١٤-٩ قانون التحلل الإشعاعي Radioactivity Decay Law

لقد وجد أن شدة الإشعاعات المنبعثة من المادة المشعة تعتمد على عدد النوى (N) الغير مستقرة (المشعة)، ويعطى معدل التحلل من العلاقة التالية:

$$\frac{N_0 - N}{t_0 - t} = \frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda N \qquad (1)$$

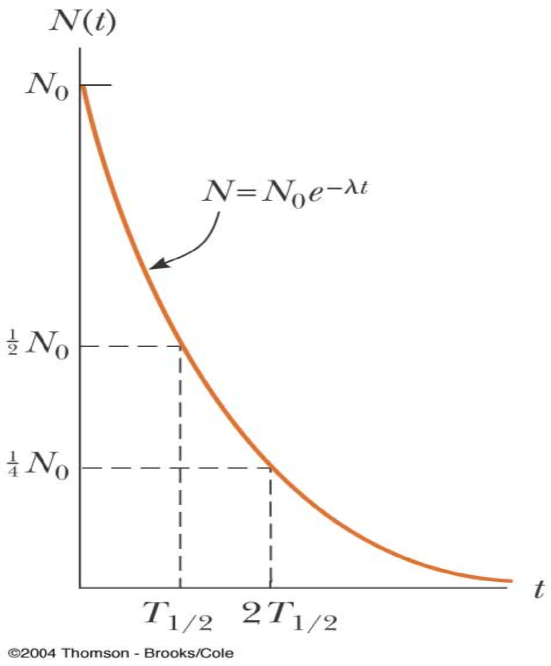
حيث N: عدد النوى المشعة عند الزمن t.

N_o: عدد النوى عند الزمن t_o .

λ: ثابت التحلل.

ويمكن الحصول على عدد النوى عند الزمن t من العلاقة التالية:

$N = N_0 e^{-\lambda t}$ (2) والعلاقة البيانية لهذة العلاقة موضحة في الشكل التالي حيث Nتتناقص أسياً مع t.



١٤-١٠ عمر النصف Half Life

الزمن اللازم لكي تتحلل نوى نظير معين إلى نصف عددها (اي ان N_0 تصبح $\frac{N_0}{2}$) ويمكن معرفة هذا الزمن بتعويض عدد النوى المتبق في المعادلة (١) كما يلي:

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\ln(\frac{1}{2}) = \ln(e^{-\lambda t_{1/2}})$$

$$-\ln(2) = -\lambda\, t_{1/2}$$

$$\boxed{t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}} \qquad (2)$$

ويمكن ملاحظة أن عمر النصف يعتمد فقط على ثابت التحلل (λ).

سؤال ١١ ص ٧٢٣: كم من الوقت تستغرق لكي يتفكك ٨٠% من نوى نظير الصوديوم-٢٢، نصف عمره الفيزيائي ٢٢ سنة؟

$$\lambda = \frac{0.693}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{365x24x60x60} = ...s^{-1}$$

$$N = 80\%N_0 = 0.8N_0$$

$$N = 0.8N_0 = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\ln(0.8) = -\lambda t$$

$$t = -\frac{\ln(0.8)}{\lambda} = ... \ s$$

١٤-١١ الشدة الإشعاعية (النشاط الإشعاعي) Radioactivity

إنه من الصعب عد النوى في العينة مباشرة فلذلك يمكن قيلس معدل التحلل أو عدد التحللات في وحدة الزمن (R) من العلاقة التالية:

$$R = \left|\frac{dN}{dt}\right| = \lambda\, N \qquad (3)$$

وعلى ذلك يمكن معرفة معدل التحلل عند اي زمن t من العلاقة التالية:

$$R = R_0\, e^{-\lambda.t} \qquad (4)$$

وتقاس الشدة الإشعاعية عادة بالكيوري (Ci) وهو يساوي:

١ كيوري = $3.7x10^{10}$ تحلل/ ثانية $1\ Ci = 3.7x10^{10}$ decay/sec

وفي النظام العالمي تقاس بالبيكريل وهو يساوي:

1 بيكريل = 1 تحلل/ ثانية. I Bq = 1 decay/ sec

ملاحظة:

يمكن حساب عدد النوى (N) كما يلي:

$$N = \frac{\text{avogadro number} * \text{mass}}{\text{atomic mass}}$$ اي N= $\frac{\text{عدد أفوجادرو } x \text{ الكتلة}}{\text{الوزن الذري}}$ والوزن الذري

يساوي تقريباً العدد الكتلي.

مثال (١٤-٤).

١٤-١٢ التفاعلات النووية Nuclear Reactions

ماتحدثنا عنه سابقاً من تحلل للعينات هو كان تحلل طبيعي. اما هنا سوف نتكلم عن إنتاج نظائر صناعية عن طريق قذف النواة بجسيمات نووية. ويمكن تمثيل هذا التفاعل كما يلي:

$$X + x = Y + y \qquad (5)$$

نواة الهدف X + الجيسم النووي المستخدم في القذف x = النواة الناتجة Y + جسيم منبعث y

ويمكن حساب طاقة هذا التفاعل بنفس الطرية السابقة (فرق الكتلة مضروباً في مربع سرعة الضوء):

$$Q = [(M(X) + m(x)) - (M(Y) + m(y))]\ 931.5MeV \qquad (6)$$

اي ان الطاقة = (الكتل قبل التفاعل – الكتل بعد التفاعل) x 931.5

١٤-١٣ التحول النووي بواسطة النيوترونات Transmutation by neutrons

عادة تستخدم النيوترونات لقذف العناصر الثقيلة مما ينتج عنه تحلل لهذه النوى و انبعاث لجسيمات بيتا السالبة.

تمرين: لماذا يفضل استخدام النيوترون في قذف النوى؟

تمارين:

١) عينة من الصوديوم المشع ^{22}Na والذي عمر النصف له 2.6 y وعدد أنويتها المشعة $4.38x10^{18}$

الوقت الذي تستغرقه العينة لكي يتحلل 50% من نواها يساوي:

أ- 2.6 y ب- 1.3 y ج- $4.38x10^{18}$ sec د- 356 d

٢) الشدة الإشعاعية (النشاط الإشعاعي) لعينة الصوديوم بالسؤال السابق تساوي:

أ- $3.7x10^{10}$Bq ب- 1 Bq ج- 1 Curie د- $3.7x10^{4}$ Curie

٣) عينة من نظير الكوبالت $^{60}_{27}Co$ يوجد بها $2x10^{23}$ نواة مشعة ، بعد مرور ثلاث أعمار نصفية فان عدد الأنوية المشعة يساوي:

أ. $100x10^{21}$ ب. $6x10^{23}$ ج. $16x10^{21}$ د. $25x10^{21}$

٤) عينة من نظير الراديوم $^{226}_{88}Ra$ يوجد بها $27x10^{20}$ نواة مشعة، إذا كان عمر النصف لهذا النظير 1603 y فان شدتها الإشعاعية تساوي:

أ. $3.7x10^{4}$ Ci ب. 1 Bq ج. 1μCi د. 1Ci