بسم الله الرحمان الرحيم

مواضيع الامتحان الوطني حول التحولات النووية

موضوع الدورة العادية 2009 مسلك العلوم الفيزيائية

تحتوي المياه الطبيعية على الكلور36 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 فرشة مائية ساكنة بواسطة الكلور36.

النواة أو الدقيقة	الكلور36	النوترون	البروتون
الرمز	$^{36}_{17}Cl$	$^{1}_{0}n$	$^{1}_{1}p$
الكتلة (u)	35,9590	1,0087	1,0073

عمر النصف للكلور36: $t_{1/2} = 3{,}01.10^5$ ans
$1u = 931.5\ MeV.c^{-2}$

www.9alami.com

1- تفتت نويدة الكلور36:

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

1.1- أعط تركيب نويدة الكلور $^{36}_{17}Cl$. 0,25

1.2- احسب ب MeV طاقة الربط لنواة الكلور36 . 0,5

1.3- اكتب معادلة هذا التفتت وحدد نوع نشاطه الإشعاعي. 0,5

2- تأريخ فرشة مائية ساكنة:

أعطى قياس النشاط الإشعاعي، عند لحظة t، لعينة من المياه السطحية القيمة $a_1 = 11{,}7.10^{-6}Bq$ و لعينة أخرى لها نفس الحجم من المياه الجوفية الساكنة القيمة $a_2 = 1{,}19.10^{-6}Bq$.

نفترض أن الكلور36 هو المسؤول الوحيد عن النشاط الإشعاعي في المياه؛ وأن نشاطه في المياه السطحية يساوي نشاطه في المياه الجوفية الساكنة لحظة تكوّن الفرشة المائية الجوفية والتي نأخذها أصلا للتواريخ.

حدد بالسنة عمر الفرشة المائية الجوفية المدروسة. 0,75

أجوبة : **1- 1-1** تركيب نويدة الكلور $^{36}_{17}Cl$ **17 برتونا + 19 نوترونا = 36 نوية .**

1-2)طاقة الربط: بالنسبة لنويدة الكلور $^{36}_{17}C\ell$:

$$E_\ell = \Delta m.c^2 = \left[Z\,m_p + (A-Z)m_n - m\left(^A_Z X\right)\right]c^2$$

$$E_\ell = \left[17.(1{,}0073u) + 19.(1{,}0087u) - 35{,}9590u\right]u\,c^2$$

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

2) نستنتج أن : $a_0 = a_1 = 11{,}7.10^{-6}Bq$ و: $a_2 = a_0 e^{-\lambda t}$ أي:

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

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: $_{25}Mn$ − $_{26}Fe$ − $_{27}Co$ − $_{28}Ni$ − $_{29}Cu$	كتلة النواة $^{60}_{27}Co$: $m(^{60}_{27}Co) = 59,8523u$
$1u = 931,5MeV.c^{-2}$	كتلة النواة $^{A}_{Z}X$: $m(^{A}_{Z}X) = 59,8493u$
	كتلة الإلكترون: $m(e^-) = 0,00055u$

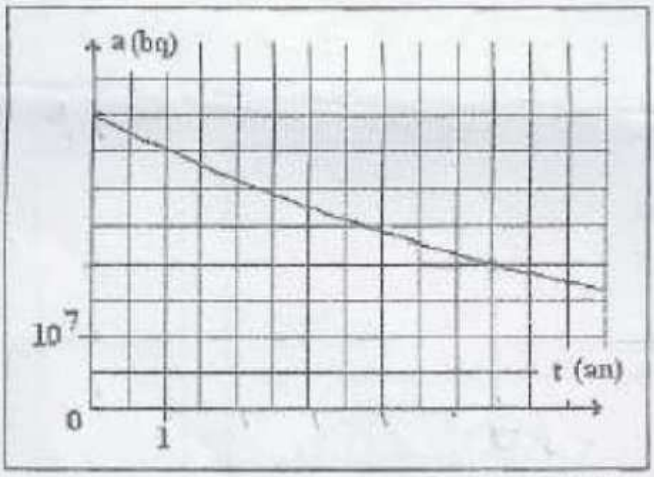
1. تفتت نويدة الكوبالت

نويدة الكوبالت $^{60}_{27}Co$ إشعاعية النشاط β^-.

1.1. اكتب معادلة تفتت نويدة الكوبالت $^{60}_{27}Co$، محددا النويدة $^{A}_{Z}X$ 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 $a = 0,25.a_0$ ، حيث a_0 النشاط البدئي للعينة.

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

1-1) معادلة التفتت : $^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e \Leftarrow \begin{cases} 60 = A + 0 \\ 27 = Z - 1 \end{cases}$ $\begin{matrix} A = 60 \\ Z = 28 \end{matrix}$ النويدة المتولدة هي : $^{60}_{28}Ni$

2-1) معادله هدا التفتت تكتب كما يلي : $^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e$

طاقه هدا التحول النووى :

$$E = \Delta m.c^2 = [m(Ni) + m(e) - m(Co)]c^2$$
$$= [59,8493 + 0,00055 - 59,8523]u.c^2$$
$$= -2,45.10^{-3}u.c^2 \quad = -2,45.10^{-3}.931,5MeVc^{-2}c^2 = -2,28MeV$$

(2 (1-2 مبيانيا : $a_o = 4.10^7 Bq$ ، $t_{1/2}$ توافق $a = \frac{a_o}{2}$ $\Leftarrow$ $t_{1/2} = 5,5an$

(2-2 $a = a_o e^{-\lambda t} = a_o e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}}t}$ $\quad a = 0,25.a_o = 0,25.4.10^7 = 10^7$ Bq

$$\frac{a}{a_o} = e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}}t} \Leftarrow \ln\frac{a}{a_o} = -\frac{\ln 2}{t_{1/2}}t \Leftarrow t = \frac{t_{1/2}\ln\frac{a_o}{a}}{\ln 2} = \frac{5,5.\ln\frac{4.10^7}{10^7}}{\ln 2} = \frac{5,5.\ln 4}{\ln 2} = 11an$$

موضوع الدورة الاستدراكية 2010 مسلك الحياة والأرض

النشاط الإشعاعي والتاريخ الجيولوجي

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

1. أعط تركيب نويدة البوتاسيوم $^{40}_{19}K$.
2. أكتب معادلة تفتت نويدة البوتاسيوم $^{40}_{19}K$ محددا نوع الإشعاع المنبعث.
3. حدد قيمة λ ثابتة النشاط الإشعاعي للبوتاسيوم $^{40}_{19}K$ ، علما أن عمر النصف للبوتاسيوم 40 هو $t_{1/2} = 1{,}3.10^9 ans$.
4. تحتوي عينة من الصخور البركانية المتكونة عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ $t = 0$ على N_0 نويدة من البوتاسيوم $^{40}_{19}K$ ولا تحتوي على الأرغون $^{40}_{18}Ar$.

بيّن تحليل نفس العينة من هذه الصخور عند لحظة t أنها تحتوي على $N_K = 4{,}49.10^{19}$ نويدة من البوتاسيوم $^{40}_{19}K$ وعلى $N_{Ar} = 1{,}29.10^{17}$ نويدة من الأرغون $^{40}_{18}Ar$ ، حيث $N_0 = N_K + N_{Ar}$. حدد قيمة t عمر الصخور البركانية للعينة.

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

2 – $^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + {}^{A}_{Z}X \Longrightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{0}_{+1}e$ ⟸ النشاط المنبعث هو β^+ .

3- $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln}{1{,}3.10^9\, ans} \approx 5{,}33.10^{-10}\, ans^{-1}$

4- $N_k = N_o.e^{-\lambda t}$ مع : $N_0 = N_K + N_{Ar} = 450{,}29.10^{17}$ ⟸

$$t = \frac{1}{\lambda}.ln\left(\frac{N_0}{N_K}\right) = \frac{1}{5{,}33.10^{-10}}.ln\left(\frac{450{,}29.10^{17}}{449.10^{17}}\right) = 5{,}38.10^6 ans$$

موضوع الدورة العادية 2010 مسلك العلوم الرياضية

تأريخ الترسبات البحرية.

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

1- يعطي الأورانيوم $^{238}_{92}U$ المذاب في ماء البحر ذرات الثوريوم $^{230}_{90}Th$ مع انبعاث x دقائق α و y دقائق β^- .

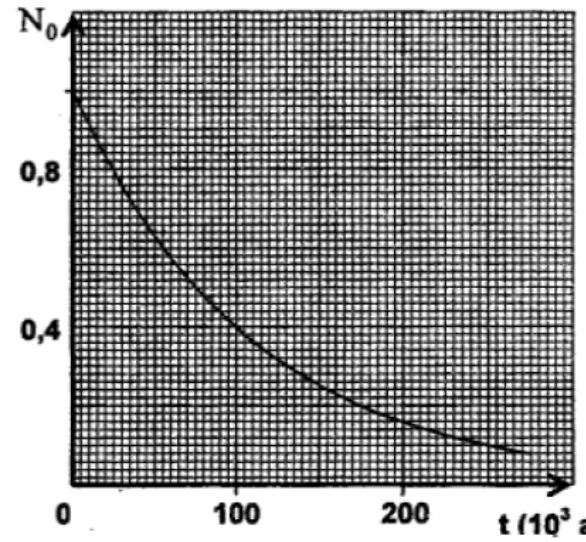
0,5 **1.1-** اكتب معادلة هذا التحول النووي محددا قيمة كل من x و y .

0,25 **1.2-** نرمز لثابتة النشاط الإشعاعي للثوريوم ^{230}Th بـ λ و لثابتة النشاط الإشعاعي للأورانيوم ^{238}U بـ λ'.

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

2- تتولد عن تفتت نواة الثوريوم $^{230}_{90}Th$ نواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$.
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 $t_{1/2} = 7{,}5.10^4 ans$.

4- يُستعمل المبيان جانبه لتأريخ عينة من ترسب بحري.

أخِذت ، من قعر المحيط ، عينة لها شكل أسطوانة ارتفاعها h .
بيّن تحليل جزء، كتلته m ، أخِذ من القاعدة العليا لهذه العينة أنه يحتوي على كتلة $m_s = 20\ \mu g$ من الثوريوم230
وبيّن تحليل جزء له نفس الكتلة m ، أخِذ من القاعدة السفلى للعينة ذاتها، أنه يحتوي فقط على كتلة $m_p = 1{,}2\ \mu g$

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

1-1(1 $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{230}_{90}Th + x\,{}^{4}_{2}He + y\,{}^{0}_{-1}e$ $\Leftarrow$ x=2 ,y=2

1-2- عندما يكون للعينتين نفس النشاط :

$$\frac{N(Th)}{N(U)} = \frac{\lambda'}{\lambda} = C^{te} \Leftarrow \lambda . N_{(Th)} = \lambda' . N_{(U)} \Longleftarrow \begin{cases} a_{(^{230}Th)} = \lambda . N_{(^{230}Th)} \\ a_{(^{238}U)} = \lambda' . N_{(^{238}U)} \end{cases}$$

2 - $^{230}_{90}Th \rightarrow {}^{226}_{88}Ra + {}^{A}_{Z}Y$ $\Leftarrow$ $Z = 2$ و $A = 4$ $Y = {}^{4}_{2}He$

.....

3 - مبيانيا نجد $t_{1/2} = 75.10^3$ ans

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

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

موضوع الدورة العادية 2008 مسلك العلوم الرياضية

فيزياء 1 (2,25 نقطة) : التأريخ 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.
نتوفر على عينة من صخرة بحرية كانت تحتوي عند لحظة تكونها التي نعتبرها أصلا 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 : $m(^{234}_{92}U) = 234,0409\ u$ ؛

- زمن عمر النصف لعنصر الأورانيوم 234 : $t_{1/2} = 2,455.10^5\ ans$ ؛
- كتلة البروتون : $m_p = 1,00728\ u$ ؛
- كتلة النوترون : $m_n = 1,00866\ u$ ؛
- وحدة الكتلة الذرية : $1\ u = 931,5\ MeV.c^{-2}$.

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

1–1. أعط تركيب نواة الأورانيوم 234 .

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

1–3. نويدة الأورانيوم $^{234}_{92}U$ إشعاعية النشاط ، تتحول تلقائيا 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) 1-1) تركيب نواة الأورانيوم $^{234}_{92}U$ هو كما يلي : 234نوية منها 92 بروتونا و 142نوترونا.

.....

2-1) طاقة الربط :

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

.....

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

إذن: $^{234}_{92}U \rightarrow {}^{230}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

2) دراسة التناقص الإشعاعي:

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

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

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

عدد نوى t : الثوريوم في لحظة

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

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

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

موضوع الدورة العادية 2008 مسلك علوم الحياة والأرض التأريخ 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:

$_8O$ - $_7N$ - $_5B$ - $_4Be$	كتلة النواة $(^{14}_{6}C)$: $m(^{14}_{6}C) = 14,0111u$
عمر النصف للكربون 14 : $t_{1/2} = 5600$ ans	كتلة الإلكترون : $m(e^-) = 0,00055u$
$1u = 931,5\ MeV.c^{-2}$ ؛ $1\ an = 365$ jours	كتلة النواة $(^{A}_{Z}X)$: $m(^{A}_{Z}X) = 14,0076u$

1. تفتت نواة الكربون $^{14}_{6}C$

يتميز الكربون 14 بنشاط إشعاعي من نوع β^- .

1.1. أكتب معادلة تفتت نواة الكربون $^{14}_{6}C$ محددا النواة المتولدة $^{A}_{Z}X$.

2.1. أحسب بالوحدة MeV قيمة ΔE طاقة التفاعل النووي.

2. التأريخ 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 $a = 21,8$ Bq . وأعطى نفس القياس على قطعة خشب حديثة من نفس النوع، لها نفس الكتلة، كالعينة القديمة القيمة $a_0 = 28,7$ Bq.

1.2. تحقق أن قيمة λ ثابتة النشاط الإشعاعي للكربون 14 هي $\lambda = 3,39.10^{-7}\ jours^{-1}$.

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: $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{14}_{7}N \Leftarrow Z = 7$ و $A = 14 \Leftarrow {}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z}X$

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

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

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

-2-2

$$t=\frac{-\ln\frac{a}{a_o}}{\lambda}=\frac{\ln\frac{a_o}{a}}{\lambda}=\frac{\ln\frac{28,7}{21,8}}{3.39\times10^{-6}}=811171,5427\,Jours\approx 2222ans+141,5\,jours$$

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 $^{24}_{11}Na$ الذي يمكّن من تتبع مجرى الدم في الجسم.

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

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 $t_{½}=15h$. (0,25 ن)

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

2.1- حدد n_1 كمية مادة الصوديوم $^{24}_{11}Na$ التي تبقى في دم الشخص المصاب عند اللحظة $t_1=3h$.

2.2- احسب نشاط هذه العينة عند هذه اللحظة t_1.

(ثابتة أفوكادرو $N_A=6,02.10^{23}\ mol^{-1}$) (0,25 ن)

2.3- عند اللحظة $t_1=3h$ ؛ أعطى تحليل الحجم $V_2=2,00\ mL$ من الدم المأخوذ من جسم الشخص المصاب كمية المادة $n_2=2,1.10^{-9}\ mol$ 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)

1.2	$\lambda=\frac{\ln 2}{t_{1/2}}=1.28.10^{-5}\,s^{-1}$
2.1	$n_0=C_0.V_0=5.10^{-6}\,mol$ ؛ $n_1=4.35.10^{-6}\,mol$
2.2	$a(t)=\lambda.N(t)=3.35.10^{14}\,Bq$

موضوع الدورة الاستدراكية 2009 مسلك العلوم الرياضية

يرتكز إنتاج الطاقة في المفاعلات النووية على الانشطار النووي للاورانيوم-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

ثابتة أفوكادرو : $N_A = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$

الكتلة المولية للأورانيوم 235 : $M(^{235}U) = 235\ g.mol^{-1}$

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

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

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

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{146}_{58}Ce + ^{85}_{Z}Se + x\,^{1}_{0}n$$

1.1- حدد العددين Z و x .

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 $^{235}_{92}U$.

1.3- تتحول تلقائيا نواة السيريوم ^{146}Ce إلى نواة برازيوديم $^{146}_{59}Pr$ مع انبعاث دقيقة β^- .

احسب المدة الزمنية اللازمة لتحول 99% من عينة نوى السيريوم ^{146}Ce ، علماً أن ثابتة النشاط الإشعاعي لنويدة السيريوم هي : $\lambda = 5{,}13.10^{-2}\ min^{-1}$.

2- ينتج عن اندماج نواة الدوتريوم $^{2}_{1}H$ و نواة الترتيوم $^{3}_{1}H$ تكوّن نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$ و نوترون واحد حسب المعادلة:

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$$.

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

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

****

1-1 (1

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{146}_{58}Ce + ^{85}_{Z}Se + x\,^{1}_{0}n \Leftarrow \begin{cases} 235+1 = 146+85+x \\ 92 = 58+Z \end{cases} \Leftarrow \begin{cases} x = 5 \\ y = 34 \end{cases}$$

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{146}_{58}Ce + ^{85}_{34}Se + 5\,^{1}_{0}n$$

1-2

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

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

.....

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

اللحظة التي يتفتت فيها 99% من العينة البدئية يتبقى فيها 1% فقط من العينة البدئية . أي : $\frac{No}{100}$.

$$\frac{No}{100} = N_o e^{-\lambda.t} \Leftarrow \frac{1}{100} = e^{-\lambda.t} \Leftarrow \ln\frac{1}{100} = \ln e^{-\lambda.t} \Leftarrow -\ln 100 = -\lambda.t \Leftarrow t = \frac{\ln 100}{\lambda} = \frac{\ln 100}{5{,}13.10^{-2}mn^{-1}} \approx 90mn$$

****

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 .

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

موضوع الدورة العادية 2010 مسلك العلوم الفيزيائية

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

يمثّل استنشاق الرادون 222، في كثير من بلدان العالم، ثاني أهمّ أسباب الإصابة بسرطان الرئة بعد التدخين. للحد من المخاطر الناجمة عن تعرّض الأفراد لمادة الرادون توصي منظمة الصحة العالمية باعتماد 100 Bq/m³ كمستوى مرجعي وعدم تجاوز 300 Bq/m³ كحد أقصى.

عن الموقع الالكتروني لمنظمة الصحة العالمية (بتصرف)

المعطيات: كتلة نواة الرادون222: 221,9703 u ؛ كتلة البروتون: 1,0073 u ؛ كتلة النوترون: 1,0087 u

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

ثابتة أفوكادرو: $N_A = 6,02.10^{23} mol^{-1}$ ؛ الكتلة المولية للرادون: $M(Rn) = 222g.mol^{-1}$

1 – تفتت نويدة الأورانيوم $^{238}_{92}U$.

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

1.1– أعط تركيب نويدة $^{222}_{86}Rn$. **(0,25 ن)**

1.2– احسب ب (MeV) طاقة الربط للنواة $^{222}_{86}Rn$. **(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 : $a_0 = 5.10^3\ Bq$.

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

-1.2

$$E = \Delta mc^2 = \left[86m_p + 136m_n - m\left(^{222}_{86}Rn\right)\right].c^2$$

$$E = (86.10073 + 136.1.0087 - 221,9703)uc^2 = 1,8407uc^2 = 1714,61MeV$$

-1.3

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

-2.1

$$a_0 = \lambda N_0 = \frac{N_0.\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{m_0 N_A.\ln 2}{M_{(Rn)}.t_{1/2}} \Rightarrow m_0 = \frac{a_0 M_{(Rn)}.t_{1/2}}{N_A.\ln 2} = \frac{5.10^3.222.3,9.86400}{6,02.10^{23}.\ln 2} = 8,97.10^{-13}g$$

-2.2

$$a(t) = a_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow Ln\frac{a}{a_o} = -\lambda t \Rightarrow t = \frac{\ln\left(\frac{a(t)}{a_0}\right)}{-\lambda} = -t_{1/2}.\frac{\ln\left(\frac{a(t)}{a_0}\right)}{\ln 2} = -\frac{3,9.(-2,81)}{\ln 2} = 15,81\,jours$$

****

نويدة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ إشعاعية النشاط α حيث تتحول إلى نويدة الرصاص $^{A}_{Z}Pb$.

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

2/ أحسب طاقة الربط بالنسبة لنوية لنويدة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ ب: MeV .

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

القيمتين :

$a_1 = 1,26.10^{21}Bq$ و $a_2 = 8.10^{20}Bq$

3-1/ أحسب قيمة **عمر النصف** $t_{1/2}$ لنويدة البولونيوم $^{210}_{84}Po$.

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

3-3/ أحسب الطاقة الناتجة عن تفتت نويدات البولونيوم $^{210}_{84}Po$ إلى نويدة الرصاص $^{A}_{Z}Pb$.

$$m\left(^{210}_{84}Po\right) = 210,0008u\ ;\ m\left(^{A}_{Z}Pb\right) = 205,9935u\ ;\ m(\alpha) = 4,0026u$$

نعطي:

$$m_p = 1,007276u\ ;\ m_n = 1,008665u\ ;\ 1u = 1,66.10^{-27}Kg = 931,5MeV/c^2$$

****

réponse

-1 $^{210}_{84}Po \dashrightarrow {}^{A}_{Z}Pb + {}^{4}_{2}He \Leftarrow A = 206$ ؛ $Z = 82$

2

$$\xi = \frac{E_\ell}{A} = \frac{\left[84m_p + 126m_n - m\left(^{210}_{82}Po\right)\right]c^2}{210} = \frac{[84.(1,00728) + 126.(1,00866) - 210,008]c^2}{210} = \frac{1,69uc^2}{210} = 8,07.10^{-3}uc^2/nucléon$$

$$= 8,07.10^{-3}.(931,5)MeV/nucléon = 7,51MeV/nuléon$$

1-3

$$\begin{cases} a_1 = a_o.e^{-\lambda t_1} & (1) \\ a_2 = a_o.e^{-\lambda t_2} & (2) \end{cases} \Leftarrow \frac{(1)}{(2)} \Leftarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{e^{-\lambda t_1}}{e^{-\lambda t_2}} = e^{\lambda(t_2 - t_1)} \Leftarrow \ln\frac{a_1}{a_2} = \ln e^{\lambda(t_2 - t_1)} = \lambda(t_2 - t_1)$$

مع : $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \Leftarrow \ln\frac{a_1}{a_2} = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}(t_2 - t_1)$ ومنه :

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\ln\frac{a_1}{a_2}}(t_2 - t_1) = \frac{\ln 2}{\ln\frac{1,26.10^{21}}{8.10^{20}}}(90 - 0) \approx 137j$$

موضوع امتحان تجريبي

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

تبقى نسبة الكربون **14** ثابتة عند الكائنات الحية، و يعطي قياس قيمة النشاط الإشعاعي لنويدة الكربون **14** القيمة $a_0 = 0{,}209$ تفتتا 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.

2-1- اعط تعبير قانون التناقص الإشعاعي بالنسبة لعدد النوى.

2-2- أحسب ثابتة النشاط الإشعاعي λ.

2-3- أوجد تعبير النشاط $a(t)$ بدلالة λ، t و a_0.

2-4- في شتنبر من سنة **1991** و في جبال الألب الإيطالية ثم اكتشاف "أوتزي" : شخص حنط طبيعيا بالثلوج. و لتحديد تاريخ وفاته، نقيس نشاط عينة من الكربون **14** فنجد **0,119** تفتتا في الثانية لكل غرام واحد.
أحسب المدة الزمنية الفاصلة بين وفاة الشخص و لحظة القياس.

****

réponses

1) 1-1) نسمي النواتين $^{14}_{6}C$ و $^{12}_{6}C$ نظائر. لأن لهما نفس عدد البروتونات Z وتختلفان في عدد النويات A.

2-1) مكونات النواة $^{14}_{6}C$: ستة بروتونات + **8** نوترونات.

3-1) معادلة التفتت: $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$ نشاط إشعاعي . β^- .

4-1) لتحدد النقص الكتلي لنواة الكربون **14** بالوحدة u.

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

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

6-1) $E_l = \Delta m.c^2 = 105{,}31MeV$

7-1) $\xi = \dfrac{E_l}{14} = 7{,}52MeV/nucléon$

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

موضوع امتحان تجريبي

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

نعطي : $t_{1/2}(^{40}_{19}K) = 1{,}26.10^9\ ans$

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

2 -اعط قانون التناقص الاشعاعي بالنسبة لعدد النوى.

3 -عرف زمن نصف التفاعل و بين أن : $t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda}$

4 -بعد تحليل عينة $m = 1\ g$ من صخرة قمرية عند لحظة t تبين أنها تحتوي على $N_{Ar}(t) = 2{,}3.10^{17}$ نواة من الأرغون $^{40}_{18}Ar$ و $N_K(t) = 2{,}4.10^{19}$ نواة من $^{40}_{19}K$. باعتبار الصخرة القمرية لا تحتوي على $^{40}_{18}Ar$ لحظة تكونها.

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

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

4-3 -أحسب عمر الصخرة القمرية.

****

réponses

(1) $^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + {}^{0}_{1}e$ β^+ (2) $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ (1-4) $N_K = N_K(t) + N_{Ar}(t)$ (2-4) (3-4) $t = \dfrac{-1}{\lambda}\ln\left(\dfrac{N_K(t)}{N_K}\right) = 1{,}73.10^7\ ans$

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:

$c = 3\times10^8 m/s$ ، $e = 1{,}6\times10^{-19}C$ ، $1u = 1{,}66\times10^{-27}Kg$ ، $m(Po) = 210{,}04824u$ ،

$m(\alpha) = 4{,}00394u$ ، $m(Pb) = 206{,}0385u$.

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:

$e = 1,6\times10^{-19}\,C$ ، $c = 3\times10^{8}\,m/s$ ، $1u = 1,66\times10^{-27}\,Kg$ ، $m(Po) = 210,04824u$ ،

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

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

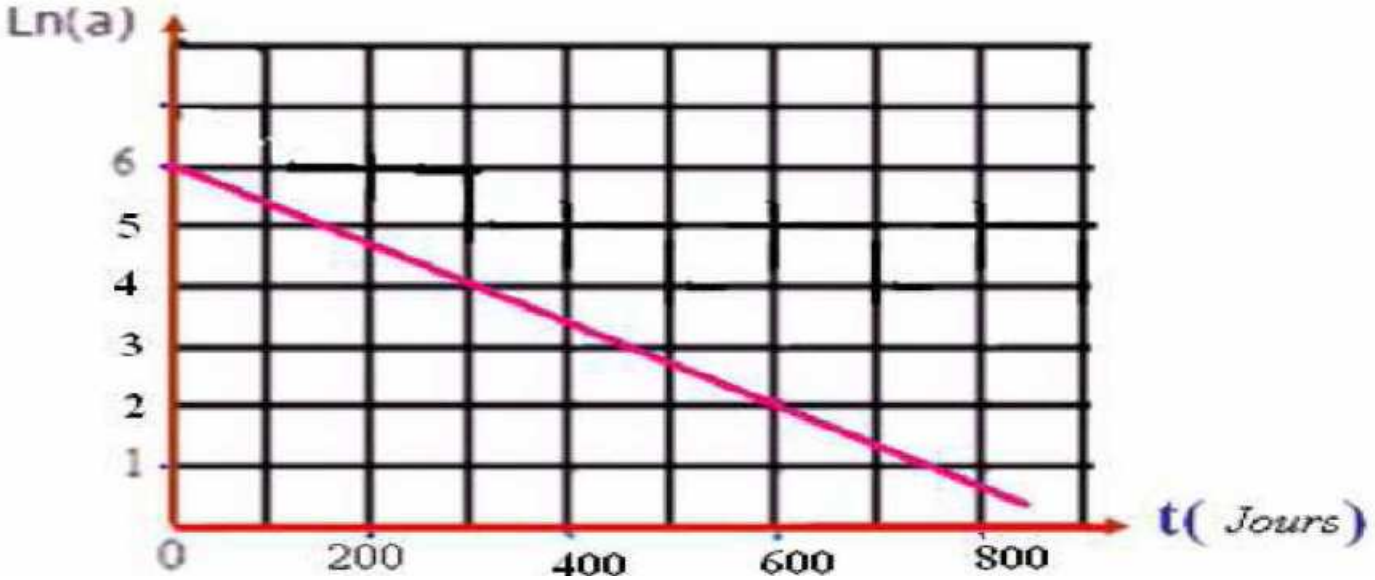
أ) حدد مبيانيا تعبير a .نعطي : $e^{\ln a} = a$.

ب) عرف عمر النصف $t_{1/2}$ ثم احسبه .

3) نعتبر عينة من نويدة البولونيون $^{210}_{84}Po$ كتلتها عند اللحظة $t = 0$ هي: $m_o = 10g$.

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

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



**********réponses

1) معادلة التفتت : $^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$

2) $E = \Delta m.c^2 = \left[(m(Pb) + m(He) - m(Po)\right]c^2 = \left[(206,0385 + 4,0039 - 210,0482)u\right]\times c^2 \approx -5,8\times10^{-3}u\times c^2$

$= -5,8\times10^{-3}\times1,66\times10^{-27}\,Kg\times\left[3.10^{8}\,m/s\right]^2 \approx 8,67\times10^{-13}\,J$

3) $\ln a$ بدلالة الزمن دالة تألفية معادلتها : $\ln a = k.t + 6,9$ مع $k = \dfrac{(\ln a)_B - (\ln a)_A}{t_B - t_A} = \dfrac{6,9-5,9}{(0-200)J} = -5\times10^{-3}\,Jours^{-1}$ $\Leftarrow$ $\ln a = -5.10^{-3}.t + 6,9$

بإدخال الدالة الاسية e على الطرفين نحصل على :

$a = e^{(-5.10^{-3}t+6,9)} = e^{(-5.10^{-3}t+6,9)} = e^{6,9}\times e^{-5.10^{-3}.t} = 992\times e^{-5.10^{-3}.t}$

4) بالمقارنة مع العلاقة السابقة ، نجد : $\lambda = 5.10^{-3}\,Jours^{-1}$ $\Leftarrow$ $t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda} = \dfrac{\ln 2}{5.10^{-3}\,Jours^{-1}} \approx 138 Jours$ $a = a_o.e^{-\lambda t}$

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

موضوع امتحان تجريبي إنتاج الطاقة النووية

يستهلك المغرب قدرة كهربائية تقدر حسب إحصاء سنة 2004 ب 18.10^{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 للاورانيوم 235

يستعمل كوقود للمفاعلات النووية بالأساس الأورانيوم 235 والأورانيوم 238. احد تفاعلات انشطار الأورانيوم 235 تقود الى السيزيوم Ce والزيركونيوم Zr حسب المعادلة النووية التالية :

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{142}_{58}Ce + {}^{91}_{40}Zr + x.{}^{1}_{0}n + y.{}^{0}_{-1}e$$

1 . 1 – أعط تعريف تفاعل الانشطار

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

1 . 3 – احسب الطاقة المحررة ب Mev عن انشطار نواة من الأورانيوم 235 .

1 . 4 – احسب الطاقة المحررة ب Mev عن 1g من الأورانيوم 235. واستنتج كتلة الأورانيوم 235 التي سيحتاجها المفاعل النووي المستقبلي لإنتاج الطاقة الكهربائية المستهلكة من طرف المغرب خلال كل ساعة.

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

$1u = 1,66.10^{-27}$ Kg , $1eV = 1,6.10^{-19}$J , $C = 3.10^{8}$ m/s

$N_A = 6,02\ 10^{23}$ mol^{-1} : ثابتة افوكادرو , $1u = 931,5MeV/C^2$, $M(U) = 235$ g/mol

**********Réponses

2. I) $x = 3$ و $y = 6$

3. I) $\Delta E = -194,0873$ Mev

4. I) $\Delta E' = -4,972$ Mev و $m = 814,5$ g

Sbiro Abdelkrim Lycée Agricole + lycée anahda Oulad Taima région d'agadir MAROC.
sbiabdou@yahho.fr