الكيمياء النووية

تعريف: هي نوع من نوع الكيمياء يختص بدراسة التغيرات التي تطرأ على نوى الذرات.

النواة:
- أصغر جزء من المادة
- تحمل صفات المادة
- تمثل مركز الذرة
- تحوي نوعين من الجسيمات
  - بروتونات موجبة
  - نيترونات سالبة

المدارات الإلكترونية: هي مسارات حول النواة تحوي جسيم واحد وهو الإلكترون السالب.

رموز:

- إلكترون ← e
- نيترون ← n
- بروتون ← p

رمز العنصر ← X
- Z ← عدد ذري
- عدد كتلي ↑

العدد الذري = عدد البروتونات

العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النيترونات

توضيح بالرموز:

$P = Z$

$A = p + n$ ← نعوض

$A = Z + n$

أي $n = A - Z$

/ / (2) الموضوع: .....

أمثلة لمايلي :

1. نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$

$p = Z = 2$ ، $A = 4$

$n = A - Z = 4 - 2 = 2$

2. نواة الكربون $^{14}_{6}C$

$p = 6$ ، $A = 14$

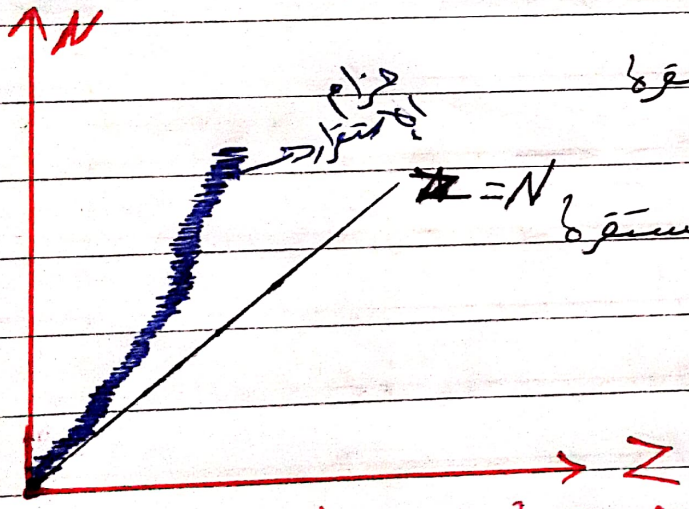
$n = 14 - 6 = 8$

الإستقرار النووي :

تقسم النوى إلى :

① نوى مستقرة تقع على هزام الإستقرار أو بالقرب منه

② نوى غير مستقرة تقع خارج هزام الإستقرار



فوق الهزام مستقرة $\frac{N}{Z}$ غير مستقرة $> \frac{N}{Z}$

تحت الهزام غير مستقرة $\frac{N}{Z}$ مستقرة $< \frac{N}{Z}$

★ تخلص النوى غير المستقرة لنشاط إشعاعي لتكون أكثر استقراراً.

النشاط الإشعاعي : هو إصدار تلقائي أو غير تلقائي لجسيمات أولية من وإلى النواة.

3

الموضوع : ..... / /

ملاحظات : 1- كل نشاط إشعاعي هو تفاعل نووي يرافقه انتشار طاقة هائلة.

2- كل تفاعل نووي يعبر عنه بمعادلة نووية مع مراعاة تحقق مصونية العدد الكتلي

بعد A = A قبل

ومصونية العدد الذري

بعد Z = Z قبل

الجسيمات الأولية:

1- جسيم بروتون ⇐ ${}^{1}_{1}p$ ⇐ يطابق بنية نواة الهيدروجين العادي ${}^{1}_{1}H$

2- جسيم نيترون ⇐ ${}^{1}_{0}n$ ⇐ معتدل الشحنة

3- جسيم ألفا ⇐ ${}^{4}_{2}\alpha$ ⇐ يطابق بنية نواة الهيليوم ${}^{4}_{2}He$

4- جسيم بيتا ⇐ ${}^{0}_{-1}\beta$ ⇐ يطابق بنية الإلكترون ${}^{0}_{-1}e$

5- جسيم بوزيترون ⇐ ${}^{0}_{+1}\beta$ ، ${}^{0}_{+1}e$

يطابق بنية جسيم بيتا فيما لفظ لا إشارة

أنواع النشاط الإشعاعي:

1- التحول من النوع بيتا.

يترافق بإصدار جسيم بيتا، يحدث للنوى الواقعة فوق الحزام.

العملية الكيميائية: ${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}\beta$

تفسير: إن النوى الواقعة فوق الحزام تصدر جسيمات بيتا.

لخفض النسبة $\frac{N}{Z}$ حيث يتحول نيترون إلى بروتون والعودة إلى حزام الاستقرار.

القاعدة ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}\beta + E$

مثال: تتحول نواة الكربون ${}^{14}_{6}C$ إلى النيتروجين مطلقة جسيم بيتا اكتب المعادلة النووية.

${}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}\beta + E$

2 ـ التحول من النوع بوزيترون :

يرافق إصدار البسيم بوزيترون ، حدث النوى الواقعة على حزام الاستقرار

الحالة الكيميائية : $^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}\beta$

تفسير : النوى الواقعة فوق الحزام تصدر البوزيترونات ، لزيادة النسبة $\frac{N}{Z}$ حيث يتحول بروتون إلى بيترون والعودة إلى حزام الاستقرار .

القاعدة : $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}\beta + E$

مثال : أكمل التحول النووي الآتي ثم حدد نوعه .

$$^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + {}^{0}_{+1}\beta + E$$

التحول من النوع بوزيترون

3 ـ التحول من النوع ألفا .

يرافق إصدار البسيم ألفا وحيث النوى التي عددها الذري يفوق 83 .

الحالة الكيميائية : نواة الأب تصدر نواة ابن + نواة ألفا

القاعدة : $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}\alpha + E$

4 التحول ببث نوع أشعة الكترونية :

يحدث للنوى الواقعة تحت حزام الاستقرار حيث يقوم بروتون بأسر إلكترون من مدار داخلي قريب منه ويحوله إلى نيترون.

المعادلة الكيميائية :

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

المعادلة :

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

مثال على الأسر الإلكتروني :

$$ {}^{81}_{37}Rb + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{81}_{36}Kr + E $$

تمرين : أكمل التحولات النووية الآتية محدد نوعها :

1) $ {}^{212}_{83}Bi \rightarrow {}^{212}_{84}Po + \text{——} + \text{——} $

2) $ {}^{\square}_{92}U \rightarrow {}^{231}_{\square}Th + {}^{4}_{\square}X + \text{——} $

3) $ {}^{92}_{44}Ru + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{92}_{43}Tc + \text{——} $

4) $ {}^{90}_{38}Sr \rightarrow {}^{90}_{37}Y + \text{——} + \text{——} $

الموضوع: .....

سلاسل النشاط الإشعاعي :

هي مجموعة من التحولات النووية (ألفا وبيتا)
تبدأ بعنصر مشع (غير مستقر) وتنتهي بعنصر غير مشع (مستقر).

* مثال لطيف :

تحول نواة اليورانيوم المشع $^{238}_{92}U$ إلى الرصاص المستقر $^{206}_{82}Pb$.

المطلوب : 1- احسب عدد التحولات من النوع ألفا.
2- احسب عدد التحولات من النوع بيتا.
3- اكتب المعادلة الكلية النووية.

الحل: 3- نكتب المعادلة بمجاهيل على الشكل التالي

$$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{206}_{82}Pb + x\,^{4}_{2}\alpha + y\,^{0}_{-1}\beta + E$$

حيث x ← عدد التحولات من النوع ألفا
y ← عدد التحولات من النوع بيتا
من مصونية العدد الكتلي بعد = A قبل

$$238 = 206 + x(4) + y(0)$$

(نبقي هذا السطر الفوضاي)

$$238 = 206 + 4x$$

$$4x = 32 \Rightarrow \boxed{x = 8}$$

عدد التحولات = 8 من النوع ألفا

② نفس الشيء بالنسبة للعنصر الثاني

من معرفة العدد الذري

بعد ≠ قبل

$92 = 82 + x(2) + y(-1)$

$x = 8$ بعد إيجادها

فنعوضها ونعيد المعادلة

$92 = 82 + 16 - y$

$y = 98 - 92 = 6$ بالصلاح

$\boxed{y = 6}$ ⇐ العدد من النوع بيتا

③ المعادلة النووية تكون على الشكل التالي

$$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{206}_{82}Pb + 8\,^{4}_{2}\alpha + 6\,^{0}_{-1}\beta + E$$

تطبيق: تحول نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ إلى الرصاص $^{207}_{82}Pb$

طبق الخطوات السابقة بنفس الطريقة.

الموضوع: ..... / /

طاقة الإرتباط: هي الطاقة المتشررة أثناء تكوين النواة
يرمز لها بـ ΔE وتعطى بالعلاقة:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

ΔE: طاقة الإرتباط (J) ⟸ موجبة دوماً
Δm: التغير في الكتلة (kg) نقصان ⟸ سالبة
c: سرعة الضوء في الخلاء.

$$\Delta m = \underbrace{m_2}_{\text{كتلة النواة}} - \underbrace{m_1}_{\text{كتلة المكونات}} < 0$$

مثال: تنقص نواة الأكسجين عند تكونها كتلة قدرها $\Delta m = -0.23 \times 10^{-27}$ kg المطلوب: احسب طاقة الإرتباط لهذه النواة. (سرعة انتشار الضوء في الخلاء $c = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$)

الحل:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$
$$\Delta E = -0.23 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$$
$$\Delta E = -0.23 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16}$$
$$\Delta E = -2.07 \times 10^{-11} J$$

بس هيك ما خلصنا لأنو الإشارة (−) وهي لازم (+) بس شغلنا مش غلط

كيف لهيك؟!

هي طاقة اسمها متشررة = طاقة إرتباط
بتطلع منها على الشكل التالي:

متشررة $\Delta E = -\Delta E$ ارتباط

وبالتالي:

$\Delta E = -2.07 \times 10^{11}$ J استنتج

$\Delta E = 2.07 \times 10^{11}$ J

مثال ٤: تشع الشمس طاقة مقدارها 38×10^{27} كل ثانية احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال ثلاثة دقائق إذا علمت أن $c = 3 \times 10^{8}$ m.s^{-1}

الحل:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$$

$$= \frac{-38 \times 27 \times 60 \times 3}{(3 \times 10^{8})^2}$$

$$\Delta m = \frac{-38 \times 6 \times 3 \times 10^{28}}{9 \times 10^{16}}$$

$$\Delta m = -76 \times 10^{11} \text{ Kg}$$

ملاحظة ① $\Delta E = 38 \times 10^{27} \times 60 \times 60 \times 24$

يوم ← ساعة ← دقيقة ← ثانية

ملاحظة ② كلمة تشع يعني تنقص وهنا موجبة وجود إشارة الـ (-)

الموضوع: ..... / / 11

تطبيق المسألة 11 بأسئلة الدرس.

عمر النصف: هو الزمن اللازم لتحويل (تفكيك) نصف عدد النوى لعنصر مشع يخضع لنشاط إشعاعي خلال زمن محدد يرمز له بـ $t_{\frac{1}{2}}$ ويقدر بوحدات الزمن.

يعطى عمر النصف بالعلاقة

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n}$$

$t_{\frac{1}{2}}$: عمر النصف.

t : الزمن الكلي.

n : عدد مرات تكرار $t_{\frac{1}{2}}$.

مثال: تتحول نواة اليود المشع $^{131}_{53}I$ إلى نواة الكزينون Xe مطلقة جسيم بيتا عند معالجة مرضى السرطان بجرعة منه، فإذا كان عمر النصف لليود المشع المستخدم 8day المطلوب:

1- اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول.

2- احسب النسبة المتبقية من اليود المشع بعد 24days.

1- الحل:

$$^{131}_{53}I \longrightarrow ^{131}_{54}Xe + ^{0}_{-1}\beta + E$$

التحول من النوع بيتا

/ / 12

الموضوع: .....

(2) من القانون

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n}$$

$t = 24$ days

$t_{\frac{1}{2}} = 8$ day

$$n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}$$

$n = ?$

$$= \frac{24}{8} = 3$$

نقص ثلاث أسهم

$$N \xrightarrow[①]{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{2} \xrightarrow[②]{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{4} \xrightarrow[③]{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{8}$$

النسبة المتبقية $\frac{1}{8}$ مما كانت عليه

كانت (N)

تطبيق المسألة [3] بالدرس.

التفاعلات النووية :

1) تفاعلات الإنشطار : هي تغيرات تطرأ على نوى الذرات دون أن تنقسم (تحول النواة إلى نظيرها)

مثال: قذف نواة الذهب $^{198}_{79}Au$ ينترون متحولة إلى نظير مشع:

$$^{198}_{79}Au + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{198}_{79}Au + E$$

(ينترون مقذوف)

2) تفاعلات التآلف : هي تغيرات تطرأ على نوى الذرات حيث تلتقط النواة قذيفة (جسيم أولي) متحولة إلى نواة أخرى وتطلق (جسيم آخر)

مثال :

$$^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}p + E$$

(جسيم أولي) (جسيم أولي)

3) تفاعلات الانشطار : هو تغيرات تطرأ على نوى العنصر الثقيل حيث تنقسم النوى إلى نواتين متوسطتي الكتلة وتطلق نيترونات سريعة جداً.

مثال :

$$^{236}_{92}U \longrightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n + E$$

(نواة) (نواة) (نيترونات)

4) تفاعلات الإندماج: هي تغيرات تطرأ على نوى الذرات الخفيفة حيث تلتحم نواتين أو أكثر لتكون نواة أثقل وكتلة النواة الناتجة عن الإندماج أصغر من مجموع كتل النوى المندمجة وذلك نتيجة انتشار طاقة هائلة (نتيجة النقصان في الكتلة)

مثال:

$$4\,{}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + 2\,{}^{0}_{-1}\beta + E$$

تطبيق: أكمل التفاعلات النووية الآتية مع ذكر نوع كل منها:

1) $\square^{63}Cu + \square^{\square}n \longrightarrow \square^{\square}_{29}Cu + \square$

2) $\square^{\square}_{5}B + \square^{\square}_{\square}n \longrightarrow \square^{7}Li + \square^{4}He + \square$

3) $^{236}_{92}U \longrightarrow \square^{\square}_{51}Sb + \square^{101}Nb + 3\,{}^{1}_{0}n + \square$

4) $4\,\square^{1}H \longrightarrow \square^{\square}_{2}He + 2\,\square^{\square}e + \square$