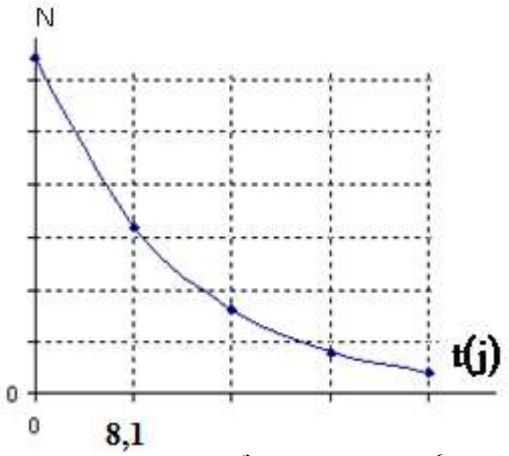
تمارين في التحولات النووية

تمرين 1

يعتبر اليود ضروريا لجسم الإنسان لأنه يساهم في تكوين الهرمونات الدرقية عند امتصاصه على مستوى الغدة الدرقية على شكل أيونات اليودور. لليود نظير طبيعي $^{127}_{53}I$ لا إشعاعي النشاط ونظير اصطناعي $^{131}_{53}I$ إشعاعي النشاط يستعمل في المجال الطبي .



1 – دراسة النشاط الإشعاعي لليود :

1.1 – اكتب معادلة تفتت اليود131 علما أن هذا التفتت تتولد عنه النواة $^{131}_{45}Xe$ واستنتج طبيعة النشاط الإشعاعي

1.2 – يمثل الشكل جانبه العلاقة التي تعبرعن التناقص الإشعاعي لعدد متوسط N (t) من النوى غير المتفتتة في عينة من اليود 131 عند لحظة t .

عرف عمر النصف وحدد قيمته بالنسبة لليود 131

3 احسب النشاط الإشعاعي لعينة من اليود 131 كتلتها m=10mg .

2 – الاستعمالات الطبية :

2.1- تستلزم عملية إنجاز فحص بالومضات للغدة الدرقية استعمال محلول اليود 131ذي النشاط الإشعاعي $a_0=37.10^6Bq$. ما كتلة اليود التي يجب حقنها ؟

2.2- تسلم للسكان القاطنين بجوار المحطات النووية أقراص لليود على شكل يودور البوتاسيوم قصد تناولها في حالة حدوث تسرب نووي لليود 131 .

علل هذا الاحتياط الوقائي

المعطيات : الكتلة المولية الذرية لليود 131 $M=131g.mol^{-1}$ ثابتة أفوكادرو $N_A=6.02.10^{23}mol^{-1}$

التصحيح

1-1- المعادلة $^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{45}Xe + \beta^-$ طبيعة النشاط من نوع β^-

1-2- تعريف عمر النصف : المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف نوى العينة المشعة. مبيانيا عند $N_0/2$ نجد $t_{1/2}=8,1jours$

3- نعلم ان $\frac{m}{M}=\frac{N}{N_A}$ مع $a=\lambda.N$ و $t_{1/2}=Ln(2)/\lambda \Rightarrow a=\frac{Ln(2)}{t_{1/2}}.\frac{m}{M}.N_A$ تطبيق عددي نجد $a=4.5\ .10^{13}\ Bq$ مع $t_{1/2}$ بالوحدة s

1-2-من خلال السؤال السابق $m_0=\frac{t_{1/2}}{Ln(2)}.\frac{M}{N_A}.a_0$ تطبيق عددي نجد $m_0=8,13\ .10^{-9}\ g$ مع $t_{1/2}$ بالوحدة s

2-2- إشباع الغدة باليود غير المشع حتى تصبح غير قادرة على امتصاص اليود المشع

تمرين 2

توجد ثلاثة أنواع من المياه، يتعلق كل نوع بنواة الهيدروجين الداخلة في تكوين الجزيئة H_2O.

يتكون الماء العادي من النوى ^1_1H والماء الثقيل من النوى ^2_1H الذي يستعمل في المفاعلات النووية، و أخيرا الماء المشع الذي يتكون من النوى ^3_1H.

1- ماذا تسمى النوتان ^2_1H ، ^3_1H ؟

2- لماذا يسمى الماء المتكون من النوى ^2_1H ماء ثقيل ؟

3- النواة ^3_1H اشعاعية النشاط β^-

أ- أعط رمزها الدقيقة β^- ؟ اكتب معادلة هذا التفتت النووي، علما انه تنتج نواة الهليوم ^Z_AHe .

ب - احسب طاقة ربط نواة ^3_1H بالوحدة (MeV) و طاقة ربط لنوية نواة ^3_1H .

4- نصف عمر النواة ^3_1H ، $t_{1/2}$= 12 ans.

أ- عرف نصف العمر.

ب- استنتج ثابتة النشاط الإشعاعي λ لهذه النواة، ثم احسب قيمته.

جـ - احسب عند t= 60 ans النشاط الإشعاعي لعينة من ^3_1H تحتوي على مليار (10^9) نواة،

5- بين أن عدد النوى المشعة الموجودة في عينة عند لحظة t يحقق المعادلة التفاضلية: $\frac{dN(t)}{dt}+\frac{1}{\alpha}N(t)=0$ حيث α ثابتة يطلب تحديد تعبيرها ووحدتها.

المعطيات: $m(^3_1H)=3,01550\mu$ ، $m(^1_1P)=1,0073\mu$ ، $m(^1_0n)=1,0087\mu$ ؛ $1\mu=1,66.10^{-27}Kg=931,5MeV/C^2$ ،

التصحيح

1 – النوتان هما نظير عنصر الهدروجين H (^2_1H : الدوتوريوم D ، ^3_1H : التريتيوم T)

2- يدعى الماء D_2O (يمثل D نواة الدوتوريوم ^2_1H) ماء ثقيل بسبب احتواء نواة الهيدروجين على بروتون و نوترون، أي عددها الكتلي A= 2.

3 – أ – الدقيقة β^- هي إلكترون، رمزه $^0_{-1}e$. معادلة التفاعل النووي: $^3_1H \rightarrow {}^0_{-1}e + {}^A_ZHe$

بتطبيق قانون صودي : A=3 و Z=2 معادلة التفاعل النووي المطلوبة: $^3_1H \rightarrow {}^0_{-1}e + {}^3_2He$

ب- طاقة الربط نواة (^3_1H) : $E_l=\Delta m.c^2=\left[(m_p+2m_n-m(^3_1H)\right].c^2\approx 0,137.10^{-11}\ J\approx 8,56\ MeV$

طاقة الربط لكل نوية $\frac{E_l}{A} \approx \frac{8,56}{3} \approx 2;85\ MeV$

4- أ- تعريف عمر النصف : هي المدة التي تتفتت خلالها نصف النوى البدئية الموجودة في هذه العينة.

ب - استنتاج تعبير ثابتة النشاط الإشعاعي λ.

ننطلق من قانون التناقص الإشعاعي: $N = N_0 e^{-\lambda t}$

عند اللحظة t=0 عدد النوى الموجودة في العينة، $N = N_0$

عند اللحظة $t = t_{1/2}$ عدد النوى المتبقية في العينة $N' = \frac{N_{\grave{a}}}{2}$

بالتعويض في تعبير التناقص الإشعاعي: $\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t}$ ومنه $\lambda = \frac{Ln2}{t_{1/2}}$

قيمة ثابتة النشاط الإشعاعي: $\lambda = \frac{Ln\,2}{t_{1/2}} = \frac{0,69}{12} = 5,78.\,10^{-2}\ ans^{-1}$

جـ - النشاط الإشعاعي لعينة التريثيوم

نحسب أولا النشاط الإشعاعي البدئي A_0 باستعمال العلاقة: $A_0 = \lambda\, N_0$

$$A_0 = 1,83.10^{-9}.10^9 = 1,83\,Bq \Leftarrow \lambda = 5,78.\,10^{-2}\ ans^{-1} = \frac{5,78.10^{-2}}{365.24.3600} = 1,83.10^{-9}\ s^{-1}$$

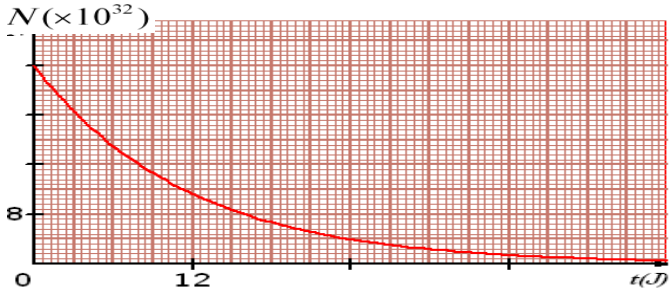
النشاط الإشعاعي عند اللحظة t=60 ans $\Leftarrow$ $A = A_0 e^{-\lambda t} = 1,83\ .e^{-(5,78\ .10^{-2})(60)} = 0,057\ \ Bq$

5 – إيجاد المعادلة التفاضلية: بتعويض العبارة $A(t) = \lambda\, N(t)$ في المعادلة $A(t) = -\frac{d\,N(t)}{dt}$ نجد: $\frac{d\,N(t)}{dt} + \lambda N(t) = 0$

تعبير α و وحدته: $\lambda = \frac{1}{\alpha}$ نعلم أن : $\lambda = \frac{1}{\tau}$ ومنه: $\alpha = \tau$: يمثل ثابتة الزمن و وحدته الثانية (s)

تمرين 3

يعطي المبيان جانبه تناقص عينة من اليود131 .



1- أوجد من المبيان بطريقتين مختلفتين ثابتة النشاط الإشعاعي.

2- احسب قيمة النشاط البدئي a_0 .

3- بيّن أنه عندما يكون $t=n.t_{1/2}$ حيث n عدد صحيح طبيعي ،

فإن $N = \frac{N_0}{2^n}$

4- احسب النشاط في اللحظة $t = 24\,jrs$

التصحيح

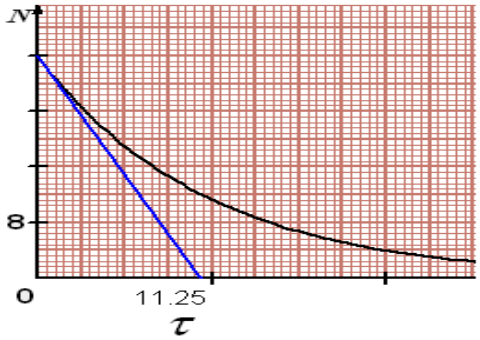
1- إيجاد من المبيان بطريقتين مختلفتين ثابت النشاط الإشعاعي

الطريقة الأولى : بالاعتماد على ثابتة الزمن	الطريقة الثانية : بالاعتماد على زمن نصف العمر .	الطريقة الثالثة :
نرسم المماس للمبيان عند $t = 0$ افصول نقطة تقاطع المماس مع محور الافاصيل تمثل τ نجد : $\tau = 11.25J$ ومنه $\lambda = \frac{1}{\tau} = 8,9.10^{-2} j^{-1} = 10^{-6} s^{-1}$	نرسم المستقيم الذي معادلته $N = \frac{N_0}{2}$ فيقطع المبيان في نقطة أفصولها $t_{\frac{1}{2}}$. مبيانيا نجد : $t_{\frac{1}{2}} = 7.8J$ ومنه : $\lambda = \frac{Ln(2)}{t_{1/2}} = 8,9.10^{-2} j^{-1}$	نعلم أن :عند t=τ : $N = 0.36N_0$ نرسم المستقيم الذي معادلته : $N = 0.36N_0$ فيقطع المبيان في نقطة أفصولها τ. مبيانيا نجد : $\tau = 11.2J \rightarrow \lambda = 8.9 \times 10^{-2} J^{-1}$

2-/ حساب قيمة النشاط البدئي .

$$A_0 = \lambda N \rightarrow A_0 = 1.0 \times 10^{-6} \times 32 \times 10^{32} = 3.2 \times 10^{26}\,Bq$$

3-/ تبيين أنه عندما يكون $t = n\,t_{\frac{1}{2}}$ فإن $N = \frac{N_0}{2^n}$



$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \rightarrow N(n t_{\frac{1}{2}}) = N_0 e^{-n t_{\frac{1}{2}} \cdot \frac{Ln\,2}{t_{\frac{1}{2}}}} \rightarrow N(n t_{\frac{1}{2}}) = \frac{N_0}{2^n}$$

4-/ حساب النشاط في اللحظة $t = 24\,jrs$.

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \rightarrow A(t = 24J) = 3.2 \times 10^{26} e^{-0.089 \times 24} = 3.8 \times 10^{25}\,Bq$$

علما ان $e^{Lna} = a$ و $e^{a.b} = (e^a)^b$