

1. الدرس الأول: تركيب النواة وخصائصها

سؤال وضح ما هي بنية الذرة والنواة؟

- ✿ تتكون الذرة من نواة موجبة الشحنة تتحرك حولها إلكترونات سالبة الشحنة.
- ✿ الذرة متعادلة كهربائياً لذلك فإن شحنة النواة الموجبة تساوي عددياً شحنة الإلكترونات السالبة.
- ✿ معظم كتلة الذرة تتركز في النواة كما بينت لنا نتائج تجربة رذرفورد.
- ✿ تتكون النواة من نوعين من الجسيمات بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات متعادلة الشحنة.
- ✿ كتلة النيوترون مقاربة لكتلة البروتون.

سؤال وضح ما المقصود بـ (نيوكليون)؟

✿ تسمية تطلق على كل من البروتون والنيوترون.

سؤال وضح ما المقصود بكل مما يلي:

- ✿ **العدد الذري:** عدد البروتونات في النواة ويساوي عدد الإلكترونات في الذرة المتعادلة.
- ✿ **العدد الكتلي:** عدد البروتونات والنيوترونات في النواة.
- ✿ **النظائر:** نوى تتساوى في عدده الذري وتختلف في عددها الكتلي بسبب اختلاف عدد النيوترونات، وهي ذرات للعنصر نفسه تختلف أنويتها في عددها الكتلي.

✿ يرمز للعدد الذري بالرمز (Z) في حين يرمز للعدد الكتلي بالرمز (A) .

✿ العدد الذري يعبر عن شحنة النواة في الذرة المتعادلة.

✿ يُعبر عن نواة أي عنصر برمزته الكيميائي إضافة إلى عددها الذري وعددها الكتلي:



✿ من الأمثلة على النظائر $(^{12}_6C)$ و $(^{14}_6C)$ وهي ذرات للعنصر (الكربون) نفسه كونها تمتلك العدد الذري نفسه.

✓ نظراً إلى صغر كتل النوى فإن وحدة الكيلوغرام غير مناسبة للتعبير عن كتلتها لذا عرفت وحدة جديدة تتناسب مع كتل النوى تسمى وحدة الكتلة الذرية.

✓ وحدة الكتلة الذرية تساوي $\left(\frac{1}{12}\right)$ من كتلة نظير الكربون $(^{12}_6C)$ وهي الكتلة الأساسية في الطبيعة.

$$1\text{amu} = 1.660 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

الجسيم	الكتلة (kg)	الكتلة (amu)
إلكترون	9.1094×10^{-31}	0.000549
بروتون	1.672619×10^{-27}	1.007276
نيوترون	1.674929×10^{-27}	1.008665

✓ يوضح الجدول الآتي كتلة من البروتون والنيوترون والإلكترون بوحدة الكيلوغرام ووحدة الكتل الذرية (amu)

◀ يمكننا حساب مقدار نصف قطر النواة من خلال المعادلة الآتية:

$$r = r_0 \sqrt[3]{A}$$

➤ (r_0) : ثابت رذرفورد وهو يساوي تقريبا $(1.2 \times 10^{-15} m)$.
➤ معظم النوى تأخذ شكلا كرويا تقريبا.

◀ يمكننا حساب مقدار حجم النواة من خلال المعادلة الآتية:

$$V = \frac{4\pi}{3} r^3 = \frac{4\pi}{3} r_0^3 A$$

➤ يتناسب حجم النواة طرديًا مع العدد الكتلي.

◀ بما أن النواة تتكون من نيوكليونات (بروتونات ونيوترونات) كتلتها متقاربة فإنه يمكن التعبير عن كتلة لنواة بدلالة كتلة النيوكليون كما في المعادلة الآتية:

$$m = m_{nue} A$$

➤ (m_{nue}) : متوسط كتلة النيوكليون وهي تساوي تقريبا $(1.66 \times 10^{-27} kg)$

◀ يمكننا حساب كثافة النواة من خلال المعادلة الآتية:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_{nue} A}{\frac{4\pi}{3} r_0^3 A} = \frac{m_{nue}}{\frac{4\pi}{3} r_0^3}$$

$$\rho = \frac{m_{nue}}{\frac{4\pi}{3} r_0^3} = \frac{1.66 \times 10^{-27}}{\frac{4 \times 3.14}{3} \times 1.2 \times 10^{-15}} = 2.3 \times 10^{17} kg/m^3$$

◀ كثافة النواة لا تعتمد على عددها الكتلي، أيضا كثافة المادة النووية متساوية في النوى جميعها وهي تساوي تقريبا $(2.3 \times 10^{17} kg/m^3)$.

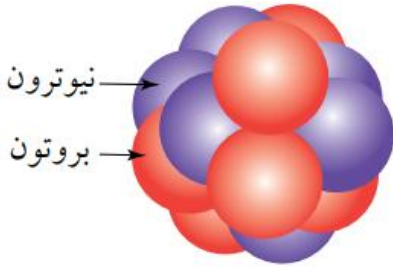
◀ كثافة النواة كبيرة جدا فلو افترضنا أن الأرض مصنوعة من مادة نووية فقط (نيوكليونات) لكانت كرة نصف قطرها تقريبا $(180 m)$ فقط.

افكر

هل تختلف النظائر بعضها عن بعض في الخصائص الكيميائية والفيزيائية؟
ج تختلف النظائر عن بعضها في الخصائص الفيزيائية، ولها نفس الخصائص الكيميائية.

✓ **أتحقق:** هل تزداد كثافة النواة بزيادة العدد الكتلي أم تبقى ثابتة؟ فسر إجابتك.
ج تبقى ثابتة لأنها لا تعتمد على العدد الكتلي للنواة وأيضاً مكونات النواة هي نفسها لجميع العناصر.

المثال 1

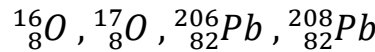


يمثل الشكل نواة عنصر الكربون ورمزه (C)، حيث تمثل الكرات الحمراء البروتونات، والكرات الزرقاء النيوترونات. باستخدام الشكل المجاور جد ما يأتي: العدد الذري، الشحنة الكهربائية للنواة، عدد النيوترونات، العدد الكتلي، عدد النيوكليونات.

- العدد الذري يساوي عدد البروتونات وهو: (6).
- الشحنة الكهربائية للنواة:
 $(q = ze = 6 \times 1.6 \times 10^{-19} = 9.6 \times 10^{-19} C)$
- عدد النيوترونات يساوي: (6).
- العدد الكتلي للنواة يساوي: (12) وهو يساوي عدد النيوكليونات.

المثال 2

جد لكل من النوى الآتية العدد الذري والعدد الكتلي وعدد النيوكليونات والنيوترونات وضعها في جدول:



عدد النيوكليونات	A	N	Z	النواة
16	16	8	8	${}^{16}_8O$
17	17	9	8	${}^{17}_8O$
206	206	124	82	${}^{206}_{82}Pb$
208	208	126	82	${}^{208}_{82}Pb$

المثال 3

جد كتلة البروتون بوحدة الكتلة الذرية علماً بأن كتلة البروتون تساوي $(1.672 \times 10^{-27} \text{ kg})$

$$m_p = 1.672 \times 10^{-27} \text{ kg} \times \frac{1 \text{ amu}}{1.660 \times 10^{-27} \text{ kg}} = 1.007276 \text{ amu}$$

المثال 4

جد نسبة نصف قطر النواة $({}^A_Z X)$ إلى نصف قطر النواة $({}^A_Z Y)$.

$$\frac{r_X}{r_Y} = \frac{r_0 \sqrt[3]{A_X}}{r_0 \sqrt[3]{A_Y}} = \frac{\sqrt[3]{A}}{\sqrt[3]{8A}} = \sqrt[3]{\frac{A}{8A}} = \frac{1}{2}$$

أسئلة إضافية

1. احسب نصف قطر نواة الليثيوم $({}^8_3 \text{Li})$ علماً بأن $(r_0 = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m})$

2. إذا علمت أن نصف قطر نواة العنصر (X) تساوي $(3.6 \times 10^{-15} \text{ m})$ ، احسب عدد النيوكليونات في هذه النواة.

3. احسب كثافة كل من الأنوية الآتية: $({}^{12}_5 \text{B}, {}^{56}_{26} \text{Fe}, {}^4_2 \text{He})$ علماً بأن $(m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})$.

4. أحد الرموز الآتية يعد نظيراً للعنصر $({}^{234}_{92} \text{X})$:



5. عدد النيوكليونات وعدد النيوترونات في نواة العنصر $({}^{39}_{19} \text{K})$ على الترتيب:



6. تتشابه ذرات نظائر العنصر في جميع ما يلي ما عدا:

- أ- عدد البروتونات
ب- عدد الإلكترونات
ج- كثافة الأنوية الذرية
د- حجم الأنوية الذرية

7. وحدة الكتلة الذرية (amu) تكافئ:

- أ- $\left(\frac{1}{12}\right)$ من كتلة ذرة نظير الكربون ($^{14}_6C$).
ب- $\left(\frac{1}{12}\right)$ من كتلة ذرة نظير الكربون ($^{12}_6C$).
ج- $\left(\frac{1}{6}\right)$ من كتلة ذرة نظير الكربون ($^{14}_6C$).
د- $\left(\frac{1}{6}\right)$ من كتلة ذرة نظير الكربون ($^{12}_6C$).

8. إذا كان العدد الكتلي للعنصر (X) يساوي (8) أمثال العدد الكتلي للعنصر (Y) فإن النسبة

بين كثافة نواة العنصر (X) إلى كثافة نواة العنصر (Y) تساوي:

- أ- 1: 8
ب- 2: 1
ج- 1: 1
د- 1: 8

9. كتلة الذرة مركزة في جزء صغير كروي الشكل هو النواة، وكثافة النواة لنوى العناصر

جميعها:

- أ- تعتمد على حالة العنصر.
ب- ثابتة للعناصر جميعها.
ج- كبيرة للعناصر الثقيلة.
د- صغيرة للعناصر الخفيفة.

10. إذا علمت أن العدد الذري لعنصر ما يساوي (31) ونصف قطر نواته ($4.8 \times 10^{-15} m$)، فإن عدد النيوترونات في نواته يساوي:

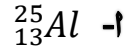
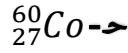
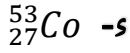
- أ- 31
ب- 32
ج- 33
د- 34

11. إذا علمت أن العدد الكتلي للنواة (X) يساوي مثلي العدد الكتلي للنواة (Y)، فإن:

- أ- نصف قطر النواة (X) يساوي مثلي نصف قطر النواة (Y).
ب- نصف قطر النواة (X) يساوي نصف قطر النواة (Y).
ج- كثافة النواة (X) تساوي مثلي كثافة النواة (Y).
د- كثافة النواة (X) تساوي كثافة النواة (Y).

12. إذا علمت أن نصف قطر النواة (X) يساوي $(3.6 \times 10^{-15} m)$ ، فالنواة (X) هي نواة

نظير:



13. النسبة بين حجم نواة الليثيوم (8_3Li) إلى حجم نواة الهيليوم (4_2He):

س- 2: 3

ح- 1: 1

ب- 1: 2

أ- 2: 1

14. العدد الكتلي للعنصر (X) يساوي (8) أمثاله للعنصر (Y). النسبة بين نصفي قطر النواتين

$(r_X:r_Y)$ تساوي:

س- 2: 1

ح- 1: 2

ب- 1: 8

أ- 8: 1

نطاق الاستقرار

- ✿ تتكون النواة من نيوترونات متعادلة الشحنة وبروتونات موجبة الشحنة محصورة في حيز صغير جدا وتؤثر البروتونات بعضها في بعض بقوة تنافر كهربائية.
- ✿ لو كانت قوة التنافر الكهربائية هي القوة الوحيدة التي تؤثر في البروتونات لانفصلت وابتعد بعضها عن بعض.
- ✿ لا بد من وجود قوة تجاذب بين البروتونات لتتغلب على قوة التنافر الكهربائية وهذه القوة هي القوة النووية القوية.

سـ وضح ما المقصود بـ(القوة النووية القوية)؟

قوة تجاذب كبيرة بين النيوكليونات ولا تعتمد على الشحنة الكهربائية.

➤ سنكتفي في هذا الكتاب بتسميتها القوة النووية.

➤ تكون قوة تجاذب بين: بروتون وبروتون، بروتون ونيوترون، نيوترون ونيوترون.

➤ القوة النووية قصيرة المدى لا يظهر تأثيرها إلا إذا كانت النيوكليونات قريبة جدا من بعضها.

سـ متى تنعدم القوة النووية؟

إذا زادت المسافة بين نيوكليون وآخر عن (3 fermi) تقريبا تنعدم القوة النووية.

سـ ماذا تكافئ وحدة الفيرمي (fermi)؟ ولماذا تستخدم؟

➤ $(1 \text{ fermi} = 10^{-15} \text{ m})$

➤ تستخدم هذه الوحدة في الفيزياء النووية نظراً إلى أن المسافات متناهية في الصغر على مستوى الأبعاد النووية.

سـ يوجد في الطبيعة العديد من النوى المستقرة والنوى غير المستقرة؟ فما الذي يجعل

النوى بعض النوى مستقرة وبعضها الآخر غير مستقرة؟

➤ النوى المستقرة تبقى على حالها بمرور الزمن والنوى غير المستقرة قد تفقد طاقة أو تشع جسيمات نووية وتتحول إلى نوى أخرى أكثر استقراراً.

➤ استقرار النواة يخضع لعدة عوامل أحدها نسبة عدد النيوترونات إلى عدد البروتونات في

النواة فلا يمكن لنواة تحتوي على البروتونات فقط أن تكون مستقرة لأن قوة التنافر بين

البروتونات ستؤدي إلى عدم استقرار النواة..

➤ النيوترونات المتعادلة كهربائياً تساهم في إضافة قوة تجاذب نووية دون أن تزيد من قوة

التنافر الكهربائية داخل النواة.

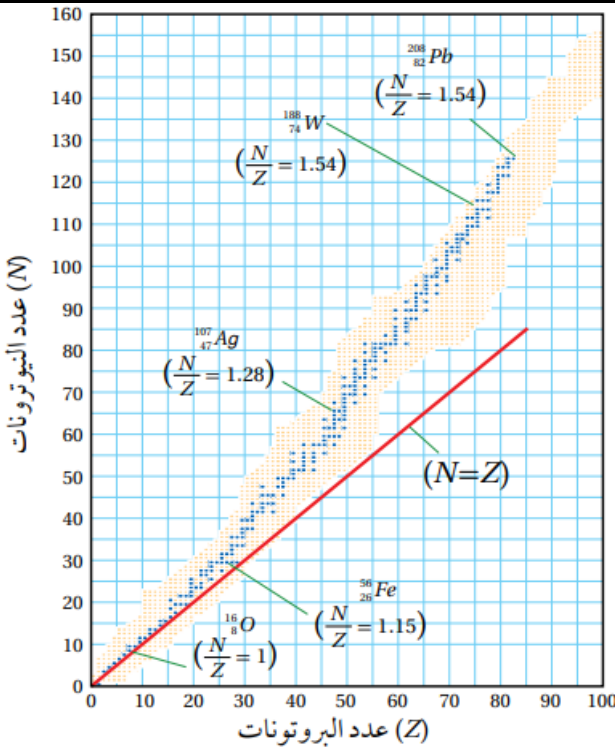
يوضح الجدول نسبة عدد النيوترونات إلى عدد البروتونات ($\frac{N}{Z}$) لبعض النوى المستقرة:

النواة	عدد البروتونات (Z)	عدد النيوترونات (N)	النسبة $\frac{N}{Z}$
${}_{6}^{12}\text{C}$	6	6	1
${}_{8}^{16}\text{O}$	8	8	1
${}_{20}^{40}\text{Ca}$	20	20	1
${}_{26}^{56}\text{Fe}$	26	30	1.15
${}_{50}^{120}\text{Sn}$	50	70	1.4
${}_{82}^{208}\text{Pb}$	82	126	1.54

✓ النوى المستقرة التي يقل عددها الذري عن (20) أو يساويه ($Z \leq 20$) معظمها تمتلك العدد نفسه من البروتونات والنيوترونات.

✓ النوى المستقرة التي عددها أكبر من (20) وأقل من (83) تحتوي على عددًا من النيوترونات أكبر من البروتونات.

✓ تزداد نسبة ($\frac{N}{Z}$) مع زيادة العدد الذري للنوى المستقرة التي يقع عددها الذري بين (20) و (83).



✿ يمثل الشكل الموضح العلاقة بين عدد النيوترونات وعدد البروتونات لنوى العناصر جميعها وهو يسمى منحنى $(N - Z)$.

✿ تمثل النقاط الزرقاء النوى المستقرة بينما تمثل النقاط الصفراء النوى غير المستقرة.

✿ النوى المستقرة تقع ضمن نطاق يسمى نطاق الاستقرار وهو ممثل بالنقاط الزرقاء.

✿ نلاحظ من الرسم أن معظم النوى المستقرة التي عددها الذري

($Z \leq 20$) لها نسبة ($\frac{N}{Z} = 1$) مثل

(${}_{3}^{7}\text{Li}$) لنواة (1) بينما هذه النسبة تقريبا تساوي (1) لنواة (${}_{6}^{12}\text{C}$, ${}_{8}^{16}\text{O}$, ${}_{20}^{40}\text{Ca}$)

✿ كلما زاد عدد البروتونات زادت قوة التنافر بينها فينتطلب ذلك عددًا أكبر من النيوترونات لجعل القوة النووية هي القوة السائدة في النواة ما يؤدي إلى استقرارها.

✿ تزداد النسبة $\left(\frac{N}{Z}\right)$ بزيادة عدد البروتونات لتصل إلى (1.54) تقريبا لنواة الرصاص ($^{208}_{82}Pb$).
 ✿ امتلاك نواة الرصاص (126) نيوترونا مقابل (82) بروتونا يساهم في زيادة القوة النووية
 كي تتغلب على قوى التنافر الكهربائية المتبادلة بين البروتونات ما يؤدي إلى استقرار
 النواة.

سفسر لماذا لا يوجد نوى مستقرة عددها الذري أكبر من (82)؟
 لأن عدد البروتونات يصبح كبيراً فتزداد قوة التنافر الكهربائية إلى حد تتغلب فيه على قوة
 التجاذب النووية ما يؤدي إلى عدم استقرار النواة.

سفسر زيادة بروتون واحد يؤدي إلى زيادة كبيرة في مقدار قوة التنافر الكهربائية أما
 إضافة نيوترون واحد فلا يضيف إلا قليلاً من قوة التجاذب النووية.
 لأن البروتون يتنافر مع كل بروتونات النواة جميعها بينما النيوترون الإضافي يتفاعل مع
 النيوكليونات القريبة منه ولا يؤثر في النيوكليونات البعيدة عنه لأن القوة النووية قصيرة
 المدى.

افكر

أيهما أكبر القوة النووية المؤثرة في نيوكليون موجود على سطح النواة أم المؤثرة في
 نيوكليون موجود داخل النواة؟ فسر إجابتك.

ج لأن النيوكليون الموجود داخل النوى محاط بنيوكليونات من جميع الجوانب لذلك يتأثر
 بقوة نووية أكبر من ذلك الموجود على سطح النوى.

✓ **أتحقق:** ما نسبة $\left(\frac{N}{Z}\right)$ التي تستقر عندها النوى التي يقل عددها الذري عن (20)؟
 ج تساوي واحد للنوى الخفيفة التي عددها الذري يقل عن أو يساوي (20) لكن هذه
 النسبة تقريبا تساوي (1) لنوى أخرى مستقرة مثل (7_3Li).

نوع النواة	خفيفة	متوسطة	ثقيلة
عددها الذري	$Z \leq 20$	$83 > Z > 20$	$Z \geq 83$
شرط الاستقرار	$N \geq Z$	$N > Z$	غير مستقرة
مثال عليها	$^{14}_7N, ^{23}_{11}Na$	$^{197}_{79}Au, ^{90}_{40}Zr$	$^{234}_{90}Th$

أسئلة إضافية

1. أي النوى الآتية مستقرة وأيها غير مستقر مع بيان السبب:



2. تكون النوى الخفيفة مستقرة عندما يكون عدد النيوترونات فيها:

- أ- مساوياً أو أقل من عدد البروتونات.
ب- مساوياً أو أكبر من عدد البروتونات.
ج- أقل من عدد البروتونات فقط.
د- أكبر من عدد البروتونات فقط.

3. تكون النوى المتوسطة مستقرة عندما يكون عدد النيوترونات فيها:

- أ- مساوياً أو أقل من عدد البروتونات.
ب- مساوياً أو أكبر من عدد البروتونات.
ج- أقل من عدد البروتونات فقط.
د- أكبر من عدد البروتونات فقط.

4. إحدى النوى الآتية من المؤكد أنها غير مستقرة:



5. أحد العناصر الآتية ثعد نواته غير مستقرة:



6. تكون النوى التي عددها الذري يساوي (83) أو يزيد عليه ($Z > 82$):

- أ- مستقرة دائماً.
ب- مستقرة إذا كان عدد (Z) فيها أكبر من عدد (N).
ج- غير مستقرة دائماً.
د- غير مستقرة إذا كان عدد (Z) فيها مساوياً لعدد (N).

7. تكون النوى التي عددها الذري ($Z > 82$) غير مستقرة وذلك بسبب:

- أ- كبر حجم النواة، وتقارب النيوكليونات بعضها من بعض.
ب- كبر حجم النواة، وتباعدها النيوكليونات بعضها من بعض.
ج- صغر حجم النواة، وتقارب النيوكليونات بعضها من بعض.
د- صغر حجم النواة، وتباعدها النيوكليونات بعضها من بعض.

8. عدد النيوترونات في النوى المستقرة يكون:

- أ- أكبر من عدد البروتونات للنوى الخفيفة.
ب- أقل من عدد البروتونات للنوى الخفيفة.
ج- أكبر من عدد البروتونات للنوى المتوسطة.
د- أقل من عدد البروتونات للنوى الثقيلة.

طاقة الربط النووية

✿ بين العالم أينشتين أن الطاقة (E) ترتبط بالكتلة (m) وفقاً لعلاقة تسمى بتكافؤ الكتلة - الطاقة):

$$E = mc^2$$

✿ توصل أينشتين إلى أن كتلة الجسم هي مقياس لمحتوى الجسم من الطاقة وتتحول الكتلة إلى طاقة أو العكس حسب العلاقة:

$$E = \Delta mc^2$$

✿ (Δm) تمثل التغير في كتلة الجسم بوحدة الكيلوغرام وهذه التغيرات يمكن ملاحظتها على مستوى الأجسام الذرية أو دون الذرية على نحو ما هو موجود في التفاعلات النووية. ✿ عند استخدام الكتلة بوحدة (amu) يمكن كتابة معادلة التكافؤ الكتلة - الطاقة على الصورة الآتية:

$$E = \Delta m \times 931.5 \text{ MeV}$$

✿ من الناحية العملية هذه الصورة لمعادلة التكافؤ هي المستخدمة في الحسابات النووية. ✿ عند دراسة التغيرات على المستوى دون الذري (دون الجاهري) لا بد من تطبيق مبدأ حفظ (الكتلة - الطاقة) بدلاً من مبدأ حفظ الطاقة. ✿ نظراً إلى أن سرعة الضوء كبيرة جداً فإن تغيراً صغيراً جداً في الكتلة ينتج عنه مقدار كبير من الطاقة فتغير الكتلة بمقدار ($1 \text{ amu} = 1.660 \times 10^{-27} \text{ kg}$) ينتج عنه طاقة مقدارها ($1.494 \times 10^{-10} \text{ J}$) وهذا يساوي (931.5 MeV) تقريباً.

أسئلة إضافية

1. في تفاعل نووي استخدمت كمية من الوقود النووية مقدارها (2 amu)، احسب مقدار الطاقة المتولدة بوحدة الجول.

$$E = \Delta m \times 931.5 \text{ MeV} = 2 \times 931.5 = 1862 \text{ MeV} = 1862 \times 10^6 \text{ eV}$$

$$E = 1862 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = 2979.2 \times 10^{-13} \text{ J}$$

2. في تفاعل نووي قلت كتلة الوقود النووي بمقدار ($\Delta m = 4 \text{ g}$)، احسب مقدار الطاقة النووية المتولدة بوحدة (MeV).

$$E = \Delta mc^2 = 4 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = 36 \times 10^{13} \text{ J}$$

$$E = 36 \times 10^{13} \text{ J} \div (1.6 \times 10^{-19}) = 2.25 \times 10^{33} \text{ eV}$$

$$E = 2.25 \times 10^{27} \text{ MeV}$$

وضح ما المقصود بـ (طاقة الربط النووية) (BE)؟

مقدار الطاقة الخارجية التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها عن بعضها نهائياً.

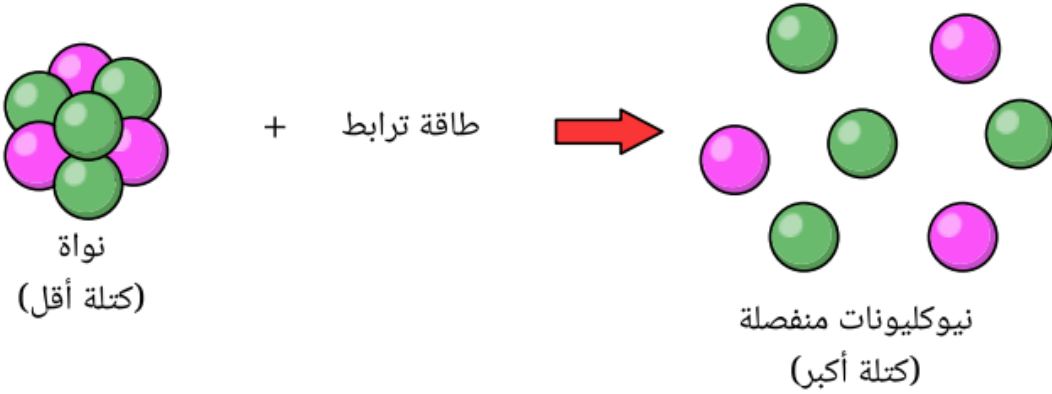
أو الطاقة التي يجب تزويدها للنواة لفصل مكوناتها (النيوكليونات) بعضها عن بعض نهائياً.

وجد أن كتلة النواة وهي مرتبطة تكون دائماً أقل من مجموع كتل مكوناتها وهي متباعدة أي هناك فرق في الكتلة (Δm) وهذا الفرق في الكتلة يتحول إلى طاقة تسمى طاقة الربط النووية حسب معادلة أينشتاين بدليل استقرار الأنوية وتماسكها وعند إعطاء هذه النواة مقدار هذه الطاقة يتم مباشرة فصل مكوناتها عن بعضها.

$$\Delta m = (Zm_p + Nm_n - M)$$

(M) تمثل كتلة النواة و (m_p) تمثل كتلة البروتون و (m_n) تمثل كتلة النيوترون.

مجموع كتل مكونات النواة دائماً أكبر من كتلة النواة.



يمكننا حساب طاقة الربط النووية (BE) من خلال المعادلات الآتية:

$$BE = (Zm_p + Nm_n - M) \times c^2 = \Delta m \times c^2$$

$$BE = (Zm_p + Nm_n - M) \times 931.5 \text{ MeV} = \Delta m \times 931.5 \text{ MeV}$$

كلما زاد عدد النيوكليونات في النواة زادت الطاقة اللازمة لفصلها أي زادت طاقة الربط النووية.

عند تزويد النواة بطاقة تساوي طاقة الربط النووية لفصل مكوناتها كلها فإن هذه الطاقة تتوزع على النيوكليونات ويمكن حساب متوسط الطاقة التي حصل عليها كل نيوكليون بقسمة طاقة الربط النووية للنواة على عدد النيوكليونات التي تحتويها وتسمى بطاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

$$BE/A$$

تعتبر طاقة الربط لكل نيوكليون المقياس الأساسي لمقارنة الأنوية أيها أكثر استقراراً بحيث كلما كانت طاقة الربط لكل نيوكليون أكبر كانت النواة أكثر استقراراً.

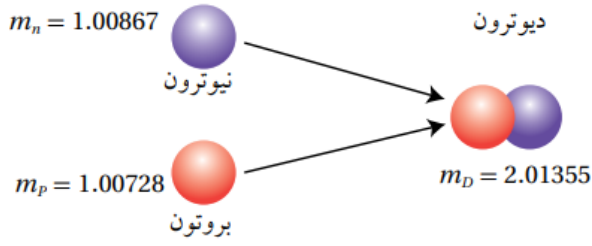
✿ يوضح الجدول الآتي طاقة الربط النووية وطاقة الربط لكل نيوكليون لبعض النوى:

BE/A (MeV)	BE (MeV)	A	النواة
5.606	39.24	7	ليثيوم (7_3Li)
8.795	545.26	62	نيكل (${}^{62}_{28}Ni$)
8.554	915.26	107	فضة (${}^{107}_{47}Ag$)
7.875	1622.32	206	رصاص (${}^{206}_{82}Pb$)

✿ نواة (${}^{62}_{28}Ni$) لها أكبر طاقة ربط نووية لكل نيوكليون ($8.795 MeV$) لذا فهي أكثر استقراراً من النوى الثلاث فكلما زادت (BEA) زاد استقرار النواة.

سؤال إضافي

(س، ص) نواتان ثقيلتان لهما العدد الكتلي نفسه، إذا علمت بأن النواة (س) تمتلك طاقة ربط نووية أكبر من النواة (ص) فأى النواتين أكثر استقراراً؟ فسر إجابتك.



الكتلة (amu)	الجسيم أو النواة
1.00728	m_p
1.00867	m_n
2.01355	m_D

المثال 5

تسمى نواة الديتيريوم بالديوترون $({}^2_1H \equiv D)$ وتتكون من بروتون ونيوترون كما هو موضح في الشكل، احسب فرق الكتلة بين كتلة الديوترون ومجموع كتلتي البروتون والنيوترون، ثم احسب الطاقة المكافئة لها معتمداً على الجدول الآتي:

$$BE = (Zm_p + Nm_n - M) \times 931.5 \text{ MeV}$$

$$BE = (1 \times 1.00728 + 1 \times 1.00867 - 2.01355) \times 931.5 \text{ MeV}$$

$$BE = (0.00240) \times 931.5 \text{ MeV} = 2.2356 \text{ MeV}$$

نلاحظ أن مجموع كتلتي البروتون والنيوترون متفردين أكبر من كتلة الديوترون، فرق الكتلة تحول إلى طاقة ولفصل الديوترون يجب تزويده بطاقة مقدارها يساوي مقدار الطاقة المتحررة عند اندماج البروتون والنيوترون لتكوين الديوترون وتساوي طاقة الربط النووي للديوترون.

المثال 6

إذا كان فرق الكتلة بين كتلة نواة $({}^{208}_{82}Pb)$ وكتلة مكوناتها يساوي $(2.90 \times 10^{-27} \text{ kg})$ ، احسب طاقة الربط النووية للنواة بوحدة (J) وبوحدة (MeV) .

المثال 7

جد طاقة الربط النووية وطاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة كل من الرصاص ($^{206}_{82}Pb$) والليثيوم (7_3Li)، علمًا بأن كتل النوى مرفقة في الجدول الآتي:

$m_{^{206}_{82}Pb}$	$m_{^7_3Li}$	m_n	m_p	الجسيم أو النواة
205.92945	7.01436	1.00867	1.00728	الكتلة (amu)

أسئلة إضافية

1. ما اسم القوة التي تربط النيوترونات والبروتونات معًا في النواة الذرية؟
 - أ- القوة النووية القوية.
 - ب- قوة الجاذبية.
 - ج- القوة الكهروستاتيكية.
 - د- القوة المغناطيسية.

2. تنشأ القوة النووية بين كل من الجسيمات الآتية ما عدا:
 - أ- بروتونين
 - ب- نيوترونين
 - ج- إلكترونين
 - د- بروتون ونيوترون

3. أي أزواج الجسيمات دون الذرية الآتية بينها قوة تجاذب لا تتضمن القوة النووية القوية؟
 - أ- الإلكترونات والبروتونات.
 - ب- البروتونات والنيوترونات.
 - ج- البروتونات والبروتونات.
 - د- النيوترونات والنيوترونات.

4. القوة النووية هي قوة تجاذب تربط بين:

- أ- الإلكترونات والبروتونات في الذرة.
- ب- الإلكترونات والنيوترونات في الذرة.
- ج- النيوكليونات المتجاورة في النواة وهي ذات مدى قصير جدا.
- د- النيوكليونات المتجاورة في النواة وهي ذات مدى كبير جدا.

5. تمتاز القوة النووية داخل النواة في أنها تكون قوة تجاذب بين:

- أ- النيوترونات وتنافر بين البروتونات.
- ب- النيوترونات ولا تؤثر في البروتونات.
- ج- البروتونات، ولا تؤثر في النيوترونات.
- د- كل من البروتونات والنيوترونات.

6. تمتاز القوة النووية التي تربط بين النيوكليونات في النواة بأنها:

- أ- قصيرة المدى صغيرة المقدار.
- ب- قصيرة المدى كبيرة المقدار.
- ج- طويلة المدى صغيرة المقدار.
- د- طويلة المدى كبيرة المقدار.

7. القوة التي بين بروتون وبروتون داخل النواة هي:

- أ- تجاذب نووي فقط.
- ب- تنافر كهربائي فقط.
- ج- تجاذب نووي وتنافر كهربائي.
- د- تنافر نووي وتنافر كهربائي.

8. القوة التي بين بروتون ونيوترون داخل النواة هي:

- أ- تجاذب نووي فقط.
- ب- تنافر كهربائي فقط.
- ج- تجاذب نووي وتنافر كهربائي.
- د- تنافر نووي وتنافر كهربائي.

9. الطاقة المكافئة لكتلة (1 g) من المادة بوحدة (J) تساوي:

- أ- 9×10^8
- ب- 3×10^{13}
- ج- 9×10^{13}
- د- 3×10^{16}

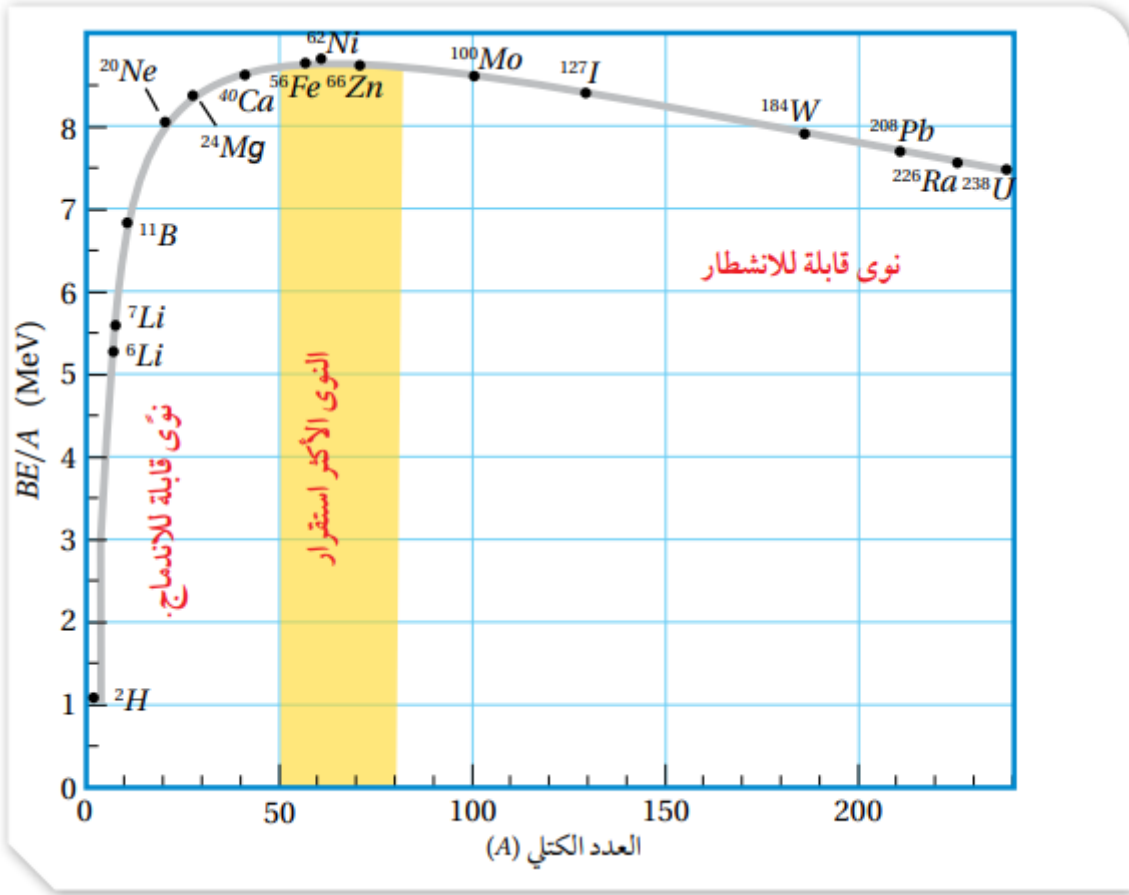
10. الطاقة المكافئة لكتلة (8 g) من المادة بوحدة (MeV) تساوي:

- أ- 72×10^{13}
- ب- 45×10^{26}
- ج- 45×10^{32}
- د- 72×10^7

11. الطاقة المكافئة لكتلة (1 amu) بوحدة (MeV) تساوي:

- أ- 9×10^8
- ب- 9×10^{16}
- ج- 931.5
- د- 93.15

✿ يمثل الشكل العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكلون والعدد الكتلي.



✿ نلاحظ أن طاقة الربط النووية لكل نيوكلون تصل إلى قيمة عظمى عند نواة النيكل

(⁶²Ni) يليها نواة الحديد (⁵⁶Fe) ما يعني أنهما أكثر استقراراً من غيرهما.

✓ النوى المتوسطة ($80 \geq A \geq 50$):

✿ لها أعلى طاقة ربط نووية لكل نيوكلون مما يجعلها أكثر استقراراً من غيرها وتفكيكها يتطلب طاقة خارجية كبيرة جدا لفصل نيوكلوناتها.

✿ يظهر في المنحنى الموضح القيمة العظمى لطاقة الربط النووية لكل نيوكلون وهي تساوي (8.8 MeV) وهي نواة النيكل (⁶²Ni).

✓ النوى الخفيفة ($A < 50$):

✿ تكون طاقة الربط النووية لكل نيوكلون فيها أقل بالنسبة إلى النواة المتوسطة وبالتالي تكون قليلة الاستقرار بالنسبة لها.

✿ يمكنها الاندماج لتكوين نوى كتلتها أقرب إلى كتلة نواة النيكل لتصبح أكثر استقراراً ويصاحب ذلك الاندماج تحرر قدر من الطاقة.

✓ النوى الثقيلة ($A > 80$):

✿ تكون طاقة الربط النووية لكل نيوكلون فيها أقل بالنسبة إلى النواة المتوسطة وبالتالي تكون قليلة الاستقرار بالنسبة لها.

✿ يمكنها الانشطار لتكوين نوى كتلتها أقرب إلى كتلة نواة النيكل لتصبح أكثر استقرارًا ويصاحب ذلك الانشطار تحرر قدر من الطاقة.

✿ إن النوى الخفيفة تميل إلى الاندماج لتكوين نواة أثقل ذات طاقة ربط نووية لكل نيوكلون أكبر والنواة الناتجة بعد الاندماج تكون كتلتها أقل من كتلة الأنوية المندمجة لأن جزء من الكتلة يتحول إلى طاقة.

✿ إن انشطار نواة ثقيلة ينتج عنه نوى أصغر ذات طاقة ربط نووية لكل نيوكلون أكبر والنواة الناتجة بعد الانشطار تكون كتلتها أقل من كتلة الأنوية المنشطرة لأن جزء من الكتلة يتحول إلى طاقة.

✿ طاقة الربط النووية لكل نيوكلون تتغير بمقدار قليل مع زيادة العدد الكتلي للنوى التي عددها الكتلي ($A > 50$) ويعزى ذلك إلى صغر مدى القوة النووية القوية.

✿ النيوكلون داخل النواة يتجاذب مع النيوكلونات المحيطة به فقط ولا يتأثر ببقية النيوكلونات وهذا ما يعرف بإشباع القوة النووية القوية.

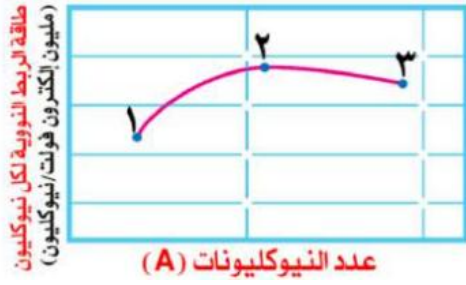
أسئلة إضافية

1. في الجدول المجاور طاقة الربط النووية لثلاث أنوية، اعتمادًا على البيانات المبينة في الجدول أجب عما يأتي من الأسئلة علماً بأن: ($m_p = 1.008 \text{ amu}$) و ($m_n = 1.009 \text{ amu}$)

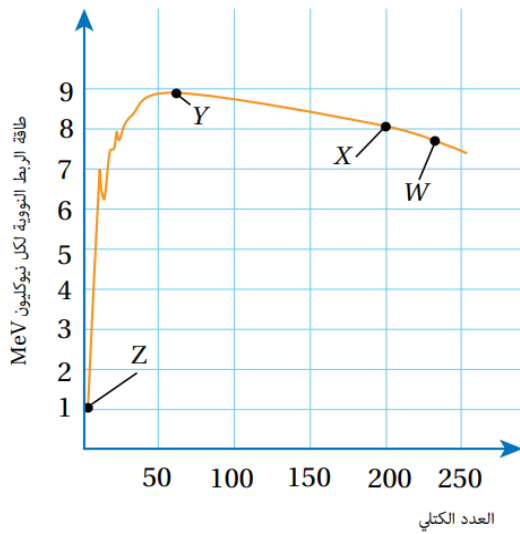
٢- أي الأنوية أكثر استقرارًا؟ ولماذا؟

9_4Z	6_3Y	4_2X	النواة
58.5	33	28	طاقة الربط بوحدة MeV

ب- أحسب كتلة النواة 4_2X .



2. يوضح الشكل المجاور التمثيل البياني للعلاقة بين عدد النيوكليونات و طاقة الربط النووي لكل نيوكليون، وتشير الأرقام على المنحنى إلى ثلاثة نظائر. رتب هذه النظائر تنازلياً وفق الطاقة اللازمة لفصل نيوكليون واحد من نواة كل منها.



3. يمثل الشكل المجاور العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون والعدد الكتلي لمجموعة العناصر (Z , Y , W , X , R) اعتماداً على المنحنى أجب عما يلي من الأسئلة:

ا- أي هذه العناصر أكثر استقراراً ولماذا؟

ب- قارن بين العنصرين (W , X) وأيها أكثر استقراراً؟

ج- قارن بين العنصرين (R , Z) وأيها أكثر استقراراً؟

د- أي هذه العناصر أكثر قابلية للانشطار؟

هـ- أي هذه العناصر أكثر قابلية للاندماج؟

و- تفكيك النوى المتوسطة يحتاج طاقة كبيرة. فسر ذلك.

ز- احسب طاقة الربط النووية لنواة العنصر (X).

4. نحدد أي النوى أكثر استقرارًا اعتمادًا على:

- أ- العدد الذري.
ب- طاقة الربط النووية.
ج- العدد الكتلي.
د- طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

5. العناصر التي لها عدد كتلي قريب من الرقم (60) هي:

- أ- الأكثر إشعاعًا. ب- الأقل ارتباطًا. ج- الأقل استقرارًا. د- الأكثر استقرارًا.

6. العناصر التي لها عدد كتلي أكبر من الرقم (80) هي:

- أ- الأكثر إشعاعًا. ب- الأقل ارتباطًا. ج- الأقل استقرارًا. د- الأكثر استقرارًا.

7. العناصر التي لها عدد كتلي أقل من الرقم (50) هي:

- أ- الأكثر إشعاعًا. ب- الأقل ارتباطًا. ج- الأقل استقرارًا. د- الأكثر استقرارًا.

8. لكي تصبح النوى غير المستقرة أكثر استقرارًا فإنها تتحول إلى نوى ذات:

- أ- كتلة أقل وطاقة ربط أعلى.
ب- كتلة أكبر وطاقة ربط أعلى.
ج- كتلة أقل وطاقة ربط أقل.
د- كتلة أكبر وطاقة ربط أقل.

9. عند اندماج نواتين معًا تتكون نواة جديدة، فإن النواة الجديدة المتكونة بالنسبة لأي من

النواتين المندمجتين تكون ذات:

- أ- كتلة أقل وطاقة ربط أقل لكل نيوكليون.
ب- كتلة أكبر وطاقة ربط أكبر لكل نيوكليون.
ج- كتلة أكبر وطاقة ربط أقل لكل نيوكليون.
د- كتلة أقل وطاقة ربط أكبر لكل نيوكليون.

10. عند انشطار نواة يتكون نواتين جديدتين، فإن النواة المنشطرة بالنسبة لأي من النواتين

المتكونتين تكون ذات:

- أ- كتلة أقل وطاقة ربط أقل لكل نيوكليون.
ب- كتلة أكبر وطاقة ربط أكبر لكل نيوكليون.
ج- كتلة أكبر وطاقة ربط أقل لكل نيوكليون.
د- كتلة أقل وطاقة ربط أكبر لكل نيوكليون.

11. إذا علمت أن العدد الكتلي للنواة (س) يساوي (200)، وطاقة الربط النووية لكل نيوكليون

فيها يساوي $(8 \text{ MeV}/A)$ ، فإن طاقة الربط النووية للنواة (س) بوحدة (MeV) تساوي:

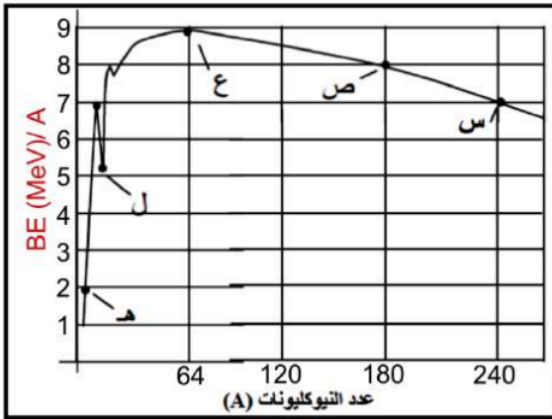
- أ- 25 ب- 250 ج- 160 د- 1600

- 12.** إذا علمت أن طاقة الربط النووية لنواة الهيليوم (${}^4_2\text{He}$) تساوي (28 MeV)، ولنواة الليثيوم (${}^6_3\text{Li}$) تساوي (32 MeV)، فإن النواة الأكثر استقرارًا هي نواة:
- الهيليوم، لأن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لها أكبر.
 - الهيليوم، لأنها أصغر حجمًا.
 - الليثيوم، لأن طاقة الربط النووية لها أكبر.
 - الليثيوم، لأن تحتوي على عدد أكبر من النيوترونات.

- 13.** إذا علمت أن طاقة الربط النووية لنواة الديتيريوم (${}^2_1\text{H}$) تساوي (2.2 MeV)، فإن إحدى العبارات الآتية صحيحة:

- يرتبط كل من البروتون والنيوترون بالنواة بطاقة مقدارها (2.2 MeV).
- يرتبط النيوترون بالنواة بطاقة مقدارها (2.2 MeV).
- يلزم طاقة خارجية مقدارها (1.1 MeV) لفصل النيوترون عن النواة.
- يلزم طاقة خارجية مقدارها (1.1 MeV) لفصل البروتون والنيوترون عن النواة.

- 14.** يمثل الشكل المجاور منحنى طاقة الربط النووية لكل نيوكليون وعدد النيوكليونات (A) لنوى مختلفة. فإن الطاقة اللازمة لفصل مكونات النواة (ص) بوحدة (MeV) ونصف قطر



النواة (ع) بوحدة (m) على الترتيب:

- (1440)، (7.2×10^{-15})
- (1440)، (4.8×10^{-15})
- (8)، (7.2×10^{-15})
- (8)، (4.8×10^{-15})

«أسئلة الدرس»

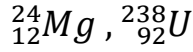
1. **الفكرة الرئيسية:** أوضح المقصود بما يأتي العدد الذري، العدد الكتلي النيوكليون، طاقة الربط النووية، نطاق الاستقرار.

2. **أستخدم المتغيرات:** النواة (X) لها ثمانية أضعاف العدد الكتلي للنواة (Y). أجد نسبة:
 أ- نصف قطر النواة (X) إلى نصف قطر النواة (Y).
 ب- حجم النواة (X) إلى حجم النواة (Y).
 ج- كثافة النواة (X) إلى كثافة النواة (Y).

3. أجد للنواة (${}^7_3\text{Li}$)، عدد البروتونات وعدد النيوترونات وعدد النيوكليونات.

4. **أناقش:** للنيوترون دور مهم في استقرار النواة، أناقش صحة هذه العبارة.

5. **أتوقع:** أي النوى الآتية مستقر، وأيها غير مستقر، مع بيان السبب:



6. **أحسب** طاقة الربط النووية وطاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواتي (النيكل ${}_{28}^{62}Ni$ ، والحديد ${}_{26}^{56}Fe$)، حيث:

$m_{{}_{26}^{56}Fe}$	$m_{{}_{28}^{62}Ni}$	m_n	m_p	الجسيم أو النواة الكتلة (amu)
55.92066	61.91297	1.00867	1.00728	

7. **أستنتج:** يمثل الجدول الآتي: طاقة الربط النووية والعدد الكتلي لبعض النوى، فأني النوى أكثر استقراراً؟ أفسر إجابتي.

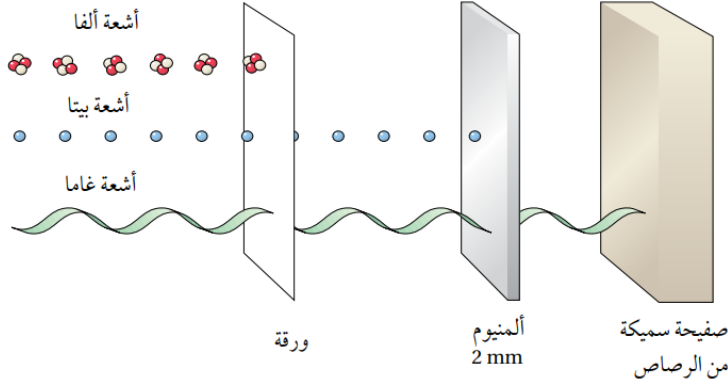
العدد الكتلي	طاقة الربط النوويّة	النواة
200	1600 MeV	X
56	492 MeV	Y
4	28 MeV	Z

8. **التفكير الناقد:** يُلاحظ من منحنى طاقة الربط النووية لكل نيوكليون مع العدد الكتلي أن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لا تتغير كثيراً بعد العدد الكتلي (60). فهل لذلك علاقة بأن القوة النووية قصيرة المدى؟ أفسر إجابتي.

2. الدرس الثاني: الإشعاع النووي

- ✿ اكتشف العالم بيكرل أن أملاح اليورانيوم تؤثر في الألواح الفوتوغرافية بالرغم من تغليفها لحمايتها من الضوء ومنعه من التأثير فيها.
- ✿ توصل العالم بيكرل إلى أن أملاح اليورانيوم تبعث تلقائيًا دون الحاجة إلى تحفيز خارجي نوعًا جديدًا من الإشعاع.
- ✿ في نهاية القرن التاسع عشر اكتشفت ماري كوري وزوجها عنصرين جديدين يُصدران نوعًا مماثلاً للإشعاع الصادر عن أملاح اليورانيوم وأطلقا عليه اسمي البولونيوم والراديوم.
- ✿ النشاط الإشعاعي عملية انبعاث تلقائي للإشعاع من النوى غير المستقرة.
- س بينت التجارب أن هنالك ثلاثة أنواع من الإشعاعات، ما مصدرها وما هي؟
 - مصدر الإشعاع النووي هو نوى غير مستقرة ولكي تصبح النوى أكثر استقرارًا تقوم بالاضمحلال (التحول) من نواة إلى أخرى يصاحب هذا التحول انبعاث (ألفا، بيتا، غاما).
 - س وضح ما المقصود بالاضمحلال الإشعاعي؟
 - التحول التلقائي لنواة غير مستقرة إلى نواة أكثر استقرارًا عن طريق انبعاث جسيمات مثل جسيم ألفا وجسيم بيتا وغالبًا ما يصاحب ذلك انبعاث أشعة غاما.
 - س ما طبيعة الإشعاعات الصادرة من اضمحلال الأنوية غير المستقرة؟
 - أشعة ألفا (α) جسيمات موجبة الشحنة يتكون الواحد منها من بروتونين ونيوترونين لذا نعتبرها نوى ذرات هيليوم (${}^4_2\text{He}$) إشعاعي.
 - أشعة بيتا (β): هي إلكترونات سالبة الشحنة يعبر عنها بالرمز (${}_{-1}^0e$) وتسمى بيتا السالبة (β^-) لكن قد تكون في بعض الحالات الشاذة إلكترونات موجبة الشحنة (${}_{+1}^0e$) (بوزيترون) وتسمى بيتا الموجبة (β^+).
 - أشعة غاما (γ): هي أشعة كهرومغناطيسية (فوتونات) ذات تردد عال ليس لها شحنة وليس لها كتلة.
 - س وضح ما المقصود بـ (البوزيترون)؟
 - جسيم له كتلة الإلكترون نفسها لكنه يحمل شحنة موجبة مساوية لشحنة الإلكترون.
 - ✿ الإشعاعات النووية الثلاثة ألفا وبيتا وغاما تعد جميعها من الإشعاعات النووية المؤينة بسبب قدرتها على تأيين ذرات الوسط الذي تمر فيه.
 - ✿ أن كتلة جسيمات ألفا نحو أربعة أضعاف كتلة البروتون تقريبًا وشحنتها ضعفًا شحنة البروتون ما يجعل تفاعلها مع ذرات الوسط الذي تمر فيه كبيرًا مقارنة بتفاعل جسيمات بيتا وأشعة غاما فتفقد طاقتها بسهولة في حين أن قدرتها على النفاذ أصغر.

❁ في المتوسط تعبر جسيمات ألفا في الهواء مسافة (37 cm) تقريبا قبل أن تمتص طاقتها كاملة ويمكن أيضا امتصاص طاقة جسيم ألفا كاملة باستخدام حاجز رقيق من الورق.



❁ أشعة غاما هي الأقل قدرة على التأيين والأكثر قدرة على الاختراق لأنها لا تحمل شحنة كهربائية وليس لها كتلة.

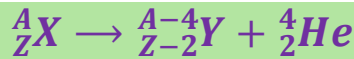
❁ أشعة غاما لها أعلى سرعة بين الإشعاعات النووية الثلاثة بينما أشعة ألفا لها أقل سرعة.

س قارن بين الإشعاعات النووية ألفا وبيتا وغاما من حيث قدرة كل منها على التأيين والنفاذ والكتلة والشحنة..

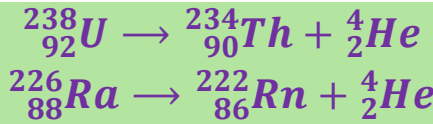
نوع الأشعة	ألفا	بيتا	غاما
الشحنة	+2e	-e أو +e	ليس لها شحنة
الكتلة	4.0015 amu	0.0005 amu	صفر
القدرة على النفاذ	قليلة (تُمتص باستخدام حاجز رقيق من الورق)	متوسطة (بضعة ملترات من الألمنيوم)	كبيرة (ستترات عدة من الرصاص)
القدرة على التأيين	كبيرة	متوسطة	قليلة

اضمحلال ألفا (α)

- ✿ جسيمات ألفا (α) تنبعث في الغالب من النوى الثقيلة ($Z > 82$) غير المستقرة وينتج نواة جديدة تختلف في عددها الذري وعددها الكتلي عن النواة الأم.
- ✿ في النوى الثقيلة يكون عدد النيوكليونات كبيراً جداً وللتخلص منها تقوم النواة بالانشطار (الانقسام) وتبعث جسيم ألفا وينتج نواة جديدة أكثر استقراراً.
- ✿ عندما يغادر جسيم ألفا النواة فإنها تخسر بروتونين ونيوترونين لذا فإن العدد الذري للنواة الناتجة يقل (2) في حين يقل عددها الكتلي بمقدار (4) مقارنة بالنواة الأم.
- ✿ يمكن التعبير عن معادلة اضمحلال ألفا بالمعادلة الآتية:

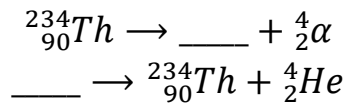


- ✿ نلاحظ بأن مجموع العدد الذري للنوى والجسيمات الناتجة من الاضمحلال يساوي العدد الذري للنواة المضمحلة وكذلك مجموعة العدد الكتلي للنوى والجسيمات الناتجة من الاضمحلال يساوي العدد الكتلي للنواة المضمحلة.



أسئلة إضافية

1. أكمل المعادلات الآتية:



2. إذا اضمحلت نواة باعثة دقيقة ألفا (α)، فإن ما يحدث لكل من العدد الذري والعدد الكتلي على الترتيب هو:

- أ- (يقل، يزداد). ب- (يقل، يقل). ج- (يزداد، يقل). د- (يزداد، يزداد).

3. عندما تشع نواة عنصر ما جسيم ألفا فإن العدد الذري لها:

- أ- يزداد بمقدار (4). ب- يقل بمقدار (4). ج- يزداد بمقدار (2). د- يقل بمقدار (2).

4. عندما تشع نواة عنصر ما جسيم ألفا فإن العدد الكتلي لها:

- أ- يزداد بمقدار (4). ب- يقل بمقدار (4). ج- يزداد بمقدار (2). د- يقل بمقدار (2).

5. من الخصائص التي تنطبق على جسيمات ألفا:

- أ- تتأثر بالمجال المغناطيسي ولا تتأثر بالمجال الكهربائي.
- ب- قدرتها على التأين عالية.
- ج- تتأثر بالمجال الكهربائي ولا تتأثر بالمجال المغناطيسي.
- د- قدرتها على النفاذ عالية.

6. عندما تعبر أشعة ألفا وسط ما فإن قدرتها على تأيين ذرات الوسط، والنفاذ منه على

الترتيب:

- أ- (عالية، عالية).
- ب- (ضعيفة، ضعيفة).
- ج- (ضعيفة، عالية).
- د- (عالية، ضعيفة).

7. أي النوى الآتية تنتج عندما تضمحل نواة اليورانيوم ($^{238}_{92}U$) باعثة دقيقة ألفا؟

- أ- $^{232}_{90}Th$
- ب- $^{233}_{90}Th$
- ج- $^{234}_{90}Th$
- د- $^{235}_{90}Th$

8. تمتاز دقائق ألفا بقدرتها العالية على تأيين ذرات المادة التي تصطمم بها وذلك بسبب:

- أ- كبر كتلتها وكبر شحنتها.
- ب- كبر كتلتها وكبر سرعتها.
- ج- كبر شحنتها وكبر سرعتها.
- د- قدرتها على النفاذ عالية.

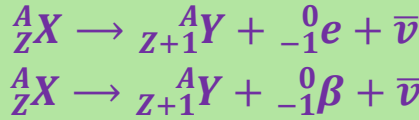
9. في المعادلة الآتية: ($^{208}_{84}Po \rightarrow ^{204}_{82}Pb + ^A_ZX$)، القيم الصحيحة لكل من (Z, A) على

الترتيب:

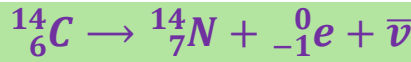
- أ- (2, 4)
- ب- (4, 2)
- ج- (2, 2)
- د- (4, 4)

اضمحلال بيتا (β) السالب

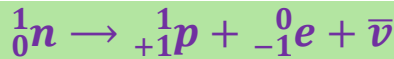
- ✿ النوى التي تقع فوق نطاق الاستقرار تمتلك فائضًا من النيوترونات ويلزمها تقليل عدد النيوترونات وزيادة عدد البروتونات لتقترب نسبة (N/Z) فيها من نسبة الاستقرار.
- ✿ يتم ذلك عن طريق إشعاع جسيم بيتا السالب (β⁻) وهو عبارة عن إلكترون (e⁻₁).
- ✿ يمكن التعبير عن معادلة اضمحلال بيتا بالمعادلة الآتية:



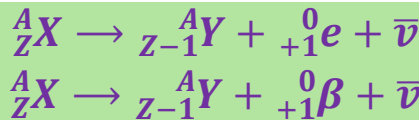
- ✿ نلاحظ بأن العدد الذري للنواة الناتجة قد زاد بمقدار (1) في حين بقي العدد الكتلي ثابتًا مقارنة بالنواة الأم والرمز (ν̄) يمثل جسيمًا يسمى ضد النيوتريون وهو جسيم متعادل الشحنة وكتلته متناهية في الصغر.



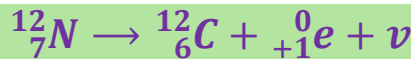
- ✿ ينتج جسيم بيتا السالبة من تحلل أحد نيوترونات النواة وتحوله إلى بروتون وجسيم بيتا السالبة وضد النيوتريون (ν̄).

اضمحلال بيتا (β) الموجب

- ✿ النوى التي تقع أسفل نطاق الاستقرار تمتلك فائضًا من البروتونات ويلزمها تقليل عدد البروتونات وزيادة عدد النيوترونات لتصل إلى حالة الاستقرار.
- ✿ يتم ذلك عن طريق إشعاع جسيم بيتا الموجب (β⁺) وهو عبارة عن بوزترون (e⁺₁).
- ✿ يمكن التعبير عن معادلة اضمحلال بيتا بالمعادلة الآتية:



- ✿ نلاحظ بأن العدد الذري للنواة الناتجة يقل بمقدار (1) في حين بقي العدد الكتلي ثابتًا مقارنة بالنواة الأم.
- ✿ الرمز (ν) يمثل جسيمًا يسمى النيوتريون وهو جسيم متعادل الشحنة وكتلته متناهية في الصغر مثل ضد النيوتريون.



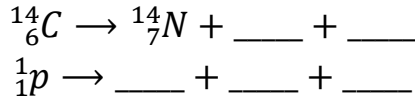
- ✿ ينتج جسيم بيتا الموجبة من تحلل أحد بروتونات النواة الأم وتحوله إلى نيوترون وجسيم بيتا الموجبة والنيوتريون (ν).



- ✓ النواة لا تحتوي على إلكترونات أو بوزترونات وهذه الجسيمات تنشأ لحظة تحول بروتون إلى نيوترون أو العكس عند حدوث اضمحلال بيتا وتغادر النواة مباشرة.

أسئلة إضافية

1. أكمل المعادلات الآتية:



2. الكميّتان الفيزيائيّتان اللتان تتناسب كل منهما طردياً مع العدد الكتلي:

- أ- كثافة النواة، وكتلتها التقريبية. ب- كثافة النواة، ونصف قطرها.
ج- حجم النواة، وكتلتها التقريبية. د- حجم النواة، وكثافتها.

3. ينتج عن تحلل النيوترون في النواة المشعة:

- أ- بروتون وإلكترون ونيوترينو. ب- بروتون وإلكترون وضديد نيوترينو.
ج- بروتون وبوزيترون ونيوترينو. د- بروتون وبوزيترون وضديد نيوترينو.

4. ينتج عن تحلل البروتون في النواة المشعة:

- أ- بروتون وإلكترون ونيوترينو. ب- بروتون وإلكترون وضديد نيوترينو.
ج- بروتون وبوزيترون ونيوترينو. د- بروتون وبوزيترون وضديد نيوترينو.

5. في المعادلة الآتية: $({}^1_1P \rightarrow X + {}^0_{+1}e + Y)$ ، الرمزان (Y, X) يمثلان:

- أ- نيوترون، ضدّيد النيوترينو. ب- نيوترون، نيوترينو.
ج- إلكترون، ضدّيد النيوترينو. د- إلكترون، نيوترينو.

6. إذا اضمحلت نواة باعثة دقيقة بيتا السالبة (β^-) فإن ما يحدث لكل من العدد الذري والعدد

الكتلي على الترتيب:

- أ- (يقبل، لا يتغير). ب- (يزداد، لا يتغير). ج- (يقبل، يزداد). د- (لا يتغير، لا يتغير).

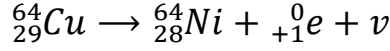
7. إذا اضمحلت نواة باعثة دقيقة بيتا الموجبة (β^+) فإن ما يحدث لكل من العدد الذري

والعدد الكتلي على الترتيب:

- أ- (يقبل، لا يتغير). ب- (يزداد، لا يتغير). ج- (يقبل، يزداد). د- (لا يتغير، لا يتغير).

8. عندما تنبعث دقيقة بيتا السالبة (إلكترون) من نواة ما فإن ما يحدث لكل من عدد البروتونات وعدد النيوترونات على الترتيب للنواة الناتجة مقارنة بالنواة المشعة:
- ا- (يزداد بمقدار واحد، يقل بمقدار واحد).
 ب- (يزداد بمقدار واحد، لا يتغير).
 ج- (يقل بمقدار واحد، يزيد بمقدار واحد).
 د- (يقل بمقدار واحد، لا يتغير).

9. يعد البوزيترون المنبعث في المعادلة النووية الآتية:

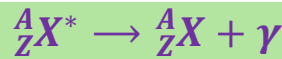


ناتج تحليل:

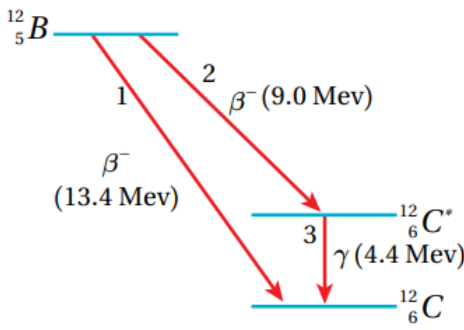
- ا- نيوترون من نواة النيكل (${}_{28}^{64}\text{Ni}$).
 ب- بروتون من نواة النيكل (${}_{28}^{64}\text{Ni}$).
 ج- نيوترون من نواة النحاس (${}_{29}^{64}\text{Cu}$).
 د- بروتون من نواة النحاس (${}_{29}^{64}\text{Cu}$).

اضمحلال غاما (γ)

- ✿ الإلكترونات تتوزع في مستويات طاقة في الذرة وكذلك تتوزع النيوكليونات في مستويات طاقة داخل النواة تبدأ من الاستقرار (المستوى الأقل طاقة للنواة).
- ✿ عند إشعاع النواة لجسيمات بيتا أو جسيمات ألفا قد تكون النواة في مستوى الاستقرار أو في مستوى إثارة يكون معها فائض طاقة وليس كتل.
- ✿ إذا كانت النواة الناتجة في مستوى إثارة فإنها تنتقل إلى مستوى الاستقرار عن طريق إطلاق أشعة غاما.
- ✿ يمكن التعبير عن معادلة اضمحلال غاما بالمعادلة الآتية:



- ✿ نلاحظ بأن العدد الذري والعدد الكتلي للنواة الناتجة لا يتغيران.
- ✿ طاقة أشعة غاما المنبعثة تساوي فرق الطاقة بين مستوى الإثارة ومستوى الاستقرار للنواة الناتجة.



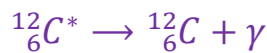
يوضح الشكل الآتي اضمحلال نواة البورون بطريقتين. وضح الفرق بينهما.

- ➔ نواة البورون تقع فوق نطاق الاستقرار وتعد من باعثات بيتا السالبة.
 - ➔ في الطريقة الأولى تنتج نواة الكربون مباشرة في مستوى الاستقرار ويتحرر (13.4 MeV) من الطاقة نتيجة لهذا الاضمحلال حسب المعادلة الآتية:
- $${}^{12}_5 B \rightarrow {}^{12}_6 C + {}^0_{-1} e + \bar{\nu}$$
- ➔ في الطريقة الثانية تنتج نواة الكربون في مستوى إثارة طاقته (4.4 MeV) حسب المعادلة:



- ➔ في الاضمحلال أعلاه تكون نواة (${}^{12}_6 C^*$) مثارة ويتحرر مقدار من الطاقة يساوي (9 MeV).

- ➔ تتخلص ذرة الكربون المثارة (${}^{12}_6 C^*$) من الطاقة الفائضة بإطلاق أشعة غاما طاقتها تساوي (4.4 MeV) لتصل إلى مستوى الاستقرار حسب المعادلة الآتية:



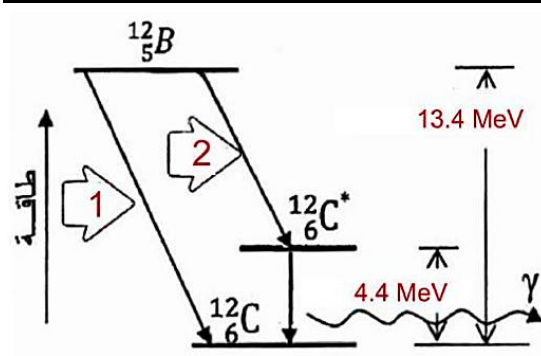
أسئلة إضافية

1. أي من الآتية لا تُعد من خصائص أشعة غاما:
- أ- طاقتها عالية جدا.
ب- قدرتها على التأيين منخفضة.
ج- قدرتها على النفاذ هائلة.
د- سرعتها منخفضة جدا.
-
2. إذا اضمحلت نواة باعثة أشعة غاما فإن ما يحدث لكل من العدد الذري والعدد الكتلي على الترتيب هو:
- أ- (يتغير، لا يتغير). ب- (لا يتغير، يتغير). ج- (يتغير، يتغير). د- (لا يتغير، لا يتغير).
-
3. في المعادلة الآتية $(^{27}_{13}Al^* \rightarrow ^{27}_{13}Al + X)$ الرمز (X) يمثل أشعة:
- أ- ألفا. ب- بيتا الموجبة. ج- بيتا السالبة. د- غاما.
-
4. الإشعاع الذي له أكبر قدرة على تأيين ذرات الوسط الذي يعبره من بين الإشعاعات الآتية هو:
- أ- ألفا. ب- بيتا الموجبة. ج- بيتا السالبة. د- غاما.
-
5. الإشعاع الذي له أقل قدرة على تأيين ذرات الوسط الذي يعبره من بين الإشعاعات الآتية هو:
- أ- ألفا. ب- بيتا الموجبة. ج- بيتا السالبة. د- غاما.
-
6. الإشعاع الذي له أكبر قدرة على النفاذ من الوسط الذي يعبره من بين الإشعاعات الآتية هو:
- أ- ألفا. ب- بيتا الموجبة. ج- بيتا السالبة. د- غاما.
-
7. الإشعاع الذي له أقل قدرة على النفاذ من الوسط الذي يعبره من بين الإشعاعات الآتية هو:
- أ- ألفا. ب- بيتا الموجبة. ج- بيتا السالبة. د- غاما.
-
8. الأشعة النووية الأكثر خطورة على الإنسان عند التعرض لها من مصدر خارج جسم الإنسان هي:
- أ- ألفا. ب- بيتا الموجبة. ج- بيتا السالبة. د- غاما.

9. الأشعة النووية الأكثر خطورة على الإنسان عند التعرض لها من مصدر داخل جسم الإنسان

هي:

- أ- ألفا. ب- بيتا الموجبة. ج- بيتا السالبة. د- غاما.



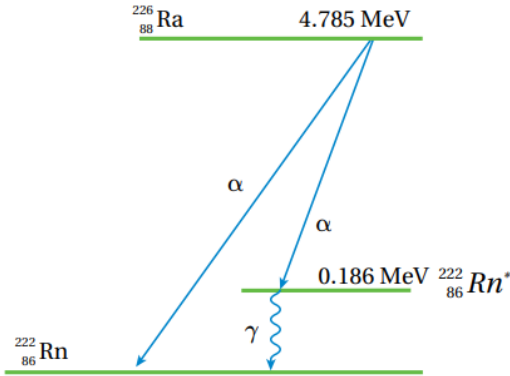
10. اعتمادًا على البيانات المثبتة في الشكل

المجاور والذي يمثل اضمحلال نواة البورون (B) لتنتج نواة الكربون (C) بإحدى الطريقتين

الموضحتين في الشكل. فإن طاقة جسيم بيتا المنبعث في كل من الطريقتين (1) و (2)

بوحددة (MeV) على الترتيب:

- أ- 4.4 , 9 ب- 4.4 , 4.4 ج- 13.4 , 4.4 د- 13.4 , 9



المثال 9

يمثل الشكل اضمحلال نواة الراديوم ($^{226}_{88}\text{Ra}$) إلى نواة الرادون ($^{222}_{86}\text{Rn}$). عند الكشف عن جسيمات ألفا، وجد أنها توجد بطاقتين مختلفتين.

أ- ما مقدار طاقتي جسيم ألفا؟

ب- ما مقدار طاقة أشعة غاما؟

ج- اكتب معادلة اضمحلال أشعة غاما.

د- اكتب معادلة اضمحلال ألفا الذي ينتج عنه طاقة أكبر.

النشاطية الإشعاعية

❁ انبعاث جسيمات بيتا أو ألفا من نواة عنصر مشع يؤدي إلى تحول النواة الأم إلى نواة جديدة تسمى النواة الناتجة.

❁ مع مرور الزمن يقل عدد النوى المشعة ويقل عدد النوى التي تضمحل.

❁ يتناسب عدد النوى المضمحلة في الثانية الواحدة طردياً مع عدد النوى المشعة عند لحظة زمنية معينة.

❁ يمكن التعبير رياضياً عن عدد النوى المشعة المتبقية بدلالة الزمن بالمعادلة الآتية:

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

❁ (λ) : ثابت التناسب ويسمى ثابت الاضمحلال.

❁ (N_0) : عدد النوى المشعة عند الزمن $(t = 0)$.

❁ $(N(t))$ عدد النوى المشعة المتبقية عند الزمن (t) .

❁ أظهرت التجارب أن بعض النظائر المشعة تضمحل خلال مدة زمنية صغيرة وبعضها الآخر يضمحل خلال مدد زمنية كبيرة.

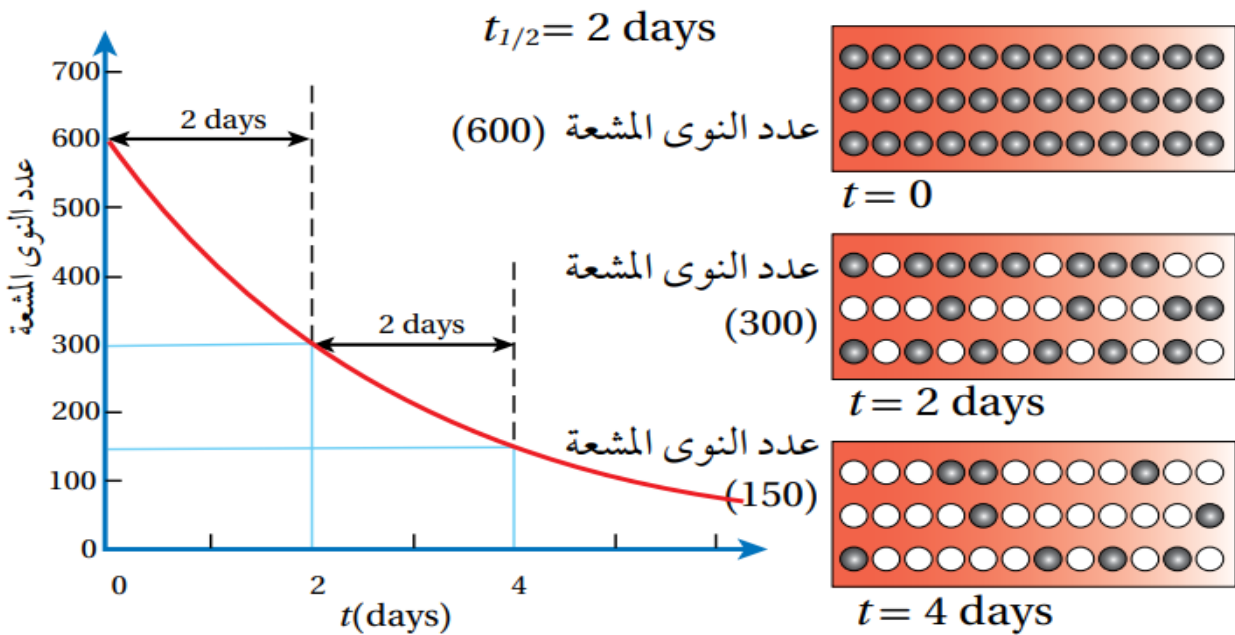
سـ وضح ما المقصود بـ (عمر النصف) $(t_{1/2})$ ؟

الزمن اللازم لاضمحلال نصف عدد النوى المشعة.

❁ يوضح الشكل المجاور تناقص عدد النوى المشعة مع الزمن فلو بدأنا بعينة عدد النوى

المشعة فيه (600) مثلاً وعمر النصف لها يومان $(t_{1/2} = 2 \text{ days})$ فإن عدد النوى

المتبقية منها بعد يومين (300) وبعد يومين آخرين يصبح (150) وهكذا.



عمر النصف	العنصر
4.47×10^9 y	$^{238}_{92}U$
7.04×10^8 y	$^{235}_{92}U$
1.41×10^{10} y	$^{232}_{90}Th$
30.08 y	$^{137}_{55}Cs$
5.27 y	$^{60}_{27}Co$
15.4 days	$^{191}_{76}Os$
2.14 min	$^{211}_{83}Bi$
11.9 s	$^{144}_{56}Ba$

✿ يبين الجدول المجاور بعض النظائر المشعة وعمر النصف لها.

✿ يمكن ربط عمر النصف وعدد النوى المشعة المتبقية على النحو الآتي:

$$N_0 \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{2t_{1/2}} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{3t_{1/2}} \frac{N_0}{8} \xrightarrow{4t_{1/2}} \frac{N_0}{16} \dots$$

✿ يمكن التوصل إلى العلاقة الرياضية الآتية:

$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

✿ يرتبط عمر النصف بثابت التحلل (الاضمحلال) بالعلاقة الآتية:

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

✿ يتناسب عمر النصف تناسباً عكسياً مع ثابت الاضمحلال.

أسئلة إضافية

1. احسب عمر النصف لعينة مشعة عدد النوى المشعة فيها (1.6×10^{18}) وبعد ساعتين أصبح عدد النوى المشعة (1×10^{17}).

2. عينة من عنصر مشع تحتوي على (1.6×10^{18} atoms) وعمر النصف له (7 days)، كم يتبقى من العنصر المشع بعد مرور (35 days).

3. عينة من عنصر مشع تبقى منها (75%) بعد مرور (15 days) من تحضيرها، جد عمر النصف لهذا العنصر.

سـ وضح ما المقصود بـ (النشاطية الإشعاعية) (A) ؟

عدد الاضمحلالات في الثانية الواحدة لعينة مشعة.

يمكن حساب النشاطية الإشعاعية من خلال المعادلة الآتية:

$$A = \lambda N$$

يمكن حساب النشاطية الإشعاعية الابتدائية عند $(t = 0)$ من خلال المعادلة الآتية:

$$A_0 = \lambda N_0$$

(N_0) تعبر عن عدد النوى المشعة في العينة عند (A_0) .

تقاس النشاطية الإشعاعية بوحدة بيكرل (Bq) أو بوحدة كوري (Ci) .

وحدة بيكرل تساوي اضمحلالا واحداً في الثانية الواحدة.

$$1 Ci = 3.7 \times 10^{10} Bq$$

عند مرور زمن يساوي عمر النصف على العينة المشعة فإن النشاطية الإشعاعية لها تقل إلى

النصف لذلك يمكن الربط بينهما على النحو الآتي:

$$A_0 \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{A_0}{2} \xrightarrow{2t_{1/2}} \frac{A_0}{4} \xrightarrow{3t_{1/2}} \frac{A_0}{8} \xrightarrow{4t_{1/2}} \frac{A_0}{16} \dots$$

يمكن التوصل إلى العلاقة الرياضية الآتية:

$$\frac{A}{A_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

المثال 11

يستخدم الغاليوم في التشخيص الطبي. إذا علمت أن ثابت الاضمحلال له $(2.4 \times 10^{-6} s^{-1})$ ، وقست النشاط الإشعاعي لعينة منه فكانت $(4680 Bq)$ ، فجد الزمن اللازم حتى تصبح النشاط الإشعاعي $(1170 Bq)$.

المثال 12

يستخدم نظير الكوبالت - (60) في تعقيم الأجهزة الطبية وفي علاج مرض السرطان. عمر النصف لنظير الكوبالت $({}_{27}^{60}Co)$ يساوي $(5.27 y)$ ، قست النشاط الإشعاعي لعينة منه عند لحظة زمنية معينة فوجدتها $(0.200 \mu Ci)$. جد ما يأتي:

أ- عدد النوى المشعة في العينة.

ب- النشاط الإشعاعي بعد زمن يساوي ثلاثة أضعاف عمر النصف.

تمرين

يُستخدم اليود المشع في علاج سرطان الغدة الدرقية، فإذا كان عمر النصف له (8 days) تقريباً جد الزمن اللازم حتى يضمحل (75%) منه.

أسئلة إضافية

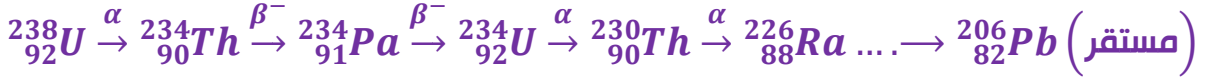
1. قاس معاذ نشاطية الإشعاعية لنظير مشع في مختبره، فوجدها (800) اضمحلال لكل دقيقة، وبعد ثلاث ساعات أصبحت $\left(\frac{5}{3}\right)$ اضمحلال لكل ثانية. جد عمر النصف للنظير المشع بالدقيقة.

2. نظير مشع نشاطيته الإشعاعية الآن (800 Bq)، وثابت التحلل له $(6 \ln(4) \text{ days}^{-1})$ ، فما المدة الزمنية اللازمة حتى تصبح نشاطيته الإشعاعية (100 Bq)؟

3. الفلور ($^{18}_9F$) نظير معد صناعيًا، عمر النصف له (110 min)، يُستخدم في التصوير الطبي حيث يضمحل ليعطي أحد نظائر الأكسجين وبوزيترون. أعدت سارة عينة منه تحتوي على ($2.1 \times 10^{16} \text{ atoms}$) لتصوير أحد المرضى. ما عدد النوى المشعة بعد مضي (5.5 h)؟

سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي

وضح ما المقصود بسلسلة الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي؟
مجموعة من الاضمحلات التلقائية التي تبدأ بعنصر مشع ثقيل (موجود في الطبيعة) وتنتهي بعنصر مستقر من خلال اضمحلات عدة لألفا وبيتا.



سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي ثلاث سلاسل. وضح ما هي؟

سلسلة اليورانيوم وتبدأ بنظير اليورانيوم (${}_{92}^{238}\text{U}$)

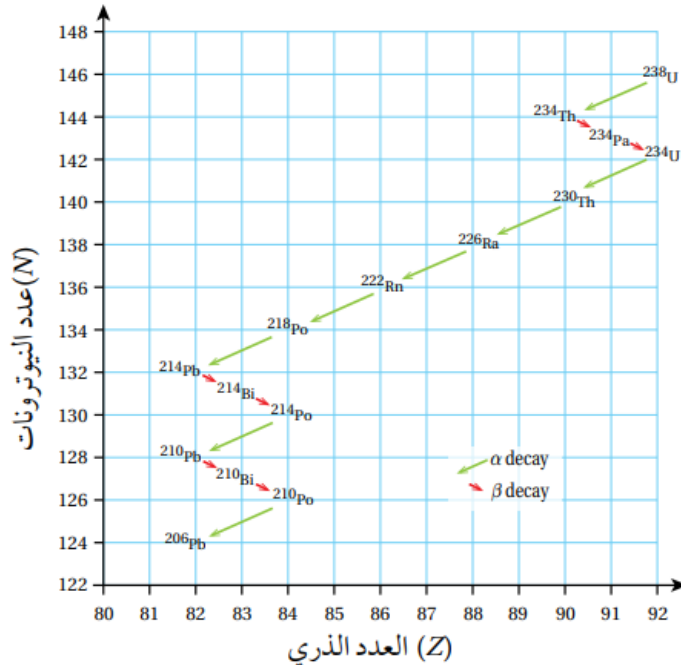
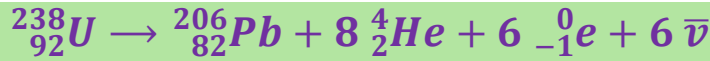
سلسلة الثوريوم وتبدأ بنظير الثوريوم (${}_{90}^{232}\text{Th}$).

سلسلة الأكتينيوم وتبدأ بنظير اليورانيوم (${}_{92}^{235}\text{U}$).

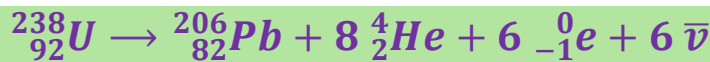
جميع هذه السلاسل تبدأ بنظير ثقيل مشع عمر النصف له كبير وتنتهي بأحد نظائر الرصاص المستقر.

تسمى كل سلسلة باسم النظير المشع الذي له اطول عمر نصف فيها فمثلا يورانيوم (${}_{92}^{238}\text{U}$) له أكبر عمر نصف بين النظائر المشعة في سلسلة اليورانيوم لذلك سميت باسمه.

يمكن التعبير عن سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي بيانياً على منحنى ($N - Z$) أو رياضياً كمعادلة.

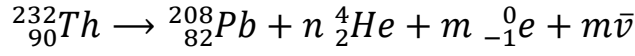


في معادلات سلاسل الاضمحلال يجب أن يكون العدد الذري والكتلي محفوظان.



المثال 13

يمكن التعبير عن سلسلة اضمحلال الثوريوم بالمعادلة:



جد عدد جسيمات بيتا السالبة (m) وعدد جسيمات ألفا (n) في لمعادلة السابقة.

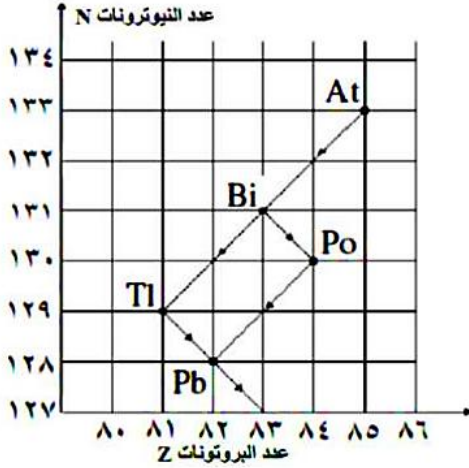
أسئلة إضافية

1. الآلية التي يتم فيها تسمية سلسلة النشاط الإشعاعي الطبيعي هي أنها تسمى باسم العنصر:
- أ- الأطول عمرا في السلسلة. ب- الأول في السلسلة.
- ج- المستقر في السلسلة. د- المثار في السلسلة.

2. تشترك سلاسل الاضمحلال الإشعاعي جميعها في أحد الخصائص الآتية:
- أ- تبدأ نشاطها الإشعاعي بإشعاع دقائق بيتا. ب- تنتهي بنظير الرصاص المستقر.
- ج- يحدث نشاطها الإشعاعي بشكل تقائي. د- تسمى باسم العنصر الأول في السلسلة.

3. سلسلة الاضمحلال التي لا تعد من أشهر سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي هي سلسلة:
- أ- اليورانيوم. ب- الثوريوم. ج- الراديوم. د- الأكتينيوم.

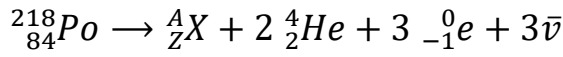
4. السلسلة التي تبدأ بنظير اليورانيوم (${}^{235}_{92}\text{U}$) هي سلسلة:
- أ- اليورانيوم. ب- الثوريوم. ج- الراديوم. د- الأكتينيوم.



5. اعتمادًا على الشكل المجاور والذي يبين اضمحلال (At) إلى (Pb) في سلسلة الاضمحلال الإشعاعي لليورانيوم (238)، عدد جسيمات ألفا (α) وعدد جسيمات بيتا (β) المنبعثة من هذا الاضمحلال على الترتيب هما:

- أ- (1) , (1) ب- (2) , (2)
ج- (2) , (1) د- (2) , (2)

6. تضحل نواة البولونيوم ($^{218}_{84}Po$) باعثة وفق المعادلة الآتية:



قيمة كل من (A, Z) على الترتيب اللتين تجعلان المعادلة موزونة:

- أ- (210) , (81) ب- (212) , (81) ج- (210) , (83) د- (212) , (83)

7. تمر نواة الثوريوم ($^{232}_{90}Th$) في إحدى سلاسل الاضمحلال الإشعاعي بسلسلة اضمحلال

إشعاعية لتنتج نواة الرادون ($^{220}_{86}Rn$)، عدد كل من دقائق ألفا ودقائق بيتا السالبة

المنبعثة على الترتيب نتيجة هذه الاضمحلال:

- أ- (3) , (2) ب- (2) , (3) ج- (4) , (3) د- (3) , (4)

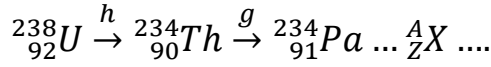
8. نواة عنصر غير مستقر، أطلقت أربع جسيمات بيتا وجسيم ألفا واحد، فإن النواة

الناجمة تكون:

- أ- $^{A-4}_{Z+2}Y$ ب- $^{A-2}_{Z-4}Y$ ج- $^{A+2}_{Z+4}Y$ د- $^{A+4}_{Z-2}Y$

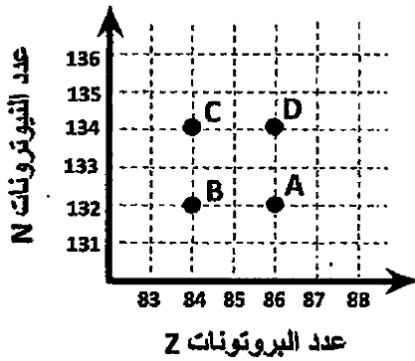
تمرين

تمثل المعادلة الآتية جزءاً من سلسلة اليورانيوم:



- ١- ما اسم الجسيمين (g) و (h).
٢- إذا انبعث (6) جسيمات ألفا وجسيما بيتا السالبة للوصول إلى النواة $({}_Z^AX)$ ، جد (Z) و (A).

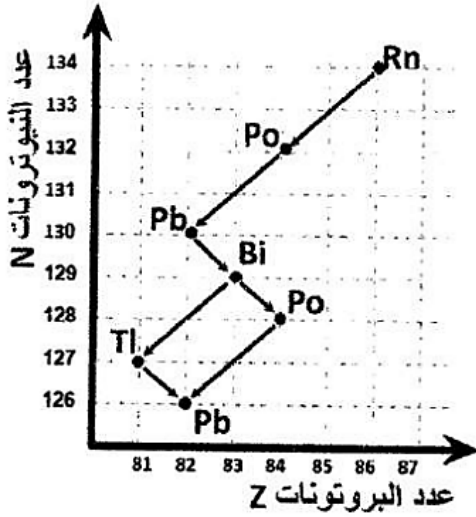
9. تمر نواة الرصاص $({}_{82}^{206}Pb)$ بسلسلة اضمحلات إشعاعية باعثة (6) دقائق ألفا و (3) دقائق بيتا السالب، عدد البروتونات وعدد النيوترونات على الترتيب للنواة الناتجة يساويان:
١- (73), (182) ٢- (76), (182) ٣- (109), (73) ٤- (109), (76)



10. تضمحل نواة الرادون $({}_{86}^{222}Rn)$ باعثة دقيقة ألفا $({}_2^4He)$ فتتحول إلى نواة البولونيوم (Po) ، الرمز الذي يمثل نواة البولونيوم الناتجة من بين الرموز (A, B, C, D) الموضحة في الشكل المجاور هو:

11. عندما تضمحل نواة ما باعثة جسيم ألفا متبوعاً بجسيما سالبين، فإن النواة الناتجة يكون لها:

- ١- عدد النيوكليونات للنواة الأم نفسه. ٢- عدد النيوترونات للنواة الأم نفسه.
٣- العدد الكتلي للنواة الأم نفسه. ٤- العدد الذري للنواة الأم نفسه.



12. معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل المجاور والذي يبين الجزء الأخير من إحدى سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي، والتي تنتهي بنظير الرصاص المستقر. عدد جسيمات ألفا (α) وبيتا (β) المنبعثة من اضمحلال نواة الرصاص غير المستقر إلى نواة الرصاص المستقر:

$$1- (2\alpha), (\beta) \quad \leftarrow (2\alpha), (3\beta)$$

$$2- (3\alpha), (3\beta) \quad \leftarrow (3\alpha), (2\beta)$$

«أسئلة الدرس»

1. **الفكرة الرئيسية:** أوضح المقصود بالاضمحلال الإشعاعي وعمر النصف والنشاطية الإشعاعية.

2. **أفسر** انبعاث أشعة غاما من النواة.

3. **أستخدم المتغيرات:** يقوم أسامة بدراسة نظير مشع في مختبر الإشعاع في جامعته. قاس نشاطيته الإشعاعية فوجدها (400) اضمحلال لكل دقيقة، وبعد ثلاث ساعات أصبحت (100) اضمحلال لكل دقيقة. أجد عمر النصف للنظير المشع بالدقيقة.

4. **أحسب:** نظير مشع نشاطيته الإشعاعية الآن (800 Bq)، وثابت الاضمحلال له ($4 \ln(2) \text{ days}^{-1}$)، فما المدة الزمنية اللازمة حتى تصبح نشاطيته الإشعاعية (100 Bq)؟

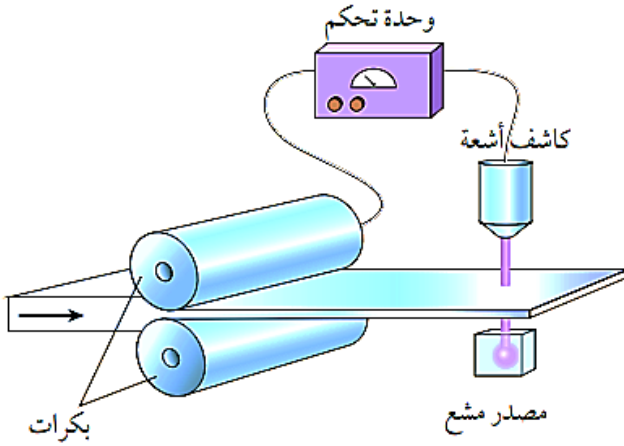
5. **أستخدم المتغيرات:** عينة من نظير الثوريوم (${}^{228}_{90}\text{Th}$) تحتوي على $(2.53 \times 10^{21} \text{ atoms})$ ، وثابت الاضمحلال له يساوي ($1.15 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1}$)، أجد:

أ- عمر النصف للثوريوم (${}^{228}_{90}\text{Th}$).

ب- النشاطية الإشعاعية لهذه العينة.

6. **أحل:** الفلور - ^{18}F نظير مشع مُعدّ صناعياً، عمر النصف له (110 min) ، يُستخدم في التصوير الطبي حيث يُمحل ليُعطي أحد نظائر الأكسجين وبوزيترون. أعدت سارة عينة منه تحتوي على $(2.1 \times 10^{16} \text{ atoms})$ لتصوير أحد المرضى.
- أ- أكتب معادلة موزونة لاضمحلال الفلور.
 ب- أحسب ثابت الاضمحلال له.
 ج- ما عدد النوى المشعة بعد مضي (220 min) ؟

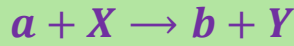
7. **أفسر:** انبعاث جسيمات بيتا السالبة من النواة بالرغم من عدم احتواء النواة على إلكترونات.



8. **التفكير الناقد:** تُستخدم الأشعة النووية في التحكم في سمك المواد المصنعة على نحو ما هو مبين في الشكل. حيث يوضع أسفل الشريط مصدر مشع، وتستقبل الأشعة بعد نفاذها من الشريط عن طريق كاشف يُرسل بدوره إشارة إلى جهاز التحكم عن مقدار الأشعة التي وصلت إليها. فأى الأشعة النووية أفضل في هذا الاستخدام؟ ولماذا؟

3. الدرس الثالث: التفاعلات النووية

- سـ وضح ما المقصود بالتفاعل النووي؟ (الصناعي)
اصطدام نواتي ذرتين أو اصطدام جسيم نووي مثل البروتون أو النيوترون بنواة ذرة أخرى وقد ينتج عن ذلك نواة جديدة أو أكثر.
- سـ كيف يمكننا إحداث أو عمل تفاعل نووي بين جسيم ونواة؟
تقذف النواة بالجسيم وعندما يقترب منها مسافة كافية يبدأ عندها تأثير القوة النووية.
- يمكن التعبير عن التفاعل النووي بالصورة الآتية:



- ◀ الجسم (a) هو القذيفة و (X) هي النواة الهدف وتكون مستقرة و (b) هو الجسيم الناتج من التفاعل النووي و (Y) هي النواة الناتجة من التفاعل النووي.
- ✿ في بعض التفاعلات النووية تمتص النواة الهدف القذيفة لتشكل نواة مركبة والتي لا تلبث أن تضمحل لتعطي نوى وجسيمات من الممكن أن تختلف عن تلك الداخلة في التفاعل.



- (W): هي النواة المركبة وتكون غير مستقرة.

- سـ ما الذي قام به العالم رذرفورد في تجربته للتفاعل النووي؟
قذف نواة النيتروجين بجسيمات ألفا ونتج عن ذلك تحرر بروتون كما يلي:



- ◀ بدأ هذا التفاعل بنواة النيتروجين المستقرة (${}^{14}_7N$) مع جسيم ألفا (α) لتكوين نواة مركبة وهي نظير الفلور غير المستقر (${}^{18}_9F$) والتي لا تلبث أن تضمحل لينتج عنها نواة مستقرة (${}^{17}_8O$) وبروتون (1_1p).
- ◀ من الأمثلة على القذائف النووية: البروتونات (1_1p) ونواة الديتيريوم (2_1H) والنيوترونات (1_0n) وجسيمات ألفا (4_2He).

- سـ لماذا تسرع القذائف النووية الموجبة مثل البروتونات وجسيمات ألفا؟
➤ تسرع حتى تمتلك طاقة حركية كافية تمكنها من التغلب على قوة التنافر الكهربائية مع النواة الهدف.
- النيوترونات لكونها متعادلة كهربائياً لا تسرع لأنها لا تتأثر بقوة تنافر كهربائية لذلك تعد النيوترونات من أهم القذائف النووية المستخدمة في إنتاج نظائر مشعة.

✿ يمكننا حساب الطاقة الممتصة أو المتحررة من التفاعل النووي (Q) من الفرق في الكتلة بين كتل النوى والجسيمات الداخلة في التفاعل وتلك الناتجة عنه:

$$Q = [m_a + m_x - (m_y + m_b)] \times 931.5$$

→ الكتل بوحدة (amu) و (Q) بوحدة (MeV).

→ إذا كانت قيمة (Q) موجبة يكون التفاعل منتجاً للطاقة وإذا كانت قيمة (Q) سالبة يكون التفاعل ماصاً للطاقة.

أسئلة إضافية

1. يمكن أن تنبعث النيوترونات من انوية الذرات في حالة:

- أ- (اضمحلال ألفا).
ب- (اضمحلال بيتا).
ج- (الإشعاع النووي الطبيعي).
د- (الإشعاع النووي الصناعي).

2. أفضل قذيفة نووية يمكن استخدامها في إنتاج النظائر المشعة هي:

- أ- البروتون. ب- النيوترون. ج- دقائق ألفا. د- الديتيروم.

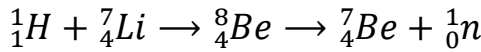
3. يُعد النيوترون من أفضل القذائف النووية المستخدمة في إنتاج النظائر المشعة وذلك لأنه:

- أ- كبير الكتلة. ب- متعادل كهربائياً. ج- كبير الحجم. د- كبير السرعة.

4. النواة التي تكون مستقرة في التفاعل النووي هي:

- أ- النواة الهدف. ب- النواة الناتجة. ج- (أ+ب). د- لا يوجد نوى مستقرة.

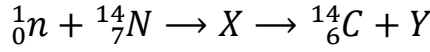
5. في التفاعل النووي الآتي:



اسم القذيفة المستخدمة في التفاعل والناتج الذي يمتلك أكبر طاقة حركية على الترتيب:

- أ- (نيوترون)، (بروتون).
ب- (نواة الليثيوم)، (نواة البيريليوم).
ج- (بروتون)، (نيوترون).
د- (نواة البيريليوم)، (نواة الليثيوم).

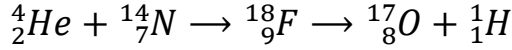
6. في التفاعل النووي الآتي:



الرمزان (Y, X) يمثلان:

- أ- $({}_6^{15}C)$ ، (بروتون).
 ب- $({}_6^{15}C)$ ، (نيوترون).
 ج- $({}_7^{15}N)$ ، (بروتون).
 د- $({}_7^{15}N)$ ، (نيوترون).

7. في التفاعل النووي الآتي:



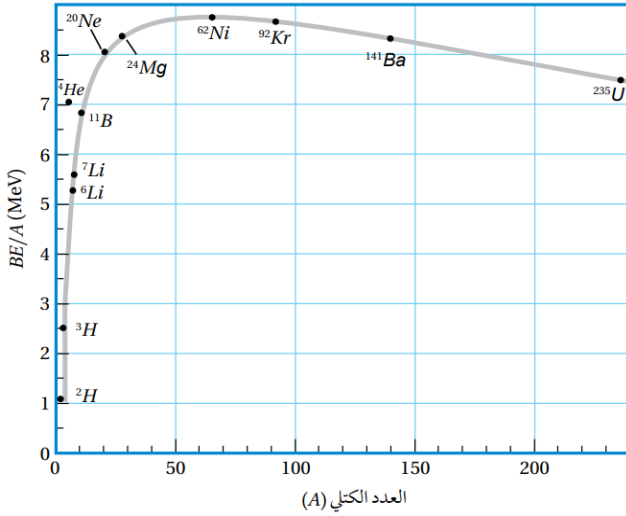
النواة المركبة في التفاعل واسم القذيفة المستخدمة على الترتيب:

- أ- $({}_8^{17}O)$ ، (بروتون).
 ب- $({}_8^{17}O)$ ، (دقيقة ألفا).
 ج- $({}_9^{18}F)$ ، (بروتون).
 د- $({}_9^{18}F)$ ، (دقيقة ألفا).

8. تكمن أهمية التفاعلات النووية الصناعية في كل مما يأتي ما عدا:

- أ- تحويل عنصر معين إلى عنصر آخر
 ب- إنتاج مجالات مغناطيسية قوية.
 ج- إنتاج النظائر المشعة
 د- الحصول على جسيمات أو أشعة ذات طاقة عالية.

الانشطار النووي



✓ الانشطار النووي: التفاعل الذي يتم

فيه انقسام نواة ثقيلة لنواتين أو أكثر، أصغر منها في الكتلة.

✿ النوى الأكثر قابلية للانشطار هي

النوى الثقيلة التي تقع على يمين المنحنى الموضح في الشكل.

✿ عند انشطار نواة ثقيلة يحرر طاقة

لأن النوى الناتجة ذات طاقة ربط نووية لكل نيوكليون أعلى.

✿ عند قذف نواة (${}^{235}_{92}\text{U}$) بنيوترون بطيء تنشط إلى نواتين هما: (${}^{141}_{56}\text{Ba}$) و (${}^{92}_{36}\text{Kr}$) وينتج (3) نيوترونات.

✿ يمكن التعبير عن معادلة الانشطار النووي بالمعادلة النووية الآتية:



النواة	$\frac{BE}{A}$ (MeV)
${}^{235}_{92}\text{U}$	7.5909
${}^{141}_{56}\text{Ba}$	8.3261
${}^{92}_{36}\text{Kr}$	8.5127

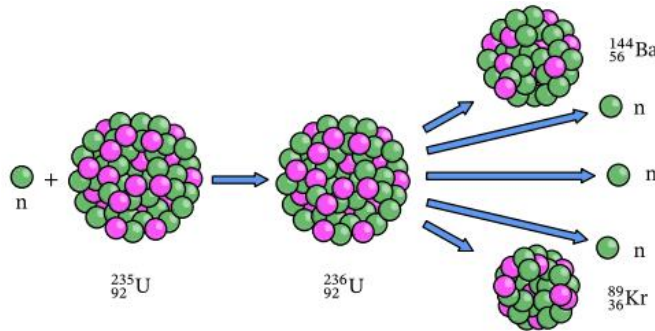
✿ نواة (${}^{236}_{92}\text{U}^*$) المثارة تمثل النواة المركبة في هذا التفاعل.

✿ تمتلك النوى الناتجة من هذا الانشطار طاقات ربط نووية لكل نيوكليون أكبر ويصاحب ذلك نقص في الكتلة يتحول إلى طاقة.

س ما أهمية تفاعل الانشطار النووي؟

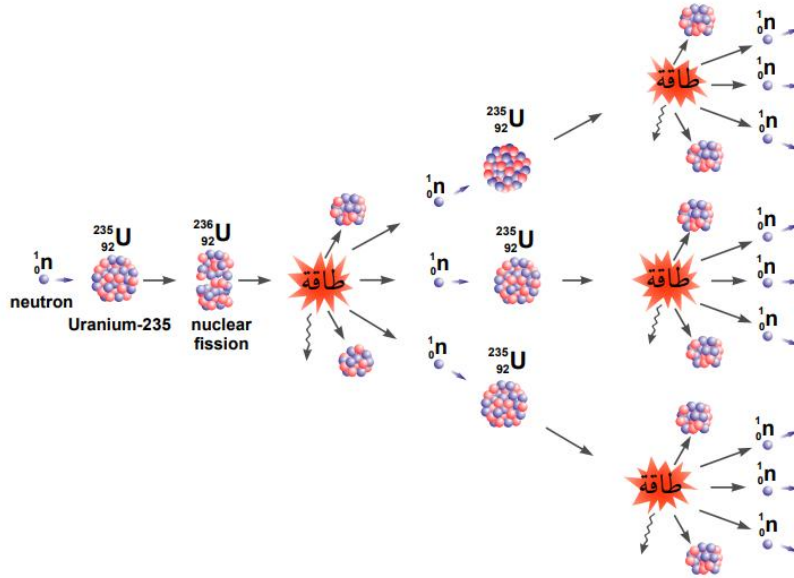
تكمّن أهميته في الطاقة الكبيرة المتحررة منه حيث أن انشطار كل نواة ينتج عنه طاقة تساوي (200 MeV) تقريبا أو ما يعادل ($3.2 \times 10^{-11} \text{ J}$).

✓ الطاقة الناتجة عن انشطار (1 kg) فتساوي ($82 \times 10^{12} \text{ J}$) وهذه الطاقة تكفي لتزويد نحو (45) ألف منزل تقريبا مدة شهر، يستهلك كل منها طاقة كهربائية بمقدار (500 kWh).



سـ وضح ما المقصود بالتفاعل المتسلسل؟

تبعث نيوترونات نتيجة انشطار النواة في تفاعل الانشطار النووي وهذه النيوترونات تمتصها نوى أخرى التي بدورها تنشط وتنتج نيوترونات جديدة تؤدي إلى انشطار مزيداً من النوى ما يؤدي إلى استمه



سـ كي يكون التفاعل المتسلسل ممكناً من الناحية العملية يجب توافر أمور عدة، وضح ما هي؟

توافر اليورانيوم المخصب (الوقود النووي) للتفاعل المتسلسل وتوفير الحد الأدنى من الكتلة التي تضمن استمرار حدوث التفاعل (الكتلة الحرجة) وتوافر نيوترونات بطيئة.

سـ سؤال ما اليورانيوم الخام؟

هو اليورانيوم المستخرج من باطن الأرض ويحتوي اليورانيوم الخام على (0.71%) تقريباً من اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) المستخدم في التفاعل المتسلسل ونحو (99.27%) تقريباً من اليورانيوم ($^{238}_{92}U$) ونسبة قليلة جداً من نظائر أخرى.

سـ لماذا يتم معالجة اليورانيوم الخام؟

لزيادة نسبة النظير ($^{235}_{92}U$) الذي يُستخدم في الوقود النووي.

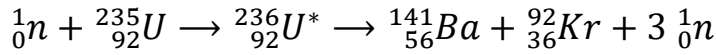
سـ وضح ما المقصود بعملية تخصيب اليورانيوم؟

العملية التي يتم فيها زيادة نسبة اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) مقارنة مع نظائر اليورانيوم الأخرى.

سـ وضح ما المقصود بـ (الكتلة الحرجة)؟

أقل كتلة من الوقود النووي التي تضمن استمرار حدوث التفاعل المتسلسل وتضمن عدم تشتت النيوترونات خارجة.

احسب الطاقة (Q) الناتجة من تفاعل الانشطار الآتي:



حيث كتل النوى معطاة في الجدول الآتي:

${}_{92}^{235}U$	${}_{56}^{141}Ba$	${}_{36}^{92}Kr$	${}_0^1n$
234.9934	140.8840	91.9064	1.0087

$$Q = [m_n + m_U - (m_{Ba} + m_{Kr} + 3 \times m_n)] \times 931.5$$

$$Q = [1.0087 + 234.9934 - (140.8840 + 91.9064 + 3 \times 1.0087)] \times 931.5$$

$$Q = [0.1856] \times 931.5 = 172.9 \text{ MeV}$$

أسئلة إضافية

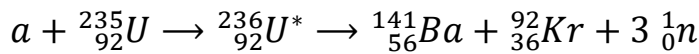
1. العبارة الآتية: (تفاعل نووي يحدث فيه انقسام نواة ثقيلة، عند قذفها بنيوترون إلى نواتين متوسطتي الكتلة) هي تعريف:
- أ- (الانشطار النووي). ب- (الاندماج النووي). ج- (اضمحلال ألفا). د- (التفاعل النووي).

2. يُطلق على تتابع انشطار النوى الثقيلة مثل اليورانيوم (${}_{92}^{235}U$) نتيجة قذفها بنيوترونات

تنبعث من نوى يورانيوم انشطرت سابقاً اسم:

- أ- (التفاعل النووي المتسلسل). ب- (التفاعل النووي التلقائي).
ج- (التفاعل النووي الصناعي). د- (التفاعل النووي الطبيعي).

3. في المعادلة الآتية:

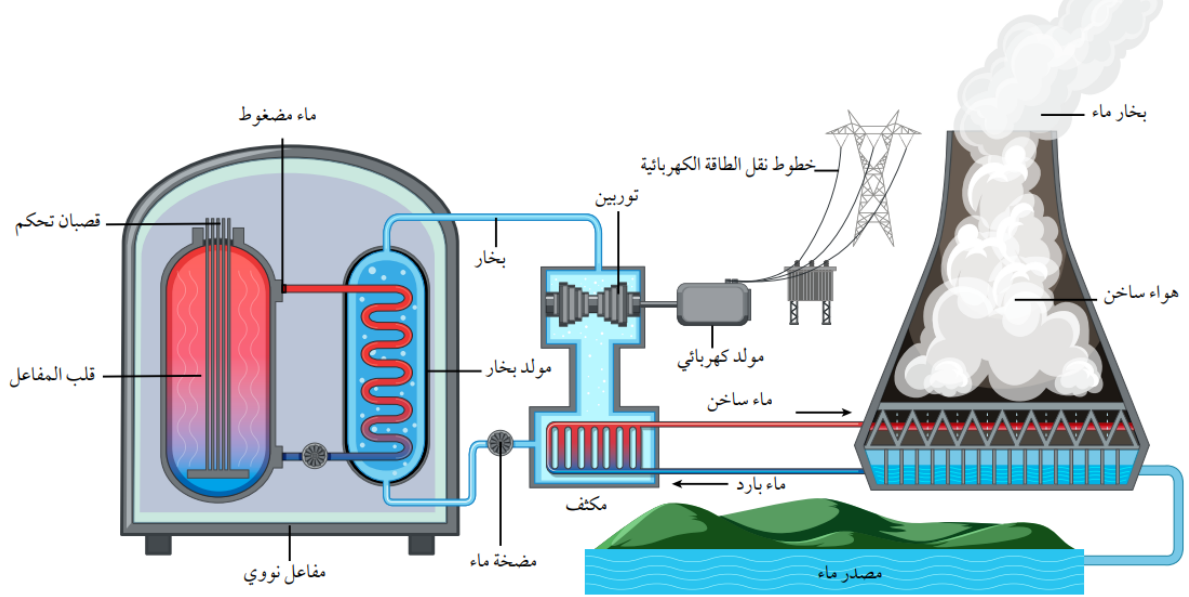


يعبر الرمز (a) عن:

- أ- (نيوترون بطيء). ب- (نيوترون سريع). ج- (بروتون بطيء). د- (بروتون سريع).

سـ وضح ما المقصود بـ (المفاعل النووي)؟

- ✓ النظام الذي يهيئ الظروف المناسبة لاستمرار حدوث التفاعل المتسلسل والسيطرة عليه.
- ✓ مدار دراستنا فقط سيكون للمفاعل النووي الذي يستخدم الماء في عملية التبريد ويُسمى أيضا بمفاعل الماء المضغوط.
- ✓ يبين الشكل رسماً تخطيطياً لمحطة نووية تستخدم مفاعل الماء المضغوط:



سـ وضح ما هي الأجزاء الأساسية للمفاعل النووي أعلاه؟

الوقود النووي، قصبان التحكم المواد المهدئة، نظام التبريد، مولد بخار الماء.



سـ ما هي مادة الوقود النووي المستخدمة في المفاعل

النووي؟

تكون مادة الوقود النووي على الغالب من اليورانيوم المخصب حيث تعد على شكل أقراص يوضع بعضها فوق بعض في أنابيب طويلة لتشكل قصبان الوقود النووي.

سـ ما قصبان التحكم؟ ومم تصنع؟ وما وظيفتها؟

✓ لا تصنع من مواد لديها مقدرة عالية على امتصاص النيوترونات مثل (الكاديوم – 113) و (البورون – 10).

✓ عند ادخال عدد مناسب منها بين حزم الوقود النووي تمتص بها من النيوترونات ما يؤدي إلى إبطاء التفاعل المتسلسل وبذلك يتم التحكم في الطاقة الناتجة من المفاعل.

سـ ما فائدة امتصاص النيوترونات الناتجة من الانشطار النووي؟

يؤدي امتصاص النيوترونات إلى تقليل عدد التصادمات الناجحة بين النيوترونات وذرات اليورانيوم وبالتالي يقل معدل التفاعل النووي المتسلسل ويمكن التحكم به.

س ما هي المواد المهدئة وما وظيفتها؟

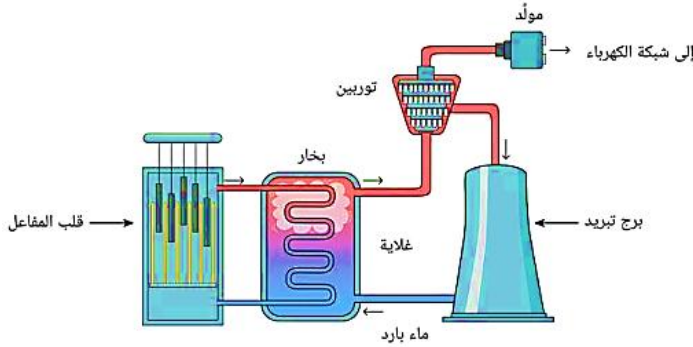
- ✓ هي مواد ذات أعداد كتلية صغيرة مثل الماء الثقيل، والماء العادي، والغرافيت.
- ✓ تبطئ المواد المهدئة النيوترونات الناتجة من الانشطار لتتمكن من إحداث تفاعلات انشطارية جديدة.

س ما فائدة إبطاء وتهدئة النيوترونات الناتجة من الانشطار النووي؟

لأن احتمالية انشطار نواة اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) تزداد كلما كانت الطاقة الحركية للنيوترونات الممتصة أقل وبالتالي يزداد عدد التصادمات الناجحة بين النيوترونات وذرات اليورانيوم ويزداد معدل التفاعل المتسلسل.

س متى يتوقف التفاعل النووي المتسلسل؟ ومتى يخرج التفاعل النووي المتسلسل عن السيطرة؟

إذا لم يحدث عدد كاف من التصادمات بين النيوترونات واليورانيوم، فسيتوقف التفاعل ولن تتمكن من توليد الطاقة. ولكن إذا حدث عدد أكبر مما ينبغي من التصادمات، فسنواجه خطر خروج التفاعل عن السيطرة.



س ما نظام التبريد المستخدم في المفاعل النووي؟

تستخدم أبراج تبريد تزود لمفاعل والمكثف بالماء البارد باستمرار لتبريد المفاعل النووي.

س ما وظيفة مولد بخار الماء؟

تحويل الماء الساخن المضغوط القادم من قلب المفاعل إلى بخار ماء يستخدم في إدارة توربينات متصلة بمولدات كهربائية لتوليد الطاقة الكهربائية.

مولد

توربينات

غلاية

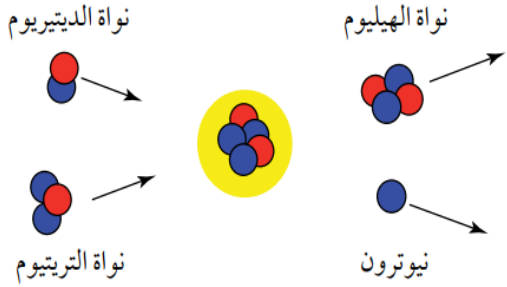
مفاعل

قضبان وقود

الاندماج النووي

سـ وضح ما المقصود بـ (الاندماج النووي)؟

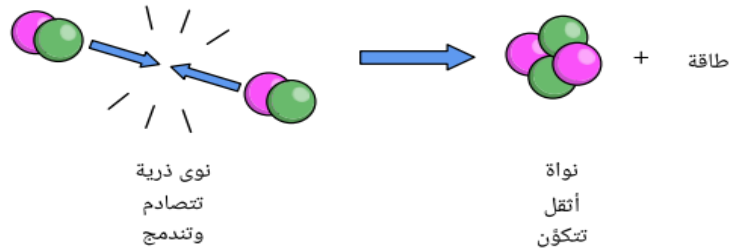
التفاعل الذي يتم فيه اندماج نواتين خفيفتين لتكوين نواة كتلتها أقل من مجموع كتلتي النواتين المندمجتين ولها طاقة ربط نووية لكل نيوكلليون أكبر مما لهما.
✿ يحدث الاندماج النووي للنوى الخفيفة (المنطقة اليسرى من المنحنى).



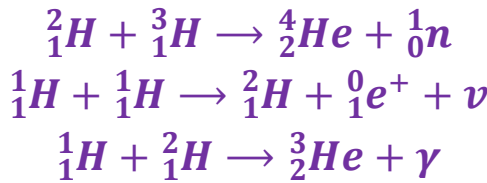
✿ قد تندمج نواتا نظيري الهيدروجين، الديتيريوم (2_1H) والتريتيوم (3_1H) لتكوين نواة الهيليوم (4_2He) ونيوترون كما هو مبين في الشكل.

✿ نلاحظ بأن نواة الهيليوم ذات طاقة ربط نووية لكل نيوكلليون أكبر منها لنواتي الديتيريوم والتريتيوم ويصاحب عملية الاندماج نقص في الكتلة ينتج عنه تحرر طاقة كبيرة.

النواة	$\frac{BE}{A}$ (MeV)
2_1H	1.11
3_1H	2.83
4_2He	7.07



✿ من الأمثلة على تفاعلات الاندماج النووي:



سـ ما مصدر الطاقة التي تصلنا من الشمس؟

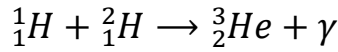
تفاعلات الاندماج النووية هي مصدر الطاقة التي تصلنا من الشمس وتحتاج درجات حرارة عالية جدا حتى تحدث.

سـ لماذا تسمى تفاعلات الاندماج النووي بـ (التفاعلات النووية الحرارية)؟
لأنها تحتاج درجات حرارة عالية جدا حتى تحدث.

- ✿ درجة الحرارة العالية تزود النواتين بطاقة حركية كبيرة كافية للتغلب على قوة التنافر الكهربائية بين النواتين عند اقترابهما من بعض المسافة تبدأ عندها القوة النووية بالتأثير.
- ✿ على الرغم من صعوبة إجراء تفاعل الاندماج النووي إلا أن هناك أبحاث جارية للتغلب على تلك الصعوبات وللإستفادة من الطاقة الكبيرة التي يمكن الحصول عليها دون إنتاج نوى مشعة كما يحدث في مفاعلات الانشطار النووي.

المثال 15

احسب الطاقة (Q) الناتجة من تفاعل الانشطار الآتي:



1_1H	3_2He	2_1H
1.0073	3.0149	2.0136

حيث كتل النوى معطاة في الجدول الآتي

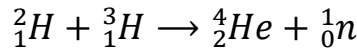
$$Q = [m_H + m_H - (m_{He})] \times 931.5$$

$$Q = [1.0073 + 2.0136 - (3.0149)] \times 931.5$$

$$Q = [0.0060] \times 931.5 = 5.6 \text{ MeV}$$

أسئلة إضافية

1. التفاعل النووي الذي تعبر عنه المعادلة النووية الموزونة الآتية:



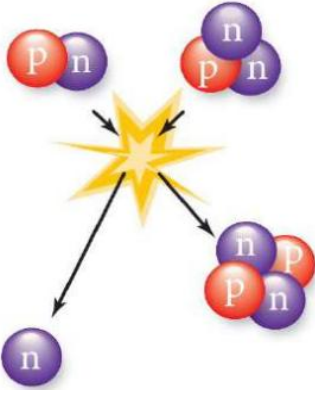
أ- (الانشطار النووي). ب- (الاندماج النووي). ج- (اضمحلال ألفا). د- (التفاعل النووي).

2. توافر درجة حرارة هائلة جدا وضغط هائل جدا هي شروط حدوث تفاعل:

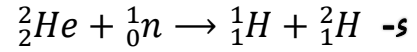
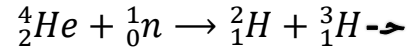
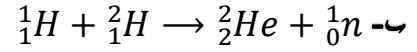
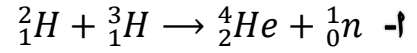
أ- (الانشطار النووي). ب- (الاندماج النووي). ج- (اضمحلال ألفا). د- (التفاعل النووي).

3. العبارة الصحيحة فيما يأتي هي:

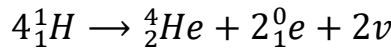
- أ- الطاقة الناتجة من تفاعل الاندماج النووي أضعاف الطاقة الناتجة من الانشطار النووي.
- ب- تستمد بعض النجوم ومنها الشمس طاقتها من سلسلة تفاعلات انشطار رئيسية.
- ج- الوقود النووي المستخدم في تفاعل الانشطار النووي هو الديتيروم أو التريتيوم.
- د- الوقود النووي المستخدم في تفاعل الاندماج النووي هو اليورانيوم.



4. يمثل الشكل المجاور رسماً تخطيطياً لأحد تفاعلات الاندماج النووي، المعادلة النووية الصحيحة التي تعبر عن التفاعل هي:



5. التفاعل النووي الذي تعبر عنه المعادلة الآتية:



أ- (الانشطار النووي). ب- (الاندماج النووي). ج- (اضمحلال ألفا). د- (اضمحلال بيتا).

6. يسمى تفاعل الاندماج النووي بالتفاعل النووي الحراري لأنه يحتاج:

أ- درجة حرارة عالية للتغلب على قوة التجاذب النووي.

ب- درجة حرارة عالية للتغلب على قوة التنافر النووي.

ج- درجة حرارة عالية للتغلب على قوة التجاذب الكهربائي.

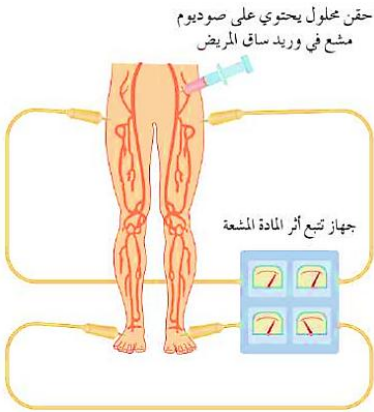
د- درجة حرارة عالية للتغلب على قوة التنافر الكهربائي.

تطبيقات على الفيزياء النووية

✿ للفيزياء النووية تطبيقات عدة في مختلف نواحي الحياة منها التعقب، العلاج بالإشعاع، تحليل المواد، حفظ المواد الغذائية.

✓ التعقب:

- ◀ تتكون المتعقبات من نظائر مشعة تحقن في الجسم للكشف عن خلل وظيفي في أحد أعضائه.
- ◀ يستخدم اليود – 131 المشع للكشف عن خلل في عمل الغدة الدرقية حيث يشرب المريض كمية قليلة من محلول يوديد الصوديوم المشع ويتم تشخيص الخلل في عمل الغدة الدرقية بمعرفة كمية اليود المشع لمتبقية فيها مع مرور الزمن.
- ◀ من التطبيقات الطبية الأخرى حقن وريد في القدم بسائل يحتوي على الصوديوم المشع وقياس الزمن اللازم حتى يصل السائل المشع إلى عضو معين في الجسم وذلك باستخدام جهاز للكشف عن الإشعاع والزمن المقاس يمكن من معرفة ما إذا كان هناك تضيق أو انسداد في الأوردة والشرايين.
- ◀ في التطبيقات الطبية يتم تعريض المريض لجرعات إشعاعية متدنية ومحسوبة بدقة بحيث لا تؤثر سلباً فيه.



✓ العلاج بالإشعاع:

- ◀ الإشعاعات الناتجة عن النظائر المشعة تكون فعالة في قتل الخلايا السرطانية.
- ◀ يستخدم نظير اليود – 131 المشع في علاج سرطان الغدة الدرقية كما يستخدم الكوبالت – 60 في علاج سرطان الحنجرة.

✓ تحليل المواد:

- ◀ يمكن تحديد العناصر التي تكون عينة معينة بطرق كيميائية وهذا عادة يتطلب استخدام كمية كبيرة نسبياً من تلك العينة لذلك يمكن التغلب على ذلك من خلال قذف كمية قليلة من العينة المراد معرفة تركيبها بالنيوترونات.
- ◀ يؤدي ذلك إلى تحول العناصر التي امتصت النيوترونات إلى عناصر مشعة ويمكن تحديد هوية تلك العناصر بالكشف عن نوع الإشعاعات الصادرة عن العينة وقياس طاقتها.

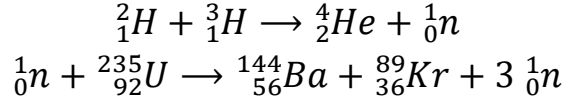
✓ حفظ المواد الغذائية:

- ◀ تعمل الإشعاعات النووية على تعطيل عمل البكتيريا وقتلها.
- ◀ يتم تعريض المواد الغذائية المراد تخزينها فترات طويلة لأشعة غاما أو حزم من الإلكترونات ذات طاقة مرتفعة لقتل البكتيريا ومن ثم تحفظ في عبوات مغلقة لمنع وصول بكتيريا جديدة إليها.

«أسئلة الدرس»

1. **الفكرة الرئيسية:** أوضح المقصود بتفاعل الانشطار النووي وتفاعل الاندماج النووي.

2. **للتفاعلين النوويين الآتيين، أجب عما يأتي:**



علما أن كتل النوى بوحدة (amu) موضحة في الجدول الآتي:

${}^{235}_{92}U$	${}^{144}_{56}Ba$	${}^{89}_{36}Kr$	1_0n	4_2He	3_1H	2_1H
234.9934	143.8922	88.8979	1.0087	4.0015	3.0155	2.0136

أ- أي التفاعلين تفاعل اندماج نووي؟ وأيها تفاعل انشطار نووي؟

ب- **أتوقع:** لكلا التفاعلين، أيهما يمتلك طاقة ربط نووية لكل نيوكليون أكبر: المواد الناتجة من التفاعل أم المواد الداخلة فيه؟

ج- **أستخدم المتغيرات:** أحسب الطاقة الناتجة من التفاعل لكلا التفاعلين.

د- **أستخدم المتغيرات:** أحسب الطاقة الناتجة لكل نيوكليون لكلا التفاعلين. أيهما أكبر؟

3. **أقارن:** أعدد أوجه التشابه وأوجه الاختلاف بين تفاعل الاندماج وتفاعل الانشطار.

4. **أفسر:** ما أهمية استخدام كلِّ ممَّا يأتي في المفاعل النووي؟
أ- القضبان التي تحتوي على الكاديوم.
ب- مهدئات النيوترونات.

5. **أفسر** أهمية درجة الحرارة العالية للتفاعل النووي الاندماجي

6. **أفسر:** هل يصلح اليورانيوم الخام للاستخدام في المفاعلات النووية؟ أفسر إجابتي.

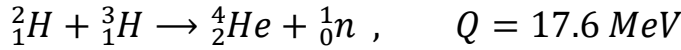
7. **التفكير الناقد:** لماذا يعد استخدام تفاعلات الاندماج النووي، إن أمكن في توليد الطاقة، أقل خطراً على البيئة من استخدام تفاعلات الانشطار النووي؟

الإثراء والتوسع

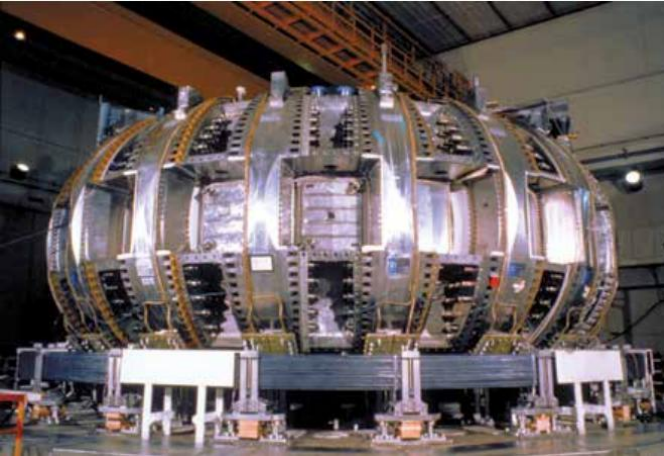
المفاعل النووي الاندماجي (Nuclear Fusion Reactor)

تعدّ كمية الطاقة الكبيرة المتولّدة من الاندماج النووي محفّزًا أمام العلماء لتسخير هذه الطاقة لأغراض مفيدة، ويُبذل كثير من الجهود حاليا لتطوير مفاعل نووي اندماجي مستدام يمكن التحكم فيه . ومن مزاياه: توافر الوقود النووي؛ الديتيريوم (2_1H) والتريتيوم (3_1H)، وإنتاج طاقة كبيرة مقارنة بتفاعلات الانشطار النووي، وتكوين عدد قليل نسبياً من المنتجات الثانوية المشعة مقارنة بمفاعلات الانشطار النووي. فووقود اليورانيوم بعد انشطاره يحتوي على نسبة عالية من المواد المشعة التي يجب التخلص منها، وتتطلب إجراءات صارمة عند نقل اليورانيوم المخصب لا تلزم عند نقل الوقود المستخدم في الاندماج النووي.

وتنتج النجوم طاقتها من تفاعلات الاندماج النووي بدورة تُسمّى دورة البروتون-بروتون، وتحدث هذه التفاعلات عند درجة حرارة عالية جداً وكثافة عالية جداً للبروتونات. لكن تفاعل بروتون-بروتون لا يمكن تحقيقه في مفاعل اندماج لعدم القدرة على توفير الظروف المناسبة له، وتجرى حالياً أبحاث لتحقيق ذلك من خلال تفاعلات اندماج أخرى، ووُجد أن التفاعل الأنسب للاستخدام في مفاعلات الاندماج، هو تفاعل الديتيريوم (2_1H) والتريتيوم (3_1H).



ويتوافر الديتيريوم بكميات كبيرة في البحيرات والمحيطات وهو غير مكلف. أما التريتيوم، فإنه مشع ($t_{1/2} = 12.3 \text{ y}$) حيث يخضع لاضمحلال بيتا السالبة لينتج (3_2He). ولهذا السبب لا يوجد التريتيوم طبيعياً بكميات كبيرة، ويجب إنتاجه صناعياً.



تتمثل إحدى المشكلات الرئيسية في الحصول على الطاقة من الاندماج النووي في توافر درجات الحرارة العالية (نحو 10^8 K تقريباً) اللازمة لحدوث التفاعل. وعند درجات الحرارة العالية هذه، تتأين الذرات ويتكوّن النظام من مجموعة من الإلكترونات والنوى يُسمّى بلازما. وبالإضافة إلى درجات الحرارة

العالية، يجب التأثير بضغط كبير للحصول على كثافة عالية من الأيونات. وقد استطاع العلماء تحقيق تفاعل اندماج الديتيريوم (2_1H) والتريتيوم (3_1H) مدة زمنية قصيرة جداً باستخدام مفاعل اندماجي، يُعرف باسم توكاماك ($tokamak$). حيث تُحفظ البلازما داخل مجال مغناطيسي على نحو ما تعلمت في الوحدة الرابعة.

«أسئلة الوحدة»

1 أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

1. النيوتريونو جسيم ينتج عن عملية:

أ- تحلل البروتون إلى نيوترون وبوزيترون.

ب- تحلل النيوترون إلى بروتون وإلكترون.

ج- اضمحلال غاما.

د- خروج جسيم ألفا من النواة.

2. النواة غير المستقرة تتحول تلقائياً إلى نواة ذات كتلة:

أ- أقل وطاقة ربط أعلى لكل نيوكليون.

ب- أكبر وطاقة ربط أقل لكل نيوكليون.

ج- أكبر وطاقة ربط أعلى لكل نيوكليون.

د- أقل وطاقة ربط أقل لكل نيوكليون.

3. نواة نظير عنصر غير مستقرة، تقع ضمن سلسلة اضمحلال. بعد سلسلة من التحولات

أطلقت أربعة جسيمات بيتا السالبة وجسيم ألفا واحداً، فإن النواة الناتجة تكون:

أ- $\frac{A-4}{Z+2}Y$ ب- $\frac{A-2}{Z-4}Y$ ج- $\frac{A+2}{Z+4}Y$ د- $\frac{A+4}{Z-2}Y$

4. عدد جسيمات ألفا وبيتا السالبة المنبعثة من سلسلة تحولات تضمحل خلالها نواة (${}_{92}^{238}U$)

إلى نواة (${}_{88}^{226}X$) على الترتيب هي:

أ- 2 ألفا، 3 بيتا ب- 3 ألفا، 4 بيتا ج- 2 ألفا، 2 بيتا د- 3 ألفا، 2 بيتا

5. عدد النيوترونات في النوى المستقرة الثقيلة يكون:

أ- مساوياً لعدد البروتونات ب- أقل من عدد البروتونات

ج- أقل بكثير من عدد البروتونات د- أكبر من عدد البروتونات

6. طاقة الربط النووية هي الطاقة اللازمة لـ:

أ- فصل مكونات النواة لتكون بعيدة بعضها عن بعض.

ب- فصل الإلكترونات عن النواة.

ج- فصل بروتون واحد عن النواة.

د- فصل نيوترون واحد عن النواة.

7. إن حجم النواة يتناسب:

- أ- طرديا مع عددها الكتلي.
 ب- عكسياً مع عددها الكتلي.
 ج- طرديا مع مكعب عددها الكتلي.
 د- طرديا مع الجذر التكعيبي لعددها الكتلي

8. تهدف عملية تخصيب اليورانيوم إلى إنتاج وقود نووي يحتوي على نسبة عالية من:

- أ- $^{238}_{92}U$ ب- $^{234}_{92}U$ ج- $^{232}_{92}U$ د- $^{235}_{92}U$

9. نسبة نصف قطر النواة ($^{27}_{13}Al$) إلى نصف قطر النواة ($^{64}_{29}Cu$) تساوي:

- أ- $\frac{3}{4}$ ب- $\frac{27}{64}$ ج- $\frac{8}{3}$ د- $\frac{64}{27}$

10. نسبة حجم النواة ($^{27}_{13}Al$) إلى حجم النواة ($^{64}_{29}Cu$) تساوي:

- أ- $\frac{3}{8}$ ب- $\frac{27}{64}$ ج- $\frac{8}{3}$ د- $\frac{64}{27}$

11. تُبطل النيوترونات في المفاعل النووي بـ:

- أ- الماء الثقيل ب- الكادميوم ج- اليورانيوم د- الهيدروجين

12. إذا كانت كتلة نواة نظير الليثيوم (7_3Li) تقل بمقدار (0.0042 amu) عن مجموع كتل

مكوناتها، فإن متوسط طاقة الربط النووية لكل نيوكلون (MeV) لها تساوي:

- أ- 3.91 ب- 0.559 ج- 0.014 د- 7.12

- (2) **أستخدم المتغيرات:** عينة من البولونيوم ($^{210}_{84}Po$) تحتوي على ($2.8 \times 10^{18} atoms$)، وثابت الاضمحلال للبولونيوم ($^{210}_{84}Po$) يساوي ($5.8 \times 10^{-8} s^{-1}$)، أجد:
- عمر النصف للبولونيوم ($^{210}_{84}Po$).
 - النشاطية الإشعاعية.
 - عدد النوى المتبقية من البولونيوم ($^{210}_{84}Po$) بعد مرور مدة زمنية مقدارها أربعة أمثال عمر النصف.

- (3) **أستخدم المتغيرات:** عينة من الأمريسيوم ($^{241}_{95}Am$) تحتوي على ($1.25 \times 10^{15} atoms$) ونشاطيتها الإشعاعية ($1.70 \mu Ci$) أجد ثابت الاضمحلال للأمريسيوم ($^{241}_{95}Am$).



4) **أستخدم المتغيرَات:** يمثل الشكل المجاور عينة من الكوبالت

$({}^{60}_{27}\text{Co})$ تستخدم في المختبرات لدراسة طبيعة إشعاع غاما

بالاستعانة بالمعلومات المثبتة على الشكل، أجد:

أ- عمر النصف.

ب- النشاطية الإشعاعية للعينة.

ج- تاريخ تصنيع العينة.

د- النشاطية الإشعاعية في (JULY 2019)، أي بعد مرور زمن

يساوي ضعفي عمر النصف.

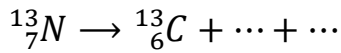
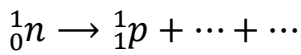
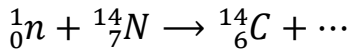
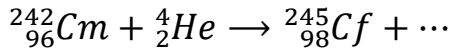
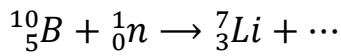
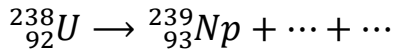
5) **أستخدم المتغيرَات:** أحسب الطاقة اللازمة لفصل نواة النيكل $({}^{60}_{28}\text{Ni})$ إلى مكوناتها، علما

بأن كتلة نواة النيكل $({}^{60}_{28}\text{Ni})$ تساوي (59.91541 amu).

6) إذا كانت طاقة الربط النووية لنواة (${}_{11}^{23}Na$) تساوي ($186.66 MeV$)، والنواة (${}_{12}^{23}Mg$) تساوي ($181.82 MeV$)،

- أ- **أستخدم المتغيرات:** أحسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون للنواتين.
 ب- **أصدر حكمًا:** أي النواتين أكثر استقرارًا؟ أفسر إجابتني.

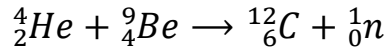
7) أكمل المعادلات النووية الآتية:



8) أكمل الجدول الآتي:

غاما	بيتا	ألفا	نوع الإشعاع وجه المقارنة
			طبيعة الإشعاع
			نوع الشحنة
			الكتلة
			القدرة على النفاذ
			القدرة على التأين

9) **أستخدم المتغيرات:** قذفت نواة (${}^9_4\text{Be}$) بجسيم ألفا، وفقاً للتفاعل النووي الآتي:



فإذا علمت أن كتل النوى الداخلة في التفاعل تزيد بمقدار (0.00612 amu) على كتل المواد الناتجة عن التفاعل، واعتماداً على كتل النوى والجسيمات في الجدول الآتي أجب عما يأتي:

1_0n	1_1P	${}^4_2\text{He}$	${}^{12}_6\text{C}$	النواة أو الجسيم
1.0087	1.0073	4.0015	11.9967	الكتلة (amu)

أ- هل التفاعل النووي منتج

للطاقة أم ماص لها؟

ب- أحسب كتلة نواة (${}^9_4\text{Be}$).

ج- أحسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة (${}^{12}_6\text{C}$)، بوحدة (MeV).

10) **أستخدم المتغيرات:** في التفاعل النووي الآتي: ${}^1_0n + {}^{10}_5\text{B} \rightarrow {}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He}$ أحسب الطاقة

الناتجة عن التفاعل بوحدة الإلكترون فولت. علماً أن كتل الجسيمات والنوى مبيّنة في

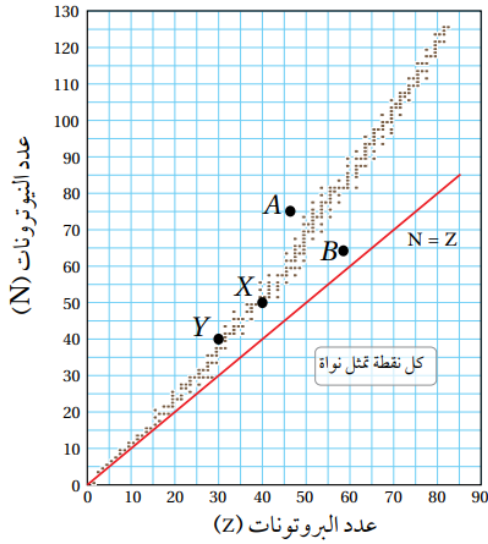
1_0n	${}^{10}_5\text{B}$	${}^4_2\text{He}$	${}^7_3\text{Li}$	النواة أو الجسيم
1.0087	10.0103	4.0015	7.0144	الكتلة (amu)

الجدول الآتي:

- 11) أقرن** بين تفاعل الاندماج النووي وتفاعل الانشطار النووي من حيث:
- مجموع كتل النوى الناتجة من التفاعل مقارنة بمجموع كتل النوى الداخلة فيه.
 - مجموع طاقة الربط النووية للنوى الناتجة من التفاعل مقارنة بمجموع طاقة الربط النووية للنوى الداخلة فيه.
 - الفرق في طاقة الربط النووية لكل نيوكليون بين النوى الداخلة في التفاعل والنوى الناتجة من التفاعل.

- 12) أستخدم المتغيرات:** إذا كانت طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة الفوسفور ($^{30}_{15}P$) تساوي (8.35 MeV)، أجد ما يأتي:
- طاقة الربط النووية لنواة الفسفور ($^{30}_{15}P$).
 - كتلة نواة الفسفور ($^{30}_{15}P$).

- 13) أستخدم المتغيرات** إذا كان الفرق بين كتلة نواة ومجموع كتل مكوناتها يساوي ($1.64 \times 10^{-28} \text{ kg}$)، أجد طاقة الربط النووية للنواة بوحدة جول.



14) أحلّ: يمثل الرسم البياني المبين في الشكل

منحنى الاستقرار النووي.

أ- أحسب نصف قطر النواة (X).

ب- أحسب طاقة الربط النووية للنواة (Y)، علماً أن

كتلتها تساوي (70.0012 amu).

ج- أيهما يملك طاقة ربط نووية لكل نيوكليون أعلى

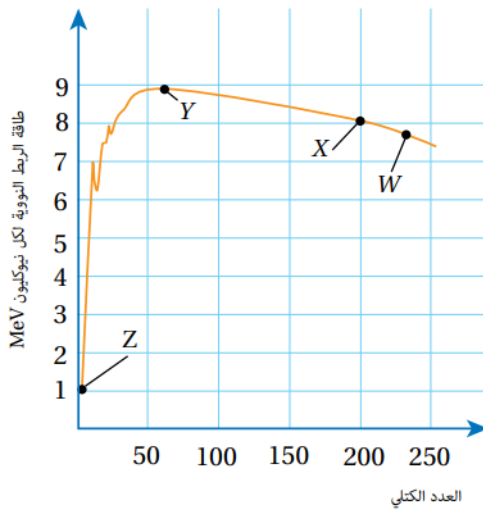
(X) أم (Y)، ولماذا؟

د- كيف أفسّر أنّ عدد النيوترونات أكبر من عدد

البروتونات للنواة (X).

هـ- أسمى من الشكل نواتين مستقرتين ونواتين غير

مستقرتين.



15) أحلّ: يمثل المنحنى المجاور العلاقة بين طاقة

الربط النووية لكل نيوكليون والعدد الكتلي لنوى

العناصر (Z, Y, X, W) اعتماداً على المنحنى،

أجيب عن الأسئلة الآتية:

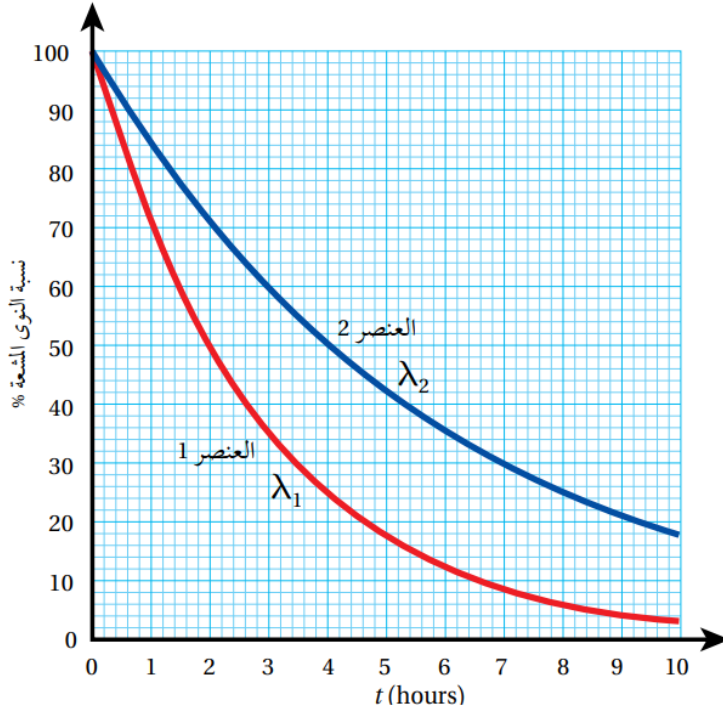
أ- أيّ هذه العناصر أكثر استقراراً؟ ولماذا؟

ب- أيّ هذه العناصر أكثر قابلية للانشطار، وأيها أكثر

قابلية للاندماج عند إحداث تفاعل نووي؟

ج- أحسب طاقة الربط النووية لنواة العنصر (X).

16) أحلّ رسماً بيانياً: يمثل الشكل رسماً بيانياً يوضح العلاقة بين النسبة $\frac{N}{N_0} \times 100\%$ مع الزمن لنظيرين مشعّين، ثابت الاضمحلال لكل منهما (λ_1, λ_2) .



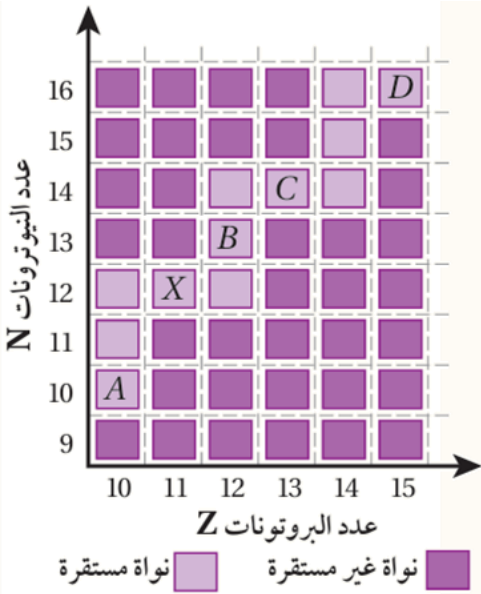
- أ- ما عمر النصف لكل منهما؟
- ب- ما نسبة عدد النوى المشعة المتبقية بعد مرور 10 ساعات لكل من النظيرين؟
- ج- أيهما أكبر (λ_1) أم (λ_2) ؟

أسئلة متنوعة اختيار من متعدد متوقعة وزارة

أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

1. إذا علمت أن كتلة نواة تساوي (106.90 amu)، ومجموع كتل مكوناتها (107.87 amu)، فإن الطاقة اللازمة لفصل مكونات هذه النواة بوحدة (MeV) تساوي:
- أ- 903.56 ب- 214.77 ج- 103.79 د- 0.97

2. العبارة التي تصف العلاقة بين النواتين ($^{220}_{86}Y$, $^{218}_{84}X$) وصفاً صحيحاً، هي:
- أ- عدد النيوكليونات للنواتين متساو. ب- عدد النيوترونات للنواتين متساو.
 ج- العدد الذري للنواة (X) أكبر. د- عدد النيوترونات للنواة (X) أكبر.



✿ معتمداً على الشكل المجاور الذي يبين جزءاً من منحنى الاستقرار، وكل مربع يعبر عن نواة. أجب عن الفقرات الثلاث الآتية:

3. نسبة حجم النواة (B) إلى حجم النواة (A)، $(\frac{V_B}{V_A})$ تساوي:

- أ- $\frac{4}{5}$ ب- $\frac{5}{4}$
 ج- $\frac{1}{1}$ د- $\frac{6}{5}$

4. إذا كانت طاقة الربط النووية للنواة (X) تساوي (186.3 MeV)، فإن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لهذه النواة بوحدة (MeV) تساوي:

- أ- 8.100 ب- 15.50 ج- 16.94 د- 0.1200

5. النواة التي لها أكثر من نظير مستقر من بين النوى (A, X, C, D):

- أ- A ب- X ج- C د- D

6. الاضمحلال النووي الذي يكون فيه العدد الكتلي للنواة الأم لا يساوي العدد الكتلي للنواة الناتجة هو اضمحلال:

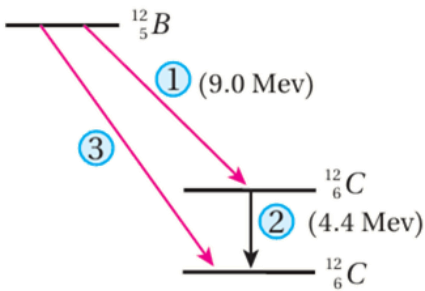
- أ- ألفا ب- بيتا الموجب ج- بيتا السالبة د- غاما

7. واحدة من الجمل الآتية ليست صحيحة: الأشعة النووية التي لها قدرة عالية على النفاذ مقارنة بباقي الإشعاعات النووية:

- أ- ليس لها شحنة
ب- تفاعلها مع ذرات الوسط ضعيف
ج- ذات تردد منخفض
د- سرعتها تساوي سرعة الضوء

8. نواة مشعة تحتوي على (84) بروتون و (126) نيوترون. النواة بعثت بجسيم ألفا، ونتج من الاضمحلال نواة جديدة هي الرصاص، أي من الآتية يمثل النواة الناتجة:

- أ- $^{214}_{86}Pb$ ب- $^{210}_{84}Pb$ ج- $^{208}_{82}Pb$ د- $^{206}_{82}Pb$



9. يوضح الرسم التخطيطي المجاور اضمحلال نواة بورون إلى نواة كربون بطريقتين مختلفتين، اعتماداً على البيانات المثبتة على الرسم، فإن الجسيم المنبعث في الاضمحلال المشار إليه بالرقم (3) وطاقته بوحدة (MeV):

- أ- بيتا موجب وطاقته (4.6).
ب- بيتا سالب وطاقته (4.6).
ج- بيتا موجب وطاقته (13.4).
د- بيتا سالب وطاقته (13.4).

10. إذا كان عمر النصف للنظير (X) مثلي عمر النصف للنظير (Y)، فإن ثابت الاضمحلال للنظير (X) يساوي:

- أ- مثلي ثابت الاضمحلال للنظير (Y).
ب- ثابت الاضمحلال للنظير (Y).
ج- ربع ثابت الاضمحلال للنظير (Y).
د- نصف ثابت الاضمحلال للنظير (Y).

11. عند قذف نواة النيروجين المستقرة بجسيم ألفا، تنتج نواة الفلور غير المستقرة، حسب المعادلة: $(\alpha + {}^{14}_7N \rightarrow {}^{18}_9F)$ ، ولكي تصبح نواة الفلور مستقرة، فإنها تتحول إلى نواة الأكسجين (${}^{17}_8O$) باعثة أحد الجسيمات الآتية:

- أ- بوزيترون.
ب- نيوترون.
ج- بروتون.
د- إلكترون.

12. في التفاعل النووي الآتي: ${}^1_0n + {}^{10}_5B \rightarrow {}^7_3Li + {}^4_2He$ إذا علمت أن الطاقة الناتجة من التفاعل (2.888 MeV)، فإن العبارة الصحيحة لإكمال الفراغ في الجملة الآتية: (مجموع كتل النوى والجسيمات الناتجة من التفاعل من مجموع كتل النوى والجسيمات الداخلة فيه).

- أ- أكبر بمقدار (322.5 amu).
 ب- أقل بمقدار (322.5 amu).
 ج- أكبر بمقدار (0.0031 amu).
 د- أقل بمقدار (0.0031 amu).

13. عند اندماج نواتين معاً تتكون نواة جديدة أكثر استقراراً. إن كتلة النواة الجديدة المتكونة مقارنة بمجموع كتل النواتين المندمجتين، وطاقة الربط لكل نيوكليون لهذه النواة:

أ- كتلة أكبر، وطاقة ربط أقل لكل نيوكليون.
 ب- كتلة أكبر، وطاقة ربط أكبر لكل نيوكليون.
 ج- كتلة أقل، وطاقة ربط أقل لكل نيوكليون.
 د- كتلة أقل، وطاقة ربط أكبر لكل نيوكليون.

14. إذا كان مجموع كتل النوى الداخلة في تفاعل نووي (20.00 amu) ومجموع كتل النوى الناتجة من التفاعل (19.85 amu)، فإن طاقة التفاعل (Q) بوحدة (MeV) تساوي:

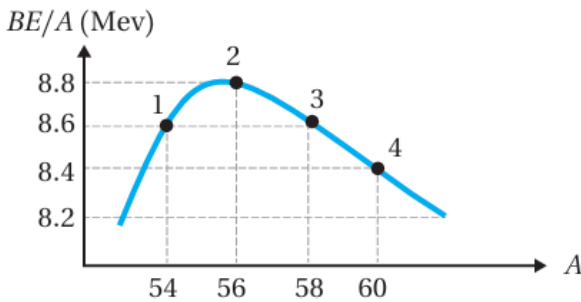
أ- 139.7
 ب- -139.7
 ج- 0.15
 د- -0.15

15. تعرض بعض المواد الغذائية لإشعاعات نووية لتخزينها لفترات طويلة دون أن تفسد. إحدى هذه الإشعاعات:

- أ- نيوترونات منخفضة الطاقة.
 ب- نيوترونات عالية الطاقة.
 ج- إلكترونات منخفضة الطاقة.
 د- إلكترونات عالية الطاقة.

16. تحتوي أجهزة إنذار الدخان مصدرًا إشعاعيًا عادة ما يكون نظير الأمريسيوم - 241، الأشعة النووية التي يطلقها هي:

- أ- غاما
 ب- بيتا الموجبة
 ج- بيتا السالبة
 د- ألفا

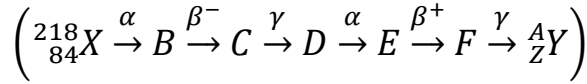


17. يوضح الشكل المجاور التمثيل البياني للعلاقة بين طاقة الربط لكل نيوكليون والعدد الكتلي لأربع نوى (1, 2, 3, 4)، النواة التي لها أكبر طاقة ربط هي:

- أ- (1)
 ب- (2)
 ج- (3)
 د- (4)

18. نظير مشع نشاطيته عند لحظة ما (800 Bq)، وثابت الاضمحلال له $(2 \ln(2) \text{ min}^{-1})$. حتى تصبح نشاطيته الاشعاعية (50 Bq)، فإن المدة الزمنية بوحدة (s) اللازمة لذلك:
- ا- 2 ب- 30 ج- 60 د- 120

19. تمر النواة (X) في سلسلة من الاضمحلالات الإشعاعية متحولة إلى النواة (Y) على النحو الآتي:



العدد الذري (Z) والعدد الكتلي (A) للنواة (Y) هما:

- ا- $A = 210, Z = 82$ ب- $A = 210, Z = 80$
 ج- $A = 210, Z = 84$ د- $A = 211, Z = 80$

20. تنتج النجوم طاقتها من تفاعلات تسمى دورة البروتون-بروتون، وتحدث عند درجات حرارة:
- ا- عالية، وكثافة منخفضة للبروتونات. ب- منخفضة، وكثافة عالية للبروتونات.
 ج- عالية وكثافة عالية للبروتونات. د- منخفضة وكثافة منخفضة للبروتونات.

أسئلة التفكير

① أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

1. إذا مر زمن مقداره ضعف عمر النصف لعينة مشعة، فإن نشاطيتها الإشعاعية:
 أ- تتضاعف أربع مرات. ب- تقل للنصف. ج- تتضاعف مرتين. د- تقل للربع.

2. أي العبارات الآتية صحيحة لنواة ($^{15}_7N$) مقارنة بنواة ($^{15}_8O$)؟

أ- لها طاقة ربط نووية أكبر، وطاقة تنافر كهربائي أكبر.
 ب- لها طاقة ربط نووية أكبر، وطاقة تنافر كهربائي أقل.
 ج- لها طاقة ربط نووية أقل، وطاقة تنافر كهربائي أكبر.
 د- لها طاقة ربط نووية أقل، وطاقة تنافر كهربائي أقل.

3. النيوكليون الموجود على سطح نواة ثقيلة يرتبط مع النواة بطاقة ربط:

أ- أقل من النيوكليون الموجود قرب مركز النواة.
 ب- أكبر من النيوكليون الموجود قرب مركز النواة.
 ج- مساوية للنيوكليون الموجود قرب مركز النواة.
 د- تساوي صفر.

4. تحتوي نواة أحد نظائر الكوبالت (Co) على (27) بروتون و (37) نيوترون، نصف قطر

النواة بوحدة (m):

أ- 3.6×10^{-15} ب- 4.8×10^{-15} ج- 3.2×10^{-14} د- 4.4×10^{-14}

5. نواتان (X, Y)، النسبة بين العدد الكتلي للنواتين $\left(\frac{A_x}{A_y} = \frac{27}{8}\right)$ ، فإن النسبة بين نصفي قطر

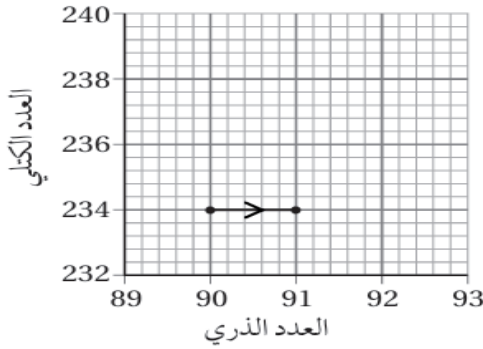
النواتين $\left(\frac{r_x}{r_y}\right)$ تساوي:

أ- $\frac{1}{8}$ ب- $\frac{9}{4}$ ج- $\frac{3}{2}$ د- $\frac{27}{8}$

6. عينة من مادة مشعة عدد النوى المشعة فيها (N_0). بعد مرور زمن (3) أضعاف عمر

النصف فإن عدد النوى التي اضمحلت:

أ- $\frac{1}{8} N_0$ ب- $\frac{7}{8} N_0$ ج- $\frac{1}{3} N_0$ د- $\frac{2}{3} N_0$



7. نواة مشعة (E) اضمحلت، والشكل المجاور يبين التغير في العدد الذري والعدد الكتلي للنواة.

الاشعاع الذي انبعث من هذه النواة هو:

أ- ألفا ب- بيتا موجب.

ج- بيتا سالب. د- غاما.

8. عينة من مادة مشعة، بعد مرور (136 s) وجد أن (93.75%) من النوى المشعة قد اضمحلت.

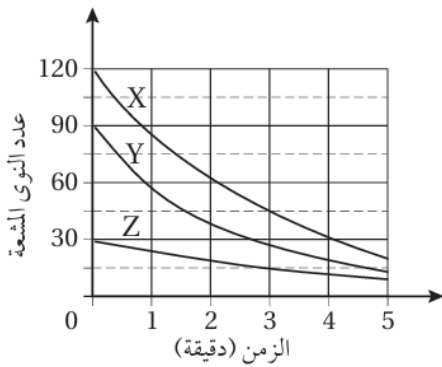
عمر النصف للمادة يساوي:

أ- 544 s ب- 68 s ج- 34 s د- 6.25 s

9. تمر النواة (${}_{84}^{218}X$) في سلسلة من الاضمحلات الإشعاعية متحولة إلى النواة (${}_{83}^{210}Y$). عدد

جسيمات ألفا (α) وجسيمات بيتا (β^-) المنبعثة في هذه السلسلة:

	جسيمات (α)	جسيمات (β^-)
أ-	1	1
ب-	2	1
ج-	2	3
د-	3	2



10. يوضح التمثيل البياني المجاور أنماط اضمحلال ثلاث

مواد مشعة مختلفة (X, Y, Z) مع الزمن. الترتيب

التنازلي لعمر النصف ($t_{1/2}$) لهذه العناصر:

أ- $X > Y > Z$ ب- $Z > Y > X$

ج- $Z > X > Y$ د- $X > Z > Y$

11. يحوي جهاز إنذار الحريق مصدراً إشعاعياً صغيراً يطلق جسيمات ألفا، حيث تعمل جسيمات

ألفا على تأيين جزيئات الهواء داخل الجهاز فينشأ تيار كهربائي. عند حدوث حريق فإن

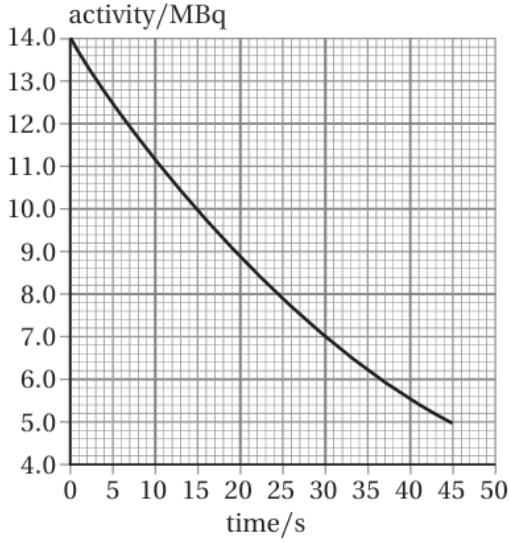
دقائق الدخان تعمل على:

أ- زيادة عدد الأيونات فيزداد التيار. ب- نقصان عدد الأيونات فيقل التيار.

ج- زيادة عدد الأيونات فيقل التيار. د- نقصان عدد الأيونات فيزداد التيار.

12. الهدف من إدخال قضبان الكادميوم إلى قلب المفاعل النووي:

- إبطاء سرعة النيوترونات لزيادة معدل الانشطارات النووية.
- زيادة سرعة النيوترونات لزيادة معدل الانشطارات النووية.
- امتصاص النيوترونات، لإبطاء سرعة التفاعل المتسلسل.
- منع تسرب النيوترونات خارج المفاعل.



13. الرسم البياني المجاور يبين تغير النشاطية الزمن

لعنصر مشع. عدد النوى المشعة (N_0) عند

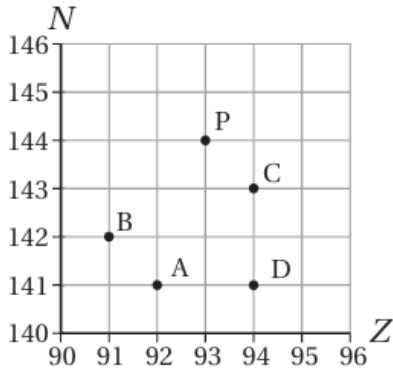
اللحظة ($t = 0$) يساوي:

أ- 4.67×10^5

ب- 3.0×10^8

ج- 4.2×10^8

د- 6.1×10^8



14. يبين الرسم البياني نواة غير مستقرة رمزها (P). تبعث

النواة (P) بجسيم ألفا فتتحول إلى النواة (Q) التي تبعث

بجسيم بيتا السالب فتتحول إلى النواة (R). رمز النقطة

الذي يدل على النواة (R)؟

ب- B

أ- A

د- D

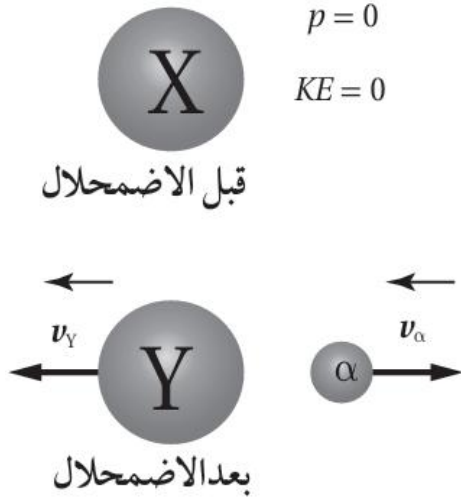
ج- C

② **أستخدم الأرقام:** تقوم سوسن بدراسة النشاط الإشعاعي لعينة من نظير الراديوم المشع

وتحتوي (1.50×10^9) نواة مشعة، باستخدام كاشف للإشعاع لا يقيس إلا (10%) من

الإشعاعات الواصلة إليه، فكانت قراءته 35 اضمحلالاً في الدقيقة الواحدة، أحسب ثابت

الاضمحلال للراديوم.



- 3) يوضح الشكل الآتي اضمحلال الفا للنواة (X) التي عددها الكتلي (232)، وعلى افتراض أن النواة (X) كانت ساكنة قبل الاضمحلال أجب عما يأتي:
- ا- **أستخدم الأرقام:** أكتب معادلة حفظ الزخم الخطي لهذا النظام على افتراض أنه مغلق.
- ب- **أتوقع:** إذا كانت الطاقة المتحررة من التفاعل تتوزع على جسيم الفا وعلى النواة (Y) كطاقة حركية، فأيهما يمتلك طاقة حركية أكبر؟ أفسر إجابتي.