

الوحدة 9 : النشاط الإشعاعي والتفاعلات النووية

اعداد الاستاذ / سعد موسى

النواة : (يعني الرقم بعد العنصر العدد الكتلي للنظير ويسمى هذا الترميز بالترميز الهائفي مثل الليثيوم - 3)

سؤال : عندما تتنفس الهواء فإن جسمك يمتص جزء ضئيل جدا من المشع

الهيليوم - 4 الكربون - 12 الكربون - 14 الأكسجين - 16

وصف النواة :

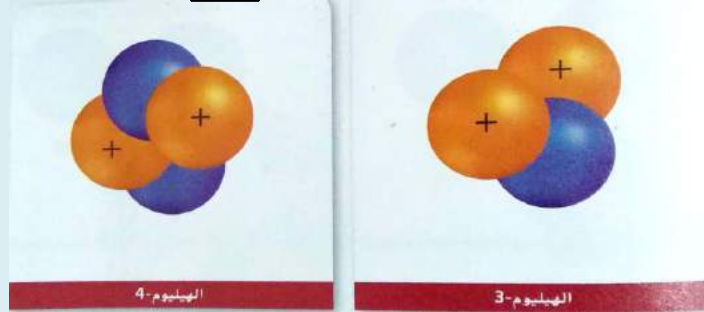
- تتكون الذرة من بروتونات (P^+) ونيوترونات (n^0) وإلكترونات (e^-)
- تتكون النواة من بروتونات (P) ونيوترونات (n)
- البروتونات (P) موجبة الشحنة الكهربائية - النيوترونات (n) ليس لها شحنة
- الذرة متعادلة كهربائياً لأن :**
- عدد الإلكترونات (e) سالبة الشحنة تساوي عدد البروتونات (P) موجبة الشحنة

حجم النواة :

- حجم النواة صغير جداً وتشغل حجم ضئيل مقارنة بالحجم الذي تشغله الإلكترونات التي تدور حولها
- تتركز معظم كتلة الذرة في النواة
- كتلة النواة (P + n) أكبر من كتلة الإلكترونات بمقدار 2000 مرة تقريباً

النظائر :

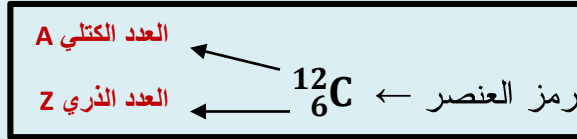
- هي النوى التي تحتوي على نفس عدد البروتونات (P) ولكنها تحتوي أعداد مختلفة من النيوترونات
- مثال نظائر الكربون (الكربون - 12 $^{12}_6C$ ، الكربون - 13 $^{13}_6C$ ، الكربون - 14 $^{14}_6C$)



أعداد النواة

- العدد الذري (Z) :** هو عدد البروتونات (P) في نواة الذرة ويساوي عدد الإلكترونات في الذرة المتعادلة
- العدد الكتلي (A) :** مجموع أعداد البروتونات (P) وأعداد النيوترونات (n) في النواة
- العدد الكتلي (A) = العدد الذري (Z أو P) + عدد النيوترونات (n)

● تمثيل العنصر



القوى داخل النواة

♣ تتأثر مكونات النواة (n,P) بقوتين :

▪ **القوة النووية الشديدة** : قوة تتسبب في انجذاب البروتونات والنيوترونات مع بعضها البعض

▪ **القوة الكهربائية** : قوة تنافر الشحنات الموجبة بين البروتونات (P)

♣ يوجد أربع قوى أساسية في الطبيعة : الجاذبية ، الكهرومغناطيسية ، النووية الشديدة ، النووية الضعيفة

♣ أقوى القوى هي القوة النووية و اضعفها هي قوة الجاذبية

♣ يظهر أثر القوة النووية الشديدة عندما تكون البروتونات والنيوترونات قريبة من بعضها

♣ المخطط التالي يوضح القوة المحصلة على النواة نتيجة تأثير القوة الكهربائية والقوة النووية الشديدة

وضع الجسيمات	مقاربة	متباعدة	
أثر واتجاه القوة النووية الشديدة	تجاذب قوي	قوة نووية شديدة = 0	
أثر واتجاه القوة الكهربائية	تنافر ضعيف	تنافر قوى	
القوة المحصلة	تجاذب	تنافر	

♣ **النوى قليلة البروتونات (P) والنيوترونات (n)**

نوع القوى	القوة النووية الشديدة (→ ←)	القوة الكهربائية (→ ←)
قوة القوى	تجاذب قوي	تنافر ضعيف
ناتج قوة تجاذب / تنافر	التجاذب < التنافر	
محصلة القوى	تجاذب يجعل النواة متماسكة	

♣ **النوى عديدة البروتونات (P) والنيوترونات (n)**

نوع القوى	القوة النووية الشديدة (→ ←)	القوة الكهربائية (→ ←)
قوة القوى	تجاذب = القوة النووية الشديدة في النوى الصغيرة	تنافر قوي
ناتج قوة تجاذب / تنافر	التجاذب > التنافر	
محصلة القوى	تنافر يجعل النواة أقل تماسكا	

♣ نسب النيوترونات إلى البروتونات (P : n) في النوى المستقرة

النواة المستقرة		
حجم النواة	صغيرة الحجم	كبيرة الحجم
نسبة النيوترونات : البروتونات	1 : 1	3 : 2

♣ نسب النيوترونات إلى البروتونات (نوى غير مستقرة)

النواة غير المستقرة
تحتوي عدد كبير من النيوترونات مقارنة بعدد البروتونات
تردد نسبة النيوترونات إلى البروتونات في النوى الأكبر حجما
النيوترونات لا تساهم في قوة التناثر الكهربائي في النوى الأكبر حجما

النشاط الإشعاعي

- إذا كانت القوة النووية الشديدة قوية بما يكفي لتماسك النواة تكون هذه النوى مستقرة
- إذا كانت القوة النووية الشديدة ليست قوية بالقدر الكافي للحفاظ على تماسك النواة فإنها تتحلل وتبعث طاقة

🍎 النشاط الإشعاعي :

- هي عملية تحلل النواة وانبعثات مادة وطاقة منها
- النوى التي تحتوي على أكثر من 83 بروتون مشعة وقليل من النوى التي تحتوي عدد أقل من 83 بروتون تكون مشعة مثل (الكربون - 14)
- لا يوجد في الطبيعة نوى تحتوي على أكثر من 92 بروتون
- يمكن تصنيع بعض العناصر المشعة في المختبرات

الانحلال النووي والتفاعلات النووية

🍎 الانحلال النووي :

- عند انحلال النواة تنبعث منها جسيمات وطاقة فيما يعرف بالإشعاع النووي (يحدث تلقائيا)
- تعرف المواد الناتجة من انحلال النواة (جسيمات ألفا وجسيمات بيتا ، اشعة جاما)

🍎 جسيمات ألفا (α) ${}^4_2\text{H}$:

- تنبعث عندما لا تكون القوة النووية الشديدة قوية بدرجة كافية لتماسك النواة

- يتكون جسيم ألفا من 2 بروتون و 4 نيوترون وهو نفسه نواة الهيليوم - 4 (${}^4_2\text{He}$)
- أكبر الجسيمات المنبعثة من الانحلال النووي بطاقة عالية وشحنة (+2)
- تنقل الطاقة عبر انتقالها خلال المواد الصلبة والسائلة والغازية
- قدرتها على النفاذ والاختراق ضعيفة توقف بورقة واحدة

● جسيمات بيتا (β) ${}^0_{-1}\text{e}$:

- تنبعث نتيجة للقوة النووية الضعيفة وهي قوة قصيرة المدى
- القوى النووية أضعف من جميع القوى ما عدا الجاذبية
- تحول النيوترونات (n) إلى بروتونات (P) عندما تكون نسبة النيوترون : البروتون كبيرة جدا
- جسيمات أو إلكترون عالي الطاقة سريع جدا قدرته على الاختراق أكبر من جسيمات ألفا وأقل من جاما
- شحنتها سالبة (-1)
- توقف بصفيحة من الألمونيوم سمكها 3 mm

● أشعة جاما (γ) :

- موجات كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية
- ليس لها كتلة ولا شحنة
- تنتقل بسرعة الضوء حيث تفقد النواة طاقة ولا تفقد كتلة
- لها قدرة عالية على النفاذ والاختراق وتصد بقوالب سمكية من الرصاص

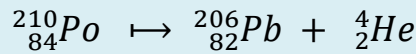
● الضرر الناتج عن الانحلال الإشعاعي :

تقوم بتلف الأنسجة والخلايا والجزيئات الحيوية الضعيفة مما ينجم عنه أمراض كثيرة

● التحول النووي

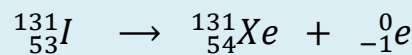
- نوع من الانحلال النووي وهو عملية تغير عنصر معين ليصبح عنصر آخر
- يحدث أثناء انحلال ألفا و بيتا

مثال لتكون عنصر الرصاص من عنصر البولونيوم نتيجة لانحلال جسيم ألفا أي انخفاض العدد الذري بمقدار 2 والعدد الكتلي بمقدار 4

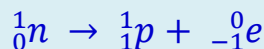


ألفا + رصاص $\rightarrow$ بولونيوم

مثال لتكون عنصر الزينون من عنصر اليود نتيجة لانحلال جسيم بيتا أي زيادة العدد الذري بمقدار 1 وعدم تغير العدد الكتلي



بيتا + الزينون $\rightarrow$ اليود

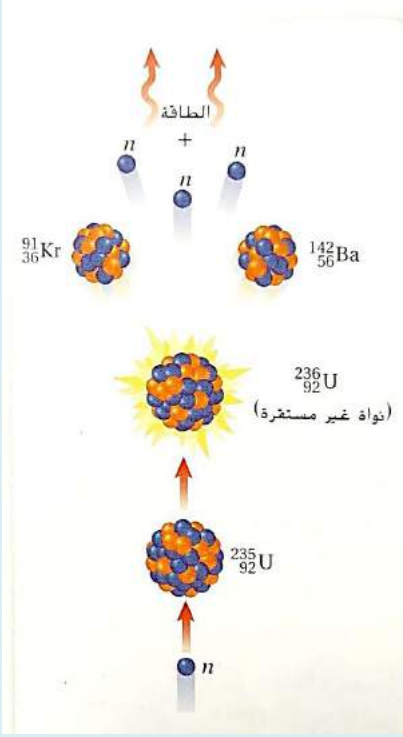


الانشطار النووي

- هو عملية انقسام نواة كبيرة إلى نواتين أو أكثر أصغر حجما
- يتم من خلال قذف النواة بالنيوترونات (n) أي لا تحدث تلقائيا
- من امثلة تلك النوى : يورانيوم - 235 ، البلوتونيوم - 239 واليورانيوم - 233

التفاعل المتسلسل :

- سلسلة من تفاعلات الانشطار النووي المتكررة تنتج نيوترونات بعد كل انشطار
- إذا توفرت كمية من العينة الأصلية فإن النيوترونات الناتجة من تفاعل الانشطار يمكنها قذف نوى أخرى ويستمر التفاعل وهكذا ...
- يتم التحكم في التفاعل عن طريق امتصاص النيوترونات في المفاعلات النووية باستخدام مواد مثل قضبان الكادميوم
- من نواتجه المدمرة القنبلة النووية

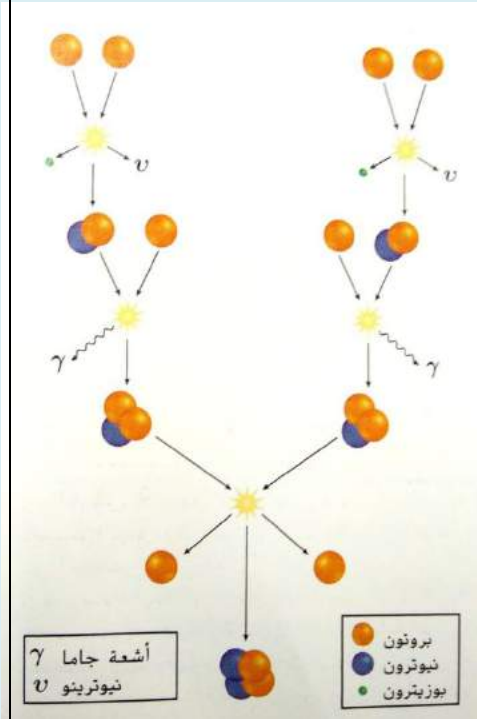


الاندماج النووي

- اتحاد نواتين صغيرتين أو أكثر لتكون نواة واحدة كتلتها أكبر
- مقدار الطاقة الناتج من التفاعل أكبر من الطاقة الناتجة من تفاعل الانشطار النووي
- مثال اندماج ذرات الهيدروجين في الشمس

الاندماج ودرجة الحرارة :

- يحدث الاندماج النووي يجب التغلب على قوى التنافر بين النوى
- يتم التغلب على التنافر برفع درجة الحرارة إلى ملايين من درجات الحرارة (أي لا تحدث تلقائيا)
- يحدث فقط في النجوم ومنها الشمس
- تكونت جميع الذرات ما عدا الهيدروجين من خلال عملية الاندماج



الاندماج النووي	الانشطار النووي	
نواتين أو أكثر صغيرة ← نواة كتلتها أكبر	نواة كبيرة ← نواتين أو أكثر أصغر	التفاعل
حرارة كبيرة جدا للتغلب على قوى التنافر	القذف بالنيوترونات	سبب الحدوث
طاقة عالية جدا + اشعة جاما و نيوتريـنو و بوزيترون	طاقة عالية + نيوترونات (تفاعل متسلسل)	الطاقة والجسيمات
النجوم ومنها الشمس	المفاعلات النووية	مكان الحدوث
القنبلة الهيدروجينية	القنبلة النووية	أثار أخرى

🍎 الكتلة والطاقة

- في تفاعل الاندماج الكتلة الناتجة بعد التفاعل تكون أقل من الكتلة قبل التفاعل
 - يخل المنطق السابق بقانون حفظ الكتلة
 - لكن يمكن ملاحظة العلاقة بين الكتلة والطاقة من خلال تفاعلات الاندماج والانشطار
 - واقع الأمر أن التغير في الكتلة يتحول إلى طاقة حتى مع ثبات عدد البروتونات والنيوترونات
 - يحدث التحويل بين الكتلة والطاقة من خلال ضرب وحدات الكتلة في مربع سرعة الضوء في الفراغ
- نستخدم لذلك علاقة اينشتاين الشهيرة

$$E = mc^2 \text{ ، حيث } m \text{ الكتلة (kg) ، } E \text{ الطاقة (J أو eV)}$$

$$C = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s سرعة الضوء في الفراغ}$$

مثال : مقدار الطاقة الذي ينطلق من حرق الجازولين كل عام يبلغ $17 \times 10^{18} \text{ J}$. فما مقدار الكتلة التي تعادل ذلك تقريبا ؟

$$\text{المعطيات : } E = 17 \times 10^{18} \text{ J ، } c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$E = mc^2 \text{ ومنها}$$

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{17 \times 10^{18} \text{ J}}{(3.0 \times 10^8)^2} = 189 \text{ kg}$$

تكنولوجيا الإشعاع وتطبيقاته

اكتشاف الإشعاع النووي

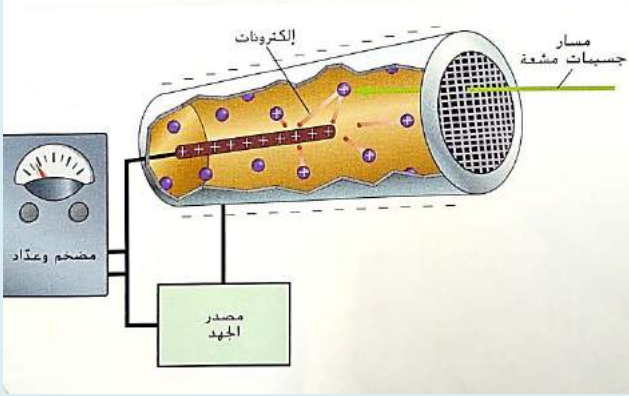
• يتم اكتشاف الإشعاع النووي بأدات خاصة مثل عداد جايجر

• يتكون عداد جايجر من :

- سلك مشحون بشحنة موجبة (+)
- يمر السلك عبر أنبوب فلزي بشحنة سالبة (-)
- يملأ الأنبوب بغاز منخفض الكثافة

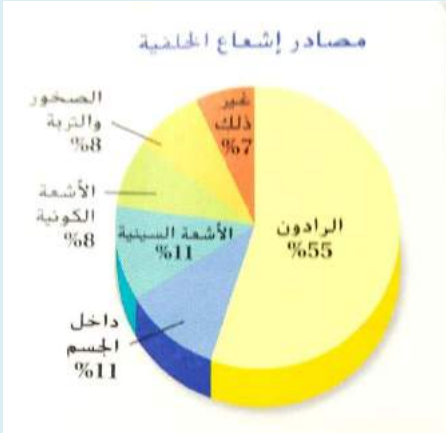
• خطوات عمل عداد جايجر لكشف الاشعاع :

- يدخل الإشعاع إلى الأنبوب من أحد الطرفين
- يصطدم بالإلكترونات الموجودة في الغاز ويقوم بفصلها
- يجذب السلك الموجب الإلكترونات مما يحدث تيار في السلك
- يتضخم التيار وينتج صوت نقر
- يشير عدد النقرات في كل ثانية إلى شدة الإشعاع



إشعاع الخلفية :

- هو الإشعاع الذي ينبعث من النظائر المشعة في الصخور والتربة والهواء والغذاء ومن جسم الإنسان
- يكتسب الإنسان الإشعاع من الغذاء مثل الكربون - 14 و البوتاسيوم - 40
- يتسم هذا الإشعاع بمستوى منخفض
- يتسرب إشعاع الخلفية من غاز الرادون ومن التربة والصخور المحيطة



استخدام الإشعاع النووي في الطب

- المتتبع : نظير يستخدمه الاطباء لتحديد موقع الجزيئات في الكائن الحي
- مستويات الاشعاع المستخدمة منخفضة جدا بحيث لا تسبب ضرر
- تستخدم المتتبعات أيضا في الزراعة لمراقبة امتصاص المغذيات والأسمدة
- من امثلة المتتبعات الكوبلت - 60 و التكنيشيوم - 99 و اليود - 131
- يستخدم اليود - 131 لمعرفة المشكلات في الغدة الدرقية لأنها تمتص اليود وتأتي اشعة جاما منه وتخرق الجلد فإذا امتصت الغدة اليود فهناك احتمالان

■ إذا كانت صورة الاشعاع قوية دل ذلك على أن الغدة لم تمتص اليود بشكل صحيح وهذا يعني وجود مرض أو ورم

■ إذا كانت الصورة عادية فيعني عدم وجود ورم

- علاج السرطان وهو مرض عدم السيطرة في دورة الخلية وينتج عن ذلك انقسام غير مسيطر عليه
- يقوم الاشعاع اما بمنع الخلايا المسرطنة من النمو أو تأين الذرات المجاورة ومنها جزيئات DNA ويعطله فيتوقف نمو الخلية
- ولكن تظل هذه الطريقة خطيرة وحساسة

🍏 عمر النصف

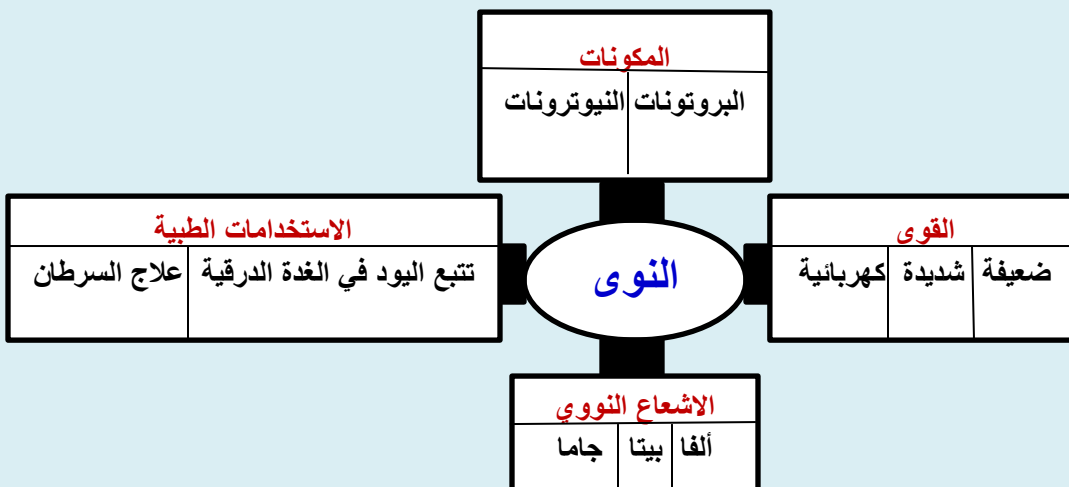
- عمر النصف هو مقدار الزمن المستغرق لانحلال نصف النوى في عينة من نظير
- تتم العملية بفترات زمنية متسلسلة ثابتة في كل مرة تقسم كمية النوى المتبقية إلى نصفين
- تسمى النواة المشعة النواة الأصل والنواة التي تبقى بعد الانحلال بالنواة الوليدة
- من خلال فترات عمر النصف لنظير يمكن حساب اعمار الصخور والأحافير والقطع الأثرية

🍏 التأريخ الإشعاعي

- لتحديد عمر العينات بطرق الفعالة منها النشاط الإشعاعي وعمر النصف
- يستخدم الكربون - 14 لتأريخ (معرفة عمر) احافير الكائنات الحية (حيوانات ونباتات) التي عاشت عن عمر لم يناهز 60000 سنة .
- يستخدم البوتاسيوم - 40 والروبيديوم -87 والسمريوم - 147 لتحديد عمر الصخور والمعادن التي تبلغ مليارات السنين

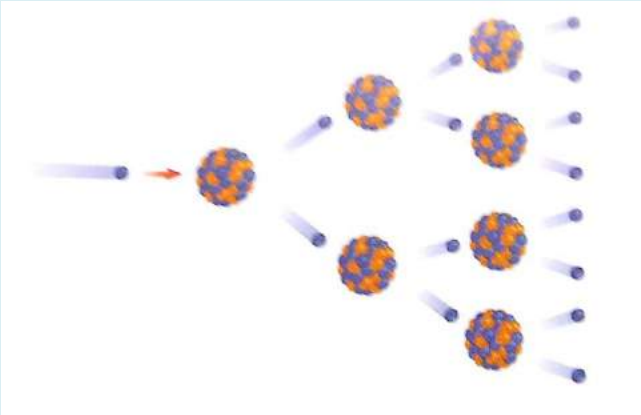
أسئلة مع الإجابة

(أ) - اكمل خريطة المفاهيم التالية



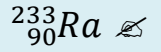
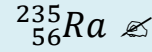
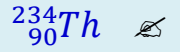
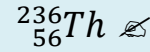
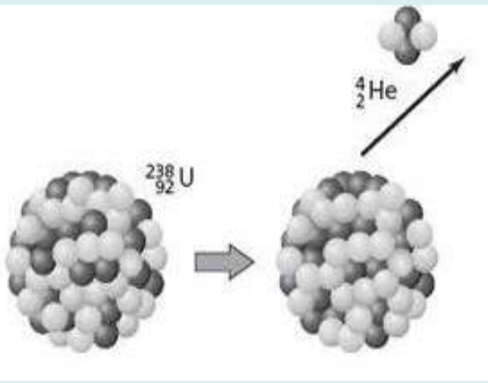
(ب) اختر الإجابة الصحيحة :

1. ما الذي يجعل جسيمات النواة ترتبط ببعضها البعض ؟
☐ القوة النووية الشديدة ☐ القوة النووية الضعيفة ☐ الكهرومغناطيسية ☐ الجاذبية
2. ما الذي يدفع الجسيمات التي تكون النواة ؟
☐ القوة النووية الشديدة ☐ القوة الكهرومغناطيسية ☐ الجاذبية ☐ التنافر النووي
3. أي مما يلي يصف عمر النصف للنظير
☐ فاصل زمني ثابت ☐ فاصل زمني عشوائي ☐ فاصل زمني متزايد ☐ فاصل زمني متناقص
4. لأي من الأشياء التالية يمكن استخدام التأريخ بالكربون - 14 ؟
☐ جزء من خشب منزل ذي طراز من عهد الاستعمار ☐ عمود رخام من عصر الصين القديمة
☐ أحافير ديناصورات تبلغ من العمر ملايين السنين ☐ صخور تبلغ من العمر مليارات السنين
5. المعادلة التي تربط العلاقة بين الطاقة والكتلة
☐ $E = mc$ ☐ $m = Ec^2$ ☐ $m = E / c$ ☐ $m = E / c^2$
6. استخدم الشكل المقابل للإجابة عن السؤالين (1 ، 2)
 1. ماذا يبين الرسم التخطيطي المقابل ؟
☐ تفاعل انحلال ☐ تفاعل متسلسل
☐ انبعاث بيتا ☐ انبعاث ألفا
 2. ما نوع التفاعل الظاهر ؟
☐ انحلال ألفا ☐ انحلال بيتا
☐ انشطار نووي ☐ اندماج نووي
7. ما العملية المسؤولة عن الطاقة الهائلة الصادرة عن الشمس ؟
☐ الانحلال النووي ☐ الانشطار النووي ☐ الاندماج النووي ☐ انحلال ألفا
8. أي مما يلي يصف كل النوى التي تحتوي على أكثر من 82 بروتونا ؟
☐ إشعاعية ☐ اصطناعية ☐ متافرة ☐ مستقرة
9. أي مما يلي يصف الذرات التي تحتوي على عدد البروتونات نفسه وعدد مختلف من النيوترونات ؟
☐ غير مستقرة ☐ اصطناعية ☐ إشعاعية ☐ نظائر
10. ما القوة التي تتغلب على قوى التنافر بين البروتونات في النواة
☐ الكهرومغناطيسية ☐ النووية الشديدة ☐ النووية الضعيفة ☐ الجاذبية



11. في الشكل المقابل الذي يمثل انحلال نووي أي الرموز لا يتضمنه

الشكل ؟



12. لم يبنى مفاعل لتفاعل اندماج نووي حتى الآن . أي من التالي يفسر هذا الموقف ؟

- ✗ يحتاج الاندماج النووي درجات حرارة منخفضة جدا ✗ يكون الاندماج النووي نواتج عالية الاشعاع
✗ يحتاج الاندماج النووي درجات حرارة عالية جدا ✗ وقود الاندماج النووي غير متوفر على الأرض

13. أفضل وصف للقوة النووية الشديدة هو

- ✗ اضعف من القوة الكهرومغناطيسية ولكن لها مدى طويل
✗ اقوى من القوة الكهرومغناطيسية ولكن لها مدى طويل
✗ اقوى من القوة الكهرومغناطيسية ولكن لها مدى قصير
✗ اضعف من القوة الكهرومغناطيسية ولكن لها مدى قصير

14. يوجد نظائر متعددة من الكربون كل منها يحتوي نفس عدد

- ✗ البروتونات ✗ النيوترونات ✗ الجسيمات ✗ الإلكترونات

15. الترتيب الصحيح للاشعاع من الأضعف إلى الأقوى من حيث الأعلى طاقة هو

- ✗ جاما ، بيتا ، ألفا ✗ ألفا ، بيتا ، جاما ✗ ألفا ، بيتا ، جاما ✗ بيتا ، جاما ، ألفا

16. من أين تأتي الطاقة في التفاعل النووي

- ✗ الكتلة الكلية للذرة ✗ تكافئ الطاقة الفرق في كتلة المتفاعلات والنواتج
✗ كتلة النيوترونات في النظير ✗ الفرق في الكتلة بين البروتونات والنيوترونات

17. في الشكل المقابل ما نسبة العينة الأصلية بعد 4 فترات عمر نصف



0.0625 ✗

0.25 ✗

0.50 ✗

0.125 ✗

السؤال الثاني :

(أ) - ضع علامة (✓) على نوع الإشعاع النووي الذي ينبعث في كل تحول من التحولات النووية التالية

نوع الإشعاع			التحول النووي
جسيمات ألفا	جسيمات بيتا	أشعة جاما	
✓			اليورانيوم - 238 إلى ثوريوم - 234
	✓		تحول البورون - 12 إلى كربون - 12
		✓	تحول السيزيوم - 130 إلى سيريوم - 130
✓			تحول الراديوم - 226 إلى رادون - 222

(ب) - اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية

- (1) () ينتج جسيمات ألفا وبيتا وجاما
- (2) () الزمن الذي يستغرقه انحلال نصف عينة من نظير
- (3) () يحدث نتيجة اصطدام نيوترون بنواة يؤدي إلى انقسامها
- (4) () العناصر التي تحتوي نفس العدد من البروتونات وتختلف في عدد النيوترونات
- (5) () نظائر مشعة تستخدم لتحديد جزيئات في الكائنات الحية
- (6) () عملية فيها يتغير عنصر إلى عنصر آخر
- (7) () جسيم عالي الطاقة ينتج من تحول النيوترون إلى بروتون
- (8) () قوة نووية ترتبط بجسيمات بيتا في النواة
- (9) () عدد يصف أعداد البروتونات في نواة ذرة العنصر
- (10) () اتحاد نواتين لتكوين نواة أخرى أكبر كتلة

مع اطيب الأمناني

الاستاذ / سعد موسى