www.sites.google.com/site/faresfergani
Fares_Fergani@yahoo.Fr

تمارين مقترحة

3AS U02 - Exercice 043

المحتوى المعرفي : دراسة تحولات نووية .

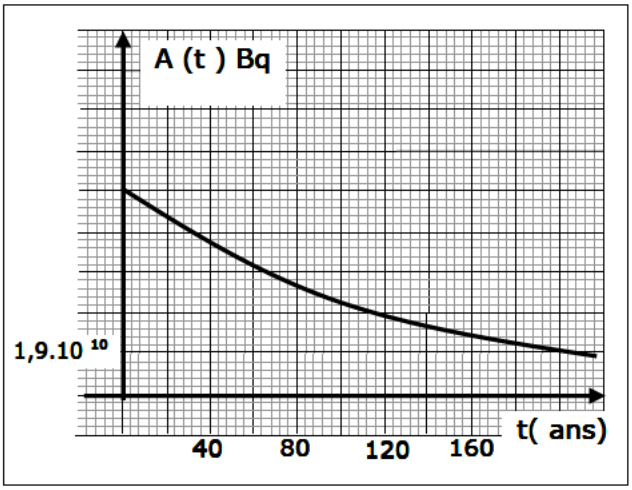
تاريخ آخر تحديث : 2015/04/20

نص التمرين : (***)

المعطيات :

طاقة وحدة الكتل الذرية : $1u = 931.5MeV/c^2$ ، $1ans = 365\ j$ ، عدد أفوغادرو : $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$

الجسيم	$_{91}Pa$	$_{92}U$	$_{93}Np$	$_{94}Pu$	$_{95}Am$	$_{96}Cm$	$_{2}^{4}He$
الكتلة (u)	233.99338	233.99048	233.99189	237.99799	233.9957	233.9975	4.00151



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

1- أ- ماذا تعني العبارات : مادة مشعة ، الإشعاع α ؟

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

2- أ- أكتب معادلة تفكك البلوتونيوم .

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

3- يعطى المنحنى البياني للتناقص الإشعاعي $A(t)$. (الشكل المقابل)

أ- ما هي قيمة النشاط الابتدائي A_0 عند اللحظة $t = 0$.

ب- احسب ثابت التفكك λ بالسنة و بالثانية ، ثم استنتج N_0 عدد الأنوية الابتدائية و كذا قيمة الكتلة الابتدائية m_0 الموافقة .

4- عمليا الجهاز يعمل بشكل جيد إلى أن يتناقص نشاط العينة إلى 30% من قيمته الابتدائية . أحسب عندئذ عدد أنوية البلوتونيوم غير المتفككة (المتبقية) .

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

حل التمرين

1- أ- تعني مادة مشعة مادة أنويتها غير مستقرة تصدر جسيمات مثل α ، β^- ، β^+ أو إشعاع γ .

• الإشعاع α هو نمط من التفكك تصدر فيه النواة المشعة جسم α الذي عبارة عن نواة الهيليوم ^4_2He .

ب- تنتج الطاقة من تحويل الطاقة المحررة من التفاعل النووي (تفكك نواة البلوتونيوم) إلى طاقة كهربائية .

2- أ- معادلة التفكك للبلوتونيوم :

$$^{238}_{94}Pu \rightarrow ^{A}_{Z}X + ^{4}_{2}He$$

حسب قانوني الانحفاظ :

$238 = A + 4 \rightarrow A = 234$

$94 = E + 2 \rightarrow Z = 92$

إذن $^{A}_{Z}X$ عبارة عن $^{234}_{92}U$ و المعادلة تصبح كما يلي :

$$^{238}_{94}Pu \rightarrow ^{234}_{92}U + ^{4}_{2}He$$

ب- الطاقة المحررة :

$E_{lib} = (m(Pu) - m(U) - m(He))c^2$

$E_{lib} = (237.99799 - 233.99048 - 4.00151) \cdot 931.5 = 5.6\ MeV$

3- أ/ قيمة A_0 :

من البيان :

$A_0 = 5 \cdot 1.9 \cdot 10^{10} = 9.5 \cdot 10^{10}\ Bq$

ب/ ثابت التفكك :

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

$$t = t_{1/2} \rightarrow A = \frac{A_0}{2} = \frac{9.5.10^{10}}{2} = 4.7 \cdot 10^{10}\ Bq$$

بالاسقاط في البيان $A = f(t)$ مع الأخذ بعين الاعتبار سلم الرسم نجد : $t_{1/2} = 90\ ans$ ومنه يصبح :

$$\lambda = \frac{\ln 2}{90} = 7.7.10^{-3}\ ans^{-1} = 2.44.10^{-10}\ s^{-1}$$

- قيمة N_0 ، m_0 :

• $A_0 = \lambda N_0 \rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$

$$N_0 = \frac{9.5.10^{10}}{2.44.10^{-10}} = 3.89.10^{20}$$

- $\frac{m_0}{M} = \frac{N_0}{N_A} \rightarrow m_0 = \frac{M \cdot N_0}{N_A}$

$$m_0 = \frac{238 \cdot 3.89 \cdot 10^{20}}{6.02 \cdot 10^{23}} = 0.15\,g$$

4- عدد أنوية Pu عندما يتناقص A إلى 30% من قيمته الابتدائية :

نعتبر $A_{(30)}$ قيمة النشاط عندما يبلغ 30% من قيمته الابتدائية أي :

$$A_{(30)} = \frac{A_0 \cdot 30}{100} = 0.3\,A_0$$

$$A_{(30)} = \lambda\, N_{(30)} \rightarrow N_{(30)} = \frac{A_{(30)}}{\lambda} = \frac{0.3A_0}{\lambda}$$

$$N_{(30)} = \frac{0.3 \cdot 9.5 \cdot 10^{10}}{2.44 \cdot 10^{-10}} = 1.7 \cdot 10^{20}$$

5- عمر المريض عند اضطراره لاستبدال البطارية :

نحسب أولا الزمن اللازم لتبلغ العينة 30% من النشاط الابتدائي و الذي يمثل الزمن اللازم لاستبدال البطارية :

$$A = A_0\, e^{-\lambda t} \rightarrow 0.3A_0 = A_0\, e^{-\lambda t} \rightarrow 0.3 = e^{-\lambda t} \rightarrow \ln 0.3 = -\lambda t \rightarrow t = -\frac{\ln 0.3}{\lambda}$$

$$t = -\frac{\ln 0.3}{7.70 \cdot 10^{-3}} = 156.4\,ans$$

و هو الزمن اللازم لاستبدال الجهاز و عندها يكون عمر المريض إن عاش :

$$t = 50 + 156.4 = 206.4\,ans$$