الأستاذة: كنانة شموط
KENANA SHAMMOUT

المادة: كيميـاء

درس الكيمياء النووية

2024/2023

كيمياء

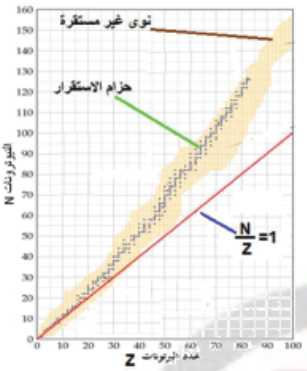
يحدثُ داخلَ الشّمس تفاعلاتٌ نوويّةٌ يرافقها انطلاق طاقة هائلة، تشعّ الشّمس هذه الطّاقة على شكل أمواج كهرطيسيّة تترافق بتدفّق جُسيماتٍ تُسمّى الرّياحَ الشّمسيّةَ.

تركيب النواة:

- تحتوي النّواة على بروتونات موجبة الشّـحنة ونيوترونات معتدلة الشّـحنة، موجودة في حيّز صغير جدّاً.
- العدد الذّرّيّ Z هو عدد البروتونات في النّواة، ويساوي عدد الإلكترونات في الذرّة.
- العدد الكتلي A هو مجموع عددي البروتونات والنّيوترونات N.
- يُرمز لنواة العنصر: ${}^{A}_{Z}X$

الاستقرار النّوويّ:

نشاط (1):



ألاحظ الشّـــكل المجاور الذي يمثّل مواقع نوى نظائر طبيعيّة، حيث تقع النّوى المستقرّة ضمن منطقة تسمّى حزام الاستقرار، وغير المستقرّة تقع خارجه.

- أقارن بين النسبة $\frac{N}{Z}$ للنوى المستقرة بالخط البياني الذي يمثل النسبة $\frac{N}{Z}=1$.
- ما العلاقة بين النّسـبة $\frac{N}{Z}$ للنوى المسـتقرة وغير المسـتقرّة، الّتي لها العدد الذّرّيّ نفسه؟

أستنتج:

- النسبة $\frac{N}{Z}\cong 1$ للعناصر المستقرة ذات الأعداد الذّريّة الصّغيرة.
- النسبة $\frac{N}{Z}>1$ للعناصر المستقرة ذات الأعداد الذّريّة الكبيرة.
- النسبة $\frac{N}{z}$ لنظير غير مستقرّ لا تساوي النّسبة $\frac{N}{Z}$ لنظير مستقرّ، وتتحوّل النّوى غير المستقرّة تلقائيّاً إلى نوى أكثر استقراراً من خلال عمليّة تُدعى النشاط الإشعاعي.

إضاءة:

رموز بعض الجسيمات النووية

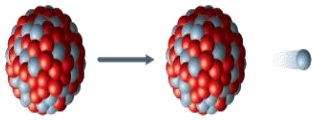
الجسم	رمزه
نيوترون	${}_{0}^{1}n$
بروتون	${}_{1}^{1}H$ أو ${}_{1}^{1}p$
جسيم بيتا	${}_{-1}^{0}e$ أو ${}_{-1}^{0}\beta$
جسيم ألفا	${}_{2}^{4}He$ أو ${}_{2}^{4}\alpha$
بوزيترون	${}_{+1}^{0}e$ أو ${}_{+1}^{0}\beta$

أنواع التحوّلات النّوويّة (النّشاط الإشعاعيّ الطّبيعيّ):

تَحدث داخل النّواة غير المستقرّة تحوّلات نوويّة متحوّلة إلى نواة أُخرى أكثر استقراراً، يرافقها انطلاق جسيمات خارج النّواة، وانطلاق طاقة على شكل أمواج كهرطيسيّة.

- يتحقق دوماً أثناء التحوّلات النوويّة مصونية العدد الذرّي والعدد الكتلي.

1. تحوّل من النوع بيتا:



يَحدث في النّوى التي تقع فوق حزام الاســـتقرار نتيجة تحوّل نيوترون إلى بروتون وفق المعادلة الآتية:

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

يُعبَّر عن هذا النّوع من التّحوّل بالمعادلة النّوويّة العامّة الآتية:

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

تطبيق (1):

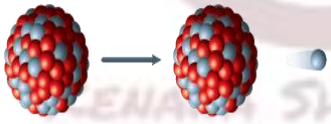
تتحول نواة الكربون ${}_{6}^{14}C$ إلى نواة النتروجين ${}_{7}^{14}N$ تلقائياً، أكتب المعادلة النّوويّة المعبّرة عن هذا التحوّل محدّداً نوعه.

الحل:

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

- التحوّل من نوع بيتا.

2. تحوّل من النوع بوزيترون:



يحدث في النّوى التي تقع تحت حزام الاســـتقرار نتيجة تحوّل بروتون إلى نيوترون وفق المعادلة الآتية:

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

يعبّر عن هذا النّوع من التّحوّل بالمعادلة النّوويّة العامّة الآتية:

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

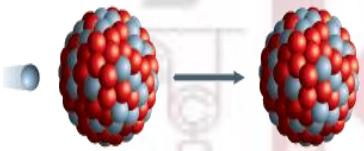
تطبيق (2):

تتحول نواة الكربون المشع $^{11}_{6}C$ إلى نواة البور المستقر بإطلاقها بوزيترون، أكتب المعادلة النّوويّة المعبرة عن هذا التّحوّل.

الحل:

$$^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + {}^{0}_{+1}e + Energy$$

3. الأسر الإلكتروني:



يَحدث في النّوى الّتي تقع تحت حزام الاستقرار، ولا تملك طاقة كافية لإطلاق بوزيترون، حيث تَلتقط النّواةُ إلكتروناً من السّـــحابة الإلكترونيّة المحيطة بها ليرتبط ببروتون فيشكّل نيوترون وفق المعادلة الآتية:

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

يعبّر عن هذا النّوع من التّحوّل بالمعادلة النّوويّة العامّة الآتية:

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

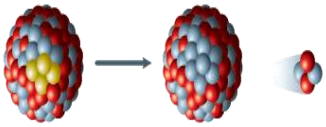
تطبيق (3):

تتحوّل نواة الروبيديوم Rb إلى نواة الكربتون $^{81}_{36}Kr$ عندما تأسر أحد إلكترونات السّحابة الإلكترونية المحيطة بها، أكتب المعادلة النّوويّة المعبّرة عن التحوّل.

الحل:

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

4. التّحوّل من النّوع ألفا:



يمكن أن يحدث في النّوى الّتي يزيد عددها الذّريّ عن 83 ، حيث تُطلِق النّواة جســـيم ألفا $^{4}_{2}He$، ويُعبَّر عن هذا النّوع من التّحوّل بالمعادلة النّوويّة العامّة الآتية:

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

تطبيق (4):

تتحوّل نواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ إلى نواة الرادون Rn بإطلاقها جسيم ألفا، أكتب المعادلة المعبّرة عن التّحوّل.

الحل:

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

نشاط (2):

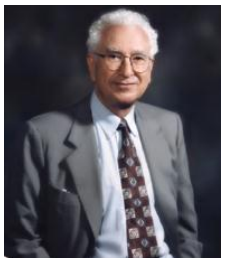
$^{235}_{92}U \rightarrow {}^{231}_{90}Th + {}^{4}_{2}He + Energy$ تحول من النوع ألفا

$^{90}_{38}Sr \rightarrow {}^{90}_{39}Y + {}^{0}_{-1}e + Energy$ تحول من النوع بيتا

$^{92}_{44}Ru \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{92}_{43}Tc + Energy$ تحول من نوع أسر إلكتروني

$^{212}_{84}Po \rightarrow {}^{208}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He + Energy$ تحول من نوع ألفا

أ.كنانة شموط 0988055790



إثراء:

أثبتت الدّراسات الحديثة الّتي قام بها العالم موري جيلمان أنّ البروتونات والنيوترونات يتكوّن كلّ منها من جسيمات متناهية في الصّغَر تُسمّى كواركات، ولها ستّة أنواع أهمّها $(up\ ,down)$ حيث أنّ:

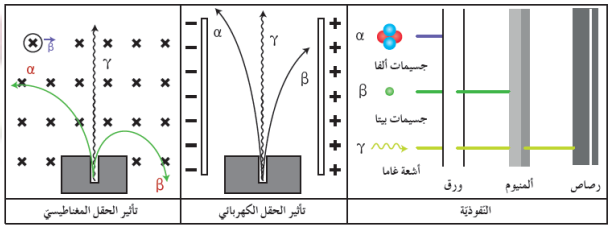
شحنة $up = +\frac{2}{3}$، وشحنة $down = -\frac{1}{3}$

يتألف البروتون من ثلاث كواركات $2up + 1down$

والنيوترون من ثلاث كوراكات $1up + 2down$

خاصيّات جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة غاما:

ألاحظ الصّور الآتية، وأستنتج منها بعض خاصّيّات جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعّة غاما.



	جسيمات ألفا (α)	جسيمات بيتا (β)	أشعة غاما (γ)
الطبيعة	تطابق نواة الهليوم ^4_2He	إلكترونات عالية السّرعة	أمواج كهرطيسيّة طاقتها عالية جداً
الشحنة	تحمل شحنتين موجبتين	تحمل شحنة سالبة	لا تحمل شحنة كهربائيّة
الكتلة	كتلتها تساوي أربعة أضعاف كتلة الهدروجين العادي	كتلتها تساوي كتلة الإلكترون	ليس لها كتلة سكونيّة
تأيين الغازات	تأيّن الغازات التي تمر من خلالها	أقلّ قدرة على تأيين الغازات من جسيمات ألفا	أقلّ قدرة على تأيين الغازات من جسيمات بيتا
النفوذية	نفوذيتها ضعيفة	نفوذيتها أكبر من نفوذية جسيمات ألفا	نفوذيتها أكبر من نفوذية جسيمات بيتا
السرعة بالنسبة لسرعة الضوء	$0.05\ c$	$0.9\ c$	تساوي سرعة الضّوء c
التأثر بالحقل الكهربائي	تنحرف نحو اللبوس السالب لمكثفة مشحونة	تنحرف نحو اللبوس الموجب لمكثفة مشحونة	لا تتأثّر
التأثر بالحقل المغناطيسيّ	تنحرف بتأثير قوة لورنز	تنحرف بتأثير قوة لورنز بجهة معاكسة لجهة انحراف جسيمات ألفا	لا تتأثّر

نشاط (3):

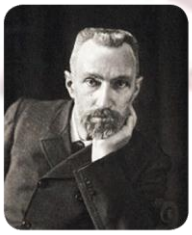
قارن بين جسيم بيتا والبوزيترون من حيثُ (موقع النّواة التي تطلق كلّ منهما بالنّسبة لحزام الاستقرار، التأثّر بالحقل الكهربائيّ)

الحل:

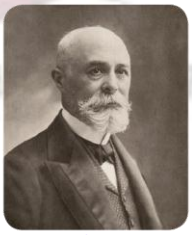
- **النوى التي تطلق جسيم بيتا تقع فوق حزام الاستقرار بينما النوى التي تطلق بوزيترون تقع تحت حزام الاستقرار.**
- **جسيمات بيتا تنحرف نحو اللبوس الموجب بينما البوزيترون ينحرف نحو اللبوس السالب.**

إثراء:

لاحظ العالم الفرنسيّ بيكريل انبعاثَ أشعّة غيرِ مرئيّة من خام اليورانيوم أثّرت على فيلم فوتوغرافيّ، أدّت دراسة هذه الخاصّيّة من قبل بيكريل والزّوجين بيير وماري كوري لاكتشاف النّشاط الإشعاعيّ.


بيير كوري

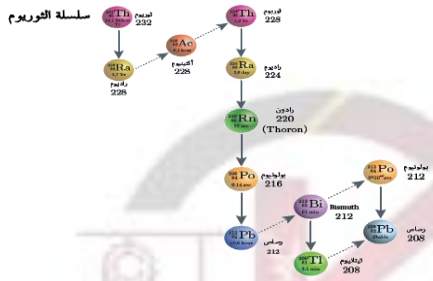
ماري كوري


هنري بيكرل

سلاسل النشاط الأشعاعيّ:

نشاط (4):

• ألاحظ الشّكل الآتي الذي يبيّن مراحل تحوّل نواة الثّوريوم $^{232}_{90}Th$ غير المستقرّة إلى نواة الرّصاص المستقرّة $^{208}_{82}Pb$.



أستنتج: تتحوّل النّواة المشعّة وفق عدّة تحوّلات نوويّة متسلسلة لتصل إلى نواة مستقرّة تُدعى سلسلة نشاط إشعاعيّ.

إثراء:

يوجد ثلاث سلاسل للنشاط الإشعاعيّ الطّبيعيّ:

1. **السلسلة الأولى: تبدأ باليورانيوم $^{238}_{92}U$ وتنتهي بالرصاص $^{206}_{82}Pb$**
2. **السلسلة الثانية: تبدأ بالثوريوم $^{232}_{90}Th$ وتنتهي بالرصاص $^{208}_{82}Pb$**
3. **السلسلة الثالثة: تبدأ باليورانيوم $^{235}_{92}U$ وتنتهي بالرصاص $^{207}_{82}Pb$**

تطبيق (5):

تتحول نواة اليورانيوم المشع $^{238}_{92}U$ إلى نواة الرصاص المستقر $^{206}_{82}Pb$ وفق سلسلة نشاط إشعاعيّ الممثّل بالمعادلة الآتية:

$$^{238}_{92}U \rightarrow x\ ^{4}_{2}He + y\ ^{0}_{-1}e + ^{206}_{82}Pb + Energy$$

والمطلوب حساب:

1. عدد التحولات من النوع ألفا x.
2. عدد التحولات من النوع بيتا y.
3. أكتب المعادلة النّوويّة الكليّة.

الحل:

1. $238 = 4x + y(0) + 206 \Rightarrow x = 8$
2. $92 = 2x - y + 82 \Rightarrow$

$$y = 2(8) + 82 - 92 = 6$$

3. $^{238}_{92}U \rightarrow 8\ ^{4}_{2}He + 6\ ^{0}_{-1}e + ^{206}_{82}Pb + Energy$

نشاط (5):

يتحول اليورانيوم المشع $^{235}_{92}U$ إلى الرصاص المستقر $^{207}_{82}Pb$، المطلوب:

1. احسب عدد التحولات من النمط ألفا، والتحولات من النمط بيتا التي يقوم بها اليورانيوم حتى يستقرّ.
2. أكتب المعادلة النّوويّة الكليّة.

الحل:

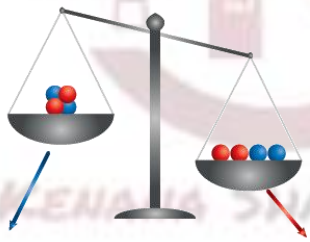
$$^{235}_{92}U \rightarrow x\ ^{4}_{2}He + y\ ^{0}_{-1}e + ^{207}_{82}Pb + Energy$$

1. $235 = 4x + y(0) + 207 \Rightarrow x = 7$
2. $92 = 2x - y + 82 \Rightarrow y = 2(7) + 82 - 92 = 4$
3. $^{235}_{92}U \rightarrow 7\ ^{4}_{2}He + 4\ ^{0}_{-1}e + ^{207}_{82}Pb + Energy$

طاقة الارتباط:

نشاط (6):

أقارن بين كتلة نواة الهليوم ومجموع كتل مكوّناتها وهي حرّة، وأفسّر ذلك؟



كتلة مكونات (نكليونات) نواة الهليوم وهي حُرّة	كتلة نواة الهليوم
كتلة البروتونات $= 2 \times 1.6726 \times 10^{-27}\ kg$ كتلة النيوترونات $= 2 \times 1.6749 \times 10^{-27}\ kg$	$m_2 = 6.4024 \times 10^{-27}\ kg$
الكتلة الكلية للنكليونات $m_1 = 6.695 \times 10^{-27}\ kg$	

كتلة النّواة أصـغر من مجموع كتل مكوّناتها وهي حرّة بسـبب تحوّل النّقص في الكتلة إلى طاقة منتشـرة تُعطى بعلاقة إينشتاين: $\Delta E = \Delta m\, c^2$

🕮 تطبيق (6):

اعتماداً على النشاط (6):

1. **احسب الطاقة المنتشرة في أثناء تشكل نواة الهليوم** ^4_2He.
2. **أستنتج قيمة طاقة الارتباط لنواة الهليوم؟**

$$^{238}_{92}U \rightarrow x\ ^4_2He + y\ ^0_{-1}e + ^{206}_{82}Pb + Energy$$

والمطلوب حساب:

1. **عدد التحولات من النوع ألفا** x.
2. **عدد التحولات من النوع بيتا** y.
3. **أكتب المعادلة النّوويّة الكليّة.**

الحل:

1. **مجموع كتل مكونات النواة:**

$$m_1 = (2 \times 1.6726 \times 10^{-27}) + (2 \times 1.6749 \times 10^{-27})$$
$$= 6.695 \times 10^{-27}\ kg$$

أحسبُ قيمة نقصان الكتلة Δm

$$\Delta m = m_2 - m_1$$
$$\Delta m = 6.4024 \times 10^{-27} - 6.695 \times 10^{-27}$$
$$= -0.2926 \times 10^{-27}\ kg$$
$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$
$$\Delta E = -0.2926 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$$
$$= -2.6334 \times 10^{-11}\ J$$

2. **طاقة ارتباط النواة تساوي بالقيمة وتعاكس بإشارة الطاقة المنتشرة:**

$$\Delta E = +2.6334 \times 10^{-11}\ J$$

نتيجة:

- **عند فصل النّواة إلى مكوّناتها الأساسيّة من بروتونات ونيوترونات يجب تقديم طاقة مساوية للطّاقة المنتشرة في أثناء تشكّلها، تسمّى طاقة ارتباط النّواة وهي مقدار موجب.**
- **يتحول النقص في الكتلة إلى طاقة منتشرة تُعطى بعلاقة إينشتاين:** $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$

حيث: ΔE **الطاقة وواحدتها** J.

Δm **النقص في الكتلة واحدتها** kg

c **سرعة انتشار الضوء في الخلاء وتقدر** $m \cdot s^{-1}$

نشاط (7):

تشع الشمس طاقة مقدارها $38 \times 10^{+27}\ J$ في كل ثانية، احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال ثلاث دقائق علماً أنّ $c = 3 \times 10^{8}\ m \cdot s^{-1}$.

الحل: $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$

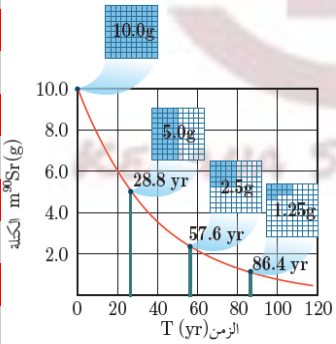
$$-38 \times 10^{27} \times 3 \times 60 = \Delta m (3 \times 10^{8})^2$$

$$\Delta m = \frac{-38 \times 10^{27} \times 3 \times 60}{9 \times 10^{16}}$$

$$= -76 \times 10^{12}\ kg$$

عمر النّصف المادّة المشعّة:

نشاط (8):



يبين المخطط الآتي تحول $10g$ من نظير السترونسيوم ^{90}Sr بدلالة الزمن وفق نشاط إشعاعي، المطلوب:

1. **حدد الكتلة المتبقية بعد 28.8 سنة.**
2. **حدد الكتلة المتبقية بعد 57.6 سنة.**
3. **حدد الكتلة المتبقية بعد 86.4 سنة.**

الحل:

1. **يتحول $5g$ من العينة أي نصف كتلتها خلال 28.8 سنة.**
2. **يتحول $7.5g$ من العينة خلال 57.6 سنة.**
3. **يتحول $8.75g$ من العينة خلال 86.4 سنة.**

أستنتج:

- **تحول نصف عدد نوى النظير المشع وفق نشاط إشعاعي محدد إلى نوى عنصر آخر خلال أزمنة متساوية تُدعى عمر النصف للمادة المشعة.**

$$N \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{2} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{4} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N}{8} \xrightarrow{t_{1/2}} \dots\dots$$

حيث (N) يمثل العدد الكليّ للنّوى.

يُحسب عمر النصف للمادة المشعة من العلاقة $t_{1/2} = \frac{t}{n}$

حيث t الزمن الكلي، n عدد مرات التكرار.

- **يتعلّق عمر النّصف بنوع المادّة المشعّة.**
- **لا يتعلّق عمر النّصف بالحالة الفيزيائيّة أو الكيميائيّة أو الضّغط أو الحرارة.**

إثراء: يبين الجدول الآتي عمر النصف لبعض النوى المشعة.

النظير	عمر النصف (سنة)	نوع التحول
اليورانيوم 238	4.5×10^9	ألفا
اليورانيوم 235	7.0×10^8	ألفا
الثوريوم 232	1.4×10^{10}	ألفا
البوتاسيوم 40	1.3×10^9	بيتا
الكربون 14	5700	بيتا

تطبيق (7):

إذا علمت أن عمر النصف لعنصر مشع $3\ years$ أحسب الزمن اللازم كي يصبح النشاط الإشعاعي $\frac{1}{8}$ مما كان عليه.

الحل: $t = t_{\frac{1}{2}} \times n$

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

$$\Rightarrow n = 3 \Rightarrow t = 3 \times 3 = 9\ years$$

تطبيق (8):

يبلغ عدد النوى في عنصر مشع 16×10^5 وبعد زمن $150\ s$ يصبح العدد 200000 نواة. المطلوب أحسب $t_{\frac{1}{2}}$.

الحل: $t = t_{\frac{1}{2}} \times n$

$$16 \times 10^5 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 8 \times 10^5 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 4 \times 10^5 \xrightarrow{t_{\frac{1}{2}}} 2 \times 10^5$$

$$\Rightarrow n = 3 \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{150}{3} = 50\ s$$

التفاعلات النووية:

1. تفاعلات الالتقاط:

تحدث عندما تلتقط النواة القذيفة التي قذفت بها دون أن تنقسم.

تطبيق (9):

عند قذف نواة الذهب النظير غير المشع $^{197}_{79}Au$ بنيوترون تتحول إلى نواة الذهب النظير المشع أكتب المعادلة النووية المعبرة.

الحل:

$$^{1}_{0}n + {}^{197}_{79}Au \rightarrow {}^{198}_{79}Au + Energy$$

2. تفاعلات التطافر:

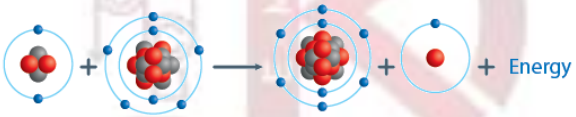
تحدث عندما تتحول النواة المقذوفة بجسيم إلى عنصر جديد مطلقة جسيم آخر.

تطبيق (10):

عند قذف نواة النتروجين بجسيم ألفا تتحول إلى نواة الأكسجين مطلقة برتون، اكتب المعادلة النّوويّة المعبرة.

الحل:

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



نشاط (9):

عند قذف نواة الزئبق $^{200}_{80}Hg$ ببروتون تتحول إلى نواة الذهب مطلقة جسيم ألفا، اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التفاعل النووي الحاصل، ثم حدد نوعه.

الحل: $^{200}_{80}Hg + ^{1}_{1}H \rightarrow ^{197}_{79}Au + ^{4}_{2}He + Energy$ تفاعل تطافر

3. تفاعلات الانشطار النووي:

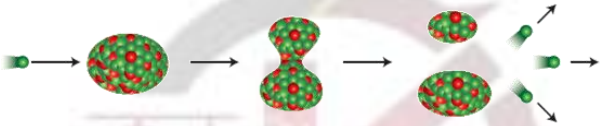
نشاط (10):

عند قذف نواة اليورانيوم النظير $^{235}_{92}U$ بنيوترون بطيء تلتقط النواة النيوترون وفق المعادلة:

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{236}_{92}U + Energy$$

تنشطر نواة اليورانيوم $^{236}_{92}U$ إلى نواتين متوسطتي الكتلة، وينطلق نيوترونات سريعة وفق المعادلة النووية:

$$^{236}_{92}U \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n + Energy$$



إضاءة:

يرافق تفاعل الانشطار انطلاق نيوترونات سريعة، إذا أمكن إبطاؤها يمكن لكلّ نيوترون أن يشطر نواة جديدة من $^{235}_{92}U$ بعد التقاطه ممّا يؤدّي إلى حدوث تفاعل متسلسل.

نشاط (11):

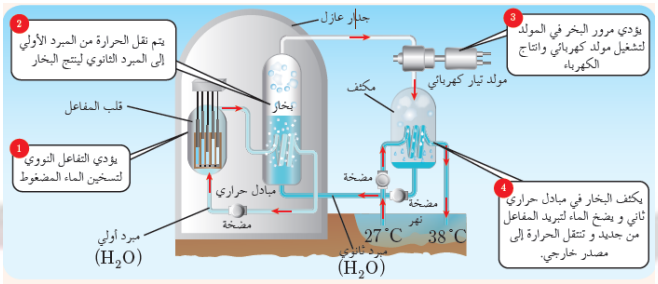
أكمل التفاعل النووي الآتي ثم حدد نوعه:

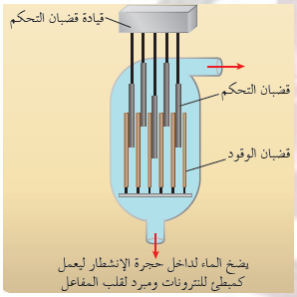
$$^{236}_{92}U \rightarrow \boxed{^{137}_{52}}Te + \boxed{^{97}_{40}}Zr + 2\boxed{^{1}_{0}}n + Energy$$

تفاعل انشطار

إثراء: يُستفاد من المفاعل النّوويّ في الحصول على الطّاقة النّوويّة التي تستثمر في مجالات مختلفة.

يمثّل الشّكل مخطّطاً لمفاعل نوويّ:





تُستخدم قضبان تحتوي على أكسيد اليورانيوم 235 كوقود في المفاعل النّوويّ، وبما أنَّ نسبته طبيعيّاً لا تتجاوز 0.7 % في عيّنة اليورانيوم الخام لذلك يتمّ زيادة نسبته عبر عمليّة تُدعى (تخصيب اليورانيوم) ليصبح نسبته 3 % - 5، وهي نسبة كافية لتعمل المفاعلات النّوويّة التي تعتمد على الماء المضغوط لتوليد الكهرباء، ويتمّ زيادة النّسبة إلى أكثر من 20 % في مفاعلات الأبحاث العلميّة وأكثر من 90 % في اليورانيوم المستخدم للأسلحة النّوويّة والقنابل الانشطاريّة.

4. تفاعلات الاندماج النووية:

تندمج نواتان خفيفتان أو أكثر لتتشكل نواة أثقل.

🕮 تطبيق (10):

تندمج نواتا نظيري الهدروجين الدتيريوم ^2_1H والتريتيوم ^3_1H لينتج نواة الهليوم ونيوترون، أكتب المعادلة النووية المعبرة عن هذا التفاعل.

الحل: $^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n + Energy$

☜ أستنتج:

تعتمد هذه التّفاعلات على اندماج النّوى الخفيفة لتكوين نواة أثقل، تكون كتلتها أصغر من مجموع كتل النّوى المندمجة، وهذا النّقص في الكتلة يتحوّل إلى طاقة.

☼ إضاءة:

تحدث تفاعلات اندماج نوويّ في النّجوم، وتُنتِج مقدار هائل من الطّاقة، وينتشر ضوؤها إلى مليارات الكيلومترات.

نشاط (12):

أكمل التفاعل النووي الآتي، ثم حدد نوعه:

$$4\,{}^1_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + 2\,{}^{0}_{+1}e + Energy$$

تفاعل اندماج

أ.كنانة شموط 0988055790

تعلمت:

- **أنواع التحوّلات النّوويّة (النّشاط الإشعاعيّ الطّبيعيّ):**

1. **تحوّل من النّوع بيتا.**
2. **تحوّل من النوّع بوزيترون.**
3. **الأسر الإلكترونيّ.**
4. **التحوّل من النوّع ألفا.**

- **تتحوّل نصف عدد نوى النّظير المشعّ وفق نشاط إشعاعيّ محدّد إلى نوى عنصر آخر خلال أزمنة متساوية تُدعى عمر النّصف للمادّة المشعّة.**
- **التّفاعلات النّوويّة:**

1. **تفاعلات الالتقاط.**
2. **تفاعلات التّظافر.**
3. **تفاعلات الانشطار النوّويّ.**
4. **تفاعلات الاندماج النوّويّة.**

KENANA SHAMMOUT

اختبر نفسي صـ19:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة لكلّ ممّا يأتي:

1- يتوقف عمر النصف للعنصر المشع على:

a . كتلة العنصر المشع	b . الروابط الكيميائية للعنصر المشع
c . درجة حرارة العنصر المشع	**d . نوع العنصر المشع**

2- تحدث في الشمس تفاعلات نووية من نوع:

a . انشطار	**b. اندماج**	c. التقاط	d. تطافر

3- من خاصيات أشعة غاما:

a . تتأثر بالحقل الكهربائي	b . تتأثر بالحقل المغناطيسي
c . تنتشر بسرعة الضوء	d . نفوذيتها أقل من جسيمات بيتا

4- تتفكك نواة الثوريوم $^{228}_{90}Th$ بإطلاقها لجسيمات ألفا متحولة إلى نواة البولونيوم $^{216}_{84}Po$، فإن عدد جسيمات ألفا المنطلقة خلال هذا التحول يساوي:

a . 2	**b . 3**	c. 4	d. 5

5- تتحول نواة الكربون $^{14}_{6}C$ إلى نواة النتروجين $^{14}_{7}N$، وتطلق عندئذ:

a . نيوترون	b. بوزيترون	**c.جسيم بيتا**	d. جسيم ألفا

6- عند تحول نواة النتروجين $^{14}_{7}N$ إلى نواة الكربون المشع $^{14}_{6}C$، فإنها:

a . تلتقط نيوترون وتطلق ألفا	b . تلتقط بروتون وتطلق نيوترون
c . تلتقط بوزيترون وتطلق نيوترون	**d . تلتقط نيوترون وتطلق بروتون**

7- يبلغ عمر النصف لمادة مشعة $t_{\frac{1}{2}} = 24\ days$ وكتلتها $1\ kg$، تكون نسبة ما تبقى منها بعد $72\ days$ مساوية:

a . $\frac{1}{8}$	b. $\frac{1}{4}$	c. $\frac{1}{18}$	d. $\frac{7}{8}$

8- يبلغ عدد النوى في عينة مشعة 8×10^{20}، وبعد زمن قدره $120s$ يصبح عدد النوى 10^{20}، فيكون عمر النصف لهذه المادة مساوياً:

a . $20s$	b. $30s$	**c. $40s$**	d. $60s$

9- تطلق نواة عنصر مشع $^{A}_{Z}X$ جسيم ألفا ثم تطلق النواة الناتجة جسيم بيتا، فتنتج نواة:

a . $^{A-4}_{Z-3}y$	b. $^{A-4}_{Z-2}y$	c. $^{A-4}_{Z+3}y$	**d. $^{A-4}_{Z-1}y$**

10- نواة عنصر غير مستقرة تقع فوق حزام الاستقرار، للعودة إلى حزام الاستقرار، فإنها تطلق جسيم:

a . $^{0}_{-1}e$	b. $^{0}_{+1}e$	c. $^{1}_{0}n$	d. $^{1}_{1}H$

أ.كنانة شموط 0988055790

ثانياً:أعطِ تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1. يُعد النيوترون أفضل قذيفة نووية.

الحل: لأنه معتدل الشحنة فلا يحدث تدافع كهربائي بينه وبين النواة المقذوفة.

2. كتلة النواة أصغر من مجموع كتل مكوناتها وهي حرّة.

الحل: بسبب تحول النقص في الكتلة إلى طاقة.

3. إطلاق النواة للبوزيترون.

الحل: بسبب تحول بروتون إلى نيوترون يستقر داخل النواة فينطلق بوزيترون خارج النواة.

4. يرافق تفاعل الاندماج النووي انطلاق طاقة هائلة.

الحل: بسبب النقص في الكتلة وتحول هذا النقص في الكتلة إلى طاقة.

5. إطلاق النواة للإلكترونات المؤلفة لجسيمات بيتا.

الحل: بسبب تحول نيوترون إلى بروتون يستقر داخل النواة فينطلق جسيم بيتا خارج النواة.

6. عدم تأثر أشعة غاما بالحقل الكهربائي.

الحل: لأنها أمواج كهرطيسية عديمة الشحنة.

7. تأثر كل من جسيمات ألفا وجسيمات بيتا بالحقل الكهربائي.

الحل: لأن كل منهما يحمل شحنة كهربائية.

ثالثاً:

أجب عن الأسئلة الآتية:

1. احسب عدد التحولات من النمط ألفا، وعدد التحولات من النمط بيتا عند تحوّل نظير الثوريوم $^{232}_{90}Th$ المشع إلى نظير الرصاص غير المشع $^{208}_{82}Pb$، ثم اكتب المعادلة النووية الكليّة.

الحل:

$$^{232}_{90}Th \rightarrow x\,^{4}_{2}He + y\,_{-1}^{0}e + {}^{208}_{82}Pb + Energy$$
$$232 = 4x + y(0) + 208 \Rightarrow x = 6$$
$$90 = 2x - y + 82 \Rightarrow y = 2(6) + 82 - 90 = 4$$
$$^{232}_{90}Th \rightarrow 6\,^{4}_{2}He + 4\,_{-1}^{0}e + {}^{208}_{82}Pb + Energy$$

2. قارن بين جسيمات ألفا وبيتا من حيث (النفوذية، الشحنة، السرعة).

	جسيمات ألفا (α)	جسيمات بيتا (β)
النفوذية	نفوذيتها ضعيفة	نفوذيتها أكبر من نفوذية جسيمات ألفا
الشحنة	تحمل شحنتين موجبتين	تحمل شحنة سالبة
السرعة	$0.05\,c$	$0.9\,c$

أ.كنانة شموط 0988055790

3. أكمل كل من التفاعلات النووية الآتية، ثم حدد نوع كل منها:

$^{63}_{29}Cu + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{64}_{29}Cu + energy$ **التقاط**

$^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}He + energy$ **تطافر**

$^{236}_{92}U \rightarrow {}^{132}_{51}Sb + {}^{101}_{41}Nb + 3{}^{1}_{0}n + energy$ **انشطار**

4. أكمل كل من التحولات النووية الآتية:

$$^{212}_{83}Bi \rightarrow {}^{212}_{84}Po + {}^{0}_{-1}\beta + energy$$
$$^{40}_{19}K + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + energy$$
$$^{220}_{86}Rn \rightarrow {}^{216}_{84}Mo + {}^{4}_{2}He + energy$$

5. تلتقط نواة عنصـر الأرغون $^{37}_{18}Ar$ إلكتروناً من مدار داخليّ لها متحوّلة إلى نواة عنصـر الكلور Cl، اكتب المعادلة المعبرة عن هذا التحول النووي.

الحل: $^{37}_{18}Ar + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{37}_{17}Cl + Energy$

رابعاً:

حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى: تتحول نواة اليود المشع $^{131}_{53}I$ إلى نواة الكزينون Xe مطلقاً جسيم بيتا، عند معالجة مرضى سرطان الغدة الدرقية بجرعة منه، فإذا كان عمر النصف لليود المشع المستخدم $8\ days$، المطلوب:

1. **اكتب المعادلة النووية المعبرة عن التحول.**
2. **احسب النسبة المتبقية من اليود المشع بعد $24\ days$.**

الحل:

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

$$t = t_{\frac{1}{2}} \times n \Rightarrow n = \frac{24}{8} = 3$$

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

فالنسبة $\frac{1}{8}$ مما كانت عليه.

المسألة الثانية: تنقص كتلة نواة الأكسجين $^{16}_{8}O$ عن مكوناتها وهي حرّة بمقدار $\Delta m = -0.23 \times 10^{-27}\ kg$

المطلوب: احسب طاقة الارتباط لهذه النواة.

(سرعة انتشار الضوء في الخلاء $c = 3 \times 10^{8}\ m \cdot s^{-1}$)

الحل:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$
$$\Delta E = (-0.23 \times 10^{-27}) \times (3 \times 10^{8})^2$$
$$\Delta E = -23 \times 10^{-2} \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{+16}$$
$$\Delta E = -207 \times 10^{-13}\ J \quad \text{الطاقة المنتشرة}$$

أ.كنانة شموط 0988055790

فتكون طاقة الارتباط:

$$\Delta E = +207 \times 10^{-13}\ J$$

المسألة الثالثة: احسب عمر النصف لعنصر مشع في عينة منه، إذا علمت أن الزمن اللازم ليصبح عدد النوى المشعة في تلك العينة $\frac{1}{16}$ مما كان عليه يساوي 480 سنة.

الحل:

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

$$N \xrightarrow[1]{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{2} \xrightarrow[2]{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{4} \xrightarrow[3]{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{8} \xrightarrow[4]{t_{\frac{1}{2}}} \frac{N}{16}$$

$$\Rightarrow n = 4 \text{ مرات}$$

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

$$480 = t_{\frac{1}{2}} \times 4 \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{480}{4}$$

$$\Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = 120 \text{ سنة } (years)$$

المسألة الرابعة: احسب مقدار النقص في كتلة الشمس خلال $72\ min$ إذا كانت تشع طاقة مقدارها: $38 \times 10^{+27}\ J$ في كل ثانية مع العلم أن سرعة انتشار الضوء في الخلاء $(C = 3 \times 10^8\ m \cdot s^{-1})$

الحل:

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

$$-38 \times 10^{27} \times 72 \times 60 = \Delta m \times (3 \times 10^8)^2$$

$$-38 \times 10^{27} \times 72 \times 60 = \Delta m \times 9 \times 10^{+16}$$

$$\Delta m = -18240 \times 10^{11}\ kg$$

$$\Delta m = -1824 \times 10^{12}\ kg$$

تفكير ناقد:

تستخدم بعض النظائر المشعة في علاج الأورام السرطانية، ما تفسيرك لذلك؟

الحل:

النظائر المشعة تطلق جسيمات مشحونة تدمّر الحمض النووي للخلايا السرطانية فتقضي على الورم السرطاني.

KENANA SHAMMOUT