10^{-2} = 1,3\% \text{ وبالتالي :}$$

4. تحديد المدة الزمنية لكي يصبح نشاط العينة مساويا لـ 1% من قيمته الابتدائية .

$$\text{لدينا : } \frac{A}{A_0} = 1\% \text{ وبالتالي : } A = 0,01 \cdot A_0 \text{ وبالتالي : } e^{-\frac{t}{t}} = \frac{1}{100} \text{ أي : } e^{-\frac{t}{t}} = 100 \text{ إذن : } \frac{t}{t} = \ln 100 \text{ ومنه : } t \gg 5 \cdot t$$

- نعم يمكن تعميم هذه النتيجة على أي نواة مشعة عدد أنويتها لا تتزايد بفعل تفكك أنوية أخرى .

## رياضيات و تقني رياضي 2008

## التمرين الثالث :

1. لعنصر البولونيوم ( $Po$ ) عدة نظائر مشعة ، أحدها فقط طبيعي .

أ- ما المقصود بكل من : النظير و النواة المشعة ؟

ب- نعتبر أحد النظائر المشعة ، نواته ( ${}^A_Z Po$ ) و التي تتفكك إلى نواة الرصاص ( ${}^{206}_{82} Pb$ ) و تصدر جسيما  $a$  .

- أكتب معادلة التفاعل المنمذج لتفكك نواة النظير ( ${}^A_Z Po$ ) ثم استنتج قيمتي  $A$  و  $Z$  .

2. ليكن  $N_0$  عدد الأنوية المشعة الموجودة في عينة من النظير ( ${}^A_Z Po$ ) في اللحظة  $t=0$  ، عدد الأنوية المشعة غير المتفككة الموجودة فيها في اللحظة  $t$  .

باستخدام كاشف للإشعاعات ( $a$ ) مجهز بعدد رقمي تم الحصول على جدول القياسات التالي :

$t(\text{jours})$	0	20	50	80	100	120
$\frac{N(t)}{N_0}$	1,00	0,90	0,78	0,67	0,61	0,55
$-\ln \frac{N(t)}{N_0}$						

أ- إملأ الجدول السابق .

ب- أرسم على ورقة ميليمترية البيان :  $-\ln \frac{N(t)}{N_0} = f(t)$

يعطى سلم الرسم : - على محور الفواصل :  $1 \text{ cm} \text{ @ } 20 \text{ jours}$

- على محور الترتيب :  $1 \text{ cm} \text{ @ } 0,10$  .

ج- أكتب قانون التناقص الإشعاعي وهل يتوافق مع البيان السابق ؟ برر إجابتك .

د- إنطلاقا من البيان ، استنتج قيمة  $\lambda$  ، ثابت التفكك ( ثابت الإشعاع ) المميز للنظير ( ${}^A_Z Po$ ) .

هـ- أعط عبارة زمن نصف عمر ( ${}^A_Z Po$ ) واحسب قيمته .

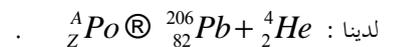
## الحل المفصل :

1. أ- تعريف النظير و النواة المشعة .

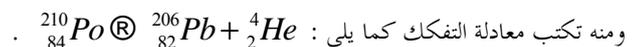
النظائر : هي ذرات عنصر لها نفس العدد الذري  $Z$  وتختلف في العدد الكتلي  $A$  .

النواة المشعة : هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا إلى نواة أكثر استقرار مع اصدار جسيمات  $a$  أو  $b$  أو إشعاع  $g$  .

ب- كتابة معادلة التفكك .

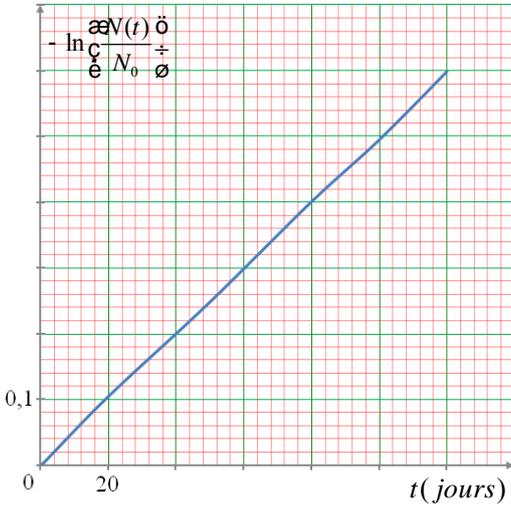


إنحفاظ العدد الكتلي :  $A = 206 + 4 = 210$  ، إنحفاظ العدد الكتلي :  $Z = 82 + 2 = 84$  ، إذن النواة المشعة (المتفككة) هي :  ${}^{210}_{84} Po$  .



2. أ- ملء الجدول المعطى .

$t(jours)$	0	20	50	80	100	120
$-\ln \frac{N(t)}{N_0}$	0	0,10	0,25	0,40	0,49	0,60



ب- رسم البيان :  $-\ln \frac{N(t)}{N_0} = f(t)$

البيان بالشكل المقابل .

ج- كتابة قانون التناقص الإشعاعي .

يعطى قانون التناقص الإشعاعي بالعلاقة :  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

حيث :  $N(t)$  عدد الأنوية غير المتفككة عند اللحظة  $t$  ؛  $N_0$  عدد الأنوية الابتدائية ؛  $\lambda$  ثابت التفكك .

إذن :  $e^{-\lambda t} = \frac{N(t)}{N_0}$  وبالتالي :  $-\ln \frac{N(t)}{N_0} = \lambda t$

البيان عبارة عن خط مستقيم يشمل المبدأ معادلته من الشكل :  $-\ln \frac{N(t)}{N_0} = \lambda t$  ومنه قانون التناقص الإشعاعي متوافق مع البيان .

د- استنتاج قيمة ثابت التفكك  $\lambda$  .

من البيان نجد :  $\lambda = a = \frac{\Delta \left( -\ln \frac{N(t)}{N_0} \right)}{\Delta t} = \frac{0,60 - 0}{120 - 0} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ jours}^{-1}$

ه- عبارة زمن نصف عمر  $(T_{1/2})$  وحساب قيمته .

لدينا :  $N(t_{1/2}) = N_0 \cdot e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{N_0}{2}$  وبالتالي :  $e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2}$  أي :  $e^{\lambda t_{1/2}} = 2$  إذن :  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$  ومنه :  $t_{1/2} = \frac{0,693}{5 \cdot 10^{-3}} = 138,6 \text{ jours}$

رياضيات وتقني رياضي 2008

التمرين الرابع :

توجد عدة طرق لتشخيص مرض السرطان ، منها طريقة التصوير الطبي التي تعتمد على تتبع جزيئات سكر الغلوكوز التي تستبدل فيها مجموعة  $(-OH)$  بذرة الفلور 18 المشع . يتمركز سكر الغلوكوز في الخلايا السرطانية التي تستهلك كمية كبيرة منه . تتميز نواة الفلور  $^{18}_9F$  بزمن نصف عمر  $(t_{1/2} = 110 \text{ min})$  ، لذا تحصر الجرعة في وقت مناسب قبل حقن المريض بها ، حيث يكون نشاط العينة لحظة الحقن  $2,6 \cdot 10^8 \text{ Bq}$  .

تفكك نواة الفلور 18 إلى نواة الأكسجين  $^{18}_8O$  .

1. أكتب معادلة التفكك وحدد طبيعة الإشعاع الصادر .

2. بين أن ثابت التفكك  $\lambda$  يعطى بالعلاقة  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$  ، ثم أحسب قيمته .

3. حضر تقنيو التصوير الطبي جرعة (عينة)  $D$  تحتوي على  $^{18}_9F$  في الساعة " الثامنة " صباحا لحقن المريض على الساعة " التاسعة " صباحا .

أ- أحسب عدد أنوية الفلور  $^{18}_9F$  لحظة تحضير الجرعة .

ب- ما هو الزمن المستغرق حتى يصبح نشاط العينة مساويا 1% من النشاط الذي كان عليه في الساعة التاسعة ؟

الحل المفصل :

1. كتابة معادلة التفكك وتحديد طبيعة الإشعاع الصادر .

$^{18}_9F \rightarrow ^{18}_8O + ^0_1e$  ومنه الإشعاع الصادر هو بوزيتون (نمط الإشعاع المنبعث هو  $b^+$ )

2. إيجاد ثابت التفكك  $\lambda$  ، ثم حساب قيمته .

لدينا :  $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$  ولدنيا من قانون التناقص الإشعاعي :  $N(t_{1/2}) = N_0 \cdot e^{-\lambda t_{1/2}}$  .

وبالتالي :  $e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2}$  أي :  $e^{\lambda t_{1/2}} = 2$  إذن :  $\lambda t_{1/2} = \ln 2$  ومنه :  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$  .

إذن :  $\lambda = \frac{0,693}{110 \cdot 60} = 1,05 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

3. أ- حساب عدد أنوية الفلور  $^{18}\text{F}$  لحظة تحضير الجرعة .

لدينا :  $A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$  حيث  $A_0 = \lambda \cdot N_0$  وبالتالي :  $A(t) = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t}$  .

إذن :  $N_0 = \frac{A(t)}{\lambda \cdot e^{-\lambda t}} = \frac{2,6 \cdot 10^8}{1,05 \cdot 10^{-4} \cdot e^{-1,05 \cdot 10^{-4} \cdot 3600}} = 3,6 \cdot 10^{12} \text{ noyaux}$  .

ب- تحديد الزمن المستغرق حتى يصبح نشاط العينة مساويا 1% من النشاط الذي كان عليه في الساعة التاسعة .

لدينا :  $A(t) = 1\% A_0 = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$  وبالتالي :  $e^{-\lambda t} = \frac{1}{100}$  أي :  $e^{\lambda t} = 100$  ؛ إذن :  $\lambda t = 2 \ln 10$  .

وبالتالي :  $t = \frac{2 \cdot \ln 10}{\lambda} = 2 \cdot \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln 10$  ومنه  $t = \frac{2}{1,05} \ln 10 = 2,3 \cdot 110 = 253 \text{ min} \approx 4 \text{ h } 13 \text{ min}$  .

## علوم تجريبية 2009

## التمرين الخامس :

البولونيوم عنصر مشع ، نادر الوجود في الطبيعة ، رمزه الكيميائي  $Po$  ورقمه الذري 84 ، اكتشف أول مرة سنة 1898 م في أحد الخامات ، لعنصر البولونيوم عدة نظائر لا يوجد منها في الطبيعة سوى البولونيوم 210 يعتبر البولونيوم مصدر للجسيمات  $\alpha$  لأن أغلب نظائره تصدر أثناء تفككها هذه الجسيمات .

1. ما المقصود بالعبارة :

أ- عنصر مشع . ب- للعنصر نظائر .

2. يتفكك البولونيوم 210 معطيا جسيمات  $\alpha$  ونواة إين هي  $^A_Z Pb$  .

أكتب معادلة التفاعل الممنهج للتحويل النووي الحاصل محمدا قيمة كل من  $Z$  ،  $A$  .

3. إذا علمت أن زمن نصف حياة البولونيوم 210 هو  $t_{1/2} = 138 \text{ j}$  وأن نشاط عينة منه في اللحظة  $t = 0$  هو  $A_0 = 10^8 \text{ Bq}$  ، احسب :

أ- ثابت النشاط الإشعاعي ( ثابت التفكك ) .

ب- عدد أنوية البولونيوم 210 الموجودة في العينة في اللحظة  $t = 0$  .

ج- المدة الزمنية التي يصبح فيها عدد أنوية العينة مساويا ربع ما كان عليه في اللحظة  $t = 0$  .

## الحل المفصل :

1. أ- عنصر مشع : هو عنصر نواة ذرته غير مستقرة ، تتفكك تلقائيا باصدار إشعاعات (  $\alpha$  أو  $\beta$  أو  $\gamma$  ) لتتحول إلى نواة إين أكثر إستقرارا و أقل خفة .

ب- للعنصر نظائر : أي توجد له مجموعة من الذرات تنتمي لنفس العنصر ، كلها لها نفس الرقم الذري  $Z$  وتختلف في العدد الكتلي  $A$  .

2. كتابة معادلة التفاعل الممنهج للتحويل النووي .

تكتب معادلة التحويل النووي الحاصل كما يلي :  $^{210}_{84}Po \rightarrow ^A_Z Pb + ^4_2He$  .

إحفاظ العدد الكتلي :  $210 = A + 4$  وبالتالي :  $A = 206$  . إحفاظ العدد الذري :  $84 = Z + 2$  وبالتالي :  $Z = 82$  .

ومنه تصبح المعادلة كما يلي :  $^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ^4_2He$  .

3. أ- تحديد ثابت التفكك  $\lambda$  .

لدينا :  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{138 \cdot 86400} = 5,8 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$  وبالتالي :

ب- تحديد عدد الأنوية الابتدائية  $N_0$  .

لدينا :  $A_0 = \lambda N_0$  وبالتالي :  $N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{10^8}{5,8 \cdot 10^{-8}} = 1,7 \cdot 10^{15} \text{ noyaux}$  .

ج- تحديد المدة الزمنية التي يصبح فيها عدد أنوية العينة مساويا لربع الأنوية الابتدائية .

$$N(t) = \frac{N_0}{4} = N_0 e^{-\lambda t} \text{ وبالتالي } N(t) = \frac{N_0}{4} = N_0 e^{-\lambda t} \text{ لدينا : } e^{-\lambda t} = \frac{1}{4} \text{ إذن ، } N(t) = \frac{N_0}{4} = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{وبالتالي : } \lambda t = 2 \ln 2 \text{ أي : } t = 2 \frac{\ln 2}{\lambda} \text{ ومنه : } t = 2 \cdot t_{1/2} = 2 \cdot 138 = 276 \text{ j}$$

علم تجريبية 2009

التمرين السادس :

المعطيات :  $1u = 931 \text{Mev} / C^2$  ،  $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ،  $m_e = 0,00055u$  ،  $m_n = 1,0087u$  ،  $m_p = 1,0073u$

I- إليك جدول لمعطيات عن بعض أنوية الذرات :

أنوية العناصر	${}^2_1H$	${}^3_1H$	${}^4_2He$	${}^{14}_6C$	${}^{14}_7N$	${}^{94}_{38}Sr$	${}^{140}_{54}Xe$	${}^{235}_{92}U$
(كتلة النواة) $M(u)$	2,0136	3,0155	4,0015	14,0065	14,0031	93,8945	139,8920	234,9935
$E(\text{Mev})$ (طاقة ربط النواة)	2,23	8,57	28,41	99,54	101,44	810,50	1164,75	
$\frac{E}{A}(\text{Mev})$ (طاقة الربط لكل نيكليون)	1,11		7,10		7,25	8,62		

1. ما المقصود بالعبارات التالية : أ- طاقة ربط النواة . ب- وحدة الكتلة (u) .

2. أكتب عبارة طاقة ربط النواة لنواة عنصر بدلالة كل من  $(m_X)$  كتلة النواة و  $m_n$  و  $m_p$  و  $A$  و  $Z$  وسرعة الضوء في الفراغ (C) .

3. أحسب طاقة ربط النواة لليورانيوم 235 بالوحدة (Mev) .

4. أكمل فراغات الجدول السابق .

5. ما اسم النواة (من بين المذكورة في الجدول السابق) الأكثر استقرارا ؟ علل .

II- إليك التحولات النووية لبعض العناصر من الجدول السابق :

أ- يتحول  ${}^{14}_6C$  إلى  ${}^{14}_7N$  .

ب- ينتج  ${}^4_2He$  ونيوترون من نظيري الهيدروجين .

ج- قذف  ${}^{235}_{92}U$  بنيوترون يعطي  ${}^{140}_{54}Xe$  ،  ${}^{94}_{38}Sr$  ، ونيوترونين .

1. عبر عن كل تحول نووي بمعادلة نووية كاملة وموزونة .

2. صف التحولات السابقة إلى : انشطارية ، إشعاعية أو تفككية ، اندماجية .

3. أحسب الطاقة المحررة من تفاعل الانشطار ومن تفاعل الاندماج بالوحدة (Mev) .

الحل المفصل :

I- 1. التعريفات :

أ- طاقة ربط النواة : الطاقة اللازمة لتماسك نويات النواة .

ب- وحدة الكتلة : هي وحدة لقياس كتلة الجسيمات الصغيرة جدا وهي تمثل  $\frac{1}{12}$  من كتلة  ${}^{12}C$  .

$$\text{أي : } 1u = \frac{1}{12} m_{12C} = \frac{1}{N_A} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

2. عبارة طاقة ربط النواة .

$$E_1 = (Z \cdot m_p + (A - Z) m_n - m_X) \cdot C^2 \text{ تعطى عبارة طاقة الربط بالعبارة :}$$

3. حساب طاقة ربط نواة اليورانيوم 235 .

$$\text{لدينا : } E_1 = (92m_p + 143m_n - m_U) \cdot C^2$$

$$\text{وبالتالي : } E_1 = (92 \cdot 1,0073 + 143 \cdot 1,0087 - 234,9935) \cdot 931,5$$

$$\text{ومننه : } E_1 = 1,79 \cdot 10^3 \text{ Mev}$$

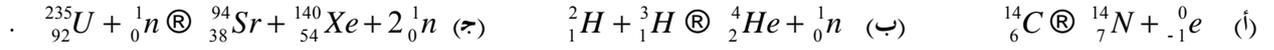
4. تكملة الجدول.

أنوية العناصر	${}^3_1H$	${}^{14}_6C$	${}^{140}_{54}Xe$	${}^{235}_{92}U$
$\frac{E}{A}(Mev)$ (طاقة الربط لكل نيكليون)	$\frac{8,57}{3} = 2,86$	$\frac{99,54}{14} = 7,11$	$\frac{1164,75}{140} = 8,32$	$\frac{1790}{235} = 7,61$

5. تحديد النواة الأكثر استقرارا .

النواة الأكثر استقرار هي النواة التي تملك طاقة ربط لكل نيكليون أكبر ، وبالتالي النواة  ${}^{94}_{38}Sr$  هي الأكثر استقرارا .

II - 1. كتابة معادلة التحولات النووية المعطاة .



2. تصنيف التحولات السابقة .

(أ) إشعاعية أو تفككية (ب) اندماجية (ج) انشطارية .

3. حساب الطاقة المحررة من تفاعل الانشطار ومن تفاعل الاندماج .

لدينا التفاعل :  ${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$  وبالتالي :  $E_{lib} = E_1({}^4_2He) - E_1({}^2_1H) - E_1({}^3_1H)$

إذن :  $E_{lib} = 28,41 - 2,23 - 8,57 = 17,61 MeV$

لدينا التفاعل :  ${}^{235}_{92}U + {}^1_0n \rightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + 2{}^1_0n$  وبالتالي :  $E_{lib} = E_1({}^{94}_{38}Sr) + E_1({}^{140}_{54}Xe) - E_1({}^{235}_{92}U)$

إذن :  $E_{lib} = 810,50 + 1164,75 - 1790,0 = 185,25 MeV$

رياضيات و تقني رياضي 2009

التمرين السابع :

إن نواة الراديوم  ${}^{226}_{88}Ra$  مشعة تصدر جسيما  $a$  .

1. ماذا تمثل الأرقام 226 و 88 بالنسبة  ${}^{226}_{88}Ra$  ؟

2. أكتب معادلة التفاعل الممذج لتفكك النواة  ${}^{226}_{88}Ra$  ، مستنتجا النواة الابن  ${}^A_BX$  من بين الأنوية التالية :  ${}^{83}Bi$  ،  ${}^{82}Pb$  ،  ${}^{86}Rn$  ،  ${}^{89}Ac$  .

3. علما أن ثابت تفكك الراديوم المشع  $\lambda = 1,36 \cdot 10^{-11} s^{-1}$  ، إستنتج زمن نصف حياة الراديوم  ${}^{226}_{88}Ra$  .

4. نعتبر عينة كتلتها  $m_0 = 1mg$  من أنوية الراديوم  ${}^{226}_{88}Ra$  عند اللحظة  $t_0 = 0$  ولنكن  $m$  كتلة العينة عند اللحظة  $t$  :

أ- عرف زمن نصف الحياة  $t_{1/2}$  . أوجد العلاقة بين عدد الأنوية  $N$  وكتلة العينة في اللحظة  $t$  ثم أكمل الجدول التالي :

$t$	$t_0$	$t_{1/2}$	$2t_{1/2}$	$3t_{1/2}$	$4t_{1/2}$	$5t_{1/2}$
$m(mg)$						

ب- ما هي كتلة العينة المتفككة عند اللحظة  $t = 5t$  ( حيث  $t$  ثابت الزمن ) ؟ ماذا تستنتج ؟

ج- أرسم البيان :  $m = f(t)$  .

الحل المفصل :

1. تحديد دلالة الأرقام 226 و 88 بالنسبة  ${}^{226}_{88}Ra$  .

يمثل 226 عدد النكليونات ( العدد الكتلي  $A$  ) ويمثل 88 عدد النكليونات ( العدد الكتلي  $Z$  )

2. كتابة معادلة تفكك النواة  ${}^{226}_{88}Ra$  .

لدينا :  ${}^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^A_BX + {}^4_2He$

إحفاظ العدد الكتلي :  $226 = A + 4$  أي :  $A = 222$  ، إغفاظ العدد الذري :  $88 = B + 2$  أي :  $B = 86$  . وبالتالي : النواة  ${}^A_BX$  هي :  ${}^{222}_{86}Rn$  .

ومنه تكتب معادلة التفكك على الشكل :  ${}^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^4_2He$

3. إستنتاج زمن نصف حياة الراديوم  ${}^{226}_{88}Ra$  .

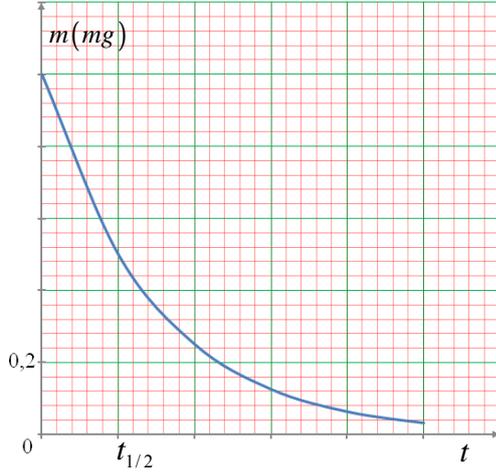
لدينا :  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$  وبالتالي :  $t_{1/2} = \frac{0,693}{1,36 \cdot 10^{-11}} = 5,1 \cdot 10^{10} s$

4. أ- تعريف زمن نصف الحياة ، ثم تكمل الجدول المعطى .

تعريف زمن نصف الحياة : هو المدة الضرورية لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية أي :  $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$  .

لدينا :  $N = n.N_A$  وبالتالي :  $N = \frac{m}{M}.N_A$  ولدينا :  $N(n.t_{1/2}) = \frac{N_0}{2^n}$  إذن :  $m(n.t_{1/2}) = \frac{m_0}{2^n}$  .

$t$	$t_0$	$t_{1/2}$	$2t_{1/2}$	$3t_{1/2}$	$4t_{1/2}$	$5t_{1/2}$
$m(mg)$	$m_0 = 1$	$\frac{m_0}{2} = 0,5$	$\frac{m_0}{4} = 0,25$	$\frac{m_0}{8} = 1,25 \cdot 10^{-1}$	$\frac{m_0}{16} = 6,25 \cdot 10^{-2}$	$\frac{m_0}{32} = 3,12 \cdot 10^{-2}$



ب- تحديد كتلة العينة المتفككة عند اللحظة  $t = 5t_{1/2}$  .

لدينا :  $N(t) = N_0.e^{-\lambda t}$  وبالتالي :  $m(t) = m_0.e^{-\lambda t}$

إذن الكتلة غير المتفككة عند اللحظة  $t = 5t_{1/2}$  هي :

$$m(5t) = m_0.e^{-\lambda \cdot 5t} = m_0.e^{-5} \gg 0$$

ومنه كتلة العينة المتفككة عند اللحظة  $t = 5t_{1/2}$  هي :

$$m' = m_0 - m(5t) \gg m_0$$

الإستنتاج : عند اللحظة  $t = 5t_{1/2}$  يكون النشاط الإشعاعي لعينة شبه معدوم .

ج- أرسم البيان :  $m = f(t)$  .

البيان بالشكل المقابل .

رياضيات و تقني رياضي 2009

التمرين الثامن :

إن نواة البولونيوم  $^{210}_{84}Po$  مشعة فتتحول إلى نواة الرصاص  $^{206}_{82}Pb$  وتصدر جسيما .

1. أكتب معادلة التفاعل المنمذج لتفكك نواة البولونيوم  $^{210}_{84}Po$  ، حدد طبيعة الجسم الصادر .

2. عين عدد الأنوية  $N_0$  المختوة في عينة من البولونيوم  $^{210}_{84}Po$  كتلتها  $m_0 = 10^{-5} g$  .

3. سمح قياس النشاط الإشعاعي في لحظات مختلفة  $t$  بمعرفة عدد الأنوية المتبقية  $N$  في العينة السابقة والمدونة في الجدول التالي :

$t(jours)$	0	40	80	120	160	200	240
$\frac{N}{N_0}$	1,00	0,82	0,67	0,55	0,45	0,37	0,30

أ- أرسم البيان الذي يعطي تغيرات  $\ln \frac{N}{N_0}$  بدلالة الزمن :  $-\ln \frac{N}{N_0} = f(t)$

السلم :  $1cm \text{ } \textcircled{R} \text{ } 40 j$  ،  $t$  :  $1cm \text{ } \textcircled{R} \text{ } 0,2$  ،  $-\ln \frac{N}{N_0}$  :

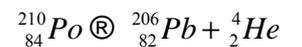
ب- استنتج من البيان ثابت التفكك  $\lambda$  ، وزمن نصف حياة البولونيوم  $^{210}_{84}Po$  .

ج- ما هو الزمن اللازم لكي تصبح كتلة العينة تساوي  $\frac{1}{100}$  من قيمتها الابتدائية  $(m_0)$  ؟

يعطي : ثابت أفوغادرو  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} mol^{-1}$  ،  $M(Po) = 210 g.mol^{-1}$  .

الحل المفصل :

1. كتابة معادلة تفكك نواة البولونيوم  $^{210}_{84}Po$  وتحديد طبيعة الجسم الصادر .



الجسم الصادر هو نواة هيليوم :  $^4_2He$  أي جسيم  $\alpha$  .

2. تعين عدد الأنوية  $N_0$  .

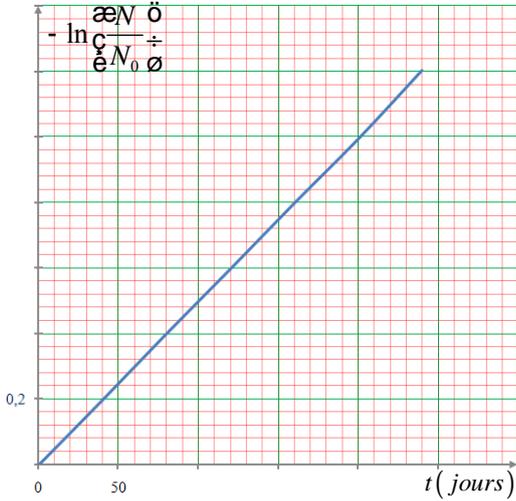
لدينا :  $N_0 = n_0 \cdot N_A = \frac{m_0}{M} N_A$  وبالتالي :  $N_0 = \frac{10^{-5}}{210} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 2,87 \cdot 10^{16} \text{ noyaux}$

3. ملء الجدول .

$t(\text{jours})$	0	40	80	120	160	200	240
$-\ln \frac{N}{N_0}$	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	0,99	1,20

أ- رسم البيان الذي :  $-\ln \frac{N}{N_0} = f(t)$

البيان بالشكل المقابل .



ب- استنتاج ثابت التفكك  $\lambda$  ، وزمن نصف حياة البولونيوم  $^{210}_{84}Po$  .

البيان عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل :  $-\ln \frac{N}{N_0} = \lambda t$

حيث  $\lambda = \frac{0,8 - 0}{160 - 0} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ j}^{-1}$

ولدينا :  $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$  إذن :  $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$  وبالتالي :  $-\ln \frac{N}{N_0} = \lambda t$

بالمطابقة نجد :  $\lambda = a = 5 \cdot 10^{-3} \text{ j}^{-1}$

إذن :  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{5 \cdot 10^{-3}} = 138,6 \text{ j}$

ج- تحديد الزمن اللازم لكي تصبح كتلة العينة تساوي  $\frac{1}{100}$  من قيمتها الابتدائية .

لدينا :  $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$  وبالتالي :  $m = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$  إذن :  $\frac{m_0}{100} = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$  وبالتالي :  $e^{-\lambda t} = \frac{1}{100}$

إذن :  $t = \frac{2 \ln 10}{\lambda}$  أي :  $t = 2 \cdot t_{1/2} \cdot \frac{\ln 10}{\ln 2}$  ومنه :  $t = 2 \cdot 138,6 \cdot \frac{2,302}{0,693} = 920,8 \text{ jours} = 2,52 \text{ ans}$

## التمرين التاسع : علوم تجريبية 2010

يوجد عنصر الكربون في دورته الطبيعية على شكل نظيرين مستقرين هما الكربون 12 والكربون 13 ونظير مشع (غير مستقر) هو الكربون 14، والذي يبلغ زمن نصف

عمره  $t_{1/2} = 5570 \text{ ans}$

المعطيات : الكربون 12 :  $^{12}_6C$  ، الكربون 13 :  $^{13}_6C$  ، الكربون 14 :  $^{14}_6C$  ، الآزوت 14 :  $^{14}_7N$

1. أعط تركيب نواة الكربون 14 .

2. أ- إن قذف نواة الآزوت بنيترون هو تحول نووي يعبر عنه بالمعادلة التالية :  $^{14}_7N + {}^1_0n \rightarrow {}^A_ZY_1 + {}^1_1H$

بتطبيق قانوني الإنحفاظ حدد النواة  ${}^A_ZY_1$

ب- إن تفكك نواة الكربون 14 يعطي نواة إين  ${}^A_ZY_2$  وحسيم  $b^-$  . أكتب معادلة التفاعل النووي الموافق واذكر اسم العنصر  $Y_2$  .

3. يعطى قانون التناقص الإشعاعي بالعلاقة :  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

أ- ماذا تمثل المقادير التالية  $N(t)$  ،  $N_0$  ،  $\lambda$  ؟

ب- بين أن :  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

ج- أوجد وحدة  $\lambda$  باستعمال التحليل البعدي .

د- أحسب القيمة العددية للمقدار  $\lambda$  المميز للكربون 14 .

4. سمح تأريخ قطعة من الخشب القديم كتلتها  $m(g)$  اكتشفت عام 2000 ، بمعرفة النشاط الإشعاعي  $A$  لهذه العينة والذي قدر بـ 11,3 تفككا في الدقيقة ،

في حين قدر النشاط  $A_0$  لعينة حية مماثلة بـ 13,6 تفككا في الدقيقة .

§ اكتب عبارة  $A(t)$  بدلالة  $A_0$  و  $I$  و  $t$  ثم أحسب عمر قطعة الخشب القديم ، وما هي سنة قطع الشجرة التي انحدرت منها ؟

### الحل المفصل :

1. تتكون نواة الكربون 14 من :  $A = 14$  نيكليون ؛  $Z = 6$  بروتونات و  $N = A - Z = 8$  نيوترونات .

2. أ- تحديد النواة  ${}^A_Z Y_1$  :

حسب قانون إنحفاظ العدد الكتلي :  $14 + 1 = A + 1$  ، وبالتالي :  $A = 14$  .

حسب قانون إنحفاظ العدد الذري :  $7 + 0 = Z + 1$  ، وبالتالي :  $Z = 6$  .

ومن ثم رمز النواة الإبن هو :  ${}^{14}_6 C$  .

ب- كتابة معادلة تفكك نواة الكربون 14 :  ${}^{14}_6 C \rightarrow {}^{14}_7 N + {}^0_{-1} e$  ، النواة الإبن الناتجة هي نواة الآزوت 14 .

3. يعطى قانون التناقص الإشعاعي بالعلاقة :  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$  .

أ- تحديد دلالة المقادير التالية  $N(t)$  ،  $N_0$  ،  $I$  .

$N(t)$  : عدد الأنوية غير المتفككة (المتبقية) من العينة ؛  $N_0$  : عدد الأنوية المشعة الابتدائية ؛  $I$  : ثابت النشاط الإشعاعي .

ب- إيجاد عبارة  $\lambda$  .

لدينا :  $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$  ؛ إذن :  $N_0 \cdot e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{N_0}{2}$  ؛ وبالتالي :  $e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2}$  ؛ إذن :  $-\lambda t_{1/2} = -\ln 2$  ، ومنه :  $I = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$  .

ج- إيجاد وحدة  $I$  باستعمال التحليل البعدي .

لدينا :  $I = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$  ، وبالتالي :  $[I] = \frac{1}{[T]}$  ، ومنه وحدة  $\lambda$  هي مقلوب وحدة الزمن  $s^{-1}$  .

د- حساب  $I$  .

لدينا :  $I = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$  ، وبالتالي :  $I = \frac{\ln 2}{5570 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}$  ، ومنه :  $I = 2,94 \cdot 10^{-12} s^{-1}$  .

4. كتابة عبارة  $A(t)$  ؛ ثم تحديد عمر القطعة الخشبية وسنة قطع الشجرة التي انحدرت منها .

لدينا :  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$  ، ولدينا :  $A(t) = -\frac{dN}{dt}$  ؛ إذن :  $A(t) = I \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t}$  ، ومنه :  $A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$  ،

إذن :  $e^{-\lambda t} = \frac{A(t)}{A_0}$  ؛ أي :  $t = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{A(t)}{A_0}$  ، ومنه :  $t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \frac{A_0}{A(t)}$  .

إذن :  $t = \frac{5570}{0,693} \cdot \ln \frac{3,6}{11,3}$  ، ومنه عمر قطعة الخشب هو :  $t = 1489 \text{ ans}$  .

وبالتالي سنة قطع الشجرة هو :  $t_0 = 2000 - 1489 = 511 \text{ ans}$  .

### علوم تجريبية 2010

### التمرين العاشر :

عثر عمال أثناء الحفريات الجارية في بناء مجمعات سكنية على مجموعتين بشريتين إحداهما (a) سليمة والثانية (b) مهشمة جزئيا . إقترح العمال فرضيتان :

§ يرى الفريق الأول أن المجمعتين لشخصين عاشا في نفس الحقبة الزمنية .

§ يرى الفريق الثاني أن العوامل الطبيعية كانهجراف التربة والانكسارات الصخرية جمعت بين المجمعتين ، رغم أنهما عاشا في حقبتين مختلفتين ( تقدر الحقبة بـ 70

سنة ) .

تدخل فريق ثالث ( خبراء علم الآثار ) للفصل في القضية معتمدا النشاط الإشعاعي للكربون  ${}^{14}C$  .

علما أن المادة الحية يتحدد فيها الكربون  ${}^{14}C$  المشع لجسيمات (  $b^-$  ) باستمرار ، وبعد الوفاة تتوقف هذه العملية .

أخذ الفريق الثالث عينة من كل جمجمة ( العينتان متساويتان في الكتلة ) وقاس نشاطهما الإشعاعي حيث كانت التيجتين على الترتيب :  $A_{(a)} = 5000 Bq$  و

$A_{(b)} = 4500 Bq$  ، علما أن نشاط عينة حديثة مماثلة لهما هما هو  $A_0 = 6000 Bq$  ، ونصف عمر  ${}^{14}C$  هو  $t_{1/2} = 5570 \text{ ans}$  .

1. أكتب معادلة تفكك الكربون  $^{14}_6C$  ، وتعرف على النواة الإين (غير المثارة) من بين الأنوية التالية :  $^{16}_8O$  أو  $^{14}_7N$  أو  $^{19}_9F$  .
  2. أكتب علاقة النشاط الإشعاعي  $A(t)$  للعينة بدلالة :  $A_0$  ،  $t$  ،  $t_{1/2}$  .
  3. كيف حسم الفريق الثالث في القضية ؟
  4. أحسب بالإلكترون فولط وبالجول طاقة ربط نواة الكربون 14 .
- يعطى :  $m_p = 1,00728u$  ،  $1Mev = 1,6 \cdot 10^{-13} J$  ،  $1u = 931,5Mev.C^{-2}$  .  
 $m_n = 1,00866u$  ،  $1ev = 1,6 \cdot 10^{-19} J$  ،  $m_{^{14}_6C} = 14,00324u$

### الحل المفصل :

1. كتابة معادلة تفكك الكربون  $^{14}_6C$  .  
 لدينا حسب قانون صودي :  $14 = A + 0$  و  $14 = Z - 1$  وبالتالي :  $A = 14$  ،  $Z = 7$  ،  
 ومنه تعطى معادلة التفكك النووي كالتالي :  $^{14}_6C \rightarrow ^{14}_7N + ^0_{-1}e$  .
2. كتابة علاقة النشاط الإشعاعي  $A(t)$  للعينة بدلالة :  $A_0$  ،  $t$  ،  $t_{1/2}$  .  
 تعطى علاقة النشاط الإشعاعي بالعلاقة :  $A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$  ، ولدينا :  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$  ، وبالتالي :  
 $A(t) = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t}$  .
3. تحديد كيفية حسم الفريق الثالث في القضية ؟  
 حيث :  $A(t)$  نشاط العينة في اللحظة  $t$  ،  $A_0$  نشاطها الابتدائي ،  $\lambda$  ثابت النشاط الإشعاعي ، و  $t_{1/2}$  نصف عمر النواة  $^{14}_6C$  .

$$\text{لدينا: } A(t) = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t} \text{ وبالتالي: } \ln \frac{A(t)}{A_0} = -\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t \text{ إذن: } t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A(t)}$$

$$\text{العينة الأولى (a): } t_a = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A_a} = \frac{5570}{0,693} \ln \frac{6000}{5000} = 1465,41 \text{ ans}$$

$$\text{العينة الثانية (b): } t_b = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A_b} = \frac{5570}{0,693} \ln \frac{6000}{4500} = 2312,25 \text{ ans}$$

$$t_b - t_a = 2312,25 - 1465,41 = 846,84 \text{ ans}$$

### 4. حساب طاقة ربط نواة الكربون 14 .

$$\text{لدينا: } E_1(^{14}_6C) = (Z \cdot m_p + (A - Z) m_n - m_C) \cdot C^2$$

$$\text{وبالتالي: } E_1(^{14}_6C) = (6 \cdot 1,00728 + (14 - 6) \cdot 1,00866) C^2 = 931,5$$

$$\text{ومنه: } E_1(^{14}_6C) = 102,20 \text{ Mev} = 102,20 \cdot 10^6 \text{ ev}$$

### رياضيات و تقني رياضي 2010

### التمرين الحادي عشر :

جهازٌ مخبريٌ يحتوي على السيزيوم  $^{137}$  المشع الذي يتميز بزمن نصف العمر  $t_{1/2} = 30,2 \text{ ans}$  يبلغ النشاط الإشعاعي الابتدائي لهذا المنبع  $A_0 = 3,0 \cdot 10^5 \text{ Bq}$  .

$$1. \text{ تفكك أنوية السيزيوم } ^{137}_{55}Cs \text{ مُصدرًا جسيمات } b^- .$$

أ- أكتب معادلة التفاعل النووي الممنذج لتفكك السيزيوم  $^{137}$  .

ب- احسب قيمة  $\lambda$  ثابت التفكك لنواة السيزيوم .

ج- احسب  $m_0$  كتلة السيزيوم  $^{137}$  الموجودة في المنبع لحظة استلامه .

2. أ- اكتب عبارة قانون النشاط الإشعاعي  $A(t)$  للمنبع .

ب- كم تصبح قيمة نشاط المنبع بعد سنة ؟

ج- ما قيمة التغير النسبي للنشاط الإشعاعي خلال سنة واحدة ؟

3. يصبح المنبع غير صالح للإستعمال عندما يصبح لنشاطه الإشعاعي قيمة حدية تساوي عشر قيمته الابتدائية  $A(t) = \frac{A_0}{10}$  ، كم يدوم استغلال المنبع ؟

$^{53}I$	$^{54}Xe$	$^{55}Cs$	$^{56}Ba$	$^{57}La$
----------	-----------	-----------	-----------	-----------

المعطيات :

$$M(^{137}Cs) = 136,9 \text{ g/mol} , N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

### الحل المفصل :

1. أ- معادلة التفكك :  $^{137}_{55}Cs \rightarrow ^{137}_{56}Ba + ^0_{-1}e$

ب- حساب ثابت التفكك للسيوم :

لدينا :  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{30,2} = 0,023 \text{ ans}^{-1} = 7,27 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$  ومنه :

ج- حساب  $m_0$  كتلة السيزيوم 137 الابتدائية .

لدينا :  $m_0 = \frac{A_0 M}{\lambda N_A}$  ، وبالتالي :  $A_0 = \lambda N_0 = \lambda N_A \frac{m_0}{M}$

إذن :  $m_0 = \frac{3 \cdot 10^5 \cdot 136,9}{7,27 \cdot 10^{-10} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} = 9,4 \cdot 10^{-8} \text{ g}$  ، ومنه :

2. أ- يعطى قانون النشاط الإشعاعي بالعلاقة :  $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

حيث :  $A_0$  النشاط الابتدائي للعينة و  $A(t)$  نشاطها الإشعاعي في اللحظة  $t$  و  $\lambda$  ثابت النشاط الإشعاعي .

ب- تحديد النشاط الإشعاعي بعد سنة .

لدينا :  $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$  ، وبالتالي :  $A(1 \text{ ans}) = 3 \cdot 10^5 e^{-0,023 \cdot 1}$  إذن :  $A(1 \text{ ans}) = 2,93 \cdot 10^5 \text{ Bq}$

ج- حساب التغير النسبي :

لدينا :  $\frac{DA}{A_0} = 0,023 = 2,3\%$  ، ومنه :  $\frac{DA}{A_0} = \frac{|A - A_0|}{A_0} = \frac{|2,93 - 3| \cdot 10^5}{3 \cdot 10^5}$

3. تحديد مدة صلاحية المنبع .

يصبح المنبع غير صالح لما :  $A(t) = \frac{A_0}{10}$  ، وبالتالي :  $\frac{A_0}{10} = A_0 e^{-\lambda t}$  ، إذن :  $\lambda t = \ln 10$

أي :  $t = \frac{\ln 10}{\lambda} = \frac{2,30}{0,023} = 100 \text{ ans}$  ، ومنه :  $t \gg 100 \text{ ans}$

### رياضيات وتقني رياضي 2010

### التمرين الثاني عشر :

لا يوجد البلوتونيوم  $^{241}_{94}Pu$  في الطبيعة ، وللحصول على عينة من أنويته يتم قذف نواة  $^{238}_{92}U$  في مفاعل نووي بعدد  $x$  من النيوترونات . حيث يمكن تمذجة هذا التحول

النووي بتفاعل معادلته :  $^{238}_{92}U + x \cdot ^1_0n \rightarrow ^{241}_{94}Pu + y \cdot ^0_{-1}e$  . .

1. أ- بتطبيق قانوني الإنحفاظ عين قيمتي  $x$  و  $y$  .

ب- تصدر نواة البلوتونيوم  $^{241}_{94}Pu$  أثناء تفككها جسيمات  $b^-$  ونواة الأمريكيوم  $^A_Z Am$  .

اكتب معادلة التفاعل النووي للبلوتونيوم وحدد قيمتي العددين  $A$  ،  $Z$  .

ج- احسب قيمة طاقة الربط لكل نيوكليون (نوية) مقدرة بـ  $MeV$  لنواحي  $^{241}_{94}Pu$  و  $^A_Z Am$  ثم استنتج أيهما أكثر استقرارا .

2. تحتوي عينة من البلوتونيوم  $^{241}Pu$  المشع في اللحظة  $t = 0$  على  $N_0$  نواة .

بدراسة نشاط هذه العينة في أزمنة مختلفة تم الحصول على النسبة  $\frac{A(t)}{A_0}$  حيث  $A(t)$  نشاط العينة في اللحظة  $t$  و  $A_0$  نشاطها في اللحظة  $t = 0$  فحصلنا على النتائج

$t(\text{ans})$	0	3	6	9	12
$\frac{A(t)}{A_0}$	1,00	0,85	0,73	0,62	0,53

التالية :

أ- ارسم على ورقة ميليمترية البيان :  $\ln \frac{A(t)}{A_0} = f(t)$

ب- اكتب عبارة المقدار  $\ln \frac{A(t)}{A_0}$  بدلالة  $\lambda$  و  $t$  .

ج- عين بيانيا قيمة ثابت التفكك  $\lambda$  و استنتج  $t_{1/2}$  قيمة زمن نصف عمر البلوتونيوم  $^{241}Pu$  .

$$1u = 931,5 \frac{MeV}{c^2} , m(n) = 1,00866u , m({}_{Z}^A Am) = 241,00457u , m(p) = 1,00728u , m({}_{94}^{241} Pu) = 241,00514u$$

## الحل المفصل :

1. أ- تعيين قيمتي  $x$  و  $y$  .

إنحفاظ العدد الكتلي :  $238 + x = 241$  أي :  $x = 241 - 238 = 3$  .

إنحفاظ العدد الذري :  $92 = 94 - y$  أي :  $y = 94 - 92 = 2$  .

ومنه تكتب معادلة التفاعل كما يلي :  ${}_{92}^{238}U + 3{}_0^1n \rightarrow {}_{94}^{241}Pu + 2{}_0^1n$  .

ب- كتابة معادلة التحول النووي للبلوتونيوم .

لدينا :  ${}_{94}^{241}Pu \rightarrow {}_{Z}^A Am + {}_{-1}^0e$  .

إنحفاظ العدد الكتلي :  $A = 241$  ؛ إنحفاظ العدد الذري :  $94 = Z - 1$  أي :  $Z = 95$  . وبالتالي :  ${}_{94}^{241}Pu \rightarrow {}_{95}^{241}Am + {}_{-1}^0e$  .

ج- حساب قيمة طاقة الربط لكل نيكليون لنواقي  ${}_{94}^{241}Pu$  و  ${}_{95}^{241}Am$  واستنتاج أيهما أكثر استقرارا .

لدينا :  $E_1({}_{94}^{241}Pu) = Dm \cdot c^2$  حيث :  $Dm = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m({}_{94}^{241}Pu)$  .

وبالتالي :  $Dm = 94 \cdot 1,00728 + 147 \cdot 1,00866 - 241,00514 = 1,9522u$  .

ومنه :  $E_1({}_{94}^{241}Pu) = 1,9522 \cdot 931,5 = 1818,47 MeV$  .

إذن :  $\frac{E_1({}_{94}^{241}Pu)}{A} = \frac{1818,47}{241} = 7,5455 MeV / \text{nucléon}$  .

و لدينا :  $E_1({}_{95}^{241}Am) = Dm \cdot c^2$  حيث :  $Dm = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m({}_{95}^{241}Am)$  .

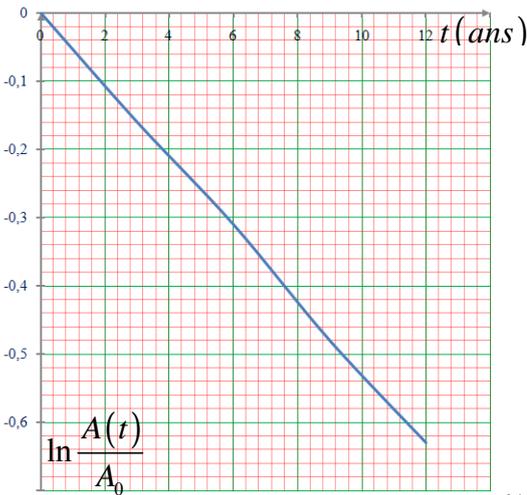
وبالتالي :  $Dm = 95 \cdot 1,00728 + 146 \cdot 1,00866 - 241,00457 = 1,95139u$  .

ومنه :  $E_1({}_{95}^{241}Am) = 1,95139 \cdot 931,5 = 1817,72 MeV$  .

إذن :  $\frac{E_1({}_{95}^{241}Am)}{A} = \frac{1817,72}{241} = 7,5424 MeV / \text{nucléon}$  .

نلاحظ أن :  $\frac{E_1({}_{95}^{241}Am)}{A} < \frac{E_1({}_{94}^{241}Pu)}{A}$  وبالتالي النواة  ${}_{94}^{241}Pu$  هي الأكثر استقرارا من النواة  ${}_{95}^{241}Am$  .

2. أ- رسم البيان :  $\ln \frac{A(t)}{A_0} = f(t)$  .



$t(ans)$	0	3	6	9	12
$\ln \frac{A(t)}{A_0}$	0	-0,16	-0,31	-0,48	-0,63

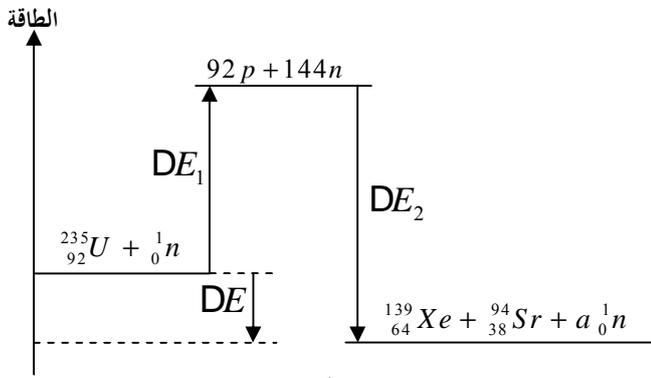
ب- كتابة عبارة المقدار  $\ln \frac{A(t)}{A_0}$  بدلالة  $t$  و  $\lambda$  .

لدينا :  $A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$  وبالتالي :  $\frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t}$  ومنه :  $\ln \frac{A(t)}{A_0} = -\lambda t$  .

ج- تعيين بيانيا قيمة ثابت التفكك  $\lambda$  واستنتاج  $t_{1/2}$  قيمة زمن نصف عمر البلوتونيوم  ${}_{94}^{241}Pu$  .

البيان عبارة عن خط مستقيم يشمل المبدأ ميله سالب معادلته من الشكل :  $\ln \frac{A(t)}{A_0} = -\lambda t$  .

حيث :  $a = \frac{-0,63 - (-0,16)}{9 - 3} = -0,052 ans^{-1}$  . وبالتالي :  $\lambda = -a = 0,052 ans^{-1}$  . إذن :  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{0,052} = 13,3 ans$  .



الشكل 1-

1. أ- عرف طاقة الربط  $E_1$  للنواة واكتب عبارتها الحرفية .

ب- أعط عبارة طاقة الربط لكل نوية .

2. أ- اكتب معادلة انشطار نواة اليورانيوم  $^{235}_{92}U$  .

ب- يعرف التفاعل السابق على أنه تفاعل تسلسلي مغذى ذاتيا . لماذا ؟

3. احسب بـ  $MeV$  كلا من :  $DE_1$  ،  $DE_2$  ،  $DE_3$  .

4. أ- احسب بالجول مقدار الطاقة المحررة عن انشطار  $1g$  من  $^{235}_{92}U$  .

ب- على أي شكل تظهر هذه الطاقة المحررة ؟

المعطيات :  $\frac{E_1}{A} (^{94}_{38}Sr) = 8,62 MeV / nucléon$  ،  $\frac{E_1}{A} (^{139}_{64}Xe) = 8,34 MeV / nucléon$  ،  $\frac{E_1}{A} (^{235}_{92}U) = 7,62 MeV / nucléon$  .

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$  ،  $1 MeV = 1,6 \cdot 10^{-13} J$

### الحل المفصل :

1. أ- تعريف طاقة الربط  $E_1$  للنواة وكتابة عبارتها الحرفية .

طاقة الربط : هي أصغر طاقة لازمة لتفكيك النواة لمكوناتها ( الطاقة تماسك النويات ) .

وتعطى عبارتها بالعلاقة  $E_1 = Dm.C^2 = (Z.m_p + (A - Z).m_n - m_x).C^2$  .

ب- عبارة طاقة الربط لكل نوية .  $E = \frac{E_1}{A} = \frac{(Z.m_p + (A - Z).m_n - m_x).C^2}{A}$  .

2. أ- كتابة معادلة انشطار نواة اليورانيوم  $^{235}_{92}U$  .

لدينا :  $^{235}_{92}U + ^1_0n \rightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{139}_{54}Xe + a^1_0n$  ، حسب قانون إنحفاظ العدد الكتلي :  $235 + 1 = 94 + 139 + a$  ومنه :  $a = 3$  .

إذن :  $^{235}_{92}U + ^1_0n \rightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{139}_{54}Xe + 3^1_0n$  .

ب- التفاعل تسلسلي لأن النيوترونات المنبعثة تستهدف بدورها أنوية يورانيوم أخرى محدثة تفاعلات إنشطارية وهكذا تتضاعف الآلية وتكون التغذية ذاتية .

3. حساب بـ  $MeV$  كلا من :  $DE_1$  ،  $DE_2$  ،  $DE_3$  .

$DE_1$  الطاقة الواجب تقديمها لنواة اليورانيوم  $^{235}$  لفصلها إلى نويات ( طاقة تماسك النواة )

وبالتالي :  $DE_1 = E_1 = \frac{E_1}{A} (^{235}_{92}U) \cdot A = 7,62 \cdot 235 = 1790,7 MeV$  .

$DE_2$  الطاقة المتحررة إثر تشكل نواتي  $^{139}_{54}Xe$  و  $^{94}_{38}Sr$  ابتداء من نكليونات معزولة وساكنة .

وبالتالي :  $DE_2 = - \sum E_1 (^{94}_{38}Sr) + E_1 (^{139}_{54}Xe) = - [8,62 \cdot 94 + 8,34 \cdot 139] = - 1969,54 MeV$  .

$DE$  الطاقة المتحررة عن انشطار نواة اليورانيوم  $^{235}$  إلى النواتين  $^{94}_{38}Sr$  و  $^{139}_{54}Xe$  إثر قذفها بترون .

وبالتالي :  $DE = DE_1 + DE_2 = 1790,70 - 1969,54 = - 178,84 MeV$  .

4. أ- حساب بالجول مقدار الطاقة المحررة عن انشطار  $1g$  من  $^{235}_{92}U$  .

عدد أنوية اليورانيوم في  $1g$  هي :  $N = \frac{m}{M} N_A = \frac{1}{235} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,56 \cdot 10^{21} noyaux$  .

إذن :  $E_{lib} = N \cdot |DE| = 2,56 \cdot 10^{21} \cdot 178,84 = 4,58 \cdot 10^{23} MeV$  .

ومنه :  $E_{lib} = 4,58 \cdot 10^{23} \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} = 7,33 \cdot 10^{10} J$  .

ب- شكل الطاقة المحررة : طاقة حركية للجسيمات وطاقة حرارية إشعاعية .

1. أ- ما هو نمط الإشعاع الموافق لهذا التحول النووي ؟

ب- أوجد كل من  $A$  و  $Z$  .

2. أ- احسب النقص الكتلي  $Dm$  لنواة  $^{226}Ra$  معبرا عنها بوحدة الكتلة الذرية  $u$  .

ب- اعط الصيغة الشهيرة لأنشطين التي تعبر عن علاقة التكافؤ كتلة - طاقة .

3. باعتبار أن قيمة طاقة الربط  $E_1$  لنواة  $^{222}Rn$  تساوي القيمة  $27,36 \cdot 10^{-11} J$  .

أ- عرف طاقة الربط  $E_1$  للنواة .

ب- احسب النقص الكتلي  $Dm$  لنواة الرادون  $^{222}Rn$  .

ج- عرف طاقة الربط لكل نوية ، ثم استنتج قيمتها بالنسبة لنواة الرادون  $^{222}Rn$  .

4. في المفاعلات النووية يستعمل اليورانيوم المخضب كوقود ، حيث تحدث له عدة تفاعلات انشطارية من بينها التحول الممذج بالمعادلة :



أ- عرف تفاعل الانشطار

ب- احسب الطاقة المحررة من جراء هذا التحول مقدرة بالـ  $MeV$  والجول ( $J$ ) .

### الحل المفصل :

1. أ- التحول الموافق يجر أنوية هليوم إذن نمط الإشعاع الموافق لهذا التحول النووي هو الإشعاع  $\alpha$  .

ب- إيجاد كل من  $A$  و  $Z$  .

حسب قانون صودي نجد : إنحفاظ العدد الكتلي :  $A = 222 + 4 = 226$  ، إنحفاظ العدد الذري :  $Z = 86 + 2 = 88$

2. أ- حساب النقص الكتلي  $Dm$  لنواة  $^{226}Ra$  .

لدينا  $Dm = Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{Rn}$  وبالتالي :  $Dm = 88 \cdot 1,007 + 138 \cdot 1,009 - 225,977 = 1,881u$

ب- الصيغة الشهيرة لأنشطين التي تعبر عن علاقة التكافؤ كتلة - طاقة .

العلاقة هي التي تُعطي طاقة الكتلة هي :  $E = Dm.C^2$  .

3. لدينا طاقة الربط  $E_1$  لنواة  $^{222}Rn$  تساوي القيمة  $27,36 \cdot 10^{-11} J$  .

أ- تعريف طاقة الربط  $E_1$  للنواة .

طاقة الربط : هي أصغر طاقة لازمة لتفكيك النواة لمكوناتها ( الطاقة اللازمة لتماسك النويات )

وتعطى عبارتها بالعلاقة  $E_1 = Dm.C^2 = (Z.m_p + (A - Z).m_n - m_X).C^2$  .

ب- حساب النقص الكتلي  $Dm$  لنواة الرادون  $^{222}Rn$  .

لدينا :  $E_1 (^{222}Rn) = Dm.C^2$  وبالتالي :  $Dm = \frac{E_1 (^{222}Rn)}{C^2} = \frac{27,36 \cdot 10^{-11}}{1,6 \cdot 10^{-13} \cdot 931,5} = 1,836u$

ج- تعرف طاقة الربط لكل نوية ، ثم استنتج قيمتها بالنسبة لنواة الرادون  $^{222}Rn$  .

طاقة الربط لكل نوية : هي أصغر طاقة لازمة لفصل نوكلين واحد من النواة .

لدينا :  $E = \frac{E_1}{A} = \frac{27,36 \cdot 10^{-11}}{222} = 1,23 \cdot 10^{-12} J = 7,69 MeV$

4. أ- تعريف تفاعل الانشطار : هو تفاعل نووي مفتعل ناتج عن انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين أخف وأكثر استقرارا إثر قذفها ببترون ؛ حيث يجر طاقة ونيوترونات

فيمكنه الإستمرار لإعطاء تفاعل متسلسل .

ب- حساب الطاقة المحررة بالـ  $MeV$  والجول ( $J$ ) .

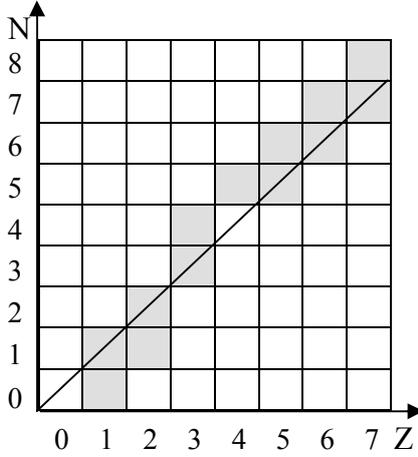
لدينا :  $E_{lib} = Dm.C^2$  ، حيث :  $Dm = (m_U + m_n) - (m_{Sr} + m_{Xe} + 3m_n) = m_U - m_{Sr} - m_{Xe} - 2m_n$

وبالتالي :  $Dm = 234,994 - 93,894 - 138,889 - 2 \times 1,009 = 0,193u$

إذن :  $E_{lib} = 0,193 \times 931,5 = 179,78 MeV$  وبالتالي :  $E_{lib} = 179,78 \times 1,6 \times 10^{-13} = 2,87 \times 10^{-11} J$

رياضيات وتقني رياضي 2011

التمرين الخامس عشر :



الشكل - 3

1. من بين الأسباب المحتملة لعدم إستقرار النواة مايلي :

- عدد كبير من النيوكلونات .
- عدد كبير من الإلكترونات بالنسبة للبروتونات .
- عدد كبير من البروتونات بالنسبة للنيوترونات .
- عدد ضئيل من النيوكلونات .

اختر العبارات المناسبة .

2. المخطط المرفق يضم الأنوية المستقرة للعناصر التي رقمها الذري محصور في المجال :

$1 \leq Z \leq 7$  . كيف تتوضع هذه الأنوية في المخطط  $(N, Z)$  (الشكل -3) ؟

3. بالنسبة للأنوية التالية :  ${}^{14}_5B$  ،  ${}^{12}_5B$  ،  ${}^8_5B$  و  ${}^{14}_6C$  ،  ${}^{11}_6C$

وكذلك  ${}^{16}_7N$  ،  ${}^{13}_7N$  ،  ${}^{12}_7N$  وباستخدام المخطط بين :

أ- مجموعة الأنوية المشعة ذات نمط التفكك  $b^-$  .

ب- مجموعة الأنوية المشعة ذات نمط التفكك  $b^+$  .

ج- ما الذي يميز كل مجموعة ؟

د- اكتب معادلة تفكك الكربون 14 .

الحل المفصل :

1. من بين الأسباب المحتملة لعدم إستقرار النواة ما يلي :

• عدد كبير من النيوكلونات .

• عدد كبير من البروتونات بالنسبة للنيوترونات .

2. تتوضع الأنوية التي رقمها الذري محصور في المجال  $1 \leq Z \leq 7$  في المخطط  $(N, Z)$  بجوار الخط البياني الذي معادلته  $N = Z$  (وادي الإستقرار) .

3. أ- مجموعة الأنوية المشعة ذات نمط التفكك  $b^-$  هي :  ${}^{12}_5B$  ،  ${}^{14}_5B$  ،  ${}^{14}_6C$  ،  ${}^{16}_7N$  .

ب- مجموعة الأنوية المشعة ذات نمط التفكك  $b^+$  هي :  ${}^8_5B$  ،  ${}^{11}_6C$  ،  ${}^{12}_7N$  ،  ${}^{13}_7N$  .

ج- تحديد مميزات كل مجموعة .

مجموعة الأنوية المشعة ذات نمط التفكك  $b^-$  تتميز بعدد بروتونات أقل من النيوترونات  $Z < N$  .

مجموعة الأنوية المشعة ذات نمط التفكك  $b^+$  تتميز بعدد بروتونات أكبر من النيوترونات  $Z > N$  .

د- معادلة تفكك الكربون 14 .

الكربون 14 مشع حسب النمط  $b^-$  إذن تكتب معادلة تفككه كمايلي :  ${}^{14}_6C \rightarrow {}^{14}_7N + {}^0_1e$

رياضيات وتقني رياضي 2011

التمرين السادس عشر :

تنشط نواة اليورانيوم 235 ، عند قذفها بـ نوترون بطيء ، وفق التفاعل ذي المعادلة :  ${}^{235}_{92}U + {}^1_0n \rightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + x {}^1_0n$

1. تستخدم النيوترونات عادة في قذف أنوية اليورانيوم . لماذا ؟

2. أكمل معادلة التفاعل النووي المبينة أعلاه .

3. فسّر الطابع التسلسلي لهذا التفاعل ، مستعينا بمخطط توضيحي .

4. أ- احسب النقص في الكتلة  $Dm$  خلال هذا التحول .

ب- احسب بالجول الطاقة  $E_{lib}$  المحررة من انشطار نواة واحدة من اليورانيوم 235 .

ج- استنتج الطاقة المحررة من انشطار  $m = 2,5g$  من اليورانيوم 235 .

د- على أي شكل تظهر هذه الطاقة ؟

5. ما هي كتلة غاز المدينة ( غاز الميثان  $CH_4$  ) اللازمة للحصول على طاقة تعادل الطاقة المتحررة من انشطار  $m = 2,5g$  من اليورانيوم 235 ؟ علما أن

احتراق  $1mol$  من غاز الميثان يحرر طاقة مقدارها  $8,0 \times 10^5 J$  .

$$m({}_0^1n) = 1,00866u \quad , \quad m({}_{54}^{140}Xe) = 139,89194u \quad , \quad m({}_{38}^{94}Sr) = 93,89446u \quad , \quad m({}_{92}^{235}U) = 234,99332u$$

$$M(CH_4) = 16g.mol^{-1} \quad , \quad N_A = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1} \quad , \quad c = 3 \cdot 10^8 m.s^{-1} \quad , \quad 1u = 1,66 \cdot 10^{-27} kg$$

## الحل المفصل :

1. تستخدم الترونات عادة في قذف أنوية اليورانيوم لأنه ليس لها شحنة ؛ فلا تتأثر بالقوة الإلكترونية الناتجة عن الشحنة .

2. كتابة معادلة التفاعل النووي .

$$x = 236 - 234 = 2 \quad \text{و بالتالي} \quad 235 + 1 = 94 + 140 + x$$

$$\text{حسب قانون الحفظ العدد الذري فإن} \quad 92 = 38 + Z \quad \text{و بالتالي} \quad Z = 92 - 38 = 54$$

$$\text{ومنه} \quad : \quad {}_{92}^{235}U + {}_0^1n \rightarrow {}_{38}^{94}Sr + {}_{54}^{140}Xe + 2{}_0^1n$$

3. تفسير الطابع التسلسلي لتفاعل الانشطار .

يؤدي إنشطار النواة الأولى إلى تحرير نيوترونات التي بدورها تستهدف أنوية يورانيوم أخرى وهكذا يتسلسل تفاعل الانشطار

4. أ- حساب النقص في الكتلة  $Dm$  .

$$\text{لدينا} \quad : \quad Dm = (m_U + m_n) - (m_{Sr} + m_{Xe} + 2m_n)$$

$$\text{و بالتالي} \quad : \quad Dm = 234,99332 - 93,89446 - 139,89194 - 1,00866 \quad \text{إذن} \quad Dm = 0,19826u$$

$$\text{ومنه} \quad : \quad Dm = 0,19826 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 3,29 \cdot 10^{-28} Kg$$

ب- حساب بالجول الطاقة  $E_{lib}$  المحررة من انشطار نواة واحدة من اليورانيوم 235 .

$$\text{لدينا} \quad : \quad E_{lib} = Dm \cdot c^2 \quad \text{و بالتالي} \quad : \quad E_{lib} = 3,29 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2,96 \cdot 10^{-11} J$$

ج- الطاقة المحررة من انشطار  $m = 2,5g$  من اليورانيوم 235 .

$$\text{لدينا} \quad : \quad E_{lib}' = N \cdot E_{lib} \quad \text{حيث} \quad N \quad \text{عدد أنوية اليورانيوم 235}$$

$$\text{و بالتالي} \quad : \quad N = \frac{m}{M} \cdot N_A \quad \text{إذن} \quad N = \frac{2,5}{235} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 6,4 \cdot 10^{21} \text{noyaux}$$

$$\text{ومنه} \quad : \quad E_{lib}' = 6,4 \cdot 10^{21} \cdot 2,96 \cdot 10^{-11} = 1,9 \cdot 10^{11} J$$

د- أشكال الطاقة المتحررة عن تحول نووي .

تظهر الطاقة المتحررة عن تحول نووي على شكل طاقة حرارية أو طاقة حركية لمختلف الجسيمات الناتجة .

5. تحديد كتلة غاز الميثان اللازمة للحصول على طاقة تعادل الطاقة المتحررة من انشطار  $m = 2,5g$  من اليورانيوم 235 ؟

$$\text{عدد مولات غاز الميثان اللازمة للحصول على هذه الطاقة هو} \quad : \quad n = \frac{E_{lib}'}{8 \cdot 10^5} = \frac{1,9 \cdot 10^{11}}{8 \cdot 10^5} = 2,375 \cdot 10^5 mol$$

$$\text{و بالتالي كتلة غاز الميثان اللازمة هي} \quad : \quad m = n \cdot M = 2,375 \cdot 10^5 \cdot 16 = 3,8 \cdot 10^6 g = 3,8 Tonnes$$