

مواضيع الامتحان الوطني حول التحولات النووية

موضوع الدورة العادية 2009 مسلك العلوم الفيزيائية

تحتوي المياه الطبيعية على الكلور 36 الإشعاعي النشاط والذي يتجدد باستمرار في المياه السطحية بحيث يبقى تركيزه ثابتا، عكس المياه الجوفية الساكنة التي يتناقص فيها تدريجيا مع الزمن، يهدف هذا التمرين إلى تأريخ فرشاة مائية ساكنة بواسطة الكلور 36.

النواة أو الدقيقة	الكلور 36	النوترون	البروتون	عمر النصف للكلور 36: $t_{1/2} = 3,01.10^5 \text{ ans}$ $1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$
الرمز	$^{36}_{17}\text{Cl}$	^1_0n	^1_1p	
الكتلة (u)	35,9590	1,0087	1,0073	

1- تفتت نويدة الكلور 36:

ينتج عن تفتت نويدة الكلور $^{36}_{17}\text{Cl}$ نويدة الأرجون $^{36}_{18}\text{Ar}$.

1.1- أعط تركيب نويدة الكلور $^{36}_{17}\text{Cl}$.

0,25

1.2- احسب ب MeV طاقة الربط لنواة الكلور 36.

0,5

1.3- اكتب معادلة هذا التفتت وحدد نوع نشاطه الإشعاعي.

0,5

2- تأريخ فرشاة مائية ساكنة:

أعطى قياس النشاط الإشعاعي، عند لحظة t ، لعينة من المياه السطحية القيمة

$a_1 = 11,7.10^{-6} \text{ Bq}$ و لعينة أخرى لها نفس الحجم من المياه الجوفية الساكنة القيمة

$a_2 = 1,19.10^{-6} \text{ Bq}$.

نفترض أن الكلور 36 هو المسؤول الوحيد عن النشاط الإشعاعي في المياه؛ وأن

نشاطه في المياه السطحية يساوي نشاطه في المياه الجوفية الساكنة لحظة تكون الفرشة

المائية الجوفية والتي نأخذها أصلا للتأريخ.

حدد بالسنة عمر الفرشة المائية الجوفية المدروسة.

0,75

أجوبة: 1- 1-1 تركيب نويدة الكلور $^{36}_{17}\text{Cl}$ 17 بروتونا + 19 نوترونا = 36 نويدة .

1-2 طاقة الربط:

بالنسبة لنويدة الكلور $^{36}_{17}\text{Cl}$:

$$E_f = \Delta m \cdot c^2 = [Z m_p + (A - Z) m_n - m(^A_Z X)] c^2$$

$$E_f = [17 \cdot (1,0073u) + 19 \cdot (1,0087u) - 35,9590u] u \cdot c^2$$

$$= [(0,3304) \cdot 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}] c^2 \approx 307,8 \text{ MeV}$$

$$a_2 = a_0 e^{-\lambda t} \quad \text{و} \quad a_0 = a_1 = 11,7.10^{-6} \text{ Bq}$$

$$(2) \quad \text{نستنتج أن:}$$

$$t = \frac{t_{1/2} \cdot \ln \frac{a_1}{a_2}}{\ln 2} = \frac{3,01.10^5 \cdot \ln \frac{11,7.10^{-6}}{1,19.10^{-6}}}{\ln 2} \approx 9,92.10^5 \text{ ans} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{a_2}{a_1} = e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t} \quad \Leftrightarrow \quad a_2 = a_1 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t}$$

موضوع الدورة العادية 2009 مسلك الحياة والأرض

أصبح الطب النووي من بين أهم الاختصاصات في عصرنا الحالي؛ فهو يستعمل في تشخيص الأمراض وفي العلاج. ومن بين التقنيات المعتمدة، العلاج بالإشعاع النووي (Radiothérapie)، حيث يستعمل الإشعاع النووي في تدمير الأورام ومعالجة الحالات السرطانية بقذف الورم أو النسيج المصاب بالإشعاع β^- المنبعث من الكوبالت ^{60}Co .

معطيات:

مقتطف من الجدول الدوري للعناصر الكيميائية:	كتلة النواة ^{60}Co : $m(^{60}_{27}\text{Co}) = 59,8523\text{u}$
$^{25}\text{Mn} - ^{26}\text{Fe} - ^{27}\text{Co} - ^{28}\text{Ni} - ^{29}\text{Cu}$	كتلة النواة ^A_ZX : $m(^A_Z\text{X}) = 59,8493\text{u}$
$1\text{u} = 931,5\text{MeV}\cdot\text{c}^{-2}$	كتلة الإلكترون: $m(e^-) = 0,00055\text{u}$

1. تفتت نويدة الكوبالت

نويدة الكوبالت ^{60}Co إشعاعية النشاط β^- .

1.1. أكتب معادلة تفتت نويدة الكوبالت ^{60}Co ، محددا النويدة ^A_ZX المتولدة.

2.1. أحسب، بالوحدة MeV، قيمة E طاقة التحول النووي.

2. تطبيق قانون التناقص الإشعاعي

توصل مركز استشفائي بعينة من الكوبالت ^{60}Co ، عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ، وانطلقت عملية تتبع تطورها، من خلال قياس نشاطها الإشعاعي $a(t)$ عند لحظات مختلفة.

يمثل منحنى الشكل جانبه تطور $a(t)$ بدلالة الزمن.

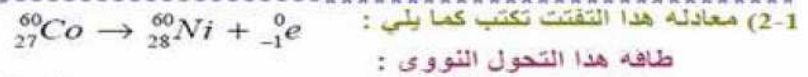
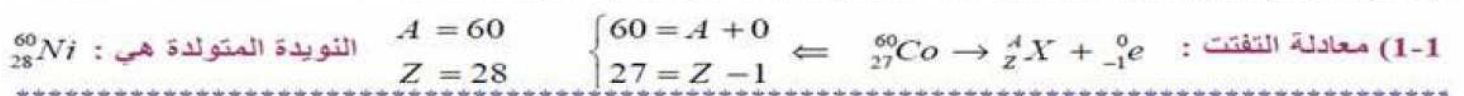
1.2. عين اعتمادا على المنحنى عمر النصف $t_{1/2}$

للكوبالت ^{60}Co بالوحدة an.

2.2. نقبل أن العينة المتوصل بها تصير غير فعالة في

العلاج، عندما يصبح نشاطها $a = 0,25a_0$ ، حيث a_0 النشاط البدئي للعينة.

في أي تاريخ يلزم تزويد المركز الاستشفائي بعينة جديدة من الكوبالت ^{60}Co .



$$E = \Delta m \cdot c^2 = [m(\text{Ni}) + m(e) - m(\text{Co})] \cdot c^2$$

$$= [59,8493 + 0,00055 - 59,8523] \text{u} \cdot c^2$$

$$= -2,45 \cdot 10^{-3} \text{u} \cdot c^2 = -2,45 \cdot 10^{-3} \cdot 931,5 \text{MeV} \cdot c^{-2} \cdot c^2 = -2,28 \text{MeV}$$

(1-2) مبيانيا: $a_0 = 4 \cdot 10^7 \text{Bq}$ ، $t_{1/2}$ ، $a = \frac{a_0}{2}$ توافق $t_{1/2} = 5,5 \text{an}$

(2-2) $a = 0,25a_0 = 0,25 \cdot 4 \cdot 10^7 = 10^7 \text{Bq}$ $a = a_0 e^{-\lambda t} = a_0 e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t}$

$t = \frac{t_{1/2} \ln \frac{a_0}{a}}{\ln 2} = \frac{5,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 10^7}{10^7}}{\ln 2} = \frac{5,5 \cdot \ln 4}{\ln 2} = 11 \text{an}$ $\Leftrightarrow \ln \frac{a}{a_0} = -\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t \Leftrightarrow \frac{a}{a_0} = e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t}$

موضوع الدورة الاستدراكية 2010 مسلك الحياة والأرض

النشاط الإشعاعي والتاريخ الجيولوجي

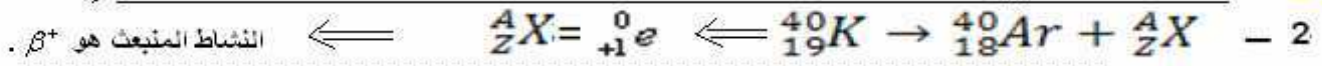
عند فوران بركان تكونت صخور بركانية يحتوي البعض منها على البوتاسيوم $^{40}_{19}\text{K}$ المشع الذي ينتج عن تفتته الأرجون $^{40}_{18}\text{Ar}$.

1. أعط تركيب نويدة البوتاسيوم $^{40}_{19}\text{K}$.
2. اكتب معادلة تفتت نويدة البوتاسيوم $^{40}_{19}\text{K}$ محددا نوع الإشعاع المنبعث.
3. حدد قيمة λ ثابتة النشاط الإشعاعي للبوتاسيوم $^{40}_{19}\text{K}$ ، علما أن عمر النصف للبوتاسيوم 40 هو

$$t_{1/2} = 1,3 \cdot 10^9 \text{ ans}$$

4. تحتوي عينة من الصخور البركانية المتكونة عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ $t = 0$ على N_0 نويدة من البوتاسيوم $^{40}_{19}\text{K}$ ولا تحتوي على الأرجون $^{40}_{18}\text{Ar}$.
بيّن تحليل نفس العينة من هذه الصخور عند لحظة t أنها تحتوي على $N_K = 4,49 \cdot 10^{19}$ نويدة من البوتاسيوم $^{40}_{19}\text{K}$ وعلى $N_{Ar} = 1,29 \cdot 10^{17}$ نويدة من الأرجون $^{40}_{18}\text{Ar}$ ، حيث $N_0 = N_K + N_{Ar}$. حدد قيمة t عمر الصخور البركانية للعينة.

أجوبة: 1- النويدة $^{40}_{19}\text{K}$ تحتوي على 40 نوية، منها 19 بروتونا و 21 نوترونا.



$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{1,3 \cdot 10^9 \text{ ans}} \approx 5,33 \cdot 10^{-10} \text{ ans}^{-1}$$

$$N_K = N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{مع} \quad N_0 = N_K + N_{Ar} = 450,29 \cdot 10^{17}$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \left(\frac{N_0}{N_K} \right) = \frac{1}{5,33 \cdot 10^{-10}} \cdot \ln \left(\frac{450,29 \cdot 10^{17}}{449 \cdot 10^{17}} \right) = 5,38 \cdot 10^6 \text{ ans}$$

موضوع الدورة العادية 2010 مسلك العلوم الرياضية تأريخ الترسبات البحرية.

يستعمل الثوريوم $^{230}_{90}\text{Th}$ لتأريخ المرجان و الترسبات البحرية لأن تركيز الثوريوم على سطح الترسيب الموجود في تماس مع ماء البحر يبقى ثابتا و يتناقص حسب العمق داخل الترسيب .

1- يعطي الأورانيوم $^{238}_{92}\text{U}$ المذاب في ماء البحر ذرات الثوريوم $^{230}_{90}\text{Th}$ مع انبعاث α و β^- دقائق .
1.1- اكتب معادلة هذا التحول النووي محددا قيمة كل من x و y .

0,5

1.2- نرسم ثابتة النشاط الإشعاعي للثوريوم $^{230}_{90}\text{Th}$ بـ λ و ثابتة النشاط الإشعاعي للأورانيوم $^{238}_{92}\text{U}$ بـ λ' .

0,25

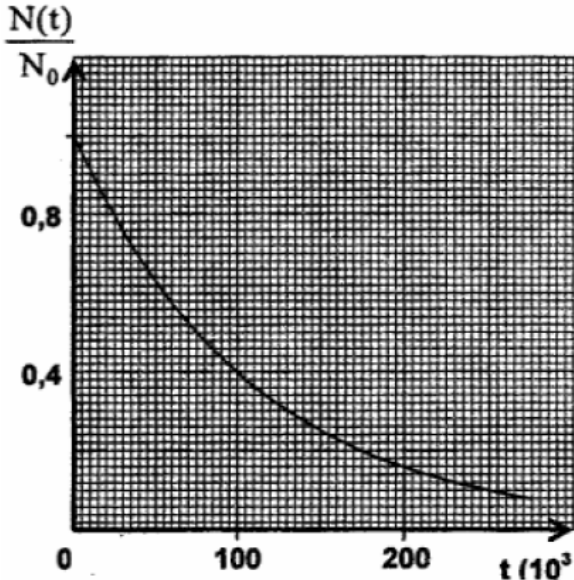
بيّن أن النسبة $\frac{N(^{230}\text{Th})}{N(^{238}\text{U})}$ تكون ثابتة عندما يصبح لعينة الأورانيوم 238 و عينة الثوريوم 230 نفس النشاط الإشعاعي ، حيث $N(^{230}\text{Th})$ عدد نوى الثوريوم 230 عند لحظة t و $N(^{238}\text{U})$ عدد نوى الأورانيوم عند نفس اللحظة t .

2- تتولد عن تفتت نواة الثوريوم $^{230}_{90}\text{Th}$ نواة الراديوم $^{226}_{88}\text{Ra}$.

اكتب معادلة هذا التفاعل النووي محددا طبيعة الإشعاع المنبعث .

3- نسمي $N(t)$ عدد نوى الثوريوم 230 الموجود في عينة من المرجان عند لحظة t و نسمي N_0 عدد هذه

النوى عند $t = 0$.



يمثل المبيان جانبه تطور النسبة $\frac{N(t)}{N_0}$ بدلالة الزمن t .

اعتمادا على المبيان ، تحقق أن عمر النصف

للثوريوم ^{230}Th هو $t_{1/2} = 7,5 \cdot 10^4 \text{ ans}$.

4- يُستعمل المبيان جانبه لتأريخ عينة من ترسيب بحري.

أُخذت ، من قعر المحيط ، عينة لها شكل أسطوانة ارتفاعها h .

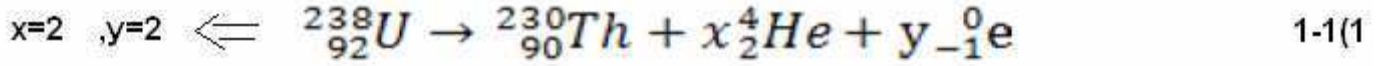
بيّن تحليل جزء ، كتلته m ، أخذ من القاعدة العليا لهذه

العينة أنه يحتوي على كتلة $m_s = 20 \mu\text{g}$ من الثوريوم 230

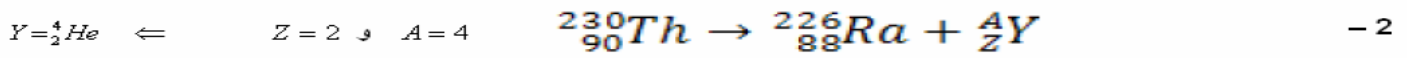
وبيّن تحليل جزء له نفس الكتلة m ، أخذ من القاعدة السفلى

للعينة ذاتها، أنه يحتوي فقط على كتلة $m_p = 1,2 \mu\text{g}$

من الثوريوم 230 .
 نأخذ أصل التواريخ $t=0$ حيث تكون كتلة الثوريوم 230 هي $m_0 = m_s$.
 أوجد ، بالسنة ، عمر الجزء المأخوذ من القاعدة السفلى للعينة .



$$\frac{N(Th)}{N(U)} = \frac{\lambda'}{\lambda} = C^{te} \Leftrightarrow \lambda N_{(Th)} = \lambda' N_{(U)} \Leftrightarrow \begin{cases} a_{(230Th)} = \lambda \cdot N_{(230Th)} \\ a_{(238U)} = \lambda' \cdot N_{(238U)} \end{cases} \quad \begin{array}{l} 1-2 \\ \text{عندما يكون} \\ \text{للعينتين نفس النشاط :} \end{array}$$



3 - ميانيا نجد $t_{1/2} = 75.10^3 \text{ ans}$

$$m_p = m_s e^{-\lambda t} \quad -4 \text{ من خلال العلاقة:}$$

$$t = \frac{t_{1/2} \cdot \ln\left(\frac{m_s}{m_p}\right)}{\ln 2} = \frac{75000 \cdot \ln\left(\frac{20}{1,2}\right)}{\ln 2} \approx 3.10^5 \text{ ans}$$

موضوع الدورة العادية 2008 مسلك العلوم الرياضية

فيزياء 1 (2,25 نقطة) : التاريخ بطريقة الأورانيوم - الثوريوم .

ينتج الثوريوم المتواجد في الصخور البحرية عن التفتت التلقائي للأورانيوم 234 خلال الزمن و لذلك يوجد الثوريوم و الأورانيوم بنسب مختلفة في جميع الصخور البحرية حسب تاريخ تكونها.
 تتوفر على عينة من صخرة بحرية كانت تحتوي عند لحظة تكونها التي نعتبرها أصلاً للتواريخ ($t=0$) ، على عدد N_0 من نوى الأورانيوم ${}^{234}_{92}U$ ، و نعتبر أنها لم تكن تحتوي آنذاك على نوى الثوريوم ${}^{230}_{90}Th$ عند أصل التواريخ.

أظهرت دراسة هذه العينة عند لحظة t أن نسبة عدد نوى الثوريوم على عدد نوى الأورانيوم هو:

$$r = \frac{N({}^{230}_{90}Th)}{N({}^{234}_{92}U)} = 0,40$$

معطيات :- كتلة نواة الأورانيوم : $m({}^{234}_{92}U) = 234,0409 \text{ u}$

زمن عمر النصف لعنصر الأورانيوم 234 : $t_{1/2} = 2,455.10^5 \text{ ans}$

كتلة البروتون : $m_p = 1,00728 \text{ u}$

كتلة النيوترون : $m_n = 1,00866 \text{ u}$

وحدة الكتلة الذرية : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$

1- دراسة نواة الأورانيوم ${}^{234}_{92}U$

1-1. أعط تركيب نواة الأورانيوم 234 .

1-2. احسب بـ MeV طاقة الربط E_r للنواة ${}^{234}_{92}U$.

1-3. نويدة الأورانيوم ${}^{234}_{92}U$ إشعاعية النشاط ، تتحول تلقائياً إلى نويدة الثوريوم ${}^{230}_{90}Th$.

بتطبيق قانوني الانحفاظ ، اكتب معادلة تفتت النويدة ${}^{234}_{92}U$.

2- دراسة التناقص الإشعاعي

2-1. أعط تعبير عدد نوى الثوريوم $N({}^{230}_{90}Th)$ عند اللحظة t بدلالة N_0 و زمن عمر النصف $t_{1/2}$ لعنصر الأورانيوم 234 .

2-2. أوجد تعبير اللحظة t بدلالة r و $t_{1/2}$. احسب t .

(1-1) تركيب نواة الأورانيوم ${}^{234}_{92}U$ هو كما يلي : 234 نويدة منها 92 بروتونا و 142 نوترونا.

(2-1) طاقة الربط :

$$E_r = \Delta m \cdot c^2 = (Zm_p + (A-Z)m_n - m({}^{234}_{92}U)) \times c^2 = (92 \times 1,00728 + 142 \times 1,00866 - 234,0409) \text{ u} \times c^2 = 1,85858 \text{ u} \times c^2 = 1,85858 \times 931,5 \text{ MeV} / c^2 \times c^2 = 1731 \text{ MeV}$$

$$\begin{cases} A=4 \\ Z=2 \end{cases} \Leftarrow \begin{cases} 234 = 230 + A \\ 92 = 90 + Z \end{cases} \text{ مع : } {}_{92}^{234}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{230}\text{Th} + {}_2^4\text{X} \quad (3-1)$$

${}_{92}^{234}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{230}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$ إذن :

(2) دراسة التناقص الإشعاعي:

(1-2) عدد نوى الأورانيوم المتبقية في العينة عند لحظة t هو: $N = N_0 e^{-\lambda t}$ مع : $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ $\Leftarrow N = N_0 e^{\frac{-\ln 2}{t_{1/2}} t}$

ظهور الثور يوم متعلق بتفتت الأورانيوم وبالتالي فإن عدد نوى الثوريوم في لحظة t يساوي عدد نوى الأورانيوم التي تفتتت في هذه اللحظة : أي: $N' = N_0 - N = N_0 - N_0 e^{\frac{-\ln 2}{t_{1/2}} t} = N_0 (1 - e^{\frac{-\ln 2}{t_{1/2}} t})$

$$N' = N_0 (1 - e^{\frac{-\ln 2}{t_{1/2}} t})$$

عدد نوى t :
الثوريوم في لحظة

(2-2) لدينا: $\ln(r+1) = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} t \Leftarrow r+1 = e^{\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t} \Leftarrow r = \frac{N({}_{90}^{230}\text{Th})}{N({}_{92}^{234}\text{U})} = \frac{N'}{N} = \frac{1 - e^{\frac{-\ln 2}{t_{1/2}} t}}{e^{\frac{-\ln 2}{t_{1/2}} t}} = e^{\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t} - 1$

$$t = \frac{\ln(r+1)}{\ln 2} \times t_{1/2} = \frac{\ln 1,4}{\ln 2} \times 2,455 \times 10^5 \approx 1,2 \times 10^5 \text{ ans}$$

ت.ع:

$$t = \frac{\ln(r+1)}{\ln 2} \times t_{1/2}$$

موضوع الدورة العادية 2008 مسلك علوم الحياة والأرض التاريخ بالنشاط الإشعاعي
يستعمل الجيولوجيون وعلماء الآثار تقنيات مختلفة لتحديد أعمار الحفريات والصخور، من بينها تقنية تعتمد النشاط الإشعاعي. يُستعمل الكربون 14 المشع لتحديد أعمار الحفريات إذ تبقى نسبة الكربون 14 ثابتة عند الكائنات الحية ولكن بعد وفاتها تتناقص هذه النسبة نتيجة تفتته وعدم تعويضه.
معطيات:

$m({}_{6}^{14}\text{C}) = 14,0111\text{u}$: كتلة النواة $({}_{6}^{14}\text{C})$ $m(e^-) = 0,00055\text{u}$: كتلة الإلكترون $m({}_2^4\text{X}) = 14,0076\text{u}$: كتلة النواة $({}_2^4\text{X})$	${}_8\text{O} - {}_7\text{N} - {}_5\text{B} - {}_4\text{Be}$ عمر النصف للكربون 14 : $t_{1/2} = 5600 \text{ ans}$ $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$ ؛ $1 \text{ an} = 365 \text{ jours}$
---	--

1. تفتت نواة الكربون ${}_{6}^{14}\text{C}$

يتميز الكربون 14 بنشاط إشعاعي من نوع β^- .

1.1. أكتب معادلة تفتت نواة الكربون ${}_{6}^{14}\text{C}$ محددًا النواة المتولدة ${}_Z^AX$.

2.1. أحسب بالوحدة MeV قيمة ΔE طاقة التفاعل النووي.

2. التاريخ بالكربون 14

أخذت عينة من خشب حطام سفينة تم العثور عليها بالقرب من أحد السواحل. أعطى قياس النشاط الإشعاعي لهذه العينة عند لحظة t القيمة $a = 21,8 \text{ Bq}$. وأعطى نفس القياس على قطعة خشب حديثة من نفس النوع، لها نفس الكتلة، كالعينة القديمة القيمة $a_0 = 28,7 \text{ Bq}$.

1.2. تحقق أن قيمة λ ثابتة النشاط الإشعاعي للكربون 14 هي $\lambda = 3,39 \cdot 10^{-7} \text{ jours}^{-1}$.

2.2. حدد بالوحدة (jours) عمر خشب السفينة.

3.2. علما أن القياسات تمت سنة 2000 م ، في أي سنة غرقت السفينة؟

(1-1) معادلة التفتت: ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_7^{14}\text{N} \Leftarrow Z=7 \text{ و } A=14 \Leftarrow {}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_Z^AX$

(2-1) $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = [m(N) + m(e) - m(C)]c^2 = [14,0076 + 0,00055 - 14,0111]c^2 = -0,00295\text{u} \cdot c^2$
 $= -0,00295 \times 931,5(\text{MeV} / c^2) \times c^2 = -2,7479\text{MeV} \approx -2,75\text{MeV}$

(1-2) (2) $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5600 \times 365 \text{ Jours}} = 3,39 \times 10^{-7} \text{ Jours}^{-1}$

(1-2) (2) $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5600 \times 365 \text{ Jours}} = 3,39 \times 10^{-7} \text{ Jours}^{-1}$

$$t = \frac{-\ln \frac{a}{a_0}}{\lambda} = \frac{\ln \frac{a_0}{a}}{\lambda} = \frac{\ln \frac{28,7}{21,8}}{3,39 \times 10^{-6}} = 811171,5427 \text{ Jours} \approx 2222 \text{ ans} + 141,5 \text{ jours}$$

(3-2) غرقت السفينة حوالي 222 سنة قبل الميلاد .

موضوع الدورة العادية 2008 مسلك علوم فيزيائية تطبيقات في مجال الطب

يعتبر الطب أحد المجالات الرئيسية التي عرفت تطبيقات عدة للأنشطة الإشعاعية؛ ويستعمل في هذا المجال عدد من العناصر المشعة لتشخيص الأمراض ومعالجتها. ومن بين هذه العناصر الصوديوم $^{24}_{11}\text{Na}$ الذي يمكن من تتبع مجرى الدم في الجسم.

1- نويدة الصوديوم $^{24}_{11}\text{Na}$ إشعاعية النشاط وينتج عن تفتتها نويدة المغنزيوم $^{24}_{12}\text{Mg}$.

1.1- اكتب معادلة تفتت نويدة الصوديوم، وحدد طبيعة هذا الإشعاع. (0,5 ن)

1.2- احسب ثابتة النشاط الإشعاعي λ لهذه النويدة علما أن عمر النصف للصوديوم 24 هو

$$t_{1/2} = 15 \text{ h} . \quad (0,25 \text{ ن})$$

2- فقد شخص ، إثر حادثة سير، حجما من الدم. لتحديد حجم الدم المفقود تُحقن الشخص المصاب عند اللحظة $t_0 = 0$ بحجم $V_0 = 5,00 \text{ mL}$ من محلول الصوديوم 24 تركيزه $C_0 = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

2.1- حدد كمية مادة الصوديوم $^{24}_{11}\text{Na}$ التي تبقى في دم الشخص المصاب عند اللحظة

2.2- احسب نشاط هذه العينة عند هذه اللحظة t_1 .

(ثابتة أفوكادرو $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$) (0,25 ن)

2.3- عند اللحظة $t_1 = 3 \text{ h}$ ؛ أعطى تحليل الحجم $V_2 = 2,00 \text{ mL}$ من الدم المأخوذ من جسم الشخص المصاب كمية المادة $n_2 = 2,1 \cdot 10^{-9} \text{ mol}$ من الصوديوم 24 .

استنتج الحجم V_p للدم المفقود باعتبار أن جسم الإنسان يحتوي على 5,00 L من الدم وأن الصوديوم موزع فيه بكيفية منتظمة. (0,5 ن)

$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 1,28 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$	1.2
$n_1 = 4,35 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$ ؛ $n_0 = C_0 \cdot V_0 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$	2.1
$a(t) = \lambda \cdot N(t) = 3,35 \cdot 10^{14} \text{ Bq}$	2.2

موضوع الدورة الاستدراكية 2009 مسلك العلوم الرياضية

يرتكز إنتاج الطاقة في المفاعلات النووية على الانشطار النووي للأورانيوم-235 ، إلا أنه خلال تفاعلات الانشطار تتولد بعض النوى الإشعاعية النشاط التي قد تضر بالبيئة . تجرى حاليا أبحاث حول كيفية تطوير إنتاج الطاقة النووية باعتماد الاندماج النووي لنظائر عنصر الهيدروجين .

المعطيات :	النويدة	^{235}U	^{238}U	^{146}Ce	^{85}Se
كتلتها بالوحدة u	234,9934	238,0003	145,8782	84,9033	

الدقيقة	بروتون	نوترون
كتلتها بالوحدة u	1,00728	1,00866

ثابتة أفوكادرو : $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 الكتلة المولية للأورانيوم 235 : $M(^{235}\text{U}) = 235 \text{ g.mol}^{-1}$

$$1u = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$$

1 يؤدي تفاعل الانشطار النووي الذي يحدث في قلب مفاعل نووي ، إثر تصادم نواة الأورانيوم ^{235}U بنوترون إلى تكوين نواة السيريوم ^{146}Ce و نواة السيلينيوم ^{85}Se و عدد من النوترونات و ذلك وفق المعادلة التالية :

$$^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \longrightarrow {}^{146}_{58}\text{Ce} + {}^{85}_{Z}\text{Se} + x {}^1_0\text{n}$$

1.1 - حدد العددين x و Z .

1.2 - احسب بالـ MeV الطاقة E الناتجة عن الانشطار النووي لنواة واحدة من الأورانيوم ^{235}U .
 استنتج الطاقة E_1 الناتجة عن انشطار 1g من ^{235}U .

1.3 - تتحول تلقائيا نواة السيريوم ^{146}Ce إلى نواة برازيليوم $^{146}_{59}\text{Pr}$ مع انبعاث دقيقة β^- .
 احسب المدة الزمنية اللازمة لتحول 99% من عينة نوى السيريوم ^{146}Ce ، علماً أن ثابتة النشاط الإشعاعي لنويذة السيريوم هي : $\lambda = 5,13.10^{-2} \text{ min}^{-1}$.

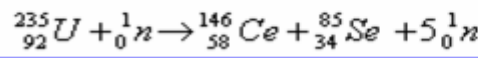
2- ينتج عن اندماج نواة الدوتريوم ^2_1H و نواة التريتيوم ^3_1H تكون نواة الهيليوم ^4_2He و نوترون واحد حسب المعادلة :

$$^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \longrightarrow ^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$$

الطاقة المحررة خلال اندماج 1g من ^2_1H هي : $E_2 = -5,13.10^{24} \text{ MeV}$.

أعط مبررين لاعتماد الاندماج النووي عوض الانشطار النووي في إنتاج الطاقة .

$$\begin{cases} x = 5 \\ y = 34 \end{cases} \Leftarrow \begin{cases} 235 + 1 = 146 + 85 + x \\ 92 = 58 + Z \end{cases} \Leftarrow \begin{matrix} ^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \longrightarrow ^{146}_{58}\text{Ce} + ^{85}_{34}\text{Se} + x {}^1_0\text{n} \end{matrix} \quad 1-1$$



1-2

$$E = [5m(n) + m(\text{Se}) + m(\text{Ce}) - m(n) - m(^{235}\text{U})] \times c^2 = -1,777u.c^2 = -1,777 \times 931,5 \text{ MeV} / c^2 \times c^2 \approx 165 \text{ MeV}$$

$$E_1 = \frac{m}{M} . N_A \times E = \frac{1g}{235g.mol^{-1}} . 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 165 \text{ MeV} \approx 4,23.10^{23} \text{ MeV}$$

1-3 عدد نويدات العينة المشعة المتبقية في لحظة t : $N(t) = N_0 e^{-\lambda.t}$

اللحظة التي يتفتت فيها 99% من العينة البدنية يتبقى فيها 1% فقط من العينة البدنية . أي : $\frac{N_0}{100}$.

$$t = \frac{\ln 100}{\lambda} = \frac{\ln 100}{5,13.10^{-2} \text{ min}^{-1}} \approx 90 \text{ mn} \quad \Leftarrow \quad -\ln 100 = -\lambda.t \quad \Leftarrow \quad \ln \frac{1}{100} = \ln e^{-\lambda.t} \quad \Leftarrow \quad \frac{1}{100} = e^{-\lambda.t} \quad \Leftarrow \quad \frac{N_0}{100} = N_0 e^{-\lambda.t}$$

2 - نلاحظ أن : $\frac{E_2}{E} = \frac{5,13.10^{24}}{4,23.10^{23}} \approx 12$ $\Leftarrow E_2 = 12E$ الطاقة المحررة والناتجة عن اندماج 1g أكبر اثنا عشر مرة من تلك الناتجة عن انشطار 1g.

إن يعتمد الاندماج النووي عوض الانشطار النووي لأنه يحرر طاقة أكبر ولأنه أقل كلفة .

موضوع الدورة العادية 2010 مسلك العلوم الفيزيائية

يعتبر الرادون $^{222}_{86}\text{Rn}$ من الغازات الخاملة والمشعة طبيعياً و ينتج عن التفتت الإشعاعي الطبيعي لمادة الأورانيوم $^{238}_{92}\text{U}$ الموجودة في الصخور والتربة.

يمثل استنشاق الرادون 222، في كثير من بلدان العالم، ثاني أهم أسباب الإصابة بسرطان الرئة بعد التدخين. للحد من المخاطر الناجمة عن تعرض الأفراد لمادة الرادون توصي منظمة الصحة العالمية باعتماد 100 Bq/m^3 كمستوى مرجعي وعدم تجاوز 300 Bq/m^3 كحد أقصى. عن الموقع الإلكتروني لمنظمة الصحة العالمية (بتصرف)

المعطيات: كتلة نواة الرادون 222u : $221,9703\text{u}$ ؛ كتلة البروتون: $1,0073\text{u}$ ؛ كتلة النوترون: $1,0087\text{u}$ ؛

$1\text{jour} = 86400\text{s}$ ، $t_{1/2} = 3,9\text{jours}$: 222u ؛ عمر النصف لنوية الرادون $1\text{u} = 931,5\text{MeV}\cdot\text{c}^{-2}$

ثابتة أفوكادرو: $N_A = 6,02\cdot 10^{23}\text{mol}^{-1}$ ؛ الكتلة المولية للرادون: $M(\text{Rn}) = 222\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

1 - تفتت نوية الأورانيوم $^{238}_{92}\text{U}$

ينتج عن تفتت نوية الأورانيوم $^{238}_{92}\text{U}$ نوية $^{222}_{86}\text{Rn}$ ودقائق α و β^- .

1.1 - أعط تركيب نوية $^{222}_{86}\text{Rn}$. (0,25 ن)

1.2 - احسب ب (MeV) طاقة الربط للنواة $^{222}_{86}\text{Rn}$. (0,5 ن)

1.3 - حدد عدد التفتتات من نوع α وعدد التفتتات من نوع β^- الناتجة عن هذا التحول. (0,25 ن)

2 - التحقق من جودة الهواء داخل مسكن:

عند لحظة t_0 نعتبرها أصلا للتواريخ، أعطى قياس نشاط الرادون 222 في كل متر مكعب من الهواء المتواجد في

مسكن القيمة : $a_0 = 5\cdot 10^3\text{Bq}$.

2.1 - حدد، عند t_0 ، كتلة الرادون المتواجد في كل متر مكعب من هذا المسكن. (0,5 ن)

2.2 - احسب عدد الأيام اللازمة لكي تصبح قيمة النشاط الإشعاعي داخل المسكن تساوي الحد الأقصى المسموح به من

طرف منظمة الصحة العالمية. (0,5 ن)

réponses

1-1 - تتكون نوية $^{222}_{86}\text{Rn}$ من 222 نوية ، منها 86 بروتونا و 136 نوترونا.

$$E = \Delta mc^2 = [86m_p + 136m_n - m(^{222}_{86}\text{Rn})] \cdot c^2 \quad -1.2$$

$$E = (86\cdot 1,0073 + 136\cdot 1,0087 - 221,9703)\text{uc}^2 = 1,8407\text{uc}^2 = 1714,61\text{MeV}$$

$$\begin{cases} x=4 \\ y=2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 238=222+4x \\ 92=86+8-y \end{cases} \Leftrightarrow ^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn} + x^4_2\text{He} + y^0_{-1}\text{e} \quad -1.3$$

$$m_0 = \frac{a_0 M_{(\text{Rn})}}{N_A \cdot \ln 2} = \frac{5\cdot 10^3 \cdot 222 \cdot 3,9 \cdot 86400}{6,02\cdot 10^{23} \cdot \ln 2} = 8,97\cdot 10^{-13}\text{g} \Leftrightarrow a_0 = \lambda N_0 = \frac{N_0 \cdot \ln 2}{t_{1/2}} = \frac{m_0 N_A \cdot \ln 2}{M_{(\text{Rn})} \cdot t_{1/2}} \quad -2.1$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{a(t)}{a_0}\right)}{-\lambda} = -t_{1/2} \cdot \frac{\ln\left(\frac{a(t)}{a_0}\right)}{\ln 2} = -\frac{3,9 \cdot (-2,81)}{\ln 2} = 15,81\text{jours} \Leftrightarrow \ln \frac{a}{a_0} = -\lambda t \Leftrightarrow a(t) = a_0 e^{-\lambda t} \quad (-2.2)$$

نوية البولونيوم $^{210}_{84}\text{Po}$ إشعاعية النشاط α حيث تتحول إلى نوية الرصاص $^{206}_{82}\text{Pb}$.

1/ أكتب معادلة تفتت نوية البولونيوم محددا قيمة كل من A و Z

2/ احسب طاقة الربط بالنسبة لنوية البولونيوم $^{210}_{84}\text{Po}$ ب : MeV .

3/ أعطت قياسات نشاط عينة مشعة من نوية البولونيوم $^{210}_{84}\text{Po}$ في اللحظتين $t_1=0$ و $t_2=90\text{j}$ على التوالي:

القيمتين :

$$a_2 = 8\cdot 10^{20}\text{Bq} \text{ و } a_1 = 1,26\cdot 10^{21}\text{Bq}$$

3-1/ احسب قيمة عمر النصف $t_{1/2}$ لنوية البولونيوم $^{210}_{84}\text{Po}$.

3-2/ احسب N عدد نويدات البولونيوم $^{210}_{84}\text{Po}$ المتفتتة عند اللحظة t_2

3-3/ احسب الطاقة الناتجة عن تفتت نويدات البولونيوم $^{210}_{84}\text{Po}$ إلى نوية الرصاص $^{206}_{82}\text{Pb}$.

$$m(^{210}_{84}\text{Po}) = 210,0008\text{u} ; m(^{206}_{82}\text{Pb}) = 205,9935\text{u} ; m(\alpha) = 4,0026\text{u}$$

نعطي:

$$m_p = 1,007276\text{u} ; m_n = 1,008665\text{u} ; 1\text{u} = 1,66\cdot 10^{-27}\text{Kg} = 931,5\text{MeV}/c^2$$

réponse

$$Z=82 \text{ و } A=206 \Leftrightarrow ^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + ^4_2\text{He} \quad (-1)$$

$$\epsilon = \frac{E_t}{A} = \frac{[84m_p + 126m_n - m(^{210}_{84}\text{Po})]c^2}{210} = \frac{[84(1,00728) + 126(1,00866) - 210,008]c^2}{210} = \frac{1,69\text{uc}^2}{210} = 8,07\cdot 10^{-3}\text{uc}^2/\text{nucleon}$$

$$= 8,07\cdot 10^{-3}(931,5)\text{MeV}/\text{nucleon} = 7,51\text{MeV}/\text{nucleon} \quad (2)$$

$$\ln \frac{a_1}{a_2} = \ln e^{\lambda(t_2-t_1)} = \lambda(t_2-t_1) \Leftrightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{e^{-\lambda t_1}}{e^{-\lambda t_2}} = e^{\lambda(t_2-t_1)} \Leftrightarrow \begin{cases} (1) a_1 = a_0 e^{-\lambda t_1} \\ (2) a_2 = a_0 e^{-\lambda t_2} \end{cases} \quad (1-3)$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\ln \frac{a_1}{a_2}} (t_2 - t_1) = \frac{\ln 2}{\ln \frac{1,26\cdot 10^{21}}{8\cdot 10^{20}}} (90 - 0) = 137\text{j} \text{ ومنه : } \ln \frac{a_1}{a_2} = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} (t_2 - t_1) \Leftrightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \text{ مع :}$$

نصف عمر الكربون 14 هو : $t_{1/2} = 5580 \text{ ans}$

تبقى نسبة الكربون 14 ثابتة عند الكائنات الحية، و يعطي قياس قيمة النشاط الإشعاعي لنويده الكربون 14 القيمة $a_0 = 0,209$ تفتتاً في الثانية لكل غرام واحد من الكربون 14 بالنسبة لكائن حي، و لكن بعد وفاة الكائن الحي تتناقص نسبة الكربون 14 و بذلك يمكن تحديد تاريخ وفاته.

- 1-2 اعط تعبير قانون التناقص الإشعاعي بالنسبة لعدد النوى.
- 2-2 أحسب ثابتة النشاط الإشعاعي λ .
- 3-2 أوجد تعبير النشاط $a(t)$ بدلالة λ ، t و a_0 .
- 4-2 في شتبر من سنة 1991 و في جبال الألب الإيطالية ثم اكتشف "أوتري" : شخص حنط طبيعياً بالثلوج. و لتحديد تاريخ وفاته، نقيس نشاط عينة من الكربون 14 فنجد 0,119 تفتتاً في الثانية لكل غرام واحد.

أحسب المدة الزمنية الفاصلة بين وفاة الشخص و لحظة القياس.

*****réponses*

(1-1) نسمى النواتين $^{14}_6C$ و $^{12}_6C$ نظائر. لأن لهما نفس عدد البروتونات Z وتختلفان في عدد النويات A .

(2-1) مكونات النواة $^{14}_6C$. ستة بروتونات + 8 نوترونات.

(3-1) معادلة التفتت: $^{14}_6C \rightarrow ^{14}_7N + ^0_{-1}e$. نشاط إشعاعي β^- .

(4-1) لنحدد النقص الكتلي لنواة الكربون 14 بالوحدة u .

$$\Delta m = 6m_p + 8m_n - m(^{14}_6C) = 0,11306u$$

(5-1) طاقة الربط هي الطاقة اللازم إعطاؤها للنواة في حالة سكون لفصل نوياتها وتبقى في حالة سكون.

$$E_l = \Delta m \cdot c^2 = 105,31 \text{ MeV} \quad (6-1)$$

$$\xi = \frac{E_l}{14} = 7,52 \text{ MeV / nucléon} \quad (7-1)$$

$$\Delta E = \{m(e) + m(^{14}_7N) - m(^{14}_6C)\} \times c^2 = \{0,000549 + 13,9992 - 13,9999\} \times 931,5 \text{ MeV} / c^2 \times c^2 = -0,14 \text{ MeV} \quad (8-1)$$

موضوع امتحان تجريبي

لتحديد عمر القمر أحضر بعض العلماء الفلكيين صخوراً قمرية إلى الأرض. ثم قام الفيزيائيون بالحساب التجريبي لكمية الأرغون 40 و البوتاسيوم 40 داخل عينة من هذه الصخور.

نعطي : $t_{1/2}(^{40}_{19}K) = 1,26 \cdot 10^9 \text{ ans}$

1 - علما أن البوتاسيوم $^{40}_{19}K$ نضير مشع يتحول إلى الأرغون $^{40}_{18}Ar$. أكتب معادلة التفتت مبينا نوع هذا النشاط.

2 - أعط قانه، التناقص، الاشعاع، بالنسبة لعدد النوى.

3 - حرف زمن نصف التفاعل و بين أن :

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

4 - بعد تحليل عينة $m = 1 \text{ g}$ من صخرة قمرية عند لحظة t تبين أنها تحتوي على $N_{Ar}(t) = 2,3 \cdot 10^{17}$ نواة من الأرغون $^{40}_{18}Ar$ و $N_K(t) = 2,4 \cdot 10^{19}$ نواة من $^{40}_{19}K$. باعتبار الصخرة القمرية لا تحتوي على $^{40}_{18}Ar$ لحظة تكونها.

1 4 - ما العلاقة بين $N_K(t)$ ، $N_K(0)$ و $N_{Ar}(t)$.

2 4 - عبر عن عمر الصخرة t بدلالة $N_K(0)$ ، $N_K(t)$ و λ_K .

3 4 - أحسب عمر الصخرة القمرية.

*****réponses*

$$t = \frac{-1}{\lambda} \ln\left(\frac{N_K(t)}{N_K(0)}\right) = 1,73 \cdot 10^7 \text{ ans} \quad (2-4) \quad N_K = N_K(t) + N_{Ar}(t) \quad (1-4) \quad N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad (2) \quad \beta^+ \leftarrow ^{40}_{19}K \rightarrow ^{40}_{18}Ar + ^0_{+1}e \quad (1)$$

موضوع امتحان تجريبي

(1) تتحول نويدة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ إلى نويدة الرصاص $^{206}_{82}Pb$.

(أ) اكتب معادلة التفتت.

(ب) احسب بالجول ثم ب: MeV الطاقة الناتجة عن التفتت. نعطي:

$$m(Po) = 210,04824u \quad , \quad 1u = 1,66 \times 10^{-27} \text{ Kg} \quad , \quad c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \quad , \quad e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m(Pb) = 206,0385u \quad , \quad m(\alpha) = 4,00394u$$

(1) تتحول نويـدة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ إلى نويـدة الرصاص $^{206}_{82}Pb$.

(أ) اكتب معادلة التفتت .

(ب) احسب بالجول ثم بـ MeV الطاقة الناتجة عن التفتت . نعطى:

$$m(Po) = 210,04824u \quad , \quad 1u = 1,66 \times 10^{-27} Kg \quad , \quad c = 3 \times 10^8 m/s \quad , \quad e = 1,6 \times 10^{-19} C$$

$$m(Pb) = 206,0385u \quad , \quad m(\alpha) = 4,00394u$$

(2) يتغير النشاط الإشعاعي a لنويـدة $^{210}_{84}Po$ حسب الدالة $\ln a = f(t)$.

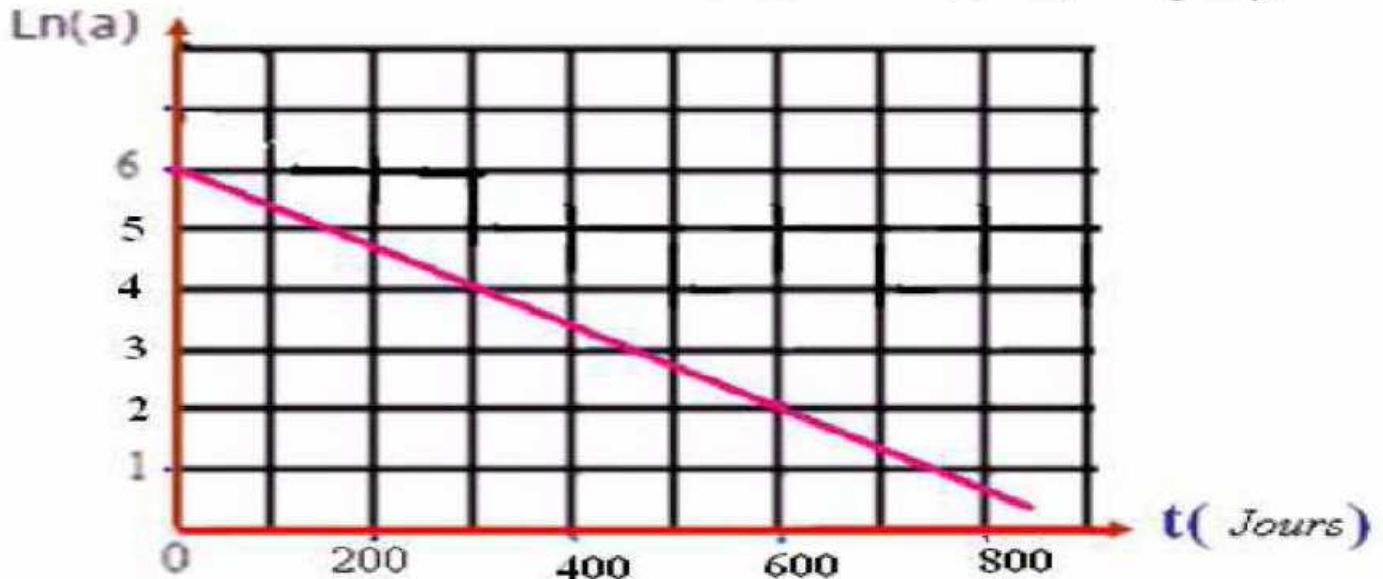
(أ) حدد مبيانيا تعبير a . نعطى : $e^{\ln a} = a$.

(ب) عرف عمر النصف $t_{1/2}$ ثم احسبه .

(3) نعتبر عينة من نويـدة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ كتلتها عند اللحظة $t = 0$ هي : $m_0 = 10g$.

(أ) باستعمال قانون النشاط الإشعاعي بالنسبة للكتل ، احسب كتلة البولونيوم المتبقية عند اللحظة $t = 1h$.

(ب) استنتج عدد النوى المتبقية عند اللحظة $t = 1h$.



*****réponses*****

(1) معادلة التفتت : $^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ^4_2He$

$$E = \Delta m.c^2 = [(m(Pb) + m(He) - m(Po))]c^2 = [(206,0385 + 4,0039 - 210,0482)u] \times c^2 \approx -5,8 \times 10^{-3} u \times c^2 \quad (2)$$

$$= -5,8 \times 10^{-3} \times 1,66 \times 10^{-27} Kg \times [3 \cdot 10^8 m/s]^2 \approx 8,67 \times 10^{-13} J$$

$$\ln a = -5,10^{-3}t + 6,9 \Leftrightarrow k = \frac{(\ln a)_B - (\ln a)_A}{t_B - t_A} = \frac{6,9 - 5,9}{(0 - 200)J} = -5 \cdot 10^{-3} Jours^{-1} \quad \text{و} \quad \ln a = kt + 6,9 \quad (3)$$

$$a = e^{(-5,10^{-3}t + 6,9)} = e^{(-5,10^{-3}t + 6,9)} = e^{6,9} \times e^{-5,10^{-3}t} = 992 \times e^{-5,10^{-3}t} \quad \text{بإدخال الدالة الاسية e علم الطرفين نحصل علم :}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{5,10^{-3} Jours^{-1}} \approx 138 Jours \Leftrightarrow \lambda = 5,10^{-3} Jours^{-1} \quad \text{نجد : بالمقارنة مع العلاقة السابقة ،} \quad a = a_0 e^{-\lambda t} \quad (4)$$

$$m = m_0 e^{-\lambda t} = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times t} = 10g \times e^{-\frac{\ln 2}{138} \times 1} \approx 9,95g$$

موضوع امتحان تجريبي إنتاج الطاقة النووية

يستهلك المغرب قدرة كهربائية تقدر حسب إحصاء سنة 2004 بـ $18 \cdot 10^3 MW$ في كل ساعة. من المشاريع المستقبلية والتي يحاول المغرب الإقدام عليها إنتاج الطاقة النووية كطاقة بديلة حيث تتجلى أهميتها في اعتمادها على تفاعلات الانشطار النووي والتي تحرر طاقة حرارية جد مهمة.

1. دراسة تفاعلات الانشطار للأورانيوم $^{235}_{92}U$

يستعمل كوقود للمفاعلات النووية بالأساس الأورانيوم $^{235}_{92}U$ والأورانيوم $^{238}_{92}U$. أحد تفاعلات انشطار الأورانيوم $^{235}_{92}U$ تقود إلى السيزيوم Ce والزيرونسيوم Zr حسب المعادلة النووية التالية :



1. 1 - أعط تعريف تفاعل الانشطار

1. 2 - أوجد العددين x و y محددا القانون المستعمل.

1. 3 - احسب الطاقة المحررة بـ MeV عن انشطار نواة من الأورانيوم $^{235}_{92}U$.

1. 4 - احسب الطاقة المحررة بـ MeV عن $1g$ من الأورانيوم $^{235}_{92}U$. واستنتج كتلة الأورانيوم $^{235}_{92}U$ التي

سيحتاجها المفاعل النووي المستقبلي لإنتاج الطاقة الكهربائية المستهلكة من طرف المغرب خلال كل ساعة.

الاسم	الالكترونون	النوترون	الأورانيوم 235	السييزيوم	الزيركونيوم
الكتلة (u)	0,00055	1,00866	235,04394	141,90931	90,90565

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

$$1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \text{ : ثابتة افوكادرو}$$

$$1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

$$M(\text{U}) = 235 \text{ g/mol}$$

*****Réponses

$$m = 814,5 \text{ g} \text{ و } \Delta E' = -4,972 \text{ Mev} \quad (4.1) \quad \Delta E = -194,0873 \text{ Mev} \quad (3.1) \quad y = 6 \text{ و } x = 3 \quad (2.1)$$

Sbiro Abdelkrim Lycée Agricole + lycée anahda Oulad Taima région d'agadir MAROC.

sbiabdou@yahoo.fr