



المهين في الفيزياء
Al_Moeen in physics

الفيزياء النووية

أسئلة الكتاب

أسئلة خارجية

أسئلة الوزارة

من ١٩٩٩ ولغاية ٢٠١٣

مجزئة على الدروس

هذا الجزء يحتوي على

٦٣ سؤال

مع الإجابات

ملحق أسئلة الوزارة

الجديدة

من ٢٠١٤ ولغاية الان

أوراق عمل

ملخص قوانين لكل فصل

الأستاذ : معتصم جروان

0785064668

بنية النواة وخصائصها :

بعد أن وضع العالم رذرفورد نموذجاً للنواة وافتراض فيه أن الشحنات الموجبة تتركز في حيز صغير سمي بالنواة .

توالت الدراسات التي أدت إلى اكتشاف مكونات النواة وهي :

١- البروتونات : لاحظ رذرفورد أن قذف غاز النيتروجين بجسيمات ألفا يؤدي إلى انبعاث جسيمات موجبة الشحنة سميت بروتونات وهي تتشبه في خصائصها بنواة ذرة الهيدروجين .

٢- النيوترونات : توصل العالم جيمس شالويك إلى أن قذف صفيحة من البريليوم بجسيمات ألفا يؤدي إلى انبعاث جسيمات متعادلة كهربائيا سميت النيوترونات .

اقتراح العلماء نموذجاً للنواة يفترض ما يلى :

١- أنها تتكون من نوعين من الجسيمات (البروتونات والنيوترونات) ويكون عدد البروتونات متساوياً للعدد الذري (Z) .

٢- تسمى النيوترونات والبروتونات معاً " نيوكليونات " ويرمز لعدد النيوكليونات بالرمز (A) ويسمى العدد الكتلي .

X	: رمز العنصر
A	: العدد الكتلي
Z	: العدد الذري



العدد الذري = عدد البروتونات (Z)

عدد النيوترونات (N)

العدد الكتلي = عدد النيوكليونات (A) = (Z + N)

العنصر النظير : ذرات لنفس العنصر لها نفس العدد الذري (Z) ولكنها تختلف في عدد النيوترونات (N) لذلك يكون العدد الكتلي (A) مختلف .

مثلاً عنصر الكربون له أربعة نظائر ($^{12}_6 C$ $^{13}_6 C$ $^{14}_6 C$ $^{12}_6 C$) وقد تتفاوت النظائر في نسبة وجودها في الطبيعة وبعضها غير موجود ولكن يتم تصنيعه في المختبرات .

قام العلماء بحساب كتلة البروتون والنيوترون بوحدة تسمى وحدة الكتل الذرية (و . ك . ذ) حيث أن :

$$\text{وهذا يعني أن كتلة } ^{12}_6 C = 12 \text{ و . ك . ذ}$$

$$1 \text{ (و . ك . ذ)} = \frac{1}{12} \text{ من كتلة نظيرة الكربون}$$

$$\text{وأيضاً : } 1 \text{ (و . ك . ذ)} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ كغم}$$

يبين الجدول التالي الكتل السكونية بوحدة (كغم) ووحدة (و . ك . ذ) لكل من الإلكترون والبروتون والنيوترون .

الكتلة (و . ك . ذ)	الكتلة (كغم)	الجسيم
١.٠٠٧٢٧٦	$10^{-27} \times 1,67262$	البروتون
١.٠٠٨٦٦٥	$10^{-27} \times 1,67493$	النيوترون
$10^{-4} \times 5,48579$	$10^{-31} \times 9,10939$	الإلكترون

لاحظ أن البروتون والنيوترون متساويان في الكتلة تقريباً وكتلة الإلكترون أقل بكثير منها لذلك فإن كتلة الذرة تتركز في النواة . ولكن كثافة النواة تبقى ثابتة (الكثافة = الكتلة ÷ الحجم) .

يمكن التعبير عن الكتلة بما يكفيها من طاقة وذلك حسب معادلة اينشتين في تكافؤ الطاقة والكتلة :

حساب الطاقة المكافئة لوحدة كتل ذرية واحدة بوحدة (ev) :

$$1 \text{ (و . ك . ذ)} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ كغم}$$

$$\text{ومن معادلة اينشتين : } E = mc^2 = 1,66 \times 10^{-27} \times (10 \times 3 \times 10^8)^2 \text{ جول}$$

وحتى نقوم بتحويل الطاقة من وحدة (جول) إلى وحدة (ev) نقسم على $1,6 \times 10^{-19}$

$$1 \text{ (و . ك . ذ)} = 931,5 \text{ مليون إلكترون فولت}$$

$$E = \frac{1,6 \times 10^{-19} \times 14,9}{1,6 \times 10^{-19}} \text{ ev}$$

دللت التجارب على أن النواة كروية الشكل ونصف قطرها لا يتتجاوز (10^{-14} م) ويمكن حساب نصف قطر النواة للعناصر من خلال العلاقة :

$$\text{نق} = \text{نق} \cdot \frac{1}{A} \text{ حيث نق} : \text{ ثابت ويساوي } 1,2 \times 10^{-10} \text{ م للعناصر الخفيفة } \text{ عددها الكتلي (A) قليل }$$

من الكتاب

سؤال : إذا كان العدد الكتلي لنواة عنصر ما (A) وكثلة البروتون (ك) جد :

١- صيغة رياضية تقريبية لكتلة النواة ؟

٢- صيغة رياضية لحجم النواة بدالة (A) ؟

$$\text{ولتكن } k = \frac{N}{A} = \frac{Z}{N} \quad A = (N + Z)$$

$$1) \text{ لكتلة } N = k^2 N + k^2 Z \quad k = (Z + N)^{-1}$$

$$2) \text{ الموارم على شكل كرة وحجم الموارم } = \frac{4}{3} \pi r^3 \text{ نواة } = \frac{4}{3} \pi (k^2 A)^{3/2} = \frac{4}{3} \pi k^3 A^{3/2} \text{ نواة } =$$

من الكتاب

سؤال : بين أن كثافة النواة ثابتة لجميع العناصر تقريرياً ؟

$$\text{الكثافة} = \frac{A}{\text{الحجم}} = \frac{k^3 \text{ نوكيلومتر}}{\frac{4}{3} \pi r^3 \text{ نواة}}$$

$$= \frac{k^3}{\frac{4}{3} \pi r^3 \text{ نواة}} = \frac{k^3 A}{\frac{4}{3} \pi r^3 \text{ نوكيلومتر}} = \text{مقدار ثابت}$$

٢٠٠٢ وزيري

سؤال : احسب نصف قطر نواة عنصر عدي عدد الكتلي (٢٧) ؟

$$\text{نواة } A = \frac{1}{2} \times 10^{10} \text{ متر} = 1.0 \times 10^{10} \text{ متر} = 1.0 \times 10^{10} \text{ متر} = 1.0 \times 10^{10} \text{ متر}$$

٢٠٠٥ وزيري

سؤال : إذا تولدت طاقة مقدارها ($1.0 \times 10^{22.5}$ مليون إلكترون فولت) من تفاعل نووي فاحسب النقص في كثلة الوقود النووي بالكيلو غرام :

$$\text{حرارة} = 1.0 \times 10^{22.5} \text{ مل.إلك.فول} = 1.0 \times 10^{22.5} \text{ جول}$$

$$\text{حرارة} = \frac{1}{2} k^2 m^2 = \frac{1.0 \times 10^{22.5}}{1.0 \times 10^{10}} \text{ كجم} = 1.0 \times 10^{12.5} \text{ كجم}$$

٢٠٠٦ وزيري

سؤال : كثلة الذرة مترکزة في جزء صغير كروي الشكل هو النواة وكثافة النواة لنوى العناصر جميعها :

- ١- تعتمد على حالة العنصر
- ٢- ثابتة للعناصر جميعها
- ٣- كبيرة للعناصر الثقيلة
- ٤- صغيرة للعناصر الخفيفة

٢٠٠٧ وزيري

سؤال : إذا كان العدد الكتلي للعنصر (X) ٨ أمثال العدد الكتلي للعنصر (Y) فإن النسبة بين كثافة نواة العنصر (X) إلى العنصر (Y) تساوي :

د - ٨

ج - ١

ب - $\frac{1}{2}$

أ - $\frac{1}{8}$

استقرار النواة :

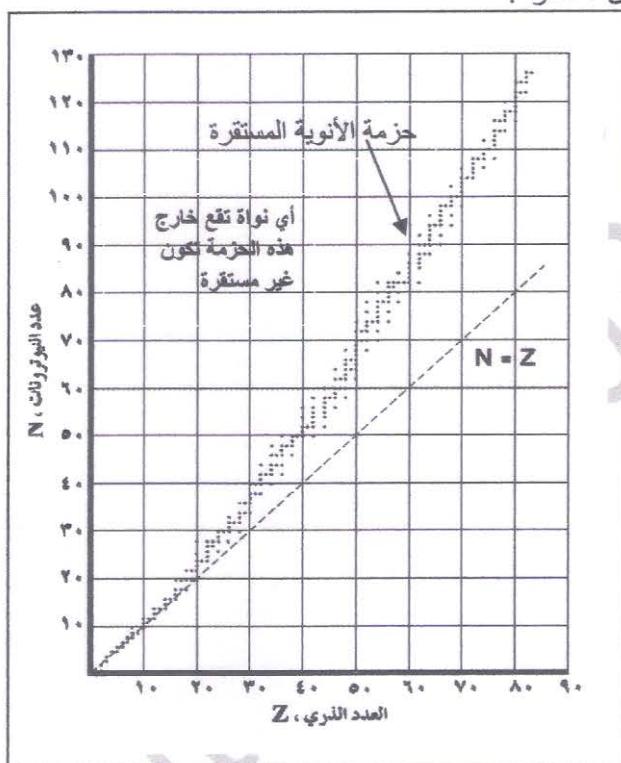
- بما أن النواة تحتوي على بروتونات موجبة الشحنة فإنها سوف تتنافر بفعل القوة الكهربائية وهذا يؤدي إلى تفكك النواة ولكن النواة تبقى متصلة وهذا يدل على وجود قوة أخرى تؤدي إلى تماسك النواة تسمى القوة النووية.
- القوة النووية :** قوة تجاذب تنشأ بين النيوكليلونات جميعها بغض النظر عن شحنتها أي أن البروتونات تتنافر بفعل القوة الكهربائية ولكنها تجاذب بفعل القوة النووية وتتشابه القوة النووية بين "بروتون وبروتون" - "نيوترون ونيوترون" - "نيوترون ونيوترون".

خصائص القوة النووية :

- ذات مدى قصير :** إذا كانت المسافة بين بروتونين = 2×10^{-15} م تكون القوة النووية أكبر بـ 100 مرة من القوة الكهربائية وإذا أصبحت المسافة بين البروتونين = 3×10^{-15} م فإن القوة النووية تتعدم تقريباً "قصيرة المدى".
 - تنشأ بين النيوكليلونات المتجلورة بغض النظر عن شحنة النيوكليلونات.
 - لها مقدار كبير.
- تلعب القوة النووية دوراً مهماً في استقرار النواة حيث أن النوى تقسم إلى قسمين:
- نوى مستقرة :** يقدر عددها بـ 270 نواة وهي غير مشعة.
 - نوى غير مستقرة :** عددها كبير جداً وهي مشعة.

- العامل الأساسي في استقرار النواة هو عدد النيوترونات :** حيث أن وجود عدد مناسب منها يجعل القوة النووية تسود على القوة الكهربائية فتبقي النواة مستقرة.

- يوضح الشكل المجاور العلاقة بين عدد البروتونات وعدد النيوترونات للنوى المستقرة:



من الشكل نلاحظ ما يلى :

- النوى المستقرة الخفيفة ($Z > 20$) يكون فيها عدد النيوترونات مساوٍ لعدد البروتونات لذلك تقع على الخط ($N = Z$).

- النوى الأنثقل ($Z < 82$) عددها الذري أكبر من 20 وأقل من 82 نلاحظ أن عدد البروتونات الكبير يؤدي إلى زيادة قوة التناحر لذلك وحتى تصبح هذه النوى مستقرة يكون عدد النيوترونات فيها أكبر من عدد البروتونات حتى تنشأ قوة نووية تتغلب على القوة الكهربائية لاحظ كيف تتحسن الذرات عن الخط ($N = Z$).

- العناصر التي عددها الذري أكبر من (82) تكون غير مستقرة لأن الزيادة الكبيرة في عدد البروتونات يؤدي إلى تولد قوة كهربائية كبيرة جداً لا تستطيع الزيادة في عدد النيوترونات التعويض عنها.

الأكسجين $^{16}_8$ نواة خفيفة تقع على الخط ($N = Z$) حيث أن

عدد البروتونات = 8 وعدد النيوترونات = 8

الزركون $^{90}_{40} Zr$ نواة ثقيلة مستقرة لكنها لا تقع على الخط ($N = Z$)

عدد البروتونات = 40 وعدد النيوترونات = 50

سؤال : تسمى القوة التي تربط بين النيوكليلونات في النواة بالقوة النووية وتمتاز هذه القوة بأنها: وزاري 2002

- ذات طبيعة مغناطيسية
- طويلة المدى
- قصيرة المدى
- تخضع لقانون أوم

سؤال : تمتاز القوة النووية التي تربط بين النيوكليلونات بأنها: وزاري 2003

- قصيرة المدى صغرية المقدار
- طويلة المدى كبيرة المقدار
- قصيرة المدى كبيرة المقدار
- طويلة المدى قليلة المقدار

سؤال : لكي تصبح النوى غير المستقرة أكثر استقراراً فإنها تحول إلى نوى ذات: وزاري 2008

- كتلة أقل وطاقة ربط أعلى
- كتلة أكبر وطاقة ربط أقل
- كتلة أكبر وطاقة ربط أعلى
- كتلة أقل وطاقة ربط أقل

سؤال : عدد النيوترونات في النواة المستقرة يكون: وزاري 2012

- أقل من عدد البروتونات للنوى الخفيفة
- أكبر من عدد البروتونات للنوى الخفيفة
- أكبر من عدد البروتونات للنوى الثقيلة

طاقة الربط النووية :

- طاقة الربط النووية : هي الطاقة الخارجية التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها .
- طاقة الربط النووية قوة كبيرة جداً " الأقوى في الطبيعة " .

من أين تأتي هذه القوة (مصدرها) :

إذا أردنا تكوين نواة تحتوي على نيوترون واحد وبروتون واحد

" نواة ديتريوم H_2^2 " نظيرة البيروجين "

من المتوقع أن تكون كتلة النواة = كتلة البروتون + كتلة النيوترون

ولكن عندما يجتمع البروتون والنيوترون داخل النواة نجد أن :

كتلة النواة أقل من كتلة البروتون + كتلة النيوترون

كتلة البروتون (ك ب) = 1,007276 و.ك.ذ

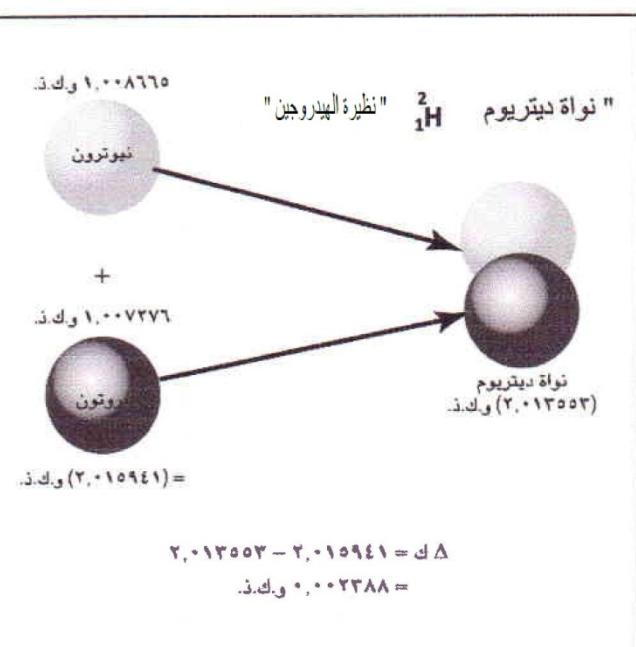
كتلة النيوترون (ك ن) = 1,008665 و.ك.ذ

$$ك ب + ك ن = 2,010941 \text{ و.ك.ذ}$$

$$\text{كتلة نواة ديتريوم} = 2,013503 \text{ و.ك.ذ}$$

$$\text{الفرق في الكتلة} (\Delta) = 2,013503 - 2,010941 = 0,002388 \text{ و.ك.ذ}$$

$$= 0,002388 \text{ و.ك.ذ}$$



- كتلة النواة أقل من مجموع كتل مكوناتها ، والفرق في الكتلة يتحول إلى طاقة " طاقة الربط النووية " ويمكن حساب هذه الطاقة المكافئة للفرق في الكتلة من خلال معادلة اينشتين تكافؤ الكتلة الطاقة .

$$\Delta E = N c^2 - Z c^2$$

- بعد حساب الفرق في الكتلة بوحدة الكتل الذرية نحسب الطاقة من خلال العلاقة :

$$\text{طريق} = \Delta E = 931,5 \times 10^{-12} \text{ ملليون إلكترون فولت}$$

- ويمكن أيضاً حساب طاقة الربط لكل نيوكليلون من خلال العلاقة :

$$\frac{\text{طريق}}{\text{عدد نيوكليلونات}} = \frac{\text{طريق}}{\text{ عدد نيوكليلونات}} \text{ ووحدة قياسها (مليون إلكترون فولت / نيوكليلون)}$$

من الكتاب

سؤال : احسب طاقة الربط لنواة الحديد Fe^{56}_{26} ثم احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليلون علماً بأن كتلة نواة الحديد = 55,9206 و.ك.ذ :

56

26

طريق = $Zc^2 - Nc^2$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 0 = 26$

عدد البروتونات $N = 26$

عدد النيوترونات $Z = 26 - 26 = 0$

عدد البروتونات $N = 0</math$

وزاري ١٩٩٩

سؤال : على كل نواة أي ذرة دالها أقل من مجموع كتل مكوناتها على حدة :
عندما تجتمع هذه المكونات داخل النواة تقل كتلتها الفرق في الكتلة
يتتحول إلى طاقة ربط نووية حتى تتماسك النواة .

وزاري ٢٠٠٥

سؤال : فسر منشأ طاقة الرابط النووية :
كتلة النواة دالها تكون أقل من كتل مكوناتها الفرق في الكتلة
يتتحول إلى طاقة ربط نووية .

وزاري ٢٠٠٦

سؤال : احسب معدل طاقة الرابط النووية لكل نيوكليلون (بوحدة الإلكترون فولت) لذرة Li^7 إذا علمت أن (ك $\text{Li}^7 = 7,016$ و.ك.ذ)
$$\Delta E = (\text{ك}_{\text{لي}} + \text{ك}_{\text{نوا}}) - \text{ك}_{\text{لي}} = 19,018,880 - 16,016 = 3,000,726,684 \text{ ج.م}$$

$$\text{حرطي} = 4,088 \times 10^{-27} \text{ ج.م} = 93,150 \text{ ملليون ج.م}$$

$$\text{حرطي} = \frac{3,000,726,684}{10^{27}} \text{ ج.م} = 3,000,726,684 \text{ نيوكليلون ج.م}$$

وزاري ٢٠٠٦

سؤال : إذا علمت أن كتلة نواة عنصر المغنيسيوم Mg^{27} تساوي (٢٧ و.ك.ذ) اجب عملياً :
١- احسب طاقة الرابط النووية لنواة العنصر بوحدة (و.ك.ذ)؟
٢- احسب نصف قطر نواة العنصر ؟

(ك $\text{Mg} = (12 \times 12) + 19,018,880 = 15,000,726,684$ و.ك.ذ)
$$نقاوه = \frac{1}{4} A = \frac{1}{4} \times 27 = 6,75 \text{ متر}$$

$$= 6,75 \times 10^{-10} \text{ متر}$$

وزاري ٢٠٠٨

سؤال : احسب الطاقة اللازمة لفصل مكونات نواة (N^{14}) إذا كانت كتلتها = 14,0075 و.ك.ذ وكتلة البروتون = 1,0072 و.ك.ذ وكتلة النيوترون = 1,0086 و.ك.ذ :
$$\Delta E = (14,0075 + 1,0086) - 14,0072 = 1,0089 \text{ و.ك.ذ}$$

$$\text{حرطي} = \Delta E \times 10^{27} = 93,150 \times 1,0089 = 93,150,096 \text{ ملليون ج.م}$$

وزاري ٢٠١١

سؤال : القوة التي تنشأ بين بروتون ونيوترون داخل النواة هي :

- ١- تجانب نووي فقط ٢- تجانب كهربائي فقط ٣- تجانب نووي وتجانب كهربائي

٢٠١١ وزاري

سؤال : احسب مقدار الطاقة التي يجب أن تزود بها نواة عنصر الديتريوم (H^2) لفصل مكوناتها علماً بأن :

$$\text{ك نواة } (H^2) = 2,0141 \text{ و.ك.ذ} \quad \text{ك بروتون} = 1,0073 \text{ و.ك.ذ} \quad \text{ك نيوترون} = 1,0087 \text{ و.ك.ذ}$$

$$\Delta E = (2 \times 1,0073 + 1,0087) - 2,0141$$

$$= 0,19 \text{ و.ك.ذ.}$$

$$\text{ط} = 0,19 \times 1,0073 \times 10^9 \text{ ملليون} \text{ eV}$$

$$= 93150 \text{ ملليون} \text{ eV}$$

٢٠١١ + ٢٠٠٩ وزاري

سؤال : بالاستعانة بالبيانات المبينة بالجدول احسب كل ما يلي :

${}_1^1H$	${}_0^1n$	${}_3^8Li$	النواة أو الجسيم
1,0073	1,0087	8,0026	الكتلة بوحدة (و.ك.ذ)

$$1. \text{ نصف قطر نواة } (Li) \text{ ؟}$$

$$2. \text{ طاقة الرابط النووية لنواة } (Li) \text{ ؟}$$

$$3. \text{ كثافة نواة } (Li) = \frac{4}{\pi} A X^{15} = \frac{4}{\pi} \times 8 \times 10^{-24} \text{ جرام} = 0,628 \times 10^{-24} \text{ جرام}$$

$$4. \Delta E = (2 \times 1,0073 + 1,0087) - 2,0141 = 0,19 \text{ و.ك.ذ.}$$

$$\text{ط} = 0,19 \times 0,628 \times 10^9 \text{ ملليون} \text{ eV} = 93150 \text{ ملليون} \text{ eV}$$

٢٠١٣ وزاري

سؤال : إذا علمت أن فرق الكتلة بين كتلة نواة الليثيوم (Li^8) ومجموع كتل مكوناتها يساوي ($\Delta E = 0,728 \text{ و.ك.ذ.}$) احسب :

$$1. \text{ طاقة الرابط لكل نيوكلينون في نواة الليثيوم ؟ } \quad \text{علمابان: ك بروتون} = 1,0073 \text{ و.ك.ذ} \quad \text{ك نيوترون} = 1,0087 \text{ و.ك.ذ} \quad \text{ك نواة} = 8,0026 \text{ و.ك.ذ.}$$

$$2. \text{ كثافة نواة الليثيوم ؟}$$

$$3. \text{ ط} = \Delta E \times 8,0026 \times 10^9 \text{ ملليون} \text{ eV} = 93150 \text{ ملليون} \text{ eV}$$

$$\text{طاقة} = \frac{0,728}{8} = 0,091 \text{ ملليون} \text{ eV} \text{ نيوكلينون}$$

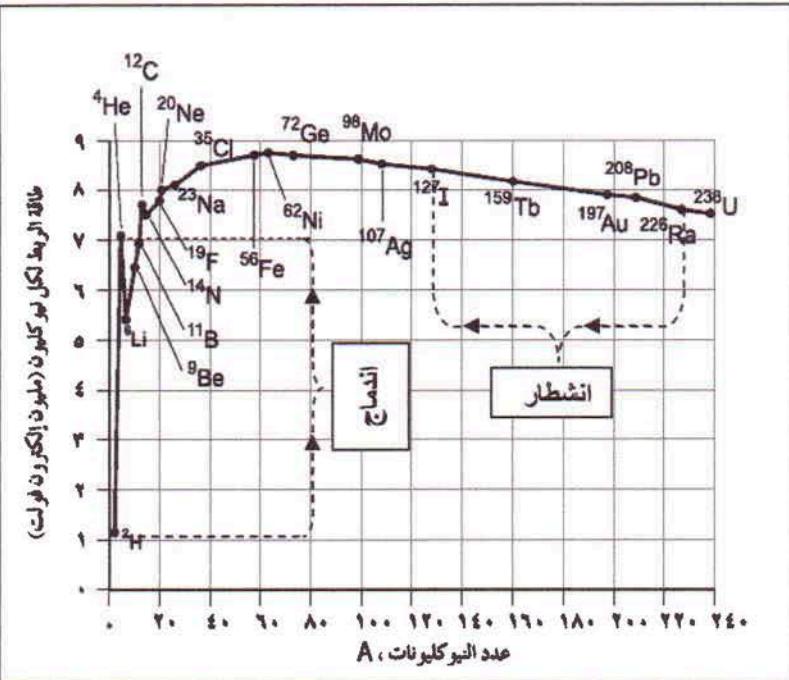
٢٠١٣ وزاري

سؤال : احسب طاقة الرابط النووية لكل نيوكلينون بوحدة اللكترون فولت لنواة البريليوم (Be^9) علماً بأن كتلة نواة البريليوم = 9,0150 و.ك.ذ :

$$\Delta E = (2 \times 9,0150 + 1,0087) - 9,0145 = 0,077 \text{ و.ك.ذ.}$$

$$\text{ط} = 0,077 \times 9,0150 \times 10^9 \text{ ملليون} \text{ eV} = 93150 \text{ ملليون} \text{ eV}$$

$$\text{طاقة} = \frac{0,077}{9} = 0,0087 \text{ ملليون} \text{ eV} \text{ نيوكلينون}$$



لاحظ الشكل المجاور الذي يوضح كيف تتغير طاقة الربط لكل نيوكليون مع العدد الكتلي للعنصر.

أعلى قيمة لطاقة الربط لكل نيوكليون تكون لعنصر

(Ni) النيكل عدده الكتلي 62 .

هذا يعني أن النوعي المتوسطة (التي عددها الكتلي قریب من 60) تكون أكثر استقراراً وتفككها يتطلب طاقة كبيرة جداً .

النوعي الثقيلة ليست مستقرة فهي قابلة للانشطار

إذا توفرت الظروف المناسبة ويتخرج عنها نوتين متوضعتين لهما طاقة ربط أعلى من النواة الأصلية .

العناصر الخفيفة ليست مستقرة فهي قابلة للاندماج عند وجود الظروف المناسبة وتكون نواة طاقة الربط لها أعلى من النواة الأصلية .

طاقة الربط لكل نيوكليون هي مقياس لمدى استقرار النواة .

من الكتاب

سؤال : يبين الشكل السابق العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون وعدد النيوكليونات مستعيناً بالشكل أجب بما يلي :

١- قارن طاقة الربط لكل نيوكليون للنوعي الناتجة من الانشطار بطاقة الربط لكل نيوكليون للنواة الأصلية ؟

٢- قارن طاقة الربط لكل نيوكليون للنوعي الناتجة من الاندماج بطاقة الربط لكل نيوكليون للنواة الأصلية ؟

٣- تفاعل الاندماج عكس تفاعل الانشطار فكيف تفسر انبعاث الطاقة في كل من الحالتين ؟

٤- في أي التفاعلين تبتعد طاقة أكبر لكل نيوكليون ؟

٥- قدر الطاقة المتبعة بالإلكترون فولت إذا انقسمت نواة عددها الكتلي ٤٠٠ إلى نوتين ذات عدد كتلي ٤١٠٠

١) حقيقة الربط المترافق أكبـرـون حـقـاقـةـ الـرـبـطـ لـلـنـوـاءـ الأـصـلـيـةـ .

٢) حقيقةـ الـرـبـطـ المـتـارـقـ أـكـبـرـونـ طـقـاقـةـ الـرـبـطـ لـلـنـوـاءـ الأـصـلـيـةـ .

٣) لأنـهـيـ كـلـاـ الحـالـيـنـ تـكـوـنـ حـقـاقـةـ الـرـبـطـ لـلـنـوـاءـ المـتـارـقـ أـكـبـرـونـ الطـقـاقـةـ الـأـصـلـيـةـ

وهـذـاـ يـعـنـيـ أـنـ النـوـاءـ المـتـارـقـ لـهـاـ كـتـلـةـ أـقـلـ مـنـ كـتـلـةـ النـوـاءـ الـأـصـلـيـةـ أـيـ

أـنـهـيـ كـلـاـ الحـالـيـنـ يـوـجـدـ نـقـصـ فيـ الـكـتـلـةـ يـتـحـولـ إـلـىـ حـقـاقـةـ .

٤) في تفاعل الإندماج النووي .

٥) من المسكل :

ج) النواة التي عددها الكتلي ... لـهـاـ حـقـاقـةـ رـبـطـ /ـ نـيـوـكـلـيـوـنـ = ٨ـ مـلـيـوـنـ

ب) النواة التي عددها الكتلي ١٠٠ لـهـاـ حـقـاقـةـ رـبـطـ /ـ نـيـوـكـلـيـوـنـ = ٨٥ـ مـلـيـوـنـ

ج) الغرق في الصلة = ٨٥ - ٨ = ٧٧ مـلـيـوـنـ /ـ نـيـوـكـلـيـوـنـ

د) بما أن عدد النيوكليونات الأصلية = س

$$77 \times 100 = 7700 \text{ مـلـيـوـنـ}$$

وزاري ٢٠٠٢

سؤال : يمثل المنحنى المجاور العلاقة بين طاقة الربط النووي لكل نيوكليون والعدد الكتلي لمجموعة من العناصر (W ، Y ، X ، Z) اعتماداً على المنحنى اجب عن الأسئلة التالية :

١- أي هذه العناصر أكثر استقراراً ولماذا ؟

٢- أي هذه العناصر قابل للانشطار وأيها قابل للاندماج عند حدوث تفاعل نووي ؟

٣- احسب طاقة الربط لنواة العنصر (X) ؟

أ) العنصر Y ذات العدد الكتلي له قريب من ٦٠ وهي العناصر الدائمة استقراراً

ب) W و X قابل للانشطار

Z قابل للاندماج

Y مستقر

$$\text{٤) طاريط} = \frac{٨}{\text{نيوكليون}} \text{ مليون} \times ٦٠$$

د) أي عدد النيوكليونات =

$$٨ = \frac{٦٠}{x}$$

$$\text{طاريط} = ٨ \times ٦٠ = ٤٨ \text{ مليون}$$

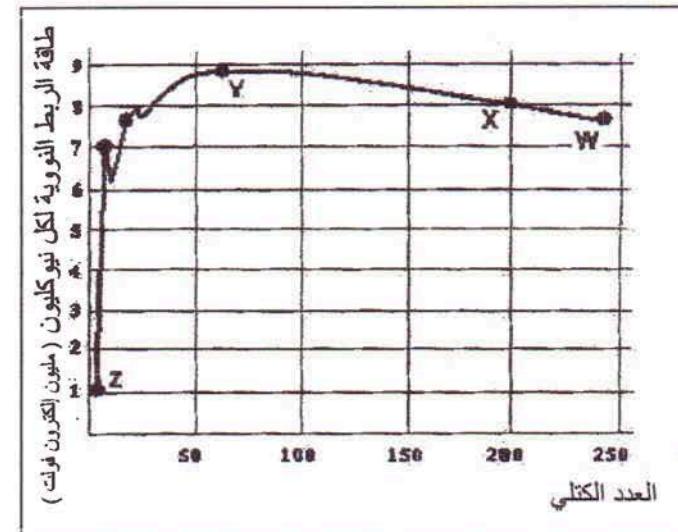
وزاري ٢٠٠٦

سؤال : العناصر التي لها عدد كتلي قريب من (٦٠) هي :

١- الأكثر إشعاعاً ٢- الأقل استقراراً

٤- الأكثر استقراراً

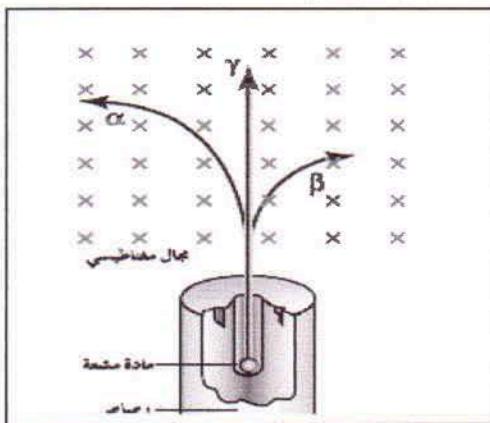
٣- الأقل ترابطاً



النشاط الإشعاعي :

- إن بعض الأنوية غير المستقرة تتحول إلى نوى جديدة ذات كتلة أقل وطاقة ربط أعلى وتسمى هذه العملية (الاضمحلال) ويرافق هذا التحول انبعاث إشعاع منها.
- النشاط الإشعاعي :** نتاج عملية اضمحلال نوى غير مستقرة.
- يقسم الإشعاع المنبعث من عملية الاضمحلال إلى ثلاثة أنواع :

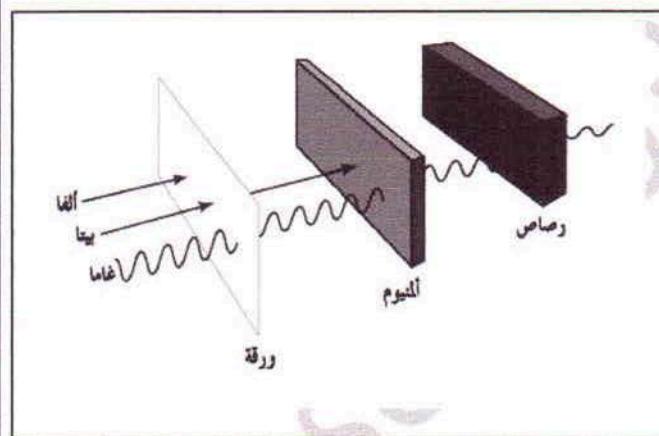
 - أ- أشعة ألفا (α) : جسيمات موجبة الشحنة يتكون الواحد منها من بروتونين ونيوترونين فيهي تمثل نواة الهيليوم ${}^4_2\text{He}$
 - ب- أشعة بيتا (β) : وهي تتكون من الكترونات e^-
 - ج- أشعة جاما (γ) : وهي فوتونات ذات تردد كبير ليس لها شحنة وتعتبر جزءاً من الطيف الكهرومغناطيسي.



يتم التمييز بين هذه الأشعة عن طريق المجال المغناطيسي انظر الشكل :

- أشعة ألفا الموجبة تتحرف إلى اليسار بفعل القوة المغناطيسية.
- أشعة بيتا السالبة تتحرف إلى اليمين بفعل القوة المغناطيسية.
- أشعة جاما بدون شحنة فإنها لا تتأثر بالمجال المغناطيسي.

يستخدم جهاز يسمى عداد جايجر للكشف عن وجود هذه الأشعة.



هذه الأشعة لها القدرة على اختراق المواد ولكنها تتفاوت في هذه القدرة الأكثر قدرة على اختراق المواد هي غاما ثم بيتا ثم ألفا.

الأشعة النووية لها قدرة كبيرة على تأمين ذرات العناصر التي تخترقها تعتمد القدرة على التأمين على كتلة وشحنة الأشعة مما يجعل احتمالية تصادمها مع ذرات العنصر كبيرة.

لذلك فإن أشعة ألفا هي الأكثر قدرة على تأمين العناصر ثم بيتا ثم غاما. وهذه الأشعة تحدث ضرراً في الأجسام التي تخترقها مثلاً لو تعرض جسم الكائن الحي لهذه الأشعة ينتج عن عملية التأمين ضرر في الأنسجة داخل الخلايا يسبب الأمراض السرطانية.

يعتمد مقدار الضر البيولوجي للإشعاع على عوامل عدة هي :

1- نوع الإشعاع.

2- طاقة الإشعاع.

3- العضو المعرض للإشعاع.

من الكتاب

سؤال: أشعة ألفا لها أكبر قدرة على التأمين وأقل قدرة على الاختراق والعكس صحيح لأشعة جاما، هل يمكن الربط بين هاتين الصفتين ولماذا يكون للأشعة التي لها أكبر قدر على الاختراق أقل قدرة على التأمين؟

أ- أشعة ألفا لها أكبر قدرة على التأمين لأنها الجسيم كثيرة وأكبر شحنة وواحدة انتشارها مع ذرات المادة كبير ولكن لأن كتلتها كبيرة فإن انتشارها على الاختراق قليلة .

ب- أشعة غاما تقدرها على التأمين قليلة لأن كتلتها قليلة وكيسطريع إختراعه للمادة بشكل كبير

من الكتاب

سؤال ١ - كيف تفسر ما يلي : حينما يتعرض جسم الإنسان لأشعة (α ، β ، γ) من المواد المشعة الموجودة في الطبيعة فإن أضرار الأشعة تعزى إلى دقائق بيتا وأشعة غاما أما جسيمات الفا فلا تشكل أي خطورة .

لدت جسيمات الفا لها أقل قدرة على الاحتراف إذ لا تتمكن من احتراط الجزيئات الخارجية من البشرة فلما تتمكن من الوصول إلى أحشاء الجسم الداخلية .

٢ - ماذا لو أصبح مصدر الإشعاع داخل الجسم مثلا عن طريق تناول أطعمة ملوثة بالأشعة أو استنشاق هواء ملوث أي الأشعة الثلاثة أكثر خطورة فسر إجابتك :

لدت الخطأ الحقيقي للأشعة يكمن في قدرتها على التأمين وأشعة الفا لها أكبر قدرة على التأمين .

وزاري ١٩٩٩

سؤال : اذكر اسم الجهاز المستخدم لقياس الإشعاع النووي :

عداد غايجر ،

وزاري ٢٠٠١

سؤال : اذكر وظيفة واحدة لعداد جايجر :

قياس الإشعاعي المُؤدي .

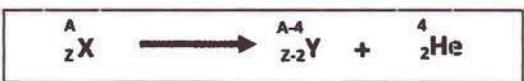
- عندما تض محل النواة تتبع منها أشعة ألفا وبينما ماذا يحدث للنواة بعد عملية الأضمحلال :

اض محل ألفا :

- تبث النواة غير المستقرة جسيم ألفا (${}^4_2\text{He}$) فتحول إلى نواة أكثر استقرارا .

ويمكن تمثيل عملية الأضمحلال من خلال المعادلة التالية :

X : النواة الأصلية Y : النواة الناتجة He : جسيم ألفا المنتبعث

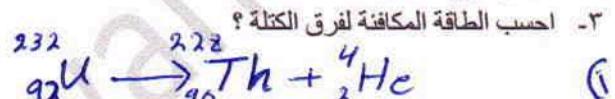


- بعد عملية الأضمحلال نجد أن العدد الذري (Z) للنواة الأصلية قل بمقدار ٢ والعدد الكتلي (A) للنواة الأصلية قل بمقدار ٤ .
- العدد الذري للنواتج يساوي العدد الذري للنواة الأصلية " مبدأ حفظ الشحنة " .
- العدد الكتلي للنواتج يساوي العدد الكتلي للنواة الأصلية " مبدأ حفظ الكتلة " .
- كتلة النواة الناتجة وجسيم ألفا معا أقل من كتلة النواة الأصلية والفرق في الكتلة يتحوال إلى طاقة حرارية يحملها جسم ألفا عندما ينبعث وهذا يعني أن عملية الأضمحلال تحقق مبدأ حفظ الطاقة ومبدأ حفظ الزخم .

من الكتاب

سؤال : تض محل نواة يورانيوم (${}^{232}_{92}\text{U}$) إلى نواة ثوريوم (${}^{232}_{90}\text{Th}$) باعتماد جسيم ألفا .
فإذا علمت أن كتلة نواة اليورانيوم = $222,037131$ وكم كتلة نواة الثوريوم $= 228,028716$ وكم كتلة جسيم ألفا $= 4,002602$.
وكم كتلة النواة الناتجة :

- اكتب معادلة نوية موزونة تعبر عن هذا الأضمحلال ؟
- احسب فرق الكتلة Δm ؟
- احسب الطاقة المكافئة لفرق الكتلة ؟



$$\begin{aligned} \Delta m &= \text{كتلة النواة الأصلية} - \text{كتلة النواتج} \\ &= [222,037131 - (228,028716 + 4,002602)] \\ &= 0,0005814 \\ &= 5814 \text{ مليون} \end{aligned}$$

من الكتاب

سؤال : بين أن $\Delta m = \frac{\text{كتلة}}{\text{كتلة}} \times 10^{-27}$ وذلك بتطبيق قانون حفظ الزخم على تفاعل اضمحلال ألفا :

$$\text{كتلة} = \frac{\text{كتلة}}{\text{كتلة}} \times \text{كتلة}$$

والإشارة المسالمة تعني أن الحسينين متعاكسين في الأدوار

$$\text{كتلة} = \frac{\text{كتلة}}{\text{كتلة}} \times \text{كتلة}$$

بعد الإضمحلال المفاهيم الجديدة (٧) تتحول إلى موكس أجسام جسيم (α)

$$\text{كتلة} = \text{كتلة بعد}$$

$$\text{كتلة} = \text{كتلة} + \text{كتلة}$$

$$\therefore = \text{كتلة} + \text{كتلة}$$

وزاري ٢٠٠٥

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

٤- يقل بمقدار ٤

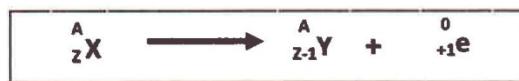
٣- يقل بمقدار ٢

٢- يزداد بمقدار ٢

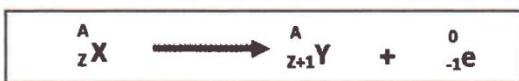
١- يزداد بمقدار ٤

اض محلل بيتا

- تقوم النواة ببعث جسيمات بيتا السالبة (الكترونات سالبة e^-) أو جسيمات بيتا الموجبة (بوزترون e^+) حتى تصبح أكثر استقراراً. ويمكن تمثيل عملية اضمحلال بيتا من خلال المعادلة التالية :



اض محلل بيتا الموجب



اض محلل بيتا السالب

ولكن النواة لا تحتوي على الكترونات فكيف تبعث الكترون خلال عملية الاض محلل :

- عندما تبعث النواة جسيم بيتا السالب (الإلكترون) فإن هذا الإلكترون نتج عن تحلل النيوترون إلى الكترون وبروتون وينطلق الإلكترون من النواة لأن كتلته قليلة بينما يبقى البروتون داخل النواة لاحظ من المعادلة أن عدد البروتونات يزداد بمقدار 1 وعدد النيوترونات يقل بمقدار 1.

- عندما تبعث النواة جسيم بيتا الموجب (بوزترون) وهو جسيم يشبه الإلكترون ولكن شحنته موجبة فإن هذا البوزترون ناتج من تحلل البروتون إلى بوزترون ونيترون وينبعث البوزترون بينما يبقى النيوترون داخل النواة لاحظ من المعادلة أن عدد البروتونات يقل بمقدار 1 وعدد النيوترونات يزداد بمقدار 1.

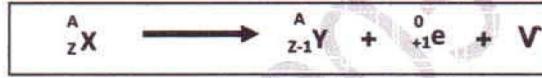
- حتى تكون المعادلات صحيحة يجب أن تتحقق مبدأ حفظ العدد الكتلي (الشحنة) ومبدأ حفظ الطاقة الكتلة ومبدأ حفظ الطاقة الكتلة.

- من خلال معادلات الاض محلل السابقة نجد أن مبدأ حفظ الكتلة ومبدأ حفظ الشحنة قد تتحققا ولكن عند حساب الطاقة التي يمتلكها جسيم بيتا المنبعث وجد أنها لا تساوي الفرق في الكتلة لذلك فإن مبدأ حفظ الطاقة ومبدأ حفظ الرزم لم يتتحققا.

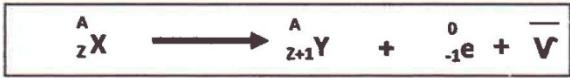
تم حل هذه المشكلة على يد العالم باولي حيث افترض أن :

- عندما ينبعث جسيم بيتا الموجب فإن هناك جسيما آخر ينبعث مصاحب له يحمل الطاقة الضائعة وسمي نيوترينو (ν) ويعني جسيم صغير غير مشحون.

- عندما ينبعث جسيم بيتا السالب فإن هناك جسيما آخر ينبعث مصاحب له يحمل الطاقة الضائعة وسمي ضديد النيوترينو ($\bar{\nu}$). لذلك فإن الطريقة الصحيحة لكتابة معادلة اضمحلال بيتا كما يلى :

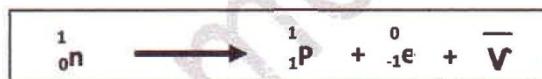


اض محلل بيتا الموجب

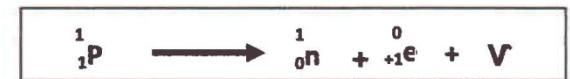


اض محلل بيتا السالب

- كما يمكن أيضا تمثيل عملية تحلل البروتون والنيوترون من خلال المعادلات التالية :



تحلل النيوترون



تحلل البروتون

٢٠٠٤ + ٢٠٠١ وزاري

سؤال: على ، انباعات جسيمات بيتا من أنوية ذرات العناصر المشعة لها على الرغم من أن الإلكترون ليس من مكونات النواة :

عند إنباعات جسيمات بيتا السالبة يعاد إلـكترونات ناجمة عن تحلـلـ الـنيـوتـرونـاتـ إلى بـرـوتـونـوـنـ وـالـكـهـرونـوـنـ .

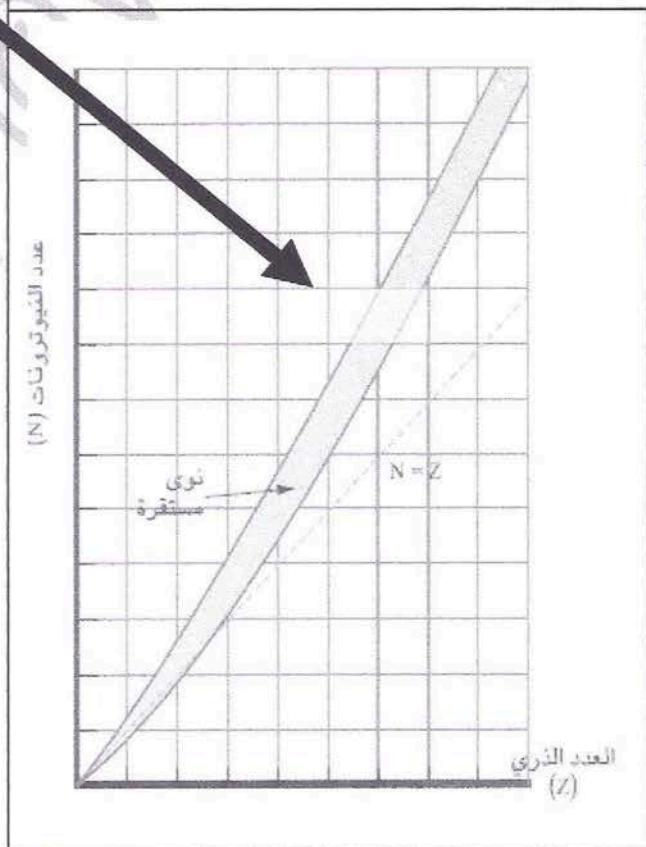
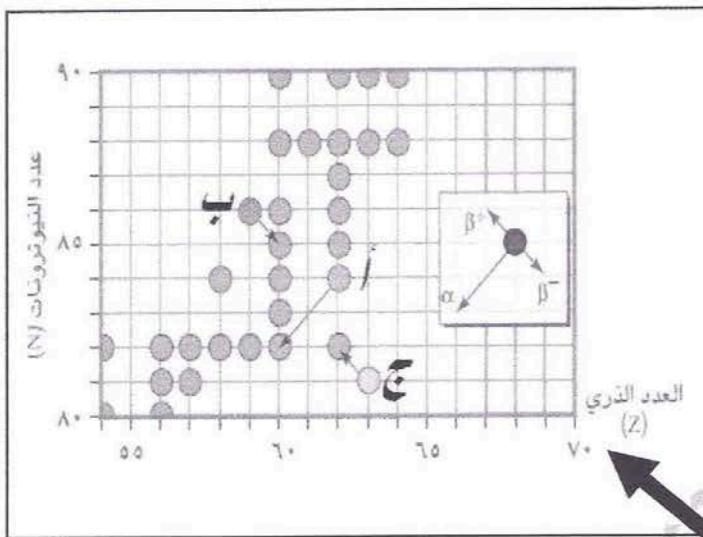
عند إنباعات جسيمات بيـتا الموجـبة خـارـجـ الـبـوزـتـرونـ نـاتـجـ عن تـحلـلـ الـبـروـتـونـهـ إلى نـيـوـتـرـينـهـ .

سؤال: عند تحلل نيوترن إلى بروتون والإلكترون ينبعث الإلكترون من داخل النواة بسبب :

- شحنته السالبة
- كتلته الصغيرة
- طاقة العالية
- تجنب نواة مجاورة له

- يمثل الشكل المجاور منحنى الاستقرار حيث أن النوى المستقرة تشكل حزمة ضيقة تسمى حزمة الاستقرار.
- وعند النظر إلى هذه الحزمة عن قرب نجد أن بعض النوى تقع فوق حزمة الاستقرار والبعض الآخر تحتها.
- تمثل النقاط (أ ، ب ، ج) أنوبيه غير مستقرة وهذه الأنوبية تبحث عن حالة الاستقرار من خلال عملية الأضمحلال.

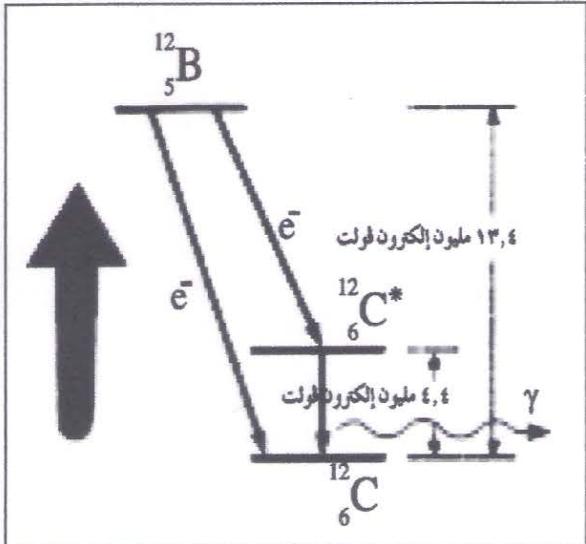
- ١- الأنوبية التي تمثلها النقطة (أ) تمثل إلى بعث جسيم ألفا (α^-) حتى تتحول إلى نواة مستقرة.
- ٢- الأنوبية التي تقع فوق منحنى الاستقرار والتي تمثلها النقطة (ب) تمثل إلى بعث جسيم بيتا السالب (β^-) حتى تتحول إلى نواة مستقرة.
- ٣- الأنوبية التي تقع أسفل منحنى الاستقرار والتي تمثلها النقطة (ج) تمثل إلى بعث جسيم بيتا الموجب (β^+) حتى تتحول إلى نوى مستقرة.



اض محل جاما :

- في بعض الحالات عند حدوث عملية اضمحلال ألفا أو بيتا فإن النواة الناتجة لا تكون مستقرة تماما وإنما تكون مثاره لذلك فإنها تبعث بجسيمات جاما وتصبح مستقرة.
- أنباعث جسيمات جاما يكون مصاحبا لابعاث ألفا وبيتا.

لا حظ الشكل المجاور الذي يمثل اضمحلال نواة البورون :



- نواة البورون ($^{12}_5\text{B}$) غير مستقرة وبإمكانها أن تصلك إلى حالة الاستقرار من خلال طريقتين :
 - 1- تبعث جسيم بيتا طاقته (4,4 مليون إلكترون فولت) وينتج نواة $^{12}_6\text{C}^*$ المستقرة.
 - 2- تبعث جسيم بيتا طاقته 9 مليون إلكترون فولت وينتج عن ذلك نواة $^{12}_6\text{C}^*$ غير المستقرة وهذا يعني أن لدى النواة طاقة زائدة لذلك تبعث هذه النواة أشعة جاما بطاقة 4,4 مليون إلكترون فولت وتصلك إلى حالة الاستقرار.

وزاري ٢٠٠٢

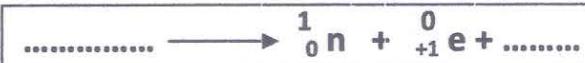
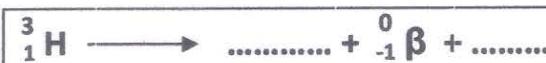
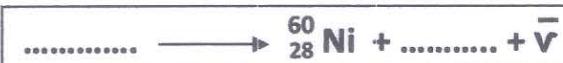
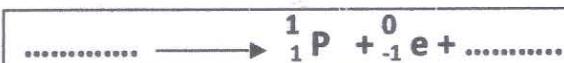
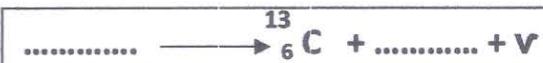
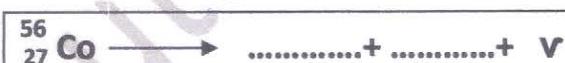
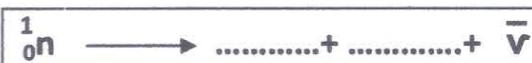
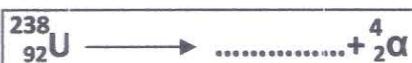
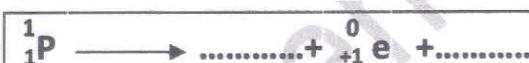
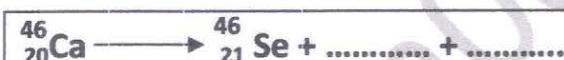
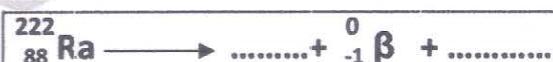
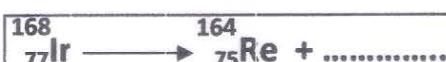
سؤال: في المعادلة التنووية الآتية إن الفراغ يمثل :



وزاري ٢٠٠٣

- سؤال: من خصائص أشعة جاما :
- 1- تتأثر بالمجال المغناطيسي
 - 2- تتأثر بقوى الجاذبية
 - 3- قدرتها عالية على التأثير

سؤال: أكمل المعادلات التنووية التالية :



٢٠٠٦ وزارة

السرعة	القدرة على إنتاج أشعة جاما	النوع
سرعة قليلة	قليلة	الكترون أو بوزترون
سرعة الصوت	قليلة جداً	ووجات كهرومغناطيسية موجات لامعنة

٢٠٠٨ وزارة

سؤال : قارن بين أشعة بيتا وأشعة جاما من حيث ماهيتها (طبيعتها) ، القدرة على التأثير ، السرعة :
ما هي ماهيتها ؟

اجب بما يلي :

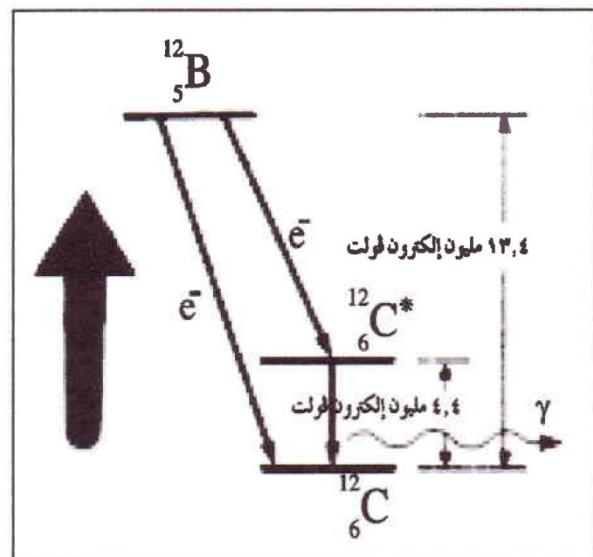
- اكتب معادلة موزونة لإشعاع ذرة البورون وتحولها مباشرة لنواة الكربون في الطريقة الأولى ؟
- فسر ابعاث أشعة جاما في الطريقة الثانية ؟

- ما مقدار طاقة كل من جسيم بيتا وأشعة غاما في الطريقة الثانية ؟



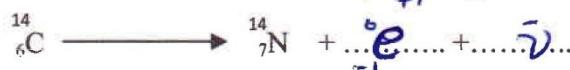
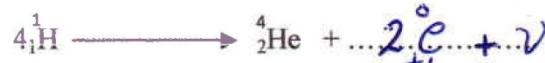
في الطريقة الثانية تتحول النواة غير مستقرة ولديها حالة زرقاء تقوم ببعثة أشعة غاما حتى تصل إلى حالة الاستقرار

$$(2) \text{ طاقة بيتا} = (125 - 124) = 9 \text{ مليون} \\ \text{طاقة غاما} = 4 \text{ مليون}$$



٢٠٠٩ وزارة

سؤال : انقل إلى دفتر إجابتك المعادلات النووية التالية وأكملها موزونة مستخدما الرموز الفيزيائية الصحيحة :



٢٠١٠ وزارة

سؤال : ما التغير الذي يحدث على كل من العدد الذري (a) والعدد الكتلي (b) لنواة (b_aX) غير المستقر إذا :

- أطلقت دقيقة ألفا ؟
- بعثت أشعة جاما ؟

(1) زيد العدد الذري بمقدار (٢) والعدد الكتلي بمقدار (٤)

(2) لا يوجد شيء .

٢٠١٣ وزارة



الإشعاع الطبيعي والإشعاع الصناعي

أولاً : الإشعاع الطبيعي :

- عندما تض محل النواة غير المستقرة فإنها تحول إلى نواة جديدة وإذا كانت النواة الجديدة غير مستقرة أيضاً فإنها تض محل مرة أخرى لذلك فان النواة قد تمر في سلسلة من عمليات الأضمحلال حتى تصبح مستقرة.

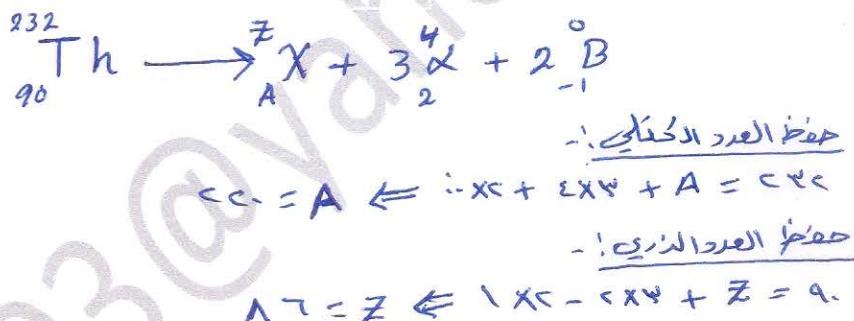
يوجد ثلاثة سلاسل أضمحلال إشعاع طبيعي (تحت شكل طبيعي) :

- سلسلة اليورانيوم .
- سلسلة الثوريوم .
- سلسلة الأكتينيوم .

لاحظ الشكل المجاور الذي يمثل سلسلة الأضمحلال لعنصر اليورانيوم :
تبدأ السلسلة بعنصر (^{238}U) فتشع جسيم ألفا لتنتج نواة (^{234}Th) ثم تبعث جسيم بيتا ليتتج (^{218}Po) وهكذا تستقر السلسلة وتتفرع عند (^{218}Po) حيث يوجد مسارين محتملين للأضمحلال وتنتهي السلسلة بنظير الرصاص المستقر (^{206}Pb) .

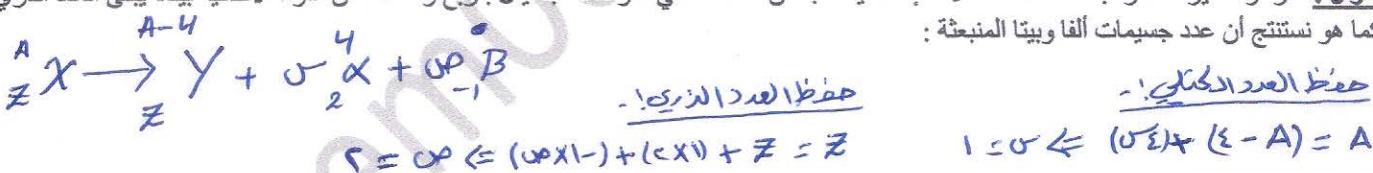
من الكتاب

سؤال : تبدأ سلسلة أضمحلال الثوريوم بنواة ($^{232}_{90}\text{Th}$) ما العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الناتجة بعد سلسلة تحولات انبعث فيها 3 جسيمات ألفا و 2 جسيم بيتا .



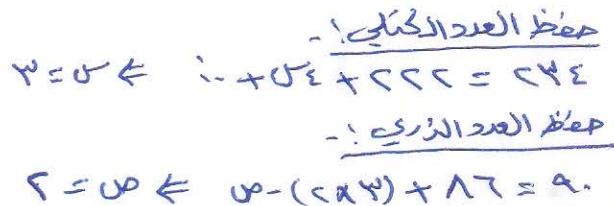
من الكتاب

سؤال : تمر نواة غير مستقرة بسلسلة أضمحلالات إشعاعية فنجد أن العدد الكتلي للنواة الناتجة يقل بأربع وحدات عن النواة الأصلية بينما يبقى العدد الذري كما هو نستنتج أن عدد جسيمات ألفا وبيتا المتبعة :



وزاري ٢٠١١

سؤال : عدد جسيمات ألفا وبيتا المتبعة من سلسلة تحولات تض محل خلالها نواة (^{90}Th) إلى نواة (^{86}Rn) هي :



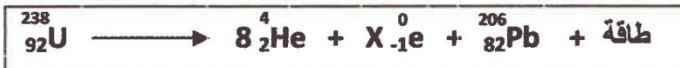
وزاري ٢٠١٣

سؤال : تمر نواة غير مستقرة بسلسلة أضمحلالات إشعاعية فنجد أن العدد الكتلي للنواة يقل بثمانيني وحدات عن النواة الأصلية بينما يبقى العدد الذري كما هو نستنتج أن عدد جسيمات ألفا وبيتا المتبعة :



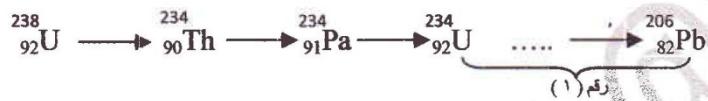
٢٠٠٥ وزارة

سؤال: تمثل المعادلة النووية التالية سلسلة اضمحلال إشعاعي تبدأ بالنظير ($^{238}_{92}\text{U}$) والذي يمر بسلسلة من التحولات التي تضمن انبعاث الإشعاعات النووية (ألفا وبيتا وغاما) لتنتهي ب ($^{206}_{82}\text{Pb}$) اجب عما يلي :



- ١- ما اسم هذه السلسلة ؟
 - ٢- ما اسم النظير المستقر في هذه السلسلة ؟
 - ٣- ما عدد دقائق بيتا (X) المنطقية من هذه السلسلة ؟
 - ٤- ما اسم الجهاز الذي يستخدم للكشف عن الإشعاعات النووية ؟
 - ٥- أي من الإشعاعات النووية (ألفا وبيتا وغاما) أقل نفاذًا ولماذا ؟
 - ٦- أي من الإشعاعات النووية (ألفا وبيتا وغاما) أكثر خطورة ولماذا ؟
- (١) سلسلة اليورانيوم .
- (٢) الرصاص Pb .
- (٣) $92 = 82 + 84 - X \Leftrightarrow X = 6$ جسيمات بيتا .
- (٤) عدد جسيمات بيتا .
- (٥) ألفا لدت كتلتها كبيرة وشحنتها كبيرة .
- (٦) أشعة غاما لدت (ها أكبر قدرة على النفاذ إلى أعماق الجسم الداخلية .

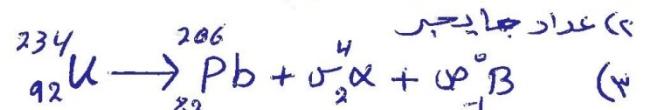
٢٠٠٨ وزارة



- سؤال:** مثلث إحدى سلاسل الأضمحلال الإشعاعي كالآتي :
- ١- ما اسم السلسلة المبينة ؟
 - ٢- ما اسم الجهاز المستخدم للكشف عن الإشعاعات النووية ؟
 - ٣- احسب عدد جسيمات ألفا وعدد جسيمات بيتا المنبعثة في الأضمحلالات رقم (١) ؟
 - ٤- احسب الكتلة التقريبية لنواة عنصر (Pb) بوحدة الكتل الذرية ؟

(٤) الكتلة التقريبية = العدد الكتلي لاكتم

$$\begin{aligned} &= 0.8 \times 206 \\ &= 164.8 \text{ وحدة} \end{aligned}$$



حفظ العدد الكتلي :-

$$206 = 84 + 4 \Leftrightarrow 4 = \text{عدد}$$

حفظ العدد الذري :-

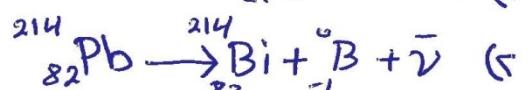
$$82 = 84 - 2 \Leftrightarrow 2 = \text{عدد}$$

٢٠١٢ وزارة

سؤال: بين الشكل المجاور جزءاً من سلسلة الأضمحلال الإشعاعي للليورانيوم (٢٣٨) معتمداً على الشكل :

- ١- ما عدد جسيمات ألفا وبيتا المنبعثة من أضمحلال (Rn) إلى (Bi) ؟
- ٢- مثل أضمحلال الرصاص (Pb) إلى (Bi) بمعادلة نووية موزونة ؟
- ٣- اكتب اثنين من المبادئ التي يخضع لها هذا التفاعل النووي ؟

(١) ألفا ١ بيتا

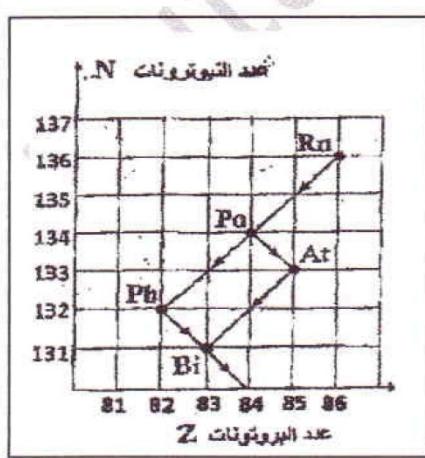


حفظ الطاقة - الكتلة .

حفظ العدد الذري "المتحركة" .

(٣) حفظ الطاقة - الكتلة .

حفظ الرسم .



ثانياً : الإشعاع الصناعي :

- يمكن إنتاج نوى مشعة بواسطة التفاعلات النووية ويسمى إشعاع هذه النوى الإشعاع الصناعي **والتفاعلات النووية هي تفاعلات يتم فيها تغيير خصائص النوى عن طريق قتفيها بجسيمات صغيرة .**
 - يمكن التعبير عن التفاعل النووي من خلال المعادلة التالية :**
- | | | |
|--------------------|--------------------|---------------|
| a : الجسم المقدوف | X: النواة الهدف | a + X → γ + b |
| b : النواة الناتجة | γ : النواة الناتجة | |
- جميع التفاعلات النووية تخضع لـ مبدأ حفظ العدد الكتلي ، مبدأ حفظ الزخم ، مبدأ حفظ الطاقة - الكتلة .

حساب طاقة التفاعل (Q) :

$$Q = (\kappa_a + \kappa_X - \kappa_\gamma - \kappa_b) S^2$$

- تمثل (Q) التغير في الطاقة الذي يصاحب التفاعل فإذا كانت قيمة (Q) موجبة فهذا يعني أن التفاعل يحدث وينتج الطاقة
- إذا كانت (Q) سالبة فهذا يعني أن التفاعل لن يحدث أي انه يتطلب طاقة . ويمكن لهذا التفاعل أن يتم بشرط أن تكون الطاقة الحركية للقذيفة أكبر من (Q) .
- إذا كانت الكتل بوحدة (و.ك.ذ) فان طاقة التفاعل (Q) = $(\kappa_a + \kappa_X - \kappa_\gamma - \kappa_b) \times 931.5$ كيلو جول

من الكتاب

سؤال : تمثل المعادلة الآتية تفاعلاً لإنتاج نظير الفسفور المشع (^{15}P) احسب مقدار طاقة التفاعل (Q) علماً بأن :

$$\text{كتلة Al} = 26.981039 \text{ و.ك.ذ} \quad \text{كتلة P} = 29.978314 \text{ و.ك.ذ} \quad \text{كتلة He} = 4.002603 \text{ و.ك.ذ}$$



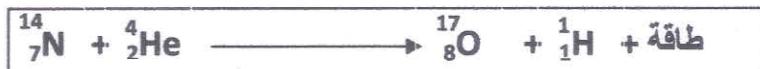
$$Q = (\kappa_{^{27}\text{Al}} + \kappa_{^4\text{He}} - \kappa_{^{30}\text{P}} - \kappa_{^1\text{n}}) \times 931.5 \text{ كيلو جول} = 10.5 \text{ كيلو جول}$$

$$= 931.5 \times (99.978414 - 40.563 + 26.981039 - 29.978314) = 49.5 \text{ كيلو جول}$$

= 49.5 كيلو جول

وزاري ٢٠٠٧

سؤال : أجرى العالم رذر فورد أول تفاعل نووي صناعي بقذفه نواة نيتروجين (N) بجسيمات ألفا (He) (طاقةها الحركية = 0.008 و.ك.ذ) وفق المعادلة الآتية :



إذا علمت أن : كتلة البروتون = 1.0073 و.ك.ذ كتلة He = 4.0039 و.ك.ذ

كتلة N = 14.0075 و.ك.ذ ط = 0.0076 و.ك.ذ

احسب كتلة نواة (O) ؟

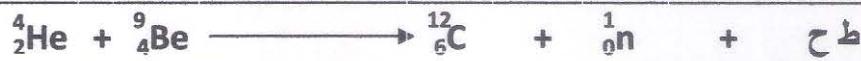
3 (الكتلة والطاقة) لمواد المتفاعلة = 3 (الكتلة والطاقة) للمواد الناتجة

$$\kappa_N + \kappa_{^4\text{He}} + \kappa_{^1\text{H}} = \kappa_{^1\text{O}} + \kappa_{^8\text{O}} + \text{طاقة}$$

$$14.0075 + 4.0039 + 0.0076 = 19.72 + 16.72 + 0.76$$

$$\kappa_O = 34.976 \text{ و.ك.ذ}$$

سؤال: قذفت نواة (Be) بجسيم ألفا (He) طاقة الحركة (٥٧٠٠، و.ب.ذ) وفق التفاعل النووي الآتي :



فإذا علمت أن $\hat{\theta}_j = (0.01 \cdot \hat{w}_j + 0.99 \cdot \theta_j)$ واعتمدا على البيانات المبينة في الجدول أجب عما يلي :

- ١- هل التفاعل النووي ماص أم منتج للطاقة ولماذا؟

-٢- احسب كتلة نواة (Be) ؟

٣- احسب معدل طاقة الربط النووية لكل نيكيليون لنواء (C) بوحدة

(ذ.ك.ب.و.)

١) التفاعل ضيق للطائرة لأن الحالة الحرارية للمواد الناتجة أجريت في الطائرة الحرارية للمواد المتفاعلة.

$$z^2 + \frac{S_1}{n} + \frac{S_2}{c} = \frac{S_1}{Be} + \frac{S_2}{He} + \frac{S_2}{He} \quad (5)$$

$$-9.15 + 19.11 N + 15.89 = \frac{81}{B_e} + 19.49 + 9.00 N$$

$$2.5 \cdot 99.10 = 12$$

$$- \Delta \omega = \frac{1}{\rho} N + \frac{1}{\rho} Z$$

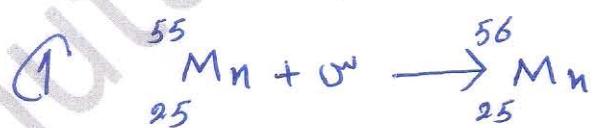
$$125 \cdot 124 = (125 \cdot 120 + 125 \cdot 4) =$$

ج. ج. و. ج. ا. س =

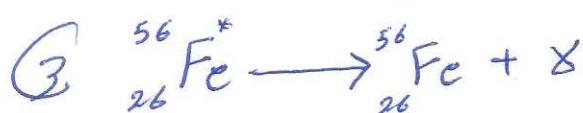
$$\text{معدل المطر} = \frac{\text{نوع المطر}}{\text{نوع المطر}} = \frac{12}{12} = 12\text{ ملم/يوم}$$

سؤال : في تفاعل نووي تم تحويل نظير المغنيز المستقر (Mn^{25}) إلى نظير مشع (Mn^{25}) وذلك بقذفه بجسيم (س)

ثم اضمحلت نواة (Mn^{56}_{25}) باعثة جسيم (ص) ففتحت نواة حديد (Fe^{56}_{26}) غير مستقرة وكي تصل هذه النواة إلى حالة الاستقرار ببعثت أشعة جاما اكتب معادلات نووية موزونة تعبر عن هذه التفاعلات محدد طبيعة الجسيمات (س، ص).



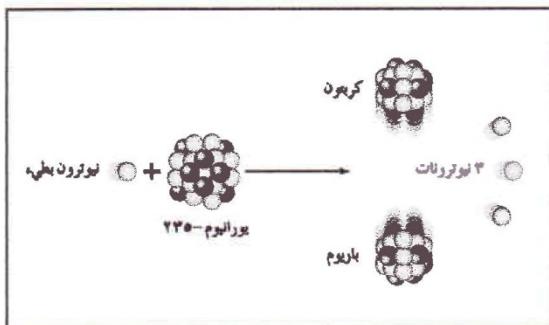
الجسم من إلكروروه $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ و النباتات الإلكرور
ليصاحبه لا لذلك نعيد كتابة المعادلة



$$^{56}_{25} \text{Mn} \rightarrow ^{56}_{26} \overset{*}{\text{Fe}} + \overset{\circ}{\text{C}} + \bar{\nu}$$

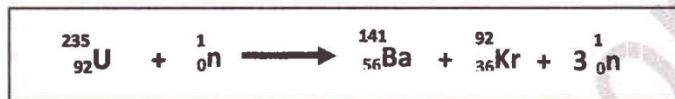
الانشطار النووي :

- عملية انقسام نواة العنصر الثقيل إلى نوتين متواسطتين وينبعث من هذه العملية طاقة هائلة جداً.



مثال : تتشطر نواة اليورانيوم ($^{235}_{92}\text{U}$) إذا تم قذفها بنيوترون بطيء حيث تمتض الصورة هذا النيوترون فتصبح غير مستقرة ثم تتشطر بعد ذلك إلى نوتين متواسطتين بالإضافة إلى ابتعاث كمية كبيرة من الطاقة ونيوترونات جديدة.

يمكن التعبير عن هذا التفاعل من خلال المعادلة التالية :



- ينتج من انشطار نواة واحدة من اليورانيوم $20.8 \text{ ملليون إلكترون فولت من الطاقة}$. فإذا حدث تفاعل انشطار نووي لـ (1 كغم) من اليورانيوم فإنه ينتج طاقة تكفي لتشغيل 3000 مصباح قرابة كل منها 100 واط لمدة سنة كاملة.

التفاعل المتسلسل للبيورانيوم :

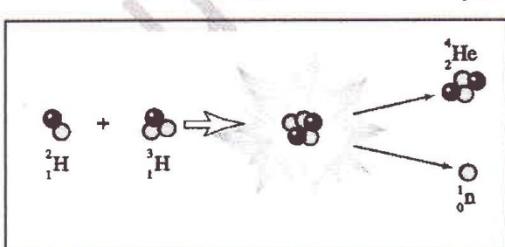
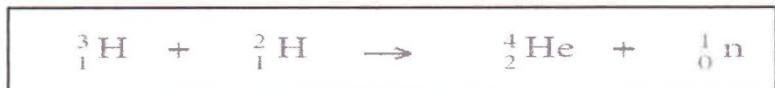
- لاحظ العلماء أن انشطار اليورانيوم ينج عنه 3 نيوترونات وإذا قام كل نيوترون بإصابة نواة يورانيوم جديدة فإننا نحصل على 9 نيوترونات .
- ويستمر تفاعل الانشطار النووي منتجًا الطاقة تسمى تخصيب اليورانيوم ، وهي عملية إنتاج غاز يحتوي على نسبة عالية من اليورانيوم ($^{235}_{92}\text{U}$) وتم هذه العملية على مراحل يتم في كل مرحلة عزل كميات أكبر من النظير المرغوب فيزداد تخصيباً إلى أن نصل إلى نسبة النقاء المطلوبة وتستغرق هذه العملية سنوات عديدة .
- يتم هذا التفاعل داخل المفاعلات النووية ليتم الحفاظ على الأجزاء المناسبة للتحكم في مثل هذه التفاعلات والاستفادة من الطاقة الناتجة عنها .

المشكلات التي تواجه عملية الانشطار النووي في المفاعلات وحلولها :

- البيورانيوم ($^{235}_{92}\text{U}$) القابل للانشطار غير متوافر في الطبيعة بشكل كبير ولكن نظائر اليورانيوم الأخرى هي المتوافرة لذلك يتم توفير اليورانيوم القابل للانشطار من خلال عملية تسمى تخصيب اليورانيوم ، وهي عملية إنتاج غاز يحتوي على نسبة عالية من اليورانيوم ($^{235}_{92}\text{U}$) وتم هذه العملية على مراحل يتم في كل مرحلة عزل كميات أكبر من النظير المرغوب فيزداد تخصيباً إلى أن نصل إلى نسبة النقاء المطلوبة وتستغرق هذه العملية سنوات عديدة .
- يجب منع تسرب النيوترونات خارج كتلة اليورانيوم حتى يستمر التفاعل والحد الأدنى من كتلة اليورانيوم اللازمة لإدامة حدوث التفاعل تسمى الكتلة الحرجة .
- لوحظ أن النيوترونات المنبعثة من التفاعل تكون سريعة وانشطار اليورانيوم يتطلب نيوترونات بطيئة لذا يتم إبطاء سرعة النيوترونات في المفاعل من خلال عملية التهيئة ، حيث تصطدم النيوترونات مع جسيمات كتلتها خفيفة فيفقد جزءاً من طاقته الحركية .
- ويستخدم لتهيئة النيوترونات المواد التالية :
 - أ. الغرافيت .
 - ب. الماء العادي (H_2O) .
 - ج. الماء الثقيل (D_2O) . حيث (D) هو الديتريوم وهو نظير الهيدروجين .
- يجب التحكم في سرعة التفاعل المتسلسل لضمان عدم حدوث انفجار في المفاعل ويستخدم لهذا الغرض قضبان من مواد تمتص النيوترونات وعادة ما تكون مصنوعة من الكلاديوم وتسمى هذه العملية (التحكم) .

الاندماج النووي :

- تفاعل يحدث فيه اندماج نوائن صغيرتان لتكوين نواة أكبر وينبعث طاقة هائلة من هذا التفاعل .
- لاحظ الشكل المجاور الذي يمثل تفاعل الاندماج النووي لنظيري الهيدروجين (^2_1H) والترتيتوم (^3_1H) ويمكن التعبير عن هذا التفاعل من خلال المعادلة التالية :



- بما أن النوى موجبة الشحنة فإن قوة التناور تحول دون الاندماج وللتغلب على ذلك يجب تسريع الاندماج بشكل كبير حتى تقترب من بعضها البعض وهذا يتطلب رفع درجة حرارة المواد الداخلة في التفاعل لذلك يسمى هذا التفاعل بالتفاعل النووي الحراري .
- يحدث الاندماج النووي في القبة الهيدروجينية وفي النجوم والشمس حيث أن الطاقة الشمسية ناتجة من حدوث سلسلة تفاعلات اندماج نووي لنوى الهيدروجين لتكوين نوى الهيليوم وينتج عن ذلك كميات كبيرة من الطاقة .

وزاري ٢٠٠١

سؤال : يستخدم الجرافيت في المفاعلات النووية :

- ٤- درع واقٍ للمفاعل
- ٣- التحكم في سرعة النيوترونات
- ٢- إبطاء سرعة النيوترونات
- ١- امتصاص النيوترونات الزائدة

وزاري ٢٠٠٢ + ٢٠٠٤

سؤال : المادة التي تعمل على تبطئه سرعة النيوترونات في المفاعل النووي هي :

- ٤- قضبان التحكم
- ٣- نوى الماء الثقيل
- ٢- الكالسيوم
- ١- اليورانيوم

وزاري ٢٠٠١

سؤال : انكر وظيفة الماء الثقيل في المفاعل النووي :

سؤال : قارن بين القبيلتين التوويتين الانشطارية والهيدروجينية من حيث الوقود المستعمل والطاقة الناتجة وشروط حدوث الانفجار :

شروط حدوث التفاعل	الطاقة الناتجة	الوقود المستعمل	
وجود نيوترونات بطيئة تصطدم بالنواة	الطاقة عالية	اليورانيوم	القبيلة الانشطارية
تسريع النوى بشكل كبير وجود حرارة عالية	الطاقة أعلى من الانشطارية	الهيدروجين	القبيلة الهيدروجينية

وزاري ٢٠٠٥

سؤال : عدد الكميات الأربع التي تخضع لها جميع التفاعلات النووية :

- ١- مبدأ حفظ العدد الكتلي .
- ٢- مبدأ حفظ (الطاقة- الكتلة) .
- ٣- مبدأ حفظ الزخم .
- ٤- مبدأ حفظ العدد الذري (الشحنة) .

وزاري ٢٠٠٦

سؤال : يحدث في المفاعلات النووية عمليات انشطار نووي اجب عما يلى :

- ١- على ماذا يقوم مبدأ عمل المفاعل النووي ؟
- ٢- كيف يمكن تجنب حدوث تفاعل نووي ينطلق بسرعة كبيرة ؟

) التحكم في المفاعل المتسلسل

) بوضع مثبّاته ضيق في قلب المفاعل من عادم الكادميوم
زها القدرة على امتصاص النيوترونات



سؤال : يمكن التعبير عن تفاعل الاندماج النووي من خلال المعادلة التالية :

- ١- لماذا سمى هذا التفاعل بالتفاعل النووي الحراري ؟

٢- احسب طاقة الربط النووي لنواة $({}_{2}^4\text{He})$ بوحدة (و.ك.ذ) ؟ علماً أن كتلة $({}_{2}^4\text{He}) = 4,0039$ و.ك.ذ

) لانه يلزم رفع حرارة المواد الدافئة في التفاعل

$$\Delta E = (16,074 \times 2 + 16,087 \times 2) - 16,039 = 6,052$$

$$= 6,052 \text{ و.ك.ذ}$$

$$\Delta E = 6,05$$

٢٠١٢ وزاري

سؤال : عند اندماج نواتين معا تتكون نواة جديدة ، إن النواة الجديدة المكونة بالنسبة لأي من النواتين المدمجتين تكون ذات :

- ١- كتلة اكبر وطاقة ربط اقل لكل نيوكليون
 ٢- كتلة اكبر وطاقة ربط اكبر لكل نيوكليون
 ٣- كتلة اقل وطاقة ربط اقل لكل نيوكليون
 ٤- كتلة اقل وطاقة ربط اكبر لكل نيوكليون

٢٠١٣ وزاري

سؤال : يتم إدخال قضبان الكادميوم في المفاعل النووي من أجل :

- ١- إبطاء سرعة النيوترونات
 ٢- زيادة سرعة النيوترونات
 ٣- زيادة سرعة التفاعل
٤- امتصاص النيوترونات

٢٠١٣ وزاري

سؤال : وظيفة الجرافيت في المفاعل النووي :

- ١- امتصاص بعض النيوترونات
٢- إيقاف النيوترونات
 ٣- زيادة سرعة النيوترونات

٢٠٠٤ + ٢٠٠٦ وزاري

سؤال : انكر ثلاثة ميزات تمتاز بها القوى النووية التي تربط بين النيوكليونات في النواة :

- ١- قصيرة المدى
 ٢- لها قدر كبير
٣- تحيط بين المنيوكليونات بعمق المفتر عن سجنها ونوعها .

عند الامتحان قل :

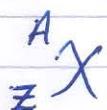
اللهم لا سهل الا ما جعلته سهلا
 وانك تجعل الحزن اذا شئت سهلا

في امتحان ادد
 مع امنياتي لكم بال توفيق والنجاح

معنصر جروان

ملخص القوانيين:

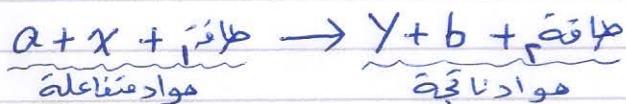
A: - العدد الكتالى = عدد P + عدد N
ويسمى عدد أليتوكليليونات
Z: - العدد الذري = عدد P



التفاعل النووي الصناعي:

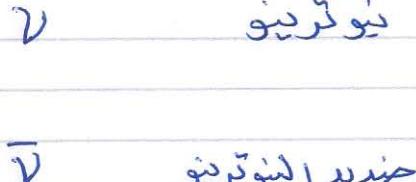
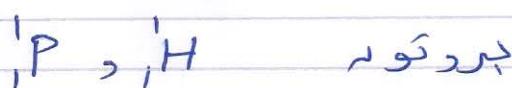
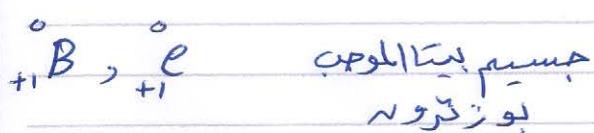
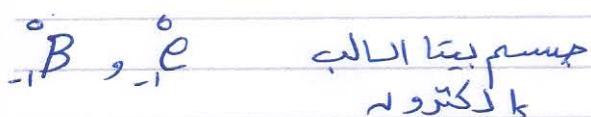


$$\text{التفاعل} \quad a + X \rightarrow Y + b \quad \Delta E = [E_Y + E_b] - [E_X + E_a]$$



$$\Delta E_{\text{كتلة}} + \text{طاقة} = \Delta E_{\text{كتلة}} + \text{طاقة} \quad (\text{مواد متفاعلة}) \rightarrow (\text{مواد ناتجة})$$

$$\Delta E_a + \Delta E_X + \text{طاقة} = \Delta E_b + \Delta E_Y \quad \Leftrightarrow \Delta E_a + \Delta E_X = \Delta E_b + \Delta E_Y$$



ط = ΔE الطاقة المكافئة للكتلة
(ط) بوحدة جول (J) يوجده كغير

ط = $931.5 MeV$ الطاقة المكافئة للكتلة
(ط) بوحدة MeV (J) يوجده بذلك

نقاطهم = نق A $\frac{1}{2}$ نصف قطر النواة

$$\Delta E = \frac{\Delta E}{P} n + \frac{\Delta E}{n} Z = \frac{\Delta E}{P} n + \Delta E_n$$

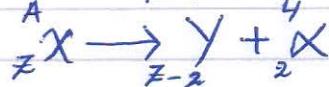
$$\text{طريق} = [Z \frac{\Delta E}{P} n + \frac{\Delta E}{n} - \Delta E] \text{ طاقة} \quad \text{الربط}$$

$$\text{طريق} = \Delta E \text{ طاقة}$$

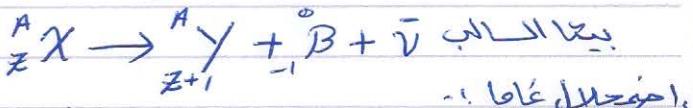
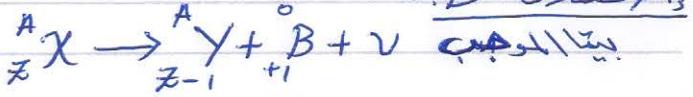
طاقة الربط = $\frac{\text{طريق}}{A}$ نيوكليلون

طاقة الربط = الطاقة اللازمة لفصل مكونات النواة

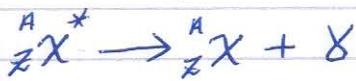
إيجاد حلول (X) - A-4



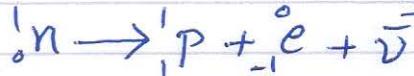
إيجاد حلول B -



إيجاد حلول غاما -



تحلل النيوترينو -



تحلل البروتون -

