



مفردات الفصل:

- 1-10 مقدمة.
- 2-10 تركيب النواة وخصائصها.
- 3-10 طاقة الربط (الارتباط) النووية.
- 4-10 الانحلال الاشعاعي.
- 1-4-10 انحلال ألفا.
- 2-4-10 انحلال بيتا.
- 3-4-10 انحلال كاهما.
- 5-10 التفاعلات النووية.
- 6-10 الانشطار النووي.
- 7-10 الاندماج النووي.
- 8-10 مخاطر وفوائد الاشعاع النووي.

الفصل العاشر الفيزياء النووية

طريقة التدريس : التدريس باستخدام استراتيجية المحاضرة المطورة

انتباه :

عزيزي المدرس ... اليك عرضاً لخطوات استراتيجية المحاضرة المطورة

يعتمد تدريس الفيزياء وفقاً لاستراتيجية المحاضرة المطورة على الخطوات التالية :

- تحديد الاهداف الخاصة والسلوكية للدرس المرجو تحقيقها
- تحديد عناصر موضوع المحاضرة وذلك وفقاً لحتوى الموضوع.
- تحديد مصادر التعلم وتوفيرها من كتب ، مصورات ، اشكال معينة ، رسوم ، واية مصادر اخرى متاحة .
- تهيئة اذهان الطلبة لموضوع المحاضرة وذلك من خلال مقدمة موجزة تتضمن توضيحاً لموضوع المحاضرة واهدافه وعناصره .
- شرحاً مفصلاً لعناصر المحاضرة على ان يشترك الطلبة في الاجابة عن التساؤلات التي تطرحها خلال سير العرض (الشرح المفصل) ، والسماح لهم بطرح التساؤلات التي تدور في اذهانهم ، على ان يكون شرح كل عنصر من عناصر المحاضرة بشيء من التفصيل .
- تقديم التطبيقات المناسبة لعناصر العرض كحل الاسئلة والمسائل المرتبطة بعناصر العرض (انواع الانحلال الاشعاعي مثلاً) .
- تجميع الحقائق والمفاهيم التي تتضمنها المحاضرة في صورة ملخص سيوري يمكن للطلبة كتابته في دفاترهم الخاصة .
- غلق المحاضرة بالمرور على ابرز نقاطها في عرض سريع ، مع سؤال الطلبة عن اية اسئلة مثارة في اذهانهم .
- ولاجل ان تكون المحاضرة فعالة فعلى المدرس التنقل داخل الصف ، تغييرات نبرات الصوت من حين لآخر ، عمل بعض التوقفات عند الانتقال الى نقاط جديدة في الموضوع لاثارة انتباه الطلبة وشدهم للدرس ، وطرح الاسئلة المثيرة لتفكير لاسيما تلك الاسئلة التي تتطلب التفسير العلمي لبعض الاحداث المتناقضة ، كما يمكن استخدام الطرائق العلمية من حين لآخر .
- تكليف الطلبة باعداد تقارير عن بعض عناصر موضوع المحاضرة .

درس تطبيقي باستخدام استراتيجية المحاضرة المطورة:

الموضوع الانحلال الاشعاعي .

اولاً : الاهداف الخاصة : اكساب الطلبة معلومات علمية بصورة وتطبيقية عن موضوع الانحلال الاشعاعي من خلال دراستهم للمعلومات الآتية :

- 1 - نوى العناصر غير المستقرة تسعى لتكون مستقرة من خلال انحلالها .
- 2 - هناك ثلاثة انواع للانحلال الاشعاعي : انحلال الفا ، انحلال بيتا انحلال كاما .
- 3 - يحدث انحلال الفا عندما تكون كتلة النواة وحجمها كبيرين نسبياً .
- 4 - جسيمة الفا هي نواة ذرة الهليوم وتتألف من بروتونين ونيوترونين وتمثل بالرمز (${}^4_2\text{He}$) او (α) وهي ذات شحنة موجبة تساوي ($+2e$) .
- 5 - يطلق مصطلح النواة الام على النواة الاصلية قبل الانحلال اما النواة الناتجة بعد الانحلال فيطلق عليها بالنواة الوليدة (النواة البنت) .
- 6 - تتغير قيم العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الام بمقدار اربعة واثنان على التوالي .
- 7 - يمكن حساب طاقة انحلال الفا (Q_α) وفق المعادلة التالية :

$$Q_\alpha = [M_p - M_d - M_\alpha]c^2$$

- 8 - انحلال بيتا هو الانحلال الاشعاعي التلقائي الثاني الذي تستطيع خلاله بعض النوى الوصول الى حالة اكثر استقراراً .
- 9 - توجد ثلاث طرائق تنحل بها بعض النوى تلقائياً بانحلال بيتا وهي :
انبعاث جسيمة بيتا السالبة (الالكترون) وانبعاث جسيمة بيتا الموجبة (البوزترون) واسر (اقتناص) النواة لاحد الالكترونات الذرية المدارية الداخلية .
- 10 - النيوتريينو جسيم يرافق انحلال بيتا الموجبة تكون شحنته وكتلته السكونية تساوي صفراً .
- 11 - يحدث انحلال بيتا السالبة بسبب ان نسبة عدد النيوترونات الى عدد بروتونات النواة هي اكبر من النسبة اللازمة لاستقرارها .
- 12 - يقصد بانحلال كاما على انه وصول النوى الى حالة اكثر استقراراً بانبعث اشعة كاما عندما تتخلص بعض النوى من الطاقة الفائضة لديها .
- 13 - اذا انتقلت النواة من مستوى طاقة عال الى مستوى طاقة منخفض فإن اشعة كاما (فوتون) سوف ينبعث وتكون طاقة الفوتون مساوية لفرق الطاقة بين المستويين .
- 14 - اشعة كاما هي اشعة كهرومغناطيسية (فوتونات) ذات طاقة عالية او تردد عال ، كتلتها السكونية وشحنتها تساوي صفراً ويرمز لها بالرمز (γ) .
- 15 - يبقى العدد الذري والعدد الكتلي ثابتاً في انحلال كاما .

ثانياً : الاغراض السلوكية :

جعل الطالب قادراً على ان :

- 1 - يعرف مفهوم الانحلال الاشعاعي .
- 2 - يعدد انواع الانحلال الاشعاعي .
- 3 - يوضح المقصود بكل نوع من انواع الانحلال الاشعاعي .
- 4 - يعلل سبب حدوث كل نوع من انواع الانحلال الاشعاعي .
- 5 - يوضح بالامثلة المقصود بانحلال الفا .
- 6 - يوضح المقصود بالنواة الام ، النواة البنت .
- 7 - يحدد التغير الحاصل في العدد الذري والعدد الكتلي للنواة الام عند حدوث انحلال الفا .
- 8 - يطبق قوانين الانحلال الاشعاعي في حساب طاقة انحلال الفا .
- 9 - يشرح طرائق انحلال بيتا للنوى .
- 10 - يعرف مفهوم النيوتريينو كما ورد في الكتاب .
- 11 - يعلل سبب بقاء العدد الذري والكتلي ثابتاً في انحلال كاما .
- 12 - يوضح المقصود باشعة كاما .

ثالثاً : المواد والوسائل التعليمية :

السبورة والطباشير ، مصورات تعليمية خاصة بالاشكال الواردة في الكتاب المدرسي .

رابعاً خطوات تدريس الموضوع وفقاً لاستراتيجية المحاضرة المطورة :

1 - المقدمة :

عزيزي المدرس ابدأ درسك بمقدمة عامة موجزة ، حاول خلالها ربط الموضوع الجديد (الانحلال الاشعاعي) ببعض المفاهيم السابقة مثل : تركيب النواة وخصائصها ، طاقة الربط النووية ، بعد ذلك وضح اهمية دراسة الانحلال الاشعاعي بشكل موجز ، محاولاً خلال ذلك تكوين فكرة اساسية لدى الطلبة ان هناك استخدامات عديدة للطاقة النووية سلمياً او غير سلمياً .

ثم اطرح التساؤل الاتي :

س- هل ان نوى جميع العناصر مستقرة؟

س- كيف تكون نوى العناصر مستقرة؟

س- ماذا نقصد بالانحلال الاشعاعي؟ وما انواعه؟

وضح لطلبتك ان هذه التساؤلات وغيرها هي ما ستدور حوله محاضرتك لهذا اليوم؟

لا تنس ان تصغي لاجابات الطلبة ، خلال المقدمة لتتعرف على مستوى معلوماتهم السابقة الممهدة للتعلم الجديد .

2 - العرض :

- عزيزي المدرس : قدم مفهوم الانحلال الاشعاعي لطلبتك ، حاول ان تكتب هذا المفهوم على السبورة ، ثم انتقل بالكلام عن انواع الانحلال الاشعاعي من حيث :
- ما المقصود بكل نوع من انواع الانحلال الاشعاعي ؟
 - متى يحدث كل نوع من انواع الانحلال الاشعاعي ؟
 - ما الامثلة المناسبة على كل نوع من انواع الانحلال الاشعاعي ؟
 - ادمع عرضك باستخدامك السبورة والطباشير الملون - ادمع عرضك باستخدامك المصورات التعليمية للاشكال الواردة في الكتاب المدرسي عن الانحلال الاشعاعي .
 - اشرح كل نوع من انواع الانحلال الاشعاعي بشيء من التفصيل .
 - اطرح اسئلة مثيرة لتفكير الطلبة لشد انتباههم ،
 - كن انبساطياً مع طلبتك .
 - حاول خلال العرض عندما تستعمل اللغة اللفظية ان تنتقل داخل الصف بين طلبتك ، ولا تبقى في مكان واحد .
 - حاول ان تلخص الحقائق والمفاهيم والمعادلات الواردة في الموضوع على السبورة بشكل منظم امام انظار الطلبة لان ذلك سوف يساعد على ترسيخ المعلومات في اذهانهم لفترة اطول .
 - اعط فرصة لطلبتك ليدلوا بآرائهم وتأكد ان جميع طلبة الصف يسمعون السؤال او الجواب ، وكرر السؤال او الجواب اذا كان ذلك ضرورياً لكي يسمعه كل الصف .
 - لا تتحدث بسرعة كبيرة فإن ذلك لا يعطي وقتاً لطلبتك لفهم ما يقال ، ولا تكن بطيئاً لان ذلك يؤثر على انتباههم .
 - استخدم التوقفات بين الكلام للتشديد على النقاط المهمة ولجذب الانتباه وعند الانتقال لحدث جديد ولاعطاء الطلبة الوقت للتفكير كأن تقول :
 - انقلوا ما على السبورة ، انظروا للشكل كذا ، ثم تتوقف بحيث يمكنهم ان يركزوا انتباههم عليك .

3 - التطبيق :

- عزيزي المدرس ... بعد ان تكون قد انتهيت من عرض كل نوع من انواع الانحلال الاشعاعي مثلاً انحلال الفا ، حاول ان تحل مسألة حول الموضوع قدم مثلاً كما المثال الرابع الوارد في دراسة الموضوع في الكتاب ، استعن باستراتيجيات شرح المسائل وحلها (كنا قد تطرقنا لها في مرشد سابق للفيزياء) ، كما يمكنك اختيار سؤال او مسألة مما ورد في نهاية الفصل ، استعمل الرسوم ، حدد المعطيات ، اكتب المعادلات ، حاول اثناء كتابة المعادلة ان تطرح التساؤلات مثل :
- س- ماذا نقصد بالنواة الام ، النواة الوليدة؟
 - س- كيف يتغير العدد الكتلي للنواة الام اثناء الانحلال؟
 - س- ماذا نقصد بجسيمة الفا ؟ كم يبلغ عددها الذري والكتلي؟

- وهكذا ... ان هذه الاسئلة وهذه الارشادات سوف لن تجعل من محاضراتك محاضرة تقليدية .
- كرر نفس المرحلتين الثانية والثالثة (العرض والتطبيق) عندما تنتقل الى المفهوم الجديد انحلال بيتا .
- ركز على المقصود بالمفهوم (انحلال بيتا) .
- اشرح لطلبتك الطرائق الثلاث التي تنحل بها بعض النوى تلقائياً بانحلال بيتا .
- لخص هذه الطرائق على السبورة بمخطط واضح .
- استعن بالاشكال الواردة في الكتاب المدرسي حول الموضوع فإن ذلك ادعى لتثبيت الخبرات لدى الطلبة .
- اطرح الاسئلة التي تثير حدثاً متناقضاً في ذهن الطالب مثال ذلك .
- اذا كانت النواة اساساً لا تحتوي على الالكترونات او البوزترونات فكيف يمكن للنواة ان تبعث الكترونا او بوزتروناً؟
- لا تقدم الاجابات بشكل متسرع ، حاول ان تستقرأ اجابات الطلبة ، علق عليها ، اسمح لاجابات اخرى ، ثم اشرح وفسر ما حدث وما هو سبب ذلك .
- اربط الاجابة بنسبة عدد النيوترونات الى عدد البروتونات في النواة على انها اكبر من النسبة اللازمة لاستقرارها .
- اكتب معادلات الانحلال وعلق عليها واطرح الاسئلة المناسبة ، وقبل ذلك ينبغي لك ان تتأكد من استيعاب الطلبة لرموز معادلات الانحلال فضلاً عن الاعداد الذرية والكتلية .
- انتقل بعد ذلك للامثلة والاسئلة والمسائل التطبيقية .
- كرر نفس الاجراءات السابقة مع مفهوم انحلال كما .
- وعندما تنتهي من العرض والتطبيق لانواع الانحلال الاشعاعي تكون قد وصلت الى مرحلة غلق الدرس .

4 - غلق الدرس :

عزيزي المدرس ... يمكنك غلق الدرس بالخيارات التالي :

- a- تقديم ملخص سريع لما تم دراسته .
- b- تقدم ملخص صوري اعدته مسبقاً لانواع الانحلال الاشعاعي ، مع التعليق الموجز على انواع الانحلال .
- c- ذكر ما فاتك ذكره خلال المحاضرة ، كمعلومات اضافية .
- d- سؤال الطلبة حول النقاط الاساسية للدرس ، وهل هناك اية اسئلة اخرى بحاجة لتوضيح .
- وبذلك عزيزي المدرس تكون قد قدمت موضوع الانحلال الاشعاعي وفقاً لاستراتيجية المحاضرة المطورة .

خامساً : تقويم التعلم

لاحظ عزيزي المدرس ان مرحلة التطبيق التي نفذتها خلال استراتيجية المحاضرة المطورة ، تضمنت الاسئلة التقويمية لعملية تعلم الطلبة ، ولذلك فإن هذا النمط من التقويم يدعى بالتقويم البنائي لانه سار جنب الى جنب مع عمليات التعليم والتعلم .

حل أسئلة الفصل العاشر

س1: اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1 - نصف قطر النواة يتغير تغيراً:

a - طردياً مع $\left(A^{\frac{1}{3}}\right)$.

b - عكسياً مع $\left(A^{\frac{1}{3}}\right)$.

c - طردياً مع (A^3) .

d - عكسياً مع (A^3) .

الجواب / a - طردياً مع $\left(A^{\frac{1}{3}}\right)$.

2 - يكون معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكلون:

a - اكبر لنوى العناصر الخفيفة .

b - اكبر لنوى العناصر الثقيلة .

c - متساوية لجميع نوى العناصر .

d - اكبر لنوى العناصر المتوسطة .

الجواب / d - اكبر لنوى العناصر المتوسطة .

3 - كل مما يلي من خصائص القوة النووية ما عدا:

a - تربط وتمسك بنيوكليونات النواة .

b - لاتعتمد على الشحنة .

c - ذات مدى طويل جداً .

d - الاقوى في الطبيعة .

الجواب / c - ذات مدى طويل جداً .

التوضيح للمدرس : من خصائص القوى النووية بأنها قوى ذوات مدى قصير ولاتعتمد على الشحنة وهي الاقوى في الطبيعة .

4 - اذا افترضنا ان طاقة الربط النووية لنواة النيون $({}^{20}_{10}\text{Ne})$ تساوي (161MeV) . فان معدل طاقة

الربط النووية لكل نيوكلون لنواة النيون بوحدة (MeV) يساوي:

a - 8.05

b - 16.1

c - 3220

d - 1610

الجواب / a - 8.05

$$E'_b = \frac{E_b}{A} = \frac{161 \text{ MeV}}{20} = 8.05 \text{ MeV}$$

التوضيح للمدرس :

5 - تنحل نواة نظير البولونيوم ($^{218}_{84}\text{Po}$) تلقائياً الى نواة نظير الرصاص ($^{214}_{82}\text{Pb}$) بواسطة انحلال:

a - كما .

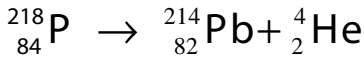
b - بيتا السالبة .

c - بيتا الموجبة .

d - الفا .

الجواب / d - الفا .

التوضيح للمدرس : المعادلة الاتية تبين معادلة نووية لنواة البولونيوم تعاني انحلال الفا α وتتكون من بروتونين ونيوترونين وتمثل بالرمز ^4_2He او α وهي ذات شحنة موجبة ($+2e$)



6 - عندما تعاني نواة تلقائياً انحلال بيتا الموجبة فان عددها الذري :

a - يزداد بمقدار واحد .

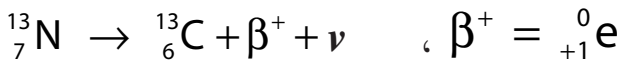
b - يقل بمقدار واحد .

c - يقل بمقدار اربعة .

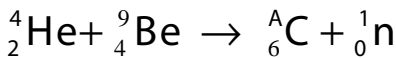
d - لا يتغير .

الجواب / b - يقل بمقدار واحد .

التوضيح للمدرس : على وفق المعادلة النووية التالية لنواة تنحل تلقائياً بواسطة انحلال بيتا الموجبة



7 - في التفاعل النووي التالي :



فان قيمة العدد (A) هي :

a - 13

b - 12

c - 5

d - 6

الجواب / b - 12

التوضيح للمدرس : على وفق المعادلة المذكورة انفاً $4 + 9 = A + 1 \Rightarrow A = 13 - 1 = 12$

8 - في الفيزياء النووية تسمى عملية اندماج نواتين صغيرتين (خفيفتين بالكتلة) لتكوين نواة اثقل :

a - انشطار نووي .

b - عملية الأسر الالكتروني .

c - انحلال بيتا الموجبة .

d - اندماج نووي .

الجواب / d - اندماج نووي .

التوضيح للمدرس :

الاندماج النووي :- تفاعل نووي يتم فيه اندماج نواتين صغيرتين (خفيفتين في الكتلة) لتكوين نواة اثقل وتكون كتلة النواة الاثقل هي اقل من مجموع كتلتي النواتين الخفيفتين الاصليتين و فرق الكتلة يتحول الى طاقة متحررة وذلك على وفق علاقة تكافؤ (الكتلة- الطاقة) لانشتين

9 - من مصادر الاشعاع النووي الخلفي الطبيعي هي :

a - الغبار المتساقط من اختبارات الاسلحة النووية .

c - الاشعاعات النووية الناتجة من المفاعلات النووية .

الجواب / b - الاشعة الكونية .

التوضيح للمدرس : لانها متوافرة في الطبيعة وليس ناتجة من التفاعلات النووية التي نفذها الانسان مثل النفايات النووية المشعة ، الغبار النووي المتساقط ، اختبارات الاسلحة النووية ، استعمال المصادر النووية المشعة في البحوث والدراسات .

10 - تتم عملية الانشطار النووي لنواة اليورانيوم ($^{235}_{92}\text{U}$) باستعمال :

a - بروتون ذو طاقة صغيرة .

c - نيوترون بطيء .

الجواب / c - نيوترون بطيء .

س2/ ما المقصود بكل مما يأتي :

البوزترون ، الانشطار النووي ، طاقة الربط النووية ، التفاعل النووي المتسلسل ، الاندماج النووي ، المفاعل النووي .

الجواب /

البوزترون : هو جسيم يمتلك جميع صفات الألكترون إلا ان شحنته موجبة ، كما يطلق عليه أيضاً مضاد الإللكترون .

الإنشطار النووي : هو تفاعل نووي يتم فيه إنقسام نواة ثقيلة (مثل نواة اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$) الى نواتين متوسطتين بالكتلة وذلك بواسطة قصف هذه النواة الثقيلة بواسطة نيوترون بطيء .

طاقة الربط النووية : هي الطاقة المتحررة عند جمع أعداد مناسبة من البروتونات أو النيوترونات لتشكيل نواة معينة (او هي الطاقة اللازمة لتفكيك النواة الى مكوناتها من البروتونات والنيوترونات) .

التفاعل النووي المتسلسل : هو التفاعل الذي يجعل عملية إنشطار نوى اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$ وغيرها من النوى القابلة للإنشطار أن تستمر .

الاندماج النووي : هو تفاعل نووي يتم فيه اندماج نواتين صغيرتين (خفيفتين بالكتلة) لتكوين نواة أثقل .

المفاعل النووي : مجموعة من المنظومات التي تسيطر على التفاعل النووي الإنشطاري المتسلسل للوقود النووي (مثل اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$ أو البلوتونيوم $^{239}_{94}\text{Pu}$) والطاقة الناتجة منه .

س3 / ما الجسيم الذي :

- a - عدده الكتلي يساوي واحداً وعدده الذري يساوي صفراً .
- b - يطلق عليه مضاد الألكترون .
- c - يرافق الألكترون في انحلال بيتا السالبة التلقائي .
- d - يرافق البوزترون في انحلال بيتا الموجبة التلقائي .

الجواب /

a - النيوترون (1_0n)

b - البوزترون

c - مضاد النيوتريينو ($\bar{\nu}$) او (${}^0_0\bar{\nu}$)

d - النيوتريينو (ν) او (${}^0_0\nu$)

س4 / ما الشرط اللازم لنواة تنحل تلقائياً بواسطة انحلال ألفا ؟

الجواب / الشرط اللازم لنواة تنحل تلقائياً بواسطة إنحلال ألفا أن تكون قيمة طاقة الأنحلال (Q_α) موجبة اي ان ، ($Q_\alpha > 0$)

س5 / علل ما يأتي :-

a - تنبعث أشعة كاما تلقائياً من نوى بعض العناصر المشعة.

الجواب / غالباً ما تترك بعض النوى في حالة (او مستو) إثارة أي لديها طاقة فائضة وذلك بعد معاناتها إنحلال ألفا أو إنحلال بيتا حيث يمكن لمثل هذه النوى أن تتخلص من الطاقة الفائضة بانحلال كاما التلقائي والوصول الى حالة أكثر إستقراراً وذلك بانبعث أشعة كاما .

b - تعد النيوترونات قذائف مهمة في التفاعلات النووية .

الجواب / وذلك لأن شحنة النيوترون تساوي صفراً وهو بذلك يستطيع أن يدخل الى النواة بسهولة جداً (أكثر بكثير من جسيمات ألفا أو البروتونات مثلاً) وذلك لعدم وجود قوة كولوم الكهربائية التنافرية بينه وبين النواة .

س6 / ما الطرائق التي تنحل بها بعض النوى تلقائياً بانحلال بيتا ؟

الجواب /

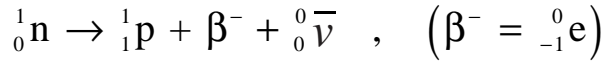
a - إنبعث جسيمة بيتا السالبة (الإلكترون) .

b - إنبعث جسيمة بيتا الموجبة (البوزترون) .

c - عملية الأسر الإلكتروني .

س7 / بما أن النواة أساساً لا تحتوي على الألكترونات فكيف يمكن للنواة أن تبعث ألكتروناً؟
وضح ذلك .

الجواب / عندما تبعث النواة الإلكترون فهو نتاج إنحلال أحد نيوترونات النواة الى بروتون وألكترون ومضاد النيوتريينو ويعبر عن هذا الانحلال بالمعادلة النووية التالية :

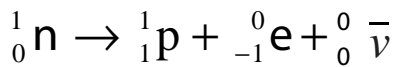
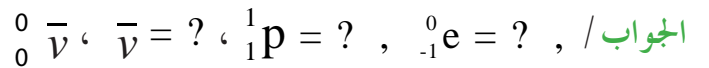
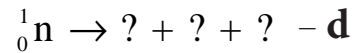
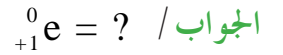
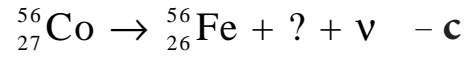
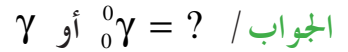
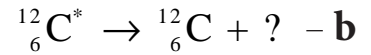
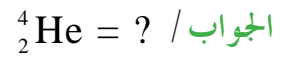
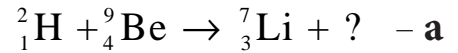


ويحدث هذا الانحلال بسبب أن نسبة عدد نيوترونات الى عدد بروتونات النواة هي أكبر من النسبة اللازمة لاستقرارها .

س8 / ما قوانين الحفظ التي يجب أن تتحقق في التفاعلات النووية ؟
الجواب / أن قوانين الحفظ التي يجب أن تتحقق في التفاعلات النووية هي :

- a - قانون حفظ (الطاقة - الكتلة) .
- b - قانون حفظ الزخم الخطي .
- c - قانون حفظ الزخم الزاوي .
- d - قانون حفظ الشحنة الكهربائية (أو قانون حفظ العدد الذري) .
- e - قانون حفظ عدد النيوكليونات (أو قانون حفظ العدد الكتلي) .

س9 / أكمل المعادلات النووية التالية :



التوضيح للمدرس : في حالة المعادلات النووية فإنه يجب أن يكون مجموع الأعداد الذرية ومجموع الأعداد الكتلية متساويين في طرفي المعادلة النووية أي أنها تكون موزونة .

س10 / من أين تأتي الطاقة الهائلة من عملية الإنشطار النووي ؟

الجواب / تأتي هذه الطاقة من حقيقة كون أن مجموع الكتل الناتجة هي أقل من مجموع الكتل المتفاعلة إذ تتحول الكتلة المفقودة الى كتلة هائلة وفق علاقة اينشتين في تكافؤ (الكتلة - الطاقة) .

س11 / ماذا يحصل اذا لم تتم السيطرة على التفاعل النووي المتسلسل ؟

الجواب / أن ذلك سوف يؤدي الى انفجار عنيف مدمر مع انبعاث كمية هائلة من الطاقة . وقد صنعت القنبلة النووية (شائعاً الذرية) والتي غالباً ما تدعى أيضاً بالقنبلة الإنشطارية بناءً على هذه الحالة .

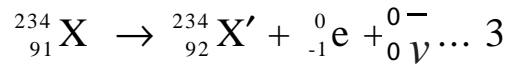
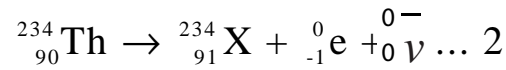
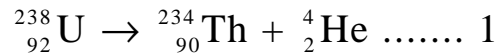
س12 / نواة اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$ انحلت بواسطة إنحلال ألفا التلقائي فتحولت الى نواة الثوريوم (Th) .

ثم انحلت نواة الثوريوم بواسطة إنحلال بيتا السالبة التلقائي وتحولت الى نواة (X) . ثم انحلت نواة (X) بواسطة إنحلال بيتا السالبة التلقائي وتحولت الى نواة (X') .

a - أكتب المعادلات النووية الثلاث لهذه الإنحلالات النووية بالتسلسل .

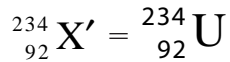
b - حدد اسم النواة (X') .

الجواب / a -



b - بما أن للنواة $^{234}_{92}\text{X}'$ العدد الذري (92) وهو نفس العدد الذري لنواة اليورانيوم ($^{238}_{92}\text{U}$) ،

نستنتج ان النواة ($^{234}_{92}\text{X}'$) هي نظير لنواة اليورانيوم $^{238}_{92}\text{U}$ اي ان :-



اذن اسم النواة X' هي نواة اليورانيوم $^{234}_{92}\text{U}$

س13 / ما العمليات والتفاعلات النووية الرئيسية لإنتاج الطاقة الهائلة في الشمس ؟

الجواب / تعد سلسلة عمليات أو تفاعلات اندماج نوى ذرات الهيدروجين الإعتيادي (البروتونات) لتوليد

نواة ذرة الهيليوم (^4_2He) هي العمليات الرئيسية التي تحدث في باطن الشمس (حيث درجة الحرارة هي

حوالي $(1.5 \times 10^7\text{K})$ وذلك ضمن سلسلة أو دورة تسمى دورة (بروتون - بروتون) .

س14 / ماذا نعني بقولنا (غالباً ما يطلق على التفاعل النووي الإندماجي المسيطر عليه بمصدر الطاقة الذي قد لا ينضب) .

الجواب / لأن مصدر الوقود النووي المستعمل (الهيدروجين) هو متاح وميسر وهو الماء المتوفر بكثرة في الكرة الأرضية .

س15 / ما العائق الرئيس للحصول على طاقة مفيدة من الإندماج النووي ؟

الجواب / هو وجود قوة كولوم الكهربائية التنافرية الكبيرة بين البروتونات والنوى المتفاعلة عندما تكون المسافة بينهم قصيرة .

س16 / ما تأثير ومخاطر الإشعاع النووي على جسم الإنسان ؟ وضح ذلك .

الجواب / تعتمد درجة ونوع الضرر الذي يسببه الإشعاع النووي على عدة عوامل منها نوع الإشعاع (كأشعة كاما أو جسيمات ألفا ... الخ) ، وطاقة هذا الإشعاع والعضو المعرض لهذا الإشعاع (كبد أو عظم أو عين ... الخ) ، إذ ينتج التلف الإشعاعي في جسم الانسان في المقام الأول من تأثير التآين في خلايا الجسم المختلفة . ويؤدي الضرر في خلايا الجسم الإعتيادية الى تأثيرات مبكرة مثل إتهاب الجلد أو تأثيرات متأخرة مثل مرض السرطان (تأثيرات جسدية) .

أما الأضرار التي تحدث في الخلايا التناسلية فيمكن أن تؤدي الى حدوث ولادات مشوهة ويمكن أن ينتقل الضرر الى الأجيال اللاحقة (تأثيرات وراثية) .

س17 / ما الإجراء الاحترازي اللازم إتخاذه لكي نقي أنفسنا من مخاطر الإشعاع النووي الخارجي الذي قد يمكن أن نتعرض له إضطرارياً ؟ وضح ذلك .

الجواب / وجوب تجنب التعرض للإشعاعات النووية أساساً وفي حالة التعرض لمثل هذه الإشعاعات إضطرارياً يجب علينا :

a - تقليل زمن التعرض للإشعاع النووي الى أقل ما يمكن .

b - الابتعاد عن مصدر الإشعاع النووي أكثر ما يمكن .

c - استعمال الحواجز الواقية والملاتمة (درع Shield) بين الانسان ومصدر الإشعاع النووي (إستعمال مادة الرصاص مثلاً) .

حل مسائل الفصل العاشر

إستفد :

$$1.007825 \text{ (u)} = ({}^1_1\text{H}) \text{ كتلة ذرة الهيدروجين}$$

$$4.002603 \text{ (u)} = ({}^4_2\text{He}) \text{ كتلة ذرة الهيليوم}$$

$$1.008665 \text{ (u)} = \text{كتلة النيوترون}$$

$$1\text{u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ (kg)} , h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ (J.s)}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ (m/s)} , e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ (C)}$$

$$1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ (J)}$$

س1- وضع وقود نووي داخل مفاعل نووي ، وبعد حدوث التفاعل النووي كان النقص في كتلته الذي تحول الى طاقة نووية يساوي (0.25g) . جد مقدار الطاقة النووية الناتجة مقدره بوحدة (MeV) .

الحل :

$$E = \Delta mc^2$$

$$= 0.25 \times 10^{-3} \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ m / s})^2$$

$$= 0.25 \times 9 \times 10^{13} \text{ J} = 2.25 \times 10^{13} \text{ J}$$

$$E = \frac{2.25 \times 10^{13}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.406 \times 10^{32} \text{ (eV)}$$

$$= \frac{1.406 \times 10^{32}}{10^6} = 1.406 \times 10^{26} \text{ (MeV)}$$

حل آخر :

نحول الكتلة من وحدة (g) الى وحدة (u) باستعمال العلاقة (1u = 1.66 × 10⁻²⁷ kg)

$$\therefore m = \frac{0.25 \times 10^{-3}}{1.66 \times 10^{-27}} = 0.1506024 \times 10^{24} \text{ (u)}$$

$$E = mc^2$$

لدينا العلاقة

$$c^2 = 931 \frac{\text{MeV}}{\text{u}}$$

$$\therefore E = 0.1506024 \times 10^{24} \times 931$$

$$= 1.4021 \times 10^{26} \text{ (MeV)}$$

س2- للنواة (${}^{56}_{26}\text{Fe}$) جد :

- a - مقدار شحنة النواة
b - نصف قطر النواة مقدراً بوحددة (m) أولاً ، وبوحدة (F) ثانياً .
c - حجم النواة مقدراً بوحددة (m^3) مع العلم بأن ($\sqrt[3]{7} = 1.913$)

الحل :

a - لدينا العلاقة : $q = Ze$

وبالنسبة للنواة (${}^{56}_{26}\text{Fe}$) فان : $Z = 26$, $A = 56$ وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$q = 26 \times 1.6 \times 10^{-19} = 41.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

مقدار شحنة النواة

b - لايجاد نصف قطر النواة بوحددة (m) لدينا العلاقة :

$$R = 1.2 \times 10^{-15} A^{\frac{1}{3}}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$R = 1.2 \times 10^{-15} \times (56)^{\frac{1}{3}} = 1.2 \times 10^{-15} \times \sqrt[3]{56}$$

$$= 1.2 \times 10^{-15} \times \sqrt[3]{2^3 \times 7} = 1.2 \times 10^{-15} \times 2 \times \sqrt[3]{7}$$

$$R = 4.591 \times 10^{-15} \text{ m}$$

وهو نصف قطر النواة بوحددة (m)

c - لايجاد نصف قطر النواة بوحددة (F) لدينا العلاقة :

$$F = 10^{-15} \text{ m}$$

$$R = 4.591(F)$$

وبذلك نحصل على :

وهو نصف قطر النواة بوحددة (F)

كما يمكننا ايجاد نصف قطر النواة بوحددة (F) من العلاقة :

$$R = 1.2A^{\frac{1}{3}}$$

$$R = 1.2 \times (56)^{\frac{1}{3}} = 1.2 \times \sqrt[3]{56} = 1.2 \times \sqrt[3]{2^3 \times 7}$$

$$= 1.2 \times 2 \times \sqrt[3]{7} = 2.4 \times 1.193 = 4.591(F)$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$V = \frac{4}{3} \times 3.14 \times (4.591 \times 10^{-15})^3$$

$$V = \frac{4}{3} \times 3.14 \times 96.766 \times 10^{-45}$$

$$V = 405.1 \times 10^{-45} \text{ (m}^3\text{)}$$

حل آخر:

كما يمكننا ايجاد حجم النواة من العلاقة :

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

$$V = \frac{4}{3} \times 3.14 \times (1.2 \times 10^{-15})^3 \times 56$$

$$V = \frac{4}{3} \times 3.14 \times 1.728 \times 10^{-45} \times 56$$

$$V = 405.1 \times 10^{-45} \text{ (m}^3\text{)}$$

س3 - اذا علمت ان نصف قطر نواة البولونيوم ($^{216}_{84}\text{Po}$) يساوي ضعف نصف قطر نواة مجهولة (X).
جد العدد الكتلي للنواة المجهولة .

الحل : نفرض ان العدد الكتلي للنواة المجهولة هو (A_x)
نفرض ان نصف قطر النواة المجهولة هو (R_x)

$$R_{po} = 2R_x \dots\dots\dots (1)$$

ومن منطوق السؤال فان :

نفرض ان (R_{po}) يمثل نصف قطر نواة ($^{216}_{84}\text{Po}$)
نفرض ان العدد الكتلي للنواة ($^{216}_{84}\text{Po}$) هو (A_{po})

لدينا العلاقة :

$$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$$

$$R_{po} = r_0 (A_{po})^{\frac{1}{3}} \quad \text{بالنسبة لنواة البولونيوم فان:}$$

$$R_x = r_0 (A_x)^{\frac{1}{3}} \quad \text{بالنسبة لنواة المجهولة فان:}$$

وبالتعويض في العلاقة (1) نحصل على

$$r_0 (A_{po})^{\frac{1}{3}} = 2r_0 (A_x)^{\frac{1}{3}}$$

$$\therefore (A_{po})^{\frac{1}{3}} = 2(A_x)^{\frac{1}{3}}$$

$$A_{po} = 8A_x$$

وبتكعيب طرفي العلاقة السابقة نحصل على:

$$A_x = \frac{A_{po}}{8} \dots\dots\dots(2)$$

وبما انه العدد الكتلي لنواة ($^{216}_{84}\text{Po}$) يساوي (216)

وبالتعويض في العلاقة (2) نحصل على:

$$A_x = \frac{216}{8} = 27$$

حل آخر:

لدينا العلاقة:

$$\begin{aligned} R_{po} &= r_0 (A_{po})^{\frac{1}{3}} = 1.2 \times 10^{-15} \times (216)^{\frac{1}{3}} \\ &= 1.2 \times 10^{-15} \times 6 = 7.2 \times 10^{-15} \text{ (m)} \end{aligned}$$

ومن منطوق السؤال فانه:-

$$R_x = \frac{R_{po}}{2} = \frac{7.2 \times 10^{-15}}{2} = 3.6 \times 10^{-15} \text{ (m)}$$

$$R_x = r_0 (A_x)^{\frac{1}{3}}$$

لدينا العلاقة:

$$3.6 \times 10^{-15} = 1.2 \times 10^{-15} (A_x)^{\frac{1}{3}}$$

$$\therefore (A_x)^{\frac{1}{3}} = 3$$

$$A_x = 27$$

وبتكعيب طرفي المعادلة السابقة نحصل على:

س4 - جد طاقة الربط النووية لنواة $({}^{126}_{52}\text{Te})$ مقدرة بوحدة (MeV) أولاً . وبوحدة (J) ثانياً . اذا علمت ان كتلة ذرة $({}^{126}_{52}\text{Te})$ تساوي (125.903322 u) .

الحل :

لدينا العلاقة :

$$E_b = [ZM_H + Nm_n - M] c^2$$

وبما ان الكتلة هي معطاة بوحدة (u)

$$E_b = [ZM_H + Nm_n - M] \times 931 (\text{MeV})$$

وبالنسبة لنواة $({}^{126}_{52}\text{Te})$ فان :

$$A = 126 , Z = 52 , N = A + Z , N = A - Z$$

$$N = 126 - 52 = 74$$

وبتعويض هذه القيم في العلاقة السابقة نحصل على :

$$E_b = [52 \times 1.007825 + 74 \times 1.008665 - 125.903322] \times 931$$

$$E_b = [52.4069 + 74.64121 - 125.903322] \times 931$$

$$E_b = [127.04811 - 125.903322] \times 931$$

$$E_b = 1.144788 \times 931 = 1065.798 (\text{MeV})$$

وهي طاقة الربط النووية لنواة $({}^{126}_{52}\text{Te})$ بوحدة (MeV)

ولايجاد طاقة الربط النووية بوحدة (J) لدينا العلاقة :

$$1\text{MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$\therefore E_b = 1.65.798 \times 10^{-13} = 1705.277 \times 10^{-13} \text{ J}$$

وهي طاقة الربط النووية لنواة $({}^{126}_{52}\text{Te})$ بوحدة (J)

س5 - للنواة $({}^{12}_6\text{C})$ جد :

a - النقص الكتلي مقدراً بوحدة (u) . b - طاقة الربط النووية مقدرة بوحدة (MeV) .

c - معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكليون مقدرة بوحدة (MeV) .

مع العلم بأن كتلة ذرة $({}^{12}_6\text{C})$ تساوي (12u) .

الحل : a) لدينا العلاقة :

$$\Delta m = ZM_H + Nm_n - M$$

وبالنسبة لنواة $({}^{12}_6\text{C})$ فإن :

$$A = 12 , Z = 6 , N = A - Z = 12 - 6 = 6$$

وبتعويض هذه القيم في العلاقة السابقة نحصل على :

$$\Delta m = 6 \times 1.007825 + 6 \times 1.008665 - 12$$

$$\Delta m = 6.04695 + 6.05199 - 12$$

$$\Delta m = 12.09894 - 12 = 0.09894 (u)$$

وهو النقص الكتلي مقدراً بوحدة (u) .

(b) لدينا العلاقة :

$$E_b = \Delta mc^2$$

$$= 0.09894 \times 931$$

$$(\text{اذان } c^2 = 931 \frac{\text{MeV}}{u})$$

$$E_b = 92.113 (\text{MeV})$$

وهي طاقة الربط النووية لنواة ($^{12}_6\text{C}$) مقدرة بوحدة (MeV)

(c) لدينا العلاقة

$$E'_b = \frac{E_b}{A}$$

$$\therefore E'_b = \frac{92.113}{12} = 7.676 (\text{MeV})$$

وهي معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة ($^{12}_6\text{C}$) بوحدة (MeV)

س 6 - أي من النواتين الآتيتين تمتلك طاقة ربط نووية أكبر من الأخرى ، نواة (^3_1H)

أم نواة (^3_2He) ؟ جد الجواب بوحدة (MeV) .

مع العلم بأن الكتل الذرية لكل من : ($^3_1\text{H} = 3.016050 (u)$, ($^3_2\text{He} = 3.016030 (u)$)

الحل : لدينا العلاقة :

$$E_b = [ZM_H + Nm_n - M] c^2$$

وبما ان الكتل هي معطاة بوحدة (u) فإن :

$$E_b = [ZM_H + Nm_n - M] \times 931 (\text{MeV}) \dots (1)$$

نجد اولاً طاقة الربط النووية لنواة (^3_1H) وبالنسبة لهذه النواة فإن :

$$A = 3 , Z = 1 , N = A - Z = 3 - 1 = 2$$

وبتعويض هذه القيم في العلاقة (1) نحصل على :

$$E_b = [1 \times 1.007825 + 2 \times 1.008665 - 3.016050] \times 931$$

$$E_b = [1.007825 + 2.01733 - 3.016050] \times 931$$

$$E_b = [3.025155 - 3.016050] \times 931$$

$$E_b = 9.105 \times 10^{-3} \times 931 = 8.477 \text{ (MeV)}$$

وهي طاقة الربط النووية لنواة (${}^3_1\text{H}$)

$$A = 3 , Z = 2 , N = A - Z = 3 - 2 = 1 \quad \text{فإن } ({}^3_2\text{He}) \text{ وبالنسبة لنواة}$$

وبتعويض هذه القيم في العلاقة (1) نحصل على:

$$E_b = [2 \times 1.007825 + 1 \times 1.008665 - 3.016030] \times 931$$

$$E_b = [2.01565 + 1.008665 - 3.016030] \times 931$$

$$E_b = [3.024315 - 3.016030] \times 931$$

$$E_b = 8.285 \times 10^{-3} \times 931 = 7.713 \text{ (MeV)}$$

وهي طاقة الربط النووية لنواة (${}^3_2\text{He}$) .

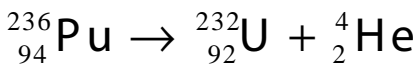
ومن هذه الحسابات نستنتج :-

ان طاقة الربط النووية لنواة (${}^3_1\text{H}$) 8.477 (MeV) هي اكبر من طاقة الربط النووية لنواة (${}^3_2\text{He}$)

7.713 (MeV) بمقدار 0.764 (MeV)

س7- برهن على أن نواة البلوتونيوم (${}^{236}_{94}\text{Pu}$) تحقق شرط الانحلال التلقائي الى نواة اليورانيوم (${}^{232}_{92}\text{U}$) بواسطة إنحلال ألفا . أكتب أيضاً المعادلة النووية للإنحلال . مع العلم بأن الكتل الذرية لكل من :

$${}^{236}_{94}\text{Pu} = 236.046071 \text{ (u)} , {}^{232}_{92}\text{U} = 232.037168 \text{ (u)}$$



الحل : المعادلة النووية للانحلال هي :

النواة النواة جسيمة
الام الوليدة الفا

لدينا العلاقة :

$$Q_\alpha = [M_p - M_d - M_\alpha]c^2$$

وبما ان الكتل هي معطاة بوحدتي (u) فإن :

$$Q_\alpha = [M_p - M_d - M_\alpha] \times 931 \text{ (MeV)}$$

ان شرط الانحلال التلقائي لنواة تنحل بانحلال الفا هو ($Q_\alpha > 0$) ان تكون قيمة طاقة الانحلال Q_α موجبة)

$$Q_{\alpha} = [236.046071 - 232.037168 - 4.002603] \times 931$$

$$Q_{\alpha} = [236.046071 - 236.039771] \times 931$$

$$Q_{\alpha} = 6.3 \times 10^{-3} \times 931 = 5.865 \text{ MeV}$$

بما ان قيمة (Q_{α}) هي قيمة موجبة اي ان ($Q_{\alpha} > 0$) اذن تحقق شرط الانحلال التلقائي .

س8- ما مقدار تغير كتلة نواة ساكنة إبتدائياً عندما تطلق تلك النواة أشعة كما طاقتها (2MeV) ؟ جد الجواب مقدراً بوحدة (u) أولاً . وبوحدة (kg) ثانياً . ما الطول لموجي لهذه الأشعة مقدراً بوحدة (m) ؟ أهمل إرتداد النواة .

$$E = \Delta mc^2 \dots\dots (1)$$

الحل : لدينا العلاقة :

$$c^2 = 931 \frac{\text{Mev}}{u}$$

وكذلك لدينا العلاقة

وبالتعويض في المعادلة (1) نحصل على :

$$2(\text{Mev}) = (\Delta m) \times \left(931 \frac{\text{Mev}}{u} \right)$$

$$\therefore \Delta m = \frac{2}{931} = 2.148 \times 10^{-3} (u)$$

وهو مقدار تغير كتلة النواة بوحدة (u)

ولكي نحصل على مقدار تغير كتلة النواة بوحدة (kg) لدينا العلاقة :

$$1u = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\therefore \Delta m = 2.148 \times 10^{-3} \times 1.66 \times 10^{-27}$$

$$= 3.566 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

وهو مقدار تغير كتلة النواة بوحدة (kg)

ولايجاد الطول الموجي للأشعة لدينا العلاقتان الاتيتان :

$$E = hf \quad , \quad f = \frac{c}{\lambda}$$

$$\therefore E = \frac{hc}{\lambda}$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$2 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\therefore \lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{2 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$\therefore \lambda = \frac{19.89 \times 10^{-26}}{3.2 \times 10^{-13}} = 6.216 \times 10^{-13} \text{ (m)}$$

وهو الطول الموجي لهذه الاشعة مقدراً بوحدة (m)

س 9 - حدث تفاعل نووي بين جسيم ساقط ونواة البريليوم (${}^9_4\text{Be}$) الساكنة ونتج عن هذا التفاعل جسيم النيوترون ونواة الكربون (${}^{12}_6\text{C}$) .

a - عبر عن هذا التفاعل بمعادلة تفاعل نووي ومنها حدد اسم الجسيم الساقط .

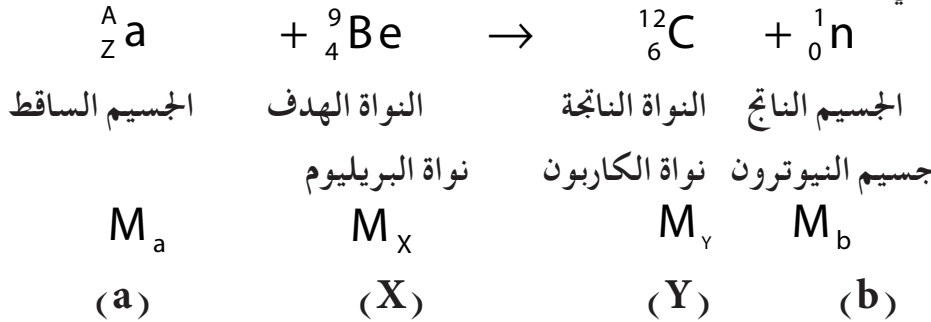
b - جد طاقة التفاعل النووي مقدرة بوحدة (MeV) .

c - ما نوع هذا التفاعل النووي ؟ مع العلم بأن الكتل الذرية لكل من :

$${}^9_4\text{Be} = 9.012186 \text{ (u)} , {}^{12}_6\text{C} = 12 \text{ (u)}$$

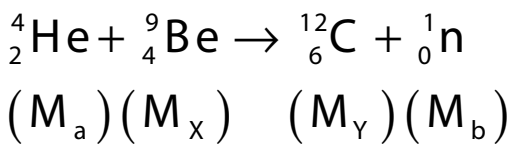
الحل : a) نفرض ان الجسيم الساقط هو (${}^A_Z\text{a}$)

اذن معادلة التفاعل النووي هي



وبما ان معادلة التفاعل النووي يجب ان تكون موزونة اي انه يجب ان يكون مجموع الاعداد الذرية ومجموع

الاعداد الكتلية متساويين في طرفي المعادلة النووية ومنها نستطيع ان نستنتج بأن الجسيم الساقط هو جسيمة الفا (${}^4_2\text{He}$) وبذلك تكون معادلة التفاعل النووي هي :



b) لدينا العلاقة

$$Q = [M_a + M_x - M_y - M_b] c^2$$

وبما ان الكتل هي معطاة بوحدة (u) فإن :

$$Q = [M_a + M_x - M_y - M_b] \times 931(\text{MeV})$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$Q = [4.002603 + 9.012186 - 12 - 1.008665] \times 931$$

$$Q = [13.014789 - 13.005665] \times 931$$

$$Q = 6.124 \times 10^{-3} \times 931 = 5.701(\text{MeV})$$

وهي طاقة التفاعل النووي مقدرة بوحدة (MeV)

(c) بما ان قيمة (Q) هي موجبة (اي ان $Q > 0$)

اذن التفاعل هو من النوع المحرر للطاقة .

ملاحظة :- يمكن ايضاً استعمال العلاقة :

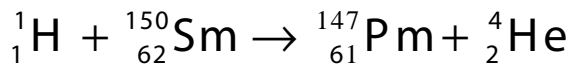
$$Q = [(M_a + M_x) - (M_y + M_b)] c^2$$

وهي تؤدي الى النتيجة نفسها .

س 10 - حدث تفاعل نووي بين بروتون ساقط ونواة السماريوم ($^{150}_{62}\text{Sm}$) الساكنة ونتج عن هذا التفاعل جسيمة الفا ونواة البروميثيوم ($^{147}_{61}\text{Pm}$) . فإذا علمت بأن طاقة التفاعل النووي تساوي (MeV) 6.88 وأن كتلة ذرة السماريوم تساوي (u) 149.917276 .

عبر عن هذا التفاعل بمعادلة تفاعل نووي ، ثم جد كتلة ذرة البروميثيوم مقدر بوحدة (u) .

الحل : ان معادلة التفاعل النووي هي :



الجسيم	النواة	النواة	الجسيم
الناجم	الهدف	الناجمة	الناجم

$$(M_a) (M_x) \quad (M_y) (M_b)$$

جسيمة	نواة	نواة	جسيم
الفا	السماريوم	البروميثيوم	البروتون
(b)	(X)	(Y)	(a)

لدينا العلاقة

$$Q = [M_a + M_x - M_y - M_b] c^2$$

وبما ان الكتل هي معطاة بوحدة (u) فإن :

$$Q = [M_a + M_x - M_y - M_b] \times 931(\text{MeV})$$

وبالتعويض في العلاقة السابقة نحصل على :

$$6.88 = [1.007825 + 149.917276 - M_{Pm} - 4.002603] \times 931$$

$$\frac{6.88}{931} = 150.925101 - M_{Pm} - 4.002603$$

$$7.39 \times 10^{-3} = 146.922498 - M_{Pm}$$

$$M_{Pm} = 146.922498 - 0.007390$$

$$M_{Pm} = 146.915108 (u)$$

وهي كتلة ذرة البروميثيوم مقدره بوحدة (u) .

ملاحظة :- يمكن ايضاً استعمال العلاقة :

$$Q = [(M_a + M_x) - (M_y + M_b)] c^2$$

وهي تؤدي الى النتيجة نفسها .

س 11 - اذا افترضنا بأنه طاقة مقدارها (MeV) 200 تتحرر عند إنشطار نواة واحدة من اليورانيوم $({}^{235}_{92}\text{U})$. جد عدد نوى اليورانيوم اللازمة لتحرير طاقة مقدارها (J) (3.2×10^{12}) .

الحل : عند انشطار نواة واحدة من اليورانيوم $({}^{235}_{92}\text{U})$ فان :

$$3.2 \times 10^{-11} \text{ J} = 200 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = \text{الطاقة المتحررة لوحد الجول}$$

اذن عدد اليورانيوم $({}^{235}_{92}\text{U})$ اللازمة لتحرير طاقة مقدارها (J) (3.2×10^{12})

$$\frac{\text{الطاقة الكلية المحررة}}{\text{الطاقة التي تحررها نواة واحدة}} =$$

$$\frac{3.2 \times 10^{12} \text{ J}}{3.2 \times 10^{-11} \text{ J}} =$$

$$10^{23} (\text{nuclei}) =$$

حلول فكر

فكر / ص 287

هل تستطيع أن تميز اللون الذي يمثل البروتون واللون الذي يمثل النيوترون في شكل (6) ؟

الحل :

اللون الذي يميز البروتون في الشكل (6) هو اللون الأحمر واللون الذي يميز النيوترون هو اللون الأخضر. إذ نلاحظ أنه توجد في هذا الشكل ثلاث نظائر لليثيوم ${}^3_3\text{Li}$, ${}^7_3\text{Li}$, ${}^8_3\text{Li}$ إذ أن العدد الذري هو عدد البروتونات في النواة وهو (3) (اللون الأحمر) وبتطبيق العلاقة ($A = N + Z$) نجد أن عدد النيوترونات لهذه النظائر هو: 3، 4، 5 (اللون الأخضر).

فكر / ص 296

من ملاحظة أمثلة المعادلات النووية الثلاث المجاورة لنوى تنحل تلقائياً بواسطة إنحلال بيتا، هل تستطيع أن تعرف ما يفعله إنحلال كل من بيتا السالبة وبيتا الموجبة والأسر الألكتروني في قيم العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الأم؟

الحل :

من ملاحظة المعادلات الثلاث فإن العدد الكتلي للنواة الأم يبقى نفسه (لا يتغير) ولكن العدد الذري يزداد بمقدار واحد (1) في إنحلال بيتا السالبة ويقل بمقدار واحد (1) في إنحلال بيتا الموجبة والأسر الألكتروني علماً بأن :

$$(\beta^- = {}^0_{-1}e), (\beta^+ = {}^0_{+1}e), (\bar{\nu} = {}^0_0\bar{\nu}), (\nu = {}^0_0\nu)$$

TABLE A.3 Table of Atomic Masses^a

Atomic Number Z	Element	Symbol	Chemical Atomic Mass (u)	Mass Number (* Indicates Radioactive) A	Atomic Mass (u)	Percent Abundance	Half-Life (If Radioactive) $T_{1/2}$
0	(Neutron)	n		1*	1.008 665		10.4 min
1	Hydrogen	H	1.007 9	1	1.007 825	99.985	
				2	2.014 102	0.015	
				3*	3.016 049		12.33 yr
2	Helium	He	4.002 60	3	3.016 029	0.000 14	
				4	4.002 602	99.999 86	
3	Lithium	Li	6.941	6*	6.018 886		0.81 s
				6	6.015 121	7.5	
				7	7.016 003	92.5	
				8*	8.022 486		0.84 s
4	Beryllium	Be	9.012 2	7*	7.016 928		53.3 days
				9	9.012 174	100	
				10*	10.013 534		1.5×10^6 yr
5	Boron	B	10.81	10	10.012 936	19.9	
				11	11.009 305	80.1	
				12*	12.014 352		0.020 2 s
6	Carbon	C	12.011	10*	10.016 854		19.3 s
				11*	11.011 433		20.4 min
				12	12.000 000	98.90	
				13	13.003 355	1.10	
				14*	14.003 242		5 730 yr
				15*	15.010 599		2.45 s
				12*	12.018 613		0.011 0 s
				13*	13.005 738		9.96 min
7	Nitrogen	N	14.006 7	14	14.003 074	99.63	
				15	15.000 108	0.37	
				16*	16.006 100		7.13 s
				17*	17.008 450		4.17 s
				14*	14.008 595		70.6 s
				15*	15.003 065		122 s
				16	15.994 915	99.761	
				17	16.999 132	0.039	
				18	17.999 160	0.20	
				19*	19.003 577		26.9 s
9	Fluorine	F	18.998 40	17*	17.002 094		64.5 s
				18*	18.000 937		109.8 min
				19	18.998 404	100	
				20*	19.999 982		11.0 s
				21*	20.999 950		4.2 s
10	Neon	Ne	20.180	18*	18.005 710		1.67 s
				19*	19.001 880		17.2 s
				20	19.992 435	90.48	
				21	20.993 841	0.27	
				22	21.991 383	9.25	
				23*	22.994 465		37.2 s
				21*	20.997 650		22.5 s
11	Sodium	Na	22.989 87	22*	21.994 434		2.61 yr
				23	22.989 770	100	
				24*	23.990 961		14.96 h
				23*	22.994 124		11.3 s
12	Magnesium	Mg	24.305	24	23.985 042	78.99	
				25	24.985 838	10.00	
				26	25.982 594	11.01	
				27*	26.984 341		9.46 min
				26*	25.986 892		7.4×10^5 yr
				27	26.981 538	100	
13	Aluminum	Al	26.981 54	28*	27.981 910		2.24 min

TABLE A.3 Table of Atomic Masses^a

Atomic Number <i>Z</i>	Element	Symbol	Chemical Atomic Mass (u)	Mass Number (* Indicates Radioactive) <i>A</i>	Atomic Mass (u)	Percent Abundance	Half-Life (If Radioactive) <i>T</i> _{1/2}
14	Silicon	Si	28.086	28	27.976 927	92.23	
				29	28.976 495	4.67	
				30	29.973 770	3.10	
				31*	30.975 362		2.62 h
				32*	31.974 148		172 yr
15	Phosphorus	P	30.973 76	30*	29.978 307		2.50 min
				31	30.973 762	100	
				32*	31.973 908		14.26 days
				33*	32.971 725		25.3 days
				34	33.972 071	95.02	
16	Sulfur	S	32.066	32	32.971 459	0.75	
				33	33.967 867	4.21	
				34	34.969 033		87.5 days
				35*	35.967 081	0.02	
				36*	36.968 853	75.77	
17	Chlorine	Cl	35.453	35	36.965 903	24.23	
				36*	35.968 307		3.0 × 10 ⁵ yr
				37	36.965 903		
18	Argon	Ar	39.948	36	35.967 547	0.337	
				37*	36.966 776		35.04 days
				38	37.962 732	0.063	
				39*	38.964 314		269 yr
				40	39.962 384	99.600	
				42*	41.963 049		33 yr
19	Potassium	K	39.098 3	39	38.963 708	93.258 1	
				40*	39.964 000	0.011 7	1.28 × 10 ⁹ yr
				41	40.961 827	6.730 2	
				42*	40.962 279		
20	Calcium	Ca	40.08	40	39.962 591	96.941	
				41*	40.962 279		1.0 × 10 ⁵ yr
				42	41.958 618	0.647	
				43	42.958 767	0.135	
				44	43.955 481	2.086	
				46	45.953 687	0.004	
				48	47.952 534	0.187	
				48	47.952 534		
21	Scandium	Sc	44.955 9	41*	40.969 250		0.596 s
				45	44.955 911	100	
22	Titanium	Ti	47.88	44*	43.959 691		49 yr
				46	45.952 630	8.0	
				47	46.951 765	7.3	
				48	47.947 947	73.8	
				49	48.947 871	5.5	
				50	49.944 792	5.4	
23	Vanadium	V	50.941 5	48*	47.952 255		15.97 days
				50*	49.947 161	0.25	1.5 × 10 ¹⁷ yr
				51	50.943 962	99.75	
24	Chromium	Cr	51.996	48*	47.954 033		21.6 h
				50	49.946 047	4.345	
				52	51.940 511	83.79	
				53	52.940 652	9.50	
				54	53.938 883	2.365	
				54*	53.940 361		312.1 days
25	Manganese	Mn	54.938 05	54*	54.938 048	100	
				55	54.938 048		
26	Iron	Fe	55.847	54	53.939 613	5.9	
				55*	54.938 297		2.7 yr
				56	55.934 940	91.72	
				57	56.935 396	2.1	
				58	57.933 278	0.28	
				60*	59.934 078		1.5 × 10 ⁶ yr
				60*	59.933 198		
27	Cobalt	Co	58.933 20	59	58.933 198	100	
				60*	59.933 820		5.27 yr

المحتويات

الصفحة	الفصل
47-9	الفصل الاول (المتسعات)
76-48	الفصل الثاني (الحث الكهرومغناطيسي)
115-77	الفصل الثالث (التيار المتناوب)
130-116	الفصل الرابع (الموجات الكهرومغناطيسية)
146-131	الفصل الخامس (البصريات الفيزيائية)
173-147	الفصل السادس (الفيزياء الحديثة)
196-174	الفصل السابع (الالكترونيات الحالة الصلبة)
215-197	الفصل الثامن (الاطياف الذرية والليزر)
231-216	الفصل التاسع (الفيزياء النسبية)
256-232	الفصل العاشر (الفيزياء النووية)