التحولات النووية ـ النشاط الإشعاعي

I ـ النشاط الإشعاعي التلقائي الطبيعي :

1 ـ تعريف :

النشاط الإشعاعي التلقائي هو تفتت طبيعي غير مرتقب في الزمن لنواة غير مستقرة للحصول على نواة أو نوى متولدة أكثر استقرارًا، حيث يصاحب هذا التفتت أنبعاث دقيقة أو عدة دقائق تكون إشعاعات نشيطة.

2 ـ قوانين التحولات النووية:

أثناء التحولات النووية لدينا قوانين الانحفاظ التالية :

- **إنحفاظ كمية الحركة.**
- **إنحفاظ الطاقة.**
- **إنحفاظ الشحنة الكهربائية.**
- **إنحفاظ العدد الكلي للنويات.**

3 ـ النشاط الإشعاعي γ :

الإشعاع γ عبارة عن فوتونات ذات طاقة كبيرة، ينبعث الإشعاع γ عندما تفقد نويدة مشعة (مثارة) $^{A}_{Z}X^{*}$ إثارتها، لنحصل على نويدة أكثر استقرارا $^{A}_{Z}X$ نعبر عن هذا النشاط بالمعادلة التالية :

$$^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$$

4 ـ النشاط الإشعاعي α :

النشاط الإشعاعي α هو تحول نواة غير مستقرة $^{A}_{Z}X$ إلى نواة Y متولدة أكثر استقرارا و ذلك ببعث نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$ التي تسمى الدقيقة α و ذلك وفق المعادلة التالية :

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

مثال : $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$

الحصيلة الطاقية :

لدينا : $X \rightarrow Y + \alpha$ ، و منه النقص الكتلي Δm المصاحب هو : $\Delta m = m_X - (m_Y + m_\alpha)$

فتكون بذلك الطاقة E المتولدة هي : $E = \Delta m.c^2 = [m_X - (m_Y + m_\alpha)].c^2$

الطاقة المتولدة E تحمل من طرف النويدتين α و Y (باعتبار النويدة X ساكنة بدئيا)، و بما أن الدقائق α هي ذات كتلة أصغر بكثير من النويدة Y، فإن في هذه الحالة تأخذ الدقائق α تقريبا كل الطاقة الناتجة عن التفتت و التي تظهر على شكل طاقة حركية :

$$E = E_{CY} + E_{c\alpha} \approx E_{C\alpha}$$

habibi_abdelhakim@yahoo.fr
http://allalmahdade.ifrance.com

غالبا ما يصاحب التفتت α انبعاث الإشعاع γ و في هذه الحالة نكتب معادلة التفاعل النووي على الشكل :

☜ تحول النويدة $^{A}_{Z}X$ إلى نويدة مثارة $^{A-4}_{Z-2}Y^{*}$ مع انبعاث الدقيقة α :

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y^{*} + ^{4}_{2}He$$

☜ نفقد النويدة $^{A-4}_{Z-2}Y^{*}$ إثارتها لتتنتج النويدة المستقرة $^{A-4}_{Z-2}Y$ مع انبعاث الإشعاع γ :

$$^{A-4}_{Z-2}Y^{*} \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + \gamma$$

فيصبح في هذه الحالة تعبير الطاقة E المولدة هو : $E = E_{CY} + E_{C\alpha} + E_{C\gamma}$

بحيث : $E_{C\gamma}$ هي طاقة الإشعاعات γ (الفوتونات) مع : $E_{C\gamma} = E_{\gamma} = h.\nu$

و منه : $E = E_{CY} + E_{C\alpha} + E_{\gamma} = \Delta m.c^2 = [m_x - (m_Y + m_{\alpha})].c^2$

ـ إذا كانت النويدة المثارة Y* ذات الطاقة E_i ، و كانت النويدة المستقرة Y ذات الطاقة E_f فإن طاقة الإشعاع γ هي :

$$E_{\gamma} = h.\nu = E_i - E_f$$

5 ـ النشاط الإشعاعي β^- :

استحالة نووية تتحول أثناءه النواة الأصلية $^{A}_{Z}X$ ، لى نواة متولدة Y مع انبعاث دقيقتين :

☜ الإلكترون e^- الذي يسمى الدقيقة β^- .

☜ ضديد النوترينو $\overline{\nu}$ (Anti neutrino) الذي هو عبارة عن دقيقة محايدة كهربائيا منعدمة الكتلة تنتقل بسرعة انتشار الضوء في الفراغ، نرمز له بـ : $^{0}_{0}\overline{\nu}$.

معادلة هذا التفاعل هي على الشكل :

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z+1}Y + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\overline{\nu}$$

الطاقة المتولدة و الناتجة عن النقص الكتلي : $E = \Delta m.c^2 = [m_x - (m_Y + m_e)].c^2$

(في هذه الحالة تكون الطاقة الحركية للإلكترون و ضديد النوترينو غير مكماة عكس الطاقة الحركية للدقائق α)

مثال : $^{14}_{6}C \rightarrow ^{14}_{7}N + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\overline{\nu}$

أثناء الإشعاع β^- لا يتغير عدد الكتلة A، في حين يزداد عدد البروتونات بوحدة و ينقص عدد النوترونات بوحدة، و منه فالإشعاع β^- يقابله استحالة نوترون إلى بروتون، و نعبر عنه بالمعادلة الظاهراتية التالية :

$$^{1}_{0}n \rightarrow ^{1}_{1}p + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\overline{\nu}$$

6 ـ النشاط الإشعاعي β^+ :

يظهر غالبا بالنسبة للعناصر الإشعاعية الإصطناعية حيث تتحول أثناءه النواة الأصلية $^{A}_{Z}X$ إلى نواة متولدة Y مع انبعاث دقيقتين :

☜ البوزيترون e^+ (ضديد الإلكترون) الذي يسمى الدقيقة β^+ .

☜ النوترينو ν (Neutrino) الذي هو عبارة عن دقيقة محايدة كهربائيا منعدمة الكتلة تنتقل بسرعة انتشار الضوء في الفراغ، نرمز له بـ : $^{0}_{0}\nu$.

معادلة هذا التفاعل هي على الشكل :

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z-1}Y + ^{0}_{+1}e + ^{0}_{0}\nu$$

habibi_abdelhakim@yahoo.fr
http://allalmahdade.ifrance.com

$$^{13}_{7}N \rightarrow ^{13}_{6}C + ^{0}_{+1}e + ^{0}_{0}\overline{\nu}$$ **مثال :**

أثناء الإشعاع β^+ لا يتغير عدد الكتلة A، في حين يزداد عدد النوترونات بوحدة و ينقص عدد البروتونات بوحدة، و منه فالإشعاع β^+ يقابله استحالة بروتون إلى نوترون، و نعبر عنه بالمعادلة الظاهراتية التالية :

$$^{1}_{1}p \rightarrow ^{1}_{0}n + ^{0}_{+1}e + ^{0}_{0}\nu$$

7 ـ قانون التناقص الإشعاعي :

نعتبر عينة تحتوي على N_0 نويدة مشعة عند اللحظة $t_0 = 0$ ، و ليكن N عدد النويدات المتبقية غير المتفتتة عند اللحظة t.
يعبر عن N(t) حسب قانون أسي (قانون التناقص الإشعاعي) كما يلي:

$$N(t) = N_O e^{-\lambda t}$$

λ: ثابتة تميز النويدة و هي مستقلة عن الزمن تسمى **ثابتة إشعاعية** و حدتها عي s^{-1} .

أ ـ الدور الإشعاعي ـ عمر النصف : Période radioactive – Demi_vie

الدور الإشعاعي T لنويدة مشعة هو المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف نوى العينة.

أي عند $t = T$ تكون : $N(T) = \frac{N_0}{2}$ مع : $N(t) = N_O e^{-\lambda t}$

و منه نجد : $N(T) = \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T}$

و بالتالي : $\ln 2 = \lambda . T$ و منه نجد تعبير الدور الإشعاعي بدلالة الثابتة الإشعاعية :

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

ب ـ نشاط عينة مشعة : Activité d'un échantillon radioactif

نشاط عينة مشعة نرمز له بـ a و هو المقدار :

$$a = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N$$

الذي يعبر عن عدد التفتتات في وحدة الزمن، نعبر عنه في النظام العالمي للوحدات بوحدة تسمى **البيكريل Becquerel** رمزه **Bq** كما تستعمل وحدة أخرى هي **الكوري Curie** رمزه **Ci** مع : $\mathbf{1Ci = 3{,}7.10^{10}Bq}$.

و منه عند $t_0 = 0$ يكون نشاط عينة مشعة هو : $a_0 = \lambda N_0$ فيمكن أن نكتب :

$$a(t) = a_O e^{-\lambda t}$$

8 ـ الفصيلة المشعة : Famille radioactive

هي مجموعة النويدات الناتجة عن نفس النويدة الأصلية. (مثال : الشكل 9 الصفحة 320)
(التمارين التطبيقية : 1 ؛ 2 ؛ 3 ؛ 7 ؛ 10 الصفحات 323 ؛ 324 ؛ 325)

habibi_abdelhakim@yahoo.fr
http://allalmahdade.ifrance.com

II ـ التفاعلات النووية الاصطناعية :

1 ـ الاستحالة النووية : Transmutation nucleaire

و هي إحداث تحول نويدة معينة إلى نويدة أخرى و ذلك بقذف النواة (مثلا بالدقائق α أو بالنوترونات)

أمثلة :

$$^{238}_{92}U+^{1}_{0}n\rightarrow^{239}_{92}U+\gamma$$

$$^{14}_{7}N+^{4}_{2}He\rightarrow^{17}_{8}O+^{1}_{1}H$$

2 ـ الانشطار النووي : Fission nucleaire

و هي تشظية نواة بتصادمها بقذيفة نووية (نوترون)

مثال :

$$^{235}_{92}U+^{1}_{0}n\rightarrow^{94}_{38}Sr+^{140}_{54}Xe+2^{1}_{0}n$$

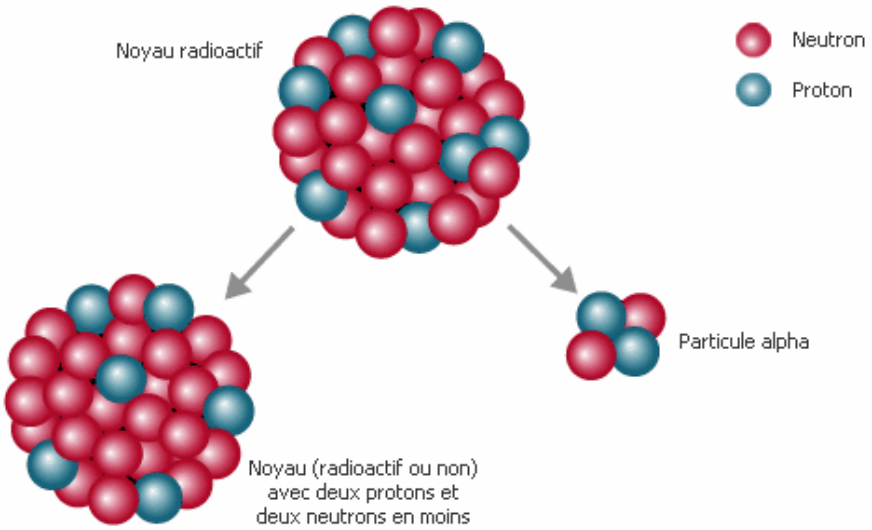
3 ـ الاندماج النووي : Fusion nucleaire

هو انضمام نواتين خفيفتين لتكوين نواة أكثر ثقلا .

مثال :

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

(التمارين 5 ؛ 7 الصفحة 333 ؛ 334)



انتهى و بالتوفيق